

Univerzita Karlova v Praze

Pedagogická fakulta

Katedra Chemie a Didaktiky Chemie

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Efektivita použití adaptivního e-booku na chemické výpočty jako studijní opory  
pro studenty prvního ročníku učitelství chemie

The effectiveness of using an adaptive e-book on chemical calculations as a  
learning support for freshman chemistry teacher students

Kateřina Bělohoubková

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

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání se sdruženým studiem Matematika se zaměřením na vzdělávání

Potvrzuji, že jsem diplomovou práci na téma Efektivita použití adaptativního e-booku na chemické výpočty jako studijní opory pro studenty prvního ročníku učitelství chemie 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.

Místo a datum odevzdání práce

.....

podpis

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi poskytli podporu a pomoc při tvorbě této diplomové práce. Zvláštní poděkování patří mému vedoucímu práce, doc. PhDr. Martinovi Ruskovi, Ph.D., za cenné rady, trpělivost a odborné vedení během celého procesu. Jeho zkušenosti a připomínky významně přispěly k dokončení této práce.

Dále bych chtěla poděkovat všem studentům, kteří si našli čas a ochotu se mnou sdílet své zkušenosti a názory prostřednictvím rozhovorů. Jejich otevřenost a upřímnost byly pro mou práci neocenitelné. Bez jejich příspěvků by tato práce nemohla dosáhnout své současné podoby.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce zkoumá využití adaptativního e-booku. Hlavním cílem této práce je analyzovat dopad „Adaptativního e-booku pro podporu výuky chemických výpočtů principem převrácené třídy“ v rámci kurzu „*Úvod do studia chemie*“, jako doporučeného studijního zdroje. Na základě pretestu provedeného dle metodiky Ruska et al (2021) byli identifikováni velmi úspěšní a méně úspěšní studenti v oblasti řešení chemických výpočtů. Vzorku z nich (N = 10) byl poskytnut adaptativní e-book jako opora při studiu chemických výpočtů. Na konci semestru byl proveden posttest, kterým byla opět ověřována schopnost studentů řešit chemické výpočty. Následně byl s každým respondentem proveden rozhovor. Respondenti k jednotlivým kapitolám e-booku vyjadřovali své názory, způsob práce s ním a poskytovali vnímané možnosti zlepšení tak, aby pro ně opora byla efektivnější. Získané výsledky byly analyzovány a vyhodnoceny s ohledem na efekt využití adaptativního e-booku měřený jako posun studentů mezi pretestem a posttestem. Na základě zjištěných závěrů byly navrženy možné úpravy a rozšíření první verze e-booku s cílem zlepšit jeho efekt na učení studujících. Zároveň byly diskutovány možnosti integrování adaptativního e-booku do výuky chemie na vysokých školách, zejména v rámci programů zaměřených na vzdělávání.

## **Klíčová slova**

Chemické výpočty, adaptativní e-book, výuka chemie

## **Abstract**

This thesis explores the use of an adaptive e-book. The main aim of this work is to analyze the impact of the "Adaptive E-book for Supporting the Teaching of Chemical Calculations by the Flipped Classroom Principle" within the course *"Introduction to Chemistry Studies"* as a recommended study resource. Based on a pre-test conducted according to the methodology of Ruska et al. (2021), highly successful and less successful students in the area of solving chemical calculations were identified. A sample of them (N = 10) was provided with the adaptive e-book as a support tool for studying chemical calculations. At the end of the semester, a post-test was conducted to again verify the students' ability to solve chemical calculations. Subsequently, an interview was conducted with each respondent. Respondents expressed their opinions on individual chapters of the e-book, their methods of working with it, and provided perceived opportunities for improvement to make the support more effective for them. The obtained results were analyzed and evaluated concerning the effect of using the adaptive e-book, measured as the students progress between the pre-test and post-test. Based on the findings, possible modifications and expansions of the first version of the e-book were proposed to improve its impact on student learning. Additionally, the possibilities of integrating the adaptive e-book into the teaching of chemistry at universities, especially within programs focused on education, were discussed.

## **Keywords**

Chemical calculations, adaptive e-book, teaching of chemistry

Úvod.....	8
1 Teoretická část.....	9
1.1 Chemické výpočty v chemickém vzdělání.....	9
1.2 Chemické výpočty v učebnicích chemie pro střední školy .....	10
1.2.1 Učebnice Nakladatelství Olomouc.....	11
1.2.2 Učebnice Státního pedagogického nakladatelství .....	12
1.2.3 Učebnice vydavatelství ProSpolužáky.cz.....	12
1.2.4 Učebnice nakladatelství Didaktis .....	13
1.3 Vyhodnocení analýzy učebnic pro střední školy .....	13
1.4 Chemické výpočty v Rámcových vzdělávacích programech (RVP).....	14
1.4.1 Chemické výpočty v RVP G.....	14
1.4.2 Chemické výpočty v RVP SOV .....	16
1.5 Výstupy RVP.....	17
1.6 Chemické výpočty ve vybraných školních vzdělávacích programech.....	17
1.6.1 ŠVP vybraných gymnázií.....	17
1.6.2 ŠVP vybraných středních odborných škol .....	24
1.6.3 Vyhodnocení analýzy ŠVP pro střední odborné školy a gymnázia.....	29
1.7 Kurzy na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy obsahující téma chemických výpočtů .....	32
1.7.1 „Úvod do studia chemie“ .....	32
1.7.2 Obecná chemie .....	33
1.7.3 Laboratorní cvičení .....	33
1.8 Adaptativní e-book pro podporu výuky chemických výpočtů principem převrácené třídy 33	
1.8.1 Podoba adaptativního e-booku“ .....	34
2 Praktická část.....	37
2.1 Cíle a hypotézy .....	37

2.2	Metody .....	37
2.2.1	Popis výzkumné studie.....	38
2.2.2	Výzkumný vzorek .....	38
2.2.3	Obsah zaměření .....	39
2.2.4	Pretest a Posttest.....	39
2.2.5	Rozhovory .....	40
2.3	Analýza dat.....	42
2.3.1	Analýza výsledků pretest, posttest .....	42
2.3.2	Analýza rozhovorů .....	43
2.4	Výsledky a diskuze.....	43
2.4.1	Přínos využívání e-booku výsledkům studentů.....	43
2.4.2	Úspěšnost vybraných respondentů .....	49
2.4.3	Vyhodnocení rozhovorů .....	49
2.5	Vnímání e-booku.....	55
2.5.1	Shrnutí vyhodnocení rozhovorů .....	57
2.6	Rozdělení výsledků rozhovorů podle úspěšnosti studentů v testech.....	58
2.7	Náměty na úpravu e-booku .....	59
3	Závěr.....	62
	Literatura .....	65
	Seznam příloh.....	71
	Seznam grafů.....	106

## Úvod

V současné době, kdy digitalizace a technologie pronikají do všech oblastí našich životů, se vzdělávací procesy neustále vyvíjejí a hledají nové metody, jak efektivně předávat vědomosti a dovednosti studujícím (Gligorea et al., 2023). Tento trend je zvláště patrný ve výuce přírodních věd, kde inovativní přístupy mohou výrazně obohatit a zefektivnit učební proces oborů, které se potýkají s nižší oblibou žáků (Höfer & Svoboda, 2005).

Diplomová práce s názvem "Efektivita použití adaptivního e-booku na chemické výpočty jako studijní opory pro studenty prvního ročníku učitelství chemie" byla zvolena s cílem prozkoumat a vyhodnotit možnosti moderních technologických nástrojů v pedagogické praxi. V kontextu rychle se měnícího vzdělávacího prostředí, kde digitalizace a online výuka nabývají na významu, je nezbytné hledat efektivní metody, jak podpořit studenty v jejich studiu a usnadnit jim osvojování klíčových znalostí a dovedností.

Chemické výpočty jsou nedílnou součástí chemického vzdělávání a pro mnoho studujících představují výzvu. Adaptivní e-book, který se přizpůsobuje individuálním potřebám každého studenta, nabízí možnost cílené a efektivní podpory při studiu. Tato práce si klade za cíl ověřit, efektivitu adaptivního e-booku a zároveň navrhnout případné změny a návrhy na zlepšení e-booku.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je uveden přehled typů chemických výpočtů, které vychází z očekávaných výstupů středoškolského vzdělávání uvedených v Rámcových programech pro střední odborné školy s chemickým zaměřením a v Rámcových programech pro gymnázia, dále pak ve vybraných Školních vzdělávacích programech a učebnicích. V teoretické části také nalezneme přehled kurzů, které obsahují téma chemických výpočtů v prvním ročníku na vysoké škole, problematiku chemických výpočtů ve vzdělávání a podobu adaptivního e-booku.

Praktická část se pak zaměřuje na ověření efektivity adaptivního e-booku pro chemické výpočty. Klíčovou částí výzkumu bylo zjistit, jak adaptivní e-book ovlivňuje výsledky studujících v oblasti chemických výpočtů, zejména mezi skupinami velmi úspěšných a méně úspěšných studentů identifikovaných na základě pretestu. Dále byl zkoumán vliv zpětné vazby poskytnuté studenty na jednotlivé části e-booku a jak tato zpětná vazba může přispět k jeho dalšímu rozvoji a zlepšení.

V závěrečné části práce byly formulovány výsledky a návrhy na zlepšení adaptivního e-booku.



# 1 Teoretická část

## 1.1 Chemické výpočty v chemickém vzdělání

Chemické výpočty představují jednu z nejnáročnějších oblastí vzdělávání na základních a středních školách, jak dokládají mnohé studie (Rusek, 2013; Rychtera et al., 2019). Tato oblast je považována za kritické učivo, neboť k jejímu pochopení je nutná nejen pevná znalost chemie, ale i vysoká úroveň matematické a čtenářské gramotnosti (Režňák, 2019). Navíc chemické výpočty vyžadují schopnost aplikovat a propojovat poznatky z různých disciplín, což je pro mnoho žáků obtížné (Budínová & Vaňková, 2017). Zatímco tradiční metody mohou zdůrazňovat abstraktní myšlení bez dostatečného kontextu, moderní pedagogické přístupy, včetně vizualizace a praktických aplikací, mohou zlepšit pochopení a zájem studujících o chemické výpočty (Jagodziński & Wolski, 2009).

Chemické výpočty jako součást výuky čelí řadě výzev. Mezi ně patří například obtíže s abstrahováním nových pojmů (látkové množství, látková koncentrace – viz Johnstone, 2010), nedostatečné logické myšlení žáků, algoritmické myšlení nebo řešení problémů (Johnstone, 2001). Někteří žáci mohou vnímat určité pojmy z oblasti chemie jako příliš abstraktní, což může vést k jejich obtížnému pochopení. Tento problém lze částečně řešit postupnou výukou chemie od konkrétního k abstraktnímu, kdy se obecné závěry vyvozují z pozorovaných jevů metodou indukce (Pachmann & Hofmann, 1981). Chemické výpočty umožňují žákům porozumět vlastnostem chemických látek a jejich vzájemným přeměnám na základě numerických hodnot různých veličin. Tyto výpočty také přispívají k lepšímu pochopení obecných zákonitostí a vlastností látek (Pachman, 1986). Výuka by měla klást důraz nejen na osvojování a využívání chemických, matematických a fyzikálních znalostí, ale především na rozvoj dovedností a schopností řešit náročné úkoly vyžadující tvořivé myšlení (Pachmann & Hofmann, 1981). Některé studie poukazují na nízkou schopnost žáků řešit chemické výpočty, která je způsobena nedostatečnou znalostí matematických operací (Leopold & Edgar, 2008), zatímco jiné zdůrazňují, že neúspěch v těchto výpočtech může být zapříčiněn špatným pochopením základních pojmů (Gabel & Sherwood, 1984; Rusek et al., 2021).

Učitelé chemie považují chemické výpočty za klíčovou součást učiva, kde se projevuje nedostatečné matematické a logické myšlení žáků. Mezi kritické výpočty patří zejména výpočet molární hmotnosti, látkové koncentrace, výpočty ze vzorců a výpočty z chemických rovnic (Rychtera et al., 2019). Celkově jsou chemické výpočty řazeny mezi klíčové části učiva, které je třeba výukou pokrýt.

Učitelé chemie si jsou vědomi těchto výzev a považují chemické výpočty za klíčovou součást kurikula, přičemž kritické výpočty zahrnují například výpočet molární hmotnosti a látkové koncentrace. Jde podle nich o zásadní učivo, které je nutné prohlubovat a zlepšovat (Rychtera et al., 2019). Přestože chemické výpočty představují důležitou část chemického vzdělávání a jsou nezbytné pro laboratorní praxi i teoretické studium, mezi žáky nejsou populárním tématem (Rusek & Škoda, 2014; Rychtera et al., 2019).

Navzdory výzvám existují pozitivní příklady přístupů, které mohou zlepšit pochopení a zájem o chemické výpočty. Výzkumy ukazují, že integrace experimentů, praktických aplikací a inovativních didaktických metod může významně přispět k lepšímu uchopení chemických konceptů a motivaci studujících (Mynbayeva et al., 2018). Z výzkumu Ruska et al., (2021), nebo diplomových prací Frolíkové (2021) a Horákové (2021) pak vyplývá, že studenti, kteří přicházejí na vysoké školy mají různé úrovně vzdělání v oblasti chemických výpočtů a různou míru sebejistoty v jejich řešení.

## **1.2 Chemické výpočty v učebnicích chemie pro střední školy**

Vliv učebnic na výuku chemie je významným tématem, jak dokládají studie autorek Bergqvist a Chang Rundgrena (2017), které upozorňovaly na zásadní roli učebnic ve výběru učiva a metod výuky. Tato zjištění jsou zvláště relevantní v kontextu reprezentace chemické vazby a obtíží, které mají studenti s jejím porozuměním. Podobné závěry byly zjištěny i mezi českými učiteli, jak ukazují Vojír a Rusek (2021;2022), kteří se zaměřovali na vnímání obsahu a důležitosti jednotlivých součástí učebnic pro nižší sekundární vzdělávání. Tyto studie společně poukazují na to, jak učebnice formují pedagogické přístupy a jsou považovány učiteli za klíčový zdroj informací a metodiky výuky. Zmínka o dalších potenciálních podnětech, které může přinést analýza učebnic, naznačuje důležitost pečlivého výběru učebnic, aby tyto odpovídaly potřebám studujících a efektivně řešily výukové výzvy v oblasti chemie. Celkově je zřejmé, že učebnice hrají klíčovou roli v edukačním procesu, ovlivňují jak obsah, tak formu výuky, a jsou nezbytné pro úspěšné zvládnutí předmětu. V této souvislosti přichází s důležitou analýzou učebnic v oblasti chemických výpočtů i Obruča (2022) a Rusek et al., (2024), kteří se zaměřovali na šetření nejčastěji používaných učebnic chemie na středních školách.

Z výzkumného šetření nejčastěji používaných středoškolských učebnic chemie na gymnáziích, provedeného Huvarovou (2010) vyplývá, že nejvíce využívanou učebnicí ve výuce chemie je série Chemie pro gymnázia (Mareček & Honza, 1998a, 1998b, 2000), kterou označilo 67 % ze 147 dotazovaných respondentů. Tuto sérii učebnic označilo také 75 % ze 112 respondentů

v průzkumu Klečka (2011), který se též zaměřil na analýzu nejčastěji používaných učebnic chemie a do své analýzy učebnic ji též zahrnula Obruča (2022). Na druhém místě se v obou průzkumech umístila učebnice "Přehled středoškolské chemie" (Vacík et al., 1990, 1995), kterou do svého šetření o chemických výpočtech v učebnicích též zahrnul Rusek et al. (2024). Odmaturuj z chemie! (Benešová & Satrapová, 2002) podle Huvarové (2010) je využíváno k výuce 28 % respondentů. I přesto, že tato publikace nesplňuje požadavek učebnice, byla do analýzy zahrnuta pro svoje hojné využívání ve výuce chemie na středních školách.

Z novějších učebnic se pak podle Obruči (2022) při výuce chemie využívá Chemie pro spolužáky: Obecná chemie (Obrátil & Sáblík, 2018a; 2018b).

Na základě výsledků těchto šetření byly pro analýzu vybrány následující učebnice chemie: série Chemie pro čtyřletá gymnázia ve 3 dílech (Mareček & Honza, 1998a; 1998b; 2000), Přehled středoškolské chemie (Vacík et al., 1995) a Chemie pro spolužáky: Obecná chemie (Obrátil & Sáblík, 2018a, 2018b).

### 1.2.1 Učebnice Nakladatelství Olomouc

#### *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl* (Mareček & Honza, 1998a)

Na konci první kapitoly s názvem Atom je diskutována hmotnost atomu, zahrnující atomovou hmotnostní jednotku a vztahy pro výpočet relativní atomové a molekulové hmotnosti. Třetí kapitola s názvem Látkové množství je věnována výpočtům látkového množství, nejprve s ohledem na Avogadrovu konstantu a následně představuje vztah pro výpočet látkového množství prostřednictvím hmotnosti a molekulové hmotnosti. Kromě teoretického výkladu obsahuje tato kapitola i dva detailně zpracované příklady, otázky a úkoly. Ve čtvrté kapitole jsou prezentovány chemické rovnice a jejich vyčíslování, na něž navazují výpočty z chemických rovnic. Pátá kapitola s názvem Homogenní a heterogenní směsi zahrnuje vztahy pro výpočty hmotnostního zlomku a procenta, objemového procenta a látkové koncentrace. Každý vztah je doplněn o příklady s jejich řešením. Tato kapitola také obsahuje výpočty ředění roztoků pomocí křížového pravidla, výpočty koncentrací roztoků a výpočty z chemických rovnic. Učebnice také zahrnuje kapitolu s názvem Chemická termodynamika, kde žák zkoumá výpočet standartního slučovacího i spalného tepla. V této učebnici lze rovněž nalézt vztahy pro vyjádření rovnovážné konstanty a základní výpočty pH a pOH, které jsou detailněji probrány ve třetím díle této série.

#### *Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl* (Mareček & Honza, 1998b)

Na začátku druhého dílu se žáci v první kapitole s názvem Elektrochemie seznamují s Nernstovo-Petersovou a Nernstovou rovnicí, kde jsou také uvedeny příklady na výpočet redoxních potenciálů. Tato publikace obsahuje sérii řešených příkladů, otázky a úkoly na procvičení a zopakování látky.

### ***Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl*** (Mareček & Honza, 2000)

V posledním díle této série se žáci zabývají rovnovážnou konstantou, iontovým součinem vody a výpočty pH silných a slabých jednosytných i vícesytných kyselin a zásad. Publikace obsahuje nejen sérii řešených příkladů, ale také otázky a úkoly sloužící k procvičení a zopakování látky.

## **1.2.2 Učebnice Státního pedagogického nakladatelství**

### ***Přehled středoškolské chemie*** (Vacík et al., 1995)

V kapitole nazvané Obecná chemie se čtenář nejprve seznamuje s fyzikálními veličinami a jejich jednotkami. Postupně se dále učí výpočtům hmotnosti a energie, výpočtům látkového množství v závislosti na Avogadrově konstantě a následně přechází k molární hmotnosti a relativní atomové a molekulové hmotnosti. V podkapitole nazvané Stechiometrické výpočty se žák seznamuje se vztahem pro výpočet hustoty, molárního objemu, hmotnostního a objemového zlomku, hmotnostní a objemové koncentrace a látkové koncentrace. Učebnice dále diskutuje o složení a mísení roztoků, hmotnosti a objemu reagujících látek a plynů, využití křížového pravidla a výpočtech látkového množství. Dále následuje vyčíslování chemických rovnic a podkapitola o termochemii, kde se čtenář seznamuje s reakčním teplem, termochemickými zákony a výpočty reakčního, slučovacího a spalného tepla. Na dalších stránkách se čtenář seznámí s Guldberg-Waageovým zákonem, disociací vody a s výpočty pH. Při výpočtech objemu plynů narazíme na zmínku o stavové rovnici. Publikace je poměrně podrobně rozpracována, ke každé veličině zde nalezneme charakteristiku, příklady s řešením a teoretickou část.

## **1.2.3 Učebnice vydavatelství ProSpolužáky.cz**

### ***Chemie pro spolužáky: Obecná chemie I a II*** (Obrátil & Sáblik, 2018a, 2018b)

Téma chemických výpočtů se objevuje až v druhém díle této série.

Druhý díl této série učebnic je věnován výuce obecné chemie a obsahuje chemické výpočty. Tato část je určena studentům prvních ročníků středních škol a je také vhodná pro přípravu na maturitní zkoušku z chemie. Struktura každé kapitoly je systematicky navržena a obsahuje

úvod, teoretickou část s vysvětlením základních principů. Ke každému tématu zde nalezneme jak řešené, tak neřešené příklady, které jsou navíc řazeny dle obtížnosti. Učebnice pokrývá důležitá témata jako výpočty látkového množství, koncentrace roztoků, postupy pro ředění roztoků, řešení chemických rovnic, výpočty pH či hmotnostního zlomku.

#### 1.2.4 Učebnice nakladatelství Didaktis

*Odmaturuj! z chemie* (Benešová & Satrapová, 2002)

V páté kapitole nazvané Reakční kinetika se žáci seznamují s kinetickou rovnicí a Arrheniovou rovnicí. Tato kapitola je následována kapitolou Termochemie, která se zaměřuje na termochemické zákony a výpočty reakčního tepla, kde najdeme dva ilustrativní příklady. Další kapitola se nazývá Rovnováhy v roztocích elektrolytů, kde autoři diskutují vyjádření rovnovážné konstanty, iontový součin vody a pH. Osmá kapitola s názvem "Důležité veličiny a výpočty v chemii" je věnována chemickým výpočtům. V podkapitole Důležité veličiny v chemii se žák seznámí s výpočty látkového množství v závislosti na Avogadrově konstantě a následně pokračuje výpočty molárního objemu a hmotnosti. Dále jsou prezentovány výpočty relativní atomové a molekulové hmotnosti, hustoty, hmotnostního a objemového zlomku a látkové koncentrace. Ke každé zmíněné veličině je uvedena charakteristika, jednotka a vztahy pro výpočet. Následující podkapitola Chemické výpočty se věnuje jednotlivým příkladům, kde u každého příkladu najdeme zadání, postup řešení a odpověď. Mezi chemickými výpočty nalezneme výpočty z chemických vzorců, složení roztoků a jejich mísení, výpočty z chemických rovnic a jejich vyčíslování a výpočty pH, kde je pouze varianta se silnými kyselinami a zásadami.

### 1.3 Vyhodnocení analýzy učebnic pro střední školy

Analýza středoškolských učebnic chemie na gymnáziích naznačuje, že po absolvování těchto materiálů by studenti měli mít zvládnuty základní chemické výpočty, jako jsou: atomová a molekulová hmotnost, látkové množství, molární hmotnost a látková koncentrace, spolu s výpočty pH, vyčíslováním rovnic a termochemickými výpočty. Všechny tyto učebnice detailně rozpracovávají a popisují chemické výpočty a k nim připojují příklady pro procvičení. Ve většině těchto učebnic není uvedena stavová rovnice ideálního plynu, naopak všechny obsahují výpočty na chemické rovnováhy. Z průzkumu Ruska et al. (2024) a Obruči (2022) vyplývá, že rozsah učiva u základních výpočtů, je ve většině publikací podobný, pokud se však zaměříme na rozsah u složitějších typů výpočtů, jako jsou například výpočty z chemických rovnic, či pH,

zjistíme, že tyto rozdíly nejsou patrné pouze v množství, či typech příkladů, ale také ve způsobu výkladu. Tato skutečnost může mít vliv na úspěšnost žáků v oblasti chemických výpočtů.

Většina těchto učebnic, byla vydána před zavedení RVP. Z analýzy ŠVP by se mohlo zdát, že ŠVP kopírují spíše učebnice než RVP. Tuto skutečnost však nelze bez dalšího výzkumu takto zobecnit, i přesto, že chemické výpočty nejsou v RVP příliš konkrétně rozpracované.

#### **1.4 Chemické výpočty v Rámcových vzdělávacích programech (RVP)**

*„Rámcové vzdělávací programy (RVP) tvoří obecně závazný rámec pro tvorbu školních vzdělávacích programů škol všech oborů vzdělání v předškolním, základním, základním uměleckém, jazykovém a středním vzdělávání. Do vzdělávání v České republice byly zavedeny zákonem č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školní zákon).“ (NÚV – Národní ústav pro vzdělávání, 2011)*

V České republice byl Národní program vzdělávání nahrazen Strategií vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+. Tato strategie zahrnuje dvoustupňové kurikulum, což znamená, že vzdělávací obsah je rozdělen do dvou úrovní nebo stupňů. Tento přístup má za cíl lépe strukturovat vzdělávací proces a poskytnout studujícím systematický a koherentní vzdělávací základ.

RVP představují kurikulární dokumenty, které stanovují rámce pro vzdělávání na různých úrovních, včetně předškolního, základního a středního. Tyto rámce obsahují konkrétní cíle, formy výuky, obsah učiva či podmínky pro ukončení vzdělání a jeho průběh (MŠMT, 2007).

Na základě RVP si jednotlivé školy vytvářejí tzv. Školní vzdělávací programy (ŠVP). Tyto programy zahrnují organizaci učebního materiálu do jednotlivých předmětů nebo modulů, stanovení cílů vzdělávání, obsah učiva a časový plán výuky, stejně tak i podmínky pro přijímání nových žáků (Bělohoubková, 2022; NÚV – Národní ústav pro vzdělávání, 2011).

RVP pro střední vzdělání navazují na RVP pro základní vzdělání (RVP ZV) a dělí se na RVP pro gymnázia (RVP G) a RVP pro obory vzdělání středního odborného vzdělání (RVP SOV) (NÚV – Národní ústav pro vzdělávání, 2011). V dalším textu budou s ohledem na zaměření této práce diskutovány pouze RVP pro vyšší sekundární vzdělávání.

##### **1.4.1 Chemické výpočty v RVP G**

Vzdělávací obor chemie je začleněn do RVP G, který spadá do vzdělávací oblasti nazvané Člověk a příroda. Tuto oblast sdílí s dalšími obory, jako jsou fyzika, biologie, geografie a

geologie. Během studia v této oblasti se žák seznámí s metodami přírodních věd a snaží se osvojit si empirické i teoretické postupy vědeckého výzkumu. Aktivně využívá nabytých znalostí a dovedností v průběhu výuky. V RVP G je obor chemie rozdělen do čtyř tematických celků vzdělávacího obsahu, a to Obecná chemie, Anorganická chemie, Organická chemie a Biochemie (MŠMT, 2007).

V rámci RVP G se problematikou chemických výpočtů především zabývá tematický celek s názvem Obecná chemie. Očekávané výstupy, které jsou zahrnuty v tomto tematickém celku zní: „žák provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů“ (MŠMT, 2007). Chemické výpočty jsou v rámci RVP G také součástí tematických celků s názvy Anorganická chemie a Organická chemie. Tyto očekávané výstupy zní: „žák využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii... žák využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v organické chemii“ (Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007). Kvalitativní a kvantitativní analýza vyžaduje znalost základních chemických výpočtů, jako jsou výpočty látková a hmotnostní koncentrace, výpočty hmotností či složení látek či výpočty pH (Křížek & Šíma, 2015). RVP G obsahuje v tematickém celku Obecná chemie učivo týkající se veličin a výpočtů v chemii a soustav látek a jejich složení, do které patří například: výpočty látkové koncentrace, molárního a objemového zlomku, hustoty a směšování roztoků. Nicméně samotný RVP G neposkytuje podrobný seznam konkrétních typů chemických výpočtů (Bělohoubková, 2022).

Z analýzy RVP G provedené Obručou (2022) vyplývá, že chemické výpočty tvoří podstatnou součást vzdělávací oblasti Člověk a příroda, zejména v tematickém okruhu Obecná chemie. Klíčové kompetence rozvíjené prostřednictvím chemických výpočtů zahrnují formulaci a řešení přírodovědných problémů, používání matematických a grafických prostředků pro vyjádření přírodovědných vztahů a zákonů, a předvídání průběhu přírodních procesů.

Přestože RVP G specifikuje očekávané výstupy pro chemické výpočty, jako je využití odborné terminologie, provádění výpočtů pro řešení praktických problémů, a aplikace znalostí o částicové struktuře a chemických vazbách, není podrobně určeno, jaké typy výpočtů by měly být vyučovány. Tato nejasnost zanechává prostor pro školy, aby samy rozhodly o konkrétním obsahu výuky chemických výpočtů. Zároveň se předpokládá, že studenti přicházejí na gymnázia s určitými prekoncepty chemických výpočtů získaných v rámci základního vzdělávání, což ovlivňuje, jaké výpočty jsou zařazeny do výuky. Celkově je zřejmé, že pro

hlubší pochopení a efektivní vyučování chemických výpočtů je nutná další specifikace a rozvoj učebních materiálů a strategií v souladu s očekávanými výstupy RVP G.

#### 1.4.2 Chemické výpočty v RVP SOV

Každý typ střední odborné školy má svůj vlastní Rámcový vzdělávací program. Tyto programy se liší jak podle specializace konkrétní školy, tak podle způsobu ukončení studia na dané střední škole. V Rámcovém vzdělávacím programu pro střední odborné vzdělání, které je zakončené maturitní zkouškou (obor L0 a M), je obor chemie zařazen do vzdělávací oblasti s názvem Přírodovědné vzdělání. Cílem této oblasti je naučit žáky využívat poznatky z přírodovědných disciplín v jejich budoucím profesním i občanském životě. Tím, že se učí klást otázky ohledně okolního světa a hledat relevantní odpovědi podložené důkazy.

Vzhledem k různým požadavkům jednotlivých oborů na přírodovědné vzdělání, bylo vypracováno několik variant tohoto vzdělávání pro dané obory. Konkrétně chemické vzdělání je vypracováno ve dvou variantách. Varianta A je určena pro obory s vyššími nároky na chemické vzdělání a varianta B je určena pro obory s nižšími nároky na chemické vzdělání. Kromě chemického vzdělání se v této vzdělávací oblasti vyskytuje i vzdělání fyzikální, biologické a ekologické.

V RVP SOV se analogicky jako v RVP G problematikou chemických výpočtů zabývá tematický celek s názvem Obecná chemie. Očekávané výstupy RVP SOV, které se objevují v tematickém celku Obecné chemie ve variantě A zní následovně: „žák vyjádří složení roztoků různým způsobem, připraví roztok požadovaného složení; ... žák zapíše chemickou reakci chemickou rovnicí a vyčíslí ji; ... žák provádí jednoduché chemické výpočty při řešení praktických chemických problémů“ (MŠMT, 2020). Ve variantě B se setkáváme s následujícími očekávanými výstupy: „žák vyjádří složení roztoků a připraví roztok požadovaného složení; ... žák provádí jednoduché chemické výpočty, které lze využít v odborné praxi“ (MŠMT, 2020).

Ve variantě A v RVP SOV si můžeme povšimnout, že je obsah učiva chemie rozsáhlejší a podrobnější, než ve variantě B či v RVP G. Varianta A se věnuje několika tématům, ve kterých se vyskytuje učivo chemických výpočtů s názvem: jednoduché výpočty v chemii, látkové množství a chemické rovnice. Ve variantě B a v RVP G pak nalezneme pouze učivo s názvem: výpočty v chemii pro RVP SOV a veličiny a výpočty v chemii pro RVP G (Bělohoubková, 2022; MŠMT, 2020).



Z toho vyplývá, že studenti, kteří projdou gymnáziem, či střední odbornou školou, která je zakončena maturitní zkouškou, by měli ovládat jednoduché chemické výpočty. V žádném RVP však není více konkretizováno, jakým chemickým výpočtům se na středních školách věnují.

## 1.5 Výstupy RVP

Z RVP G a RVP SOV není jednoznačně patrný rozsah tématu chemické výpočty, a tím tedy, do jaké hloubky by je měli studenti ovládat po absolvování středoškolského vzdělání. Tuto volbu si tedy mohou školy individuálně stanovit v rámci svých ŠVP. Konkrétní obsah chemických výpočtů je detailněji specifikován v ŠVP každé jednotlivé školy.

## 1.6 Chemické výpočty ve vybraných školních vzdělávacích programech

Školský zákon č. 561/2004 Sb. společně s RVP zavedl tzv. Školní vzdělávací programy (ŠVP), což jsou kurikulární dokumenty na úrovni jednotlivých škol. Každá škola si ŠVP vypracovává individuálně a musí zajistit soulad s příslušným RVP. Očekávané výstupy uvedené v ŠVP musí odpovídat očekávaným výstupům, které jsou definovány v příslušném RVP (MŠMT, 2007; NÚV – Národní ústav pro vzdělávání, 2011)

Výhodou při tvorbě ŠVP na jednotlivých školách je, že učitelé vytvářejí tento dokument pro známé prostředí a pedagogický sbor, což posiluje týmovou práci a mezipředmětovou spolupráci učitelů. Tvorba ŠVP vychází z pozitivních zkušeností učitelů a přizpůsobuje se specifikám školy.

Pro analýzu ŠVP bylo vybráno sedm gymnázií a tři střední odborné školy. Výběr ŠVP odpovídá středním školám studentů, s nimiž byly provedeny polostrukturované rozhovory. V těchto ŠVP byly identifikovány výstupy a učivo, které přímo souvisí s tématy chemických výpočtů zkoumaných v rámci kurzu „*Úvod do studia chemie*“ vyučovaném na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy.

### 1.6.1 ŠVP vybraných gymnázií

#### ***ŠVP Gymnázium Dr. Antona Randy***

ŠVP Gymnázia Dr. Antona Randy, Jablonec nad Nisou, příspěvková organizace (2018) je platný pro osmileté gymnázium. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie na tomto gymnáziu činí 0–2–2–2,5–2,5–2–0 od primy do oktávy. Výuka v kvintě a sextě je jednou za 4 týdny rozšířená o praktické cvičení. V oktávě si mohou studenti zvolit rozšiřující seminář z chemie,

který má dotaci 3 hodiny týdně, kdy jedna hodina je věnována rozšíření základního učiva a 2 hodiny jsou věnovány opakování k maturitě.

Prvně se žáci setkávají s chemickými výpočty v sekundě v rámci učiva výpočet složení roztoků, příprava roztoků, částicové složení látek: atomy, molekuly, ionty, chemická vazba, výpočet ze vzorce. Jako očekávaný výstup je uvedeno:

*„vypočítá hmotnostní zlomek, procentovou koncentraci rozpuštěné látky v roztoku, připraví prakticky roztok daného složení“*

*„definuje pojem atom, atomové jádro, obal, proton, neutron, elektron, valenční vrstva, protonové a nukleonové číslo, definuje vztahy mezi počty částic v atomu, zakreslí schéma atomu, vysvětlí princip chemické vazby, definuje pojem elektronegativita, určí polaritu vazby, vypočítá hmotnostní zlomek prvku ve sloučenině“*

V tercii a kvintě pak nalezneme učivo s názvem chemické výpočty a učivo s názvem výpočty v chemii: n, w, M, Ar, Mr, chemické rovnováhy a jejich ovlivňování. Z očekávaných výstupů zde nalezneme:

*„vypočítá látkové množství, molární hmotnost, provede výpočet z chemické rovnice“*

*„provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů“*

*„vysvětlí pojem chemické rovnováhy a zapíše rovnovážnou konstantu pro chemický děj, formuluje princip akce a reakce, posoudí vlivy na rovnovážné složení směsi“*

### **ŠVP Gymnázium U Balvanu Jablonec nad Nisou**

ŠVP Gymnázia Jablonec nad Nisou, U Balvanu 16 (2007) je platný pro čtyřletý obor. Chemie, ostatně i jako zbylé předměty na tomto gymnáziu, je rozdělena do dvou skupin. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie od prvního do čtvrtého ročníku ve skupině 1 (německý jazyk) na tomto gymnáziu činí 2,5–2,5–2–2 ve skupině 2 (francouzský jazyk) pak 2,5–2,5–2–1,5. Výuka v prvním a druhém ročníku je jednou za 4 týdny rozšířená o praktické cvičení. Ve čtvrtém ročníku si mohou žáci zvolit rozšiřující seminář z chemie. Hodinová dotace semináře je 2 hodiny týdně.

Prvně se žáci setkávají v prvním ročníku s chemickými výpočty v rámci učiva chemické reakce, chemické rovnice, směsi – roztoky a základy termochemie a reakční kinetiky. Jako očekávané výstupy jsou uvedeny:

*„zapíše a vyčíslí rovnici reakce“*

*„provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů“*

*„používá látkové množství, molární veličiny, hmotnostní zlomek“*

*„provádí výpočty koncentrací roztoků“*

*„používá znalosti k výpočtům ředění, pH“*

*„provádí výpočty tepelného zabarvení rovin“*

Ve druhém ročníku pak v učivu s názvem laboratorní práce nalezneme výstup:

*„využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické a organické chemii“*

Ve čtvrtém ročníku v rozšiřujícím semináři se setkáme s učivem chemické termodynamiky a acidobazické rovnováhy. Jako očekávané výstupy jsou uvedeny:

*„definuje a aplikuje na příkladech pojmy – entalpie, entropie a Gibbsova energie“*

*„spočítá reakční entalpie na základě spalných a slučovacích tepel“*

*„popíše acidobazickou rovnováhu, aktivně ve výpočtech používá definici pH silných elektrolytů, odvodí vztah pro výpočet pH slabé kyseliny nebo zásady pomocí disociační konstanty“*

### **ŠVP Gymnázium Praha 9 Chodovická**

ŠVP Gymnázia Praha 9, Chodovická 2250 (2009) je platný pro čtyřletý obor. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie od prvního do čtvrtého ročníku je 2–2–2–0. Ve čtvrtém ročníku si mohou žáci zvolit rozšiřující seminář z chemie. Hodinová dotace semináře je 2 hodiny týdně a je rozdělen na Blok I a Blok II.

Prvně se žáci setkávají v prvním ročníku s chemickými výpočty v rámci učiva veličiny a výpočty v chemii, úvod do chemické termodynamiky a acidobazické děje. Nalezneme zde očekávané výstupy:

*„na základě vlastního výpočtu připraví roztok dané koncentrace“*

*„vypočte množství výchozí látky nebo produktu s ohledem na stechiometrii reakce“*

*„uplatňuje chemické výpočty při řešení praktických problémů“*

*„zapiše vztah pro rovnovážnou konstantu reakce a vysvětlí její význam“*

*„definuje pH a vysvětlí význam jeho stanovení pro praktické účely“*

Ve druhém ročníku pak v učivu s názvem oxidačně redukční reakce nalezneme výstup:

*„doplní stechiometrické koeficienty v redoxní rovnici“*

Ve čtvrtém ročníku v rozšiřujícím semináři se setkáme s učivem veličiny a výpočty v chemii, úvod do chemické termodynamiky, acidobazické děje a oxidačně redukční reakce. Jako očekávané výstupy jsou uvedeny:

*„sestaví chemickou rovnici a vypočítá hmotnostní či objemové množství zadané látky“*

*„při chemických výpočtech používá veličiny hmotnostní zlomek a molární koncentrace“*

*„ze zadaných termochemických dat vypočítá reakční teplo“*

*„zapiše vztah pro rovnovážnou konstantu reakce a vysvětlí její význam“*

*„vypočítá pH roztoku silné kyseliny a silného hydroxidu“*

*„doplní stechiometrické koeficienty v redoxní rovnici“*

### **ŠVP Gymnázium Mladá Boleslav**

ŠVP Gymnázia Mladá Boleslav, Palackého 191/1 (2007) je platný pro osmiletý obor. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie od prvního do osmého ročníku je 0–2–2–2–2–2–2–0. Ve druhém ročníku mají navíc žáci předmět s názvem „Laboratorní práce“, s hodinovou dotací 1 hodina týdně a je zaměřen na vzdělávací oblast Člověk a příroda. Toto gymnázium nenabízí seminář z chemie.

Prvně se žáci setkávají v druhém ročníku s chemickými výpočty v kapitole „Chemické rovnice“, kde je uvedeno učivo: látkové množství

Ve třetím ročníku, je pak kapitola s názvem „Chemické výpočty“, ve které je uvedeno učivo: látkové množství, molární hmotnost, výpočty z chemických rovnic, výpočet molární koncentrace. Jako očekávaný výstup zde nalezneme:

*„provádí jednoduché výpočty“*

Ve čtvrtém ročníku se žáci v kapitole „Složení látek“, „Základní charakteristiky látek“, „Roztoky“, „Chemické reakce“ setkávají s učivem: látkové množství, relativní atomová a molekulová hmotnost, molární hmotnost, molární objem plynů, hmotnostní zlomek, objemový zlomek, molární koncentrace, výpočty z chemických rovnic. Nalezneme zde očekávané výstupy:

*„žák s využitím základních charakteristik látek samostatně řeší příklady na výpočet látkového množství, molární hmotnosti či objemu plynů (měřeno za normál. podm.)“*

*„dokáže vyjádřit a spočítat hmotnostní či objemový zlomek látky a umí spočítat a připravit roztok zadané molární koncentrace“*

*„řeší samostatně výpočty z jednoduchých chemických rovnic (s využitím přímé úměry)“*

*„provádí výpočty vycházející z chemických rovnic, uplatňuje zákon zachování hmotnosti“*

Ve pátém ročníku pak v kapitole „Chemické reakce“ a „Základy anorganické chemie“ nalezneme učivo: výpočty z rovnic. V očekávaných výstupech pak jsou uvedeny:

*„provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení“*

*„využívá znalostí základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii“*

V šestém a sedmém ročníku se již učivo chemických výpočtů neobjevuje.

### **ŠVP Gymnázium Na Pražačce**

ŠVP Gymnázia Na Pražačce, Praha 3, Nad Ohradou 23 (2015) je platný pro šestiletý obor. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie od primy do sexty je 2–2–2–2–2–0. Ve druhém ročníku mají navíc žáci předmět s názvem „Laboratorní cvičení“, s hodinovou dotací 1 hodina týdně ve všeobecné a výtvarné větvi od primy do kvarty a v německé větvi od sekundy do tercie a je rovnoměrně rozděleno mezi přírodovědné předměty (chemie, fyzika, biologie). Toto gymnázium nenabízí seminář z chemie. V kvintě a sextě si žáci mohou zvolit prohlubující seminář z chemie s hodinovou dotací 2 hodiny týdně.

Prvně se žáci setkávají v primě s chemickými výpočty v kapitole „Chemické veličiny a výpočty“ kde je uvedeno učivo: zákon zachování hmotnosti, chemická reakce, jednoduchá chemická rovnice, stechiometrický koeficient, hmotnosti atomů a molekul, látkové množství, molární hmotnost, molární objem, látková koncentrace

Z očekávaných výstupů týkajících se chemických výpočtů zde nalezneme:

*„provádí základní chemické výpočty (hmotnosti atomů a molekul, látkové množství, molární hmotnost a objem, látková koncentrace)“*

*„uplatňuje chemické výpočty při řešení praktických problémů“*

V sekundě se žáci setkávají s učivem chemických výpočtů ve stejnojmenné kapitole a ve výstupech:

*„vypočítá z jednoduché chemické rovnice hmotnost a objem výchozí látky nebo produktu“*

*„uplatňuje tyto výpočty při řešení praktických problémů“*

V tercii nalezneme bloky s názvy „Chemické reakce a výpočty“, „Roztoky a výpočty“, které zahrnují učivo: základní výpočty z chemických rovnic, hmotnostní zlomek a vyjadřování složení roztoku a jejich změny.

V očekávaných výstupech následně nalezneme:

*„upraví pomocí stechiometrických koeficientů i složitější chemickou rovnici a vypočítá z ní potřebné veličiny k reaktantu či produktu“*

*„uplatňuje základní chemické výpočty při řešení praktických problémů“*

*„vyjádří složení roztoků a jeho změny při použití směšovacích rovnic a křížového pravidla“*

V kvartě, se pak celý jeden blok zabývá výukou obecné chemie, kde je učivo: chemické rovnováhy a základy termodynamiky a termochemie.

*„aplikuje termochemické zákony při výpočtu reakčního tepla reakce z termochemických rovnic“*

*„vypočítá pH roztoků silných kyselin a zásad“*

V kvintě se již učivo chemických výpočtů neobjevuje.

### **ŠVP Gymnázium Václava Hraběte Hořovice**

ŠVP Gymnázia Václava Hraběte, Hořovice, Jiráskova 617 (2022) je platný pro čtyřletý obor. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie od prvního do čtvrtého ročníku je 3–2–2–0. Toto gymnázium nabízí ve třetím a čtvrtém ročníku seminář z chemie s hodinovou dotací 2 hodiny týdně a ve čtvrtém ročníku pak ještě předmět „Chemie – systematizace“ s časovou dotací 3 hodiny týdně.

Prvně se žáci setkávají v prvním ročníku s chemickými výpočty v učivu: výpočty – hmotností a objemový zlomek, látková a hmotnostní koncentrace, křížové pravidlo, směšovací rovnice, veličiny a výpočty v chemii, hmotnost, objem, hustota, teplota, tlak, atomová hmotnostní konstanta, relativní atomová hmotnost, relativní molekulové hmotnost, látkové množství,

Avogadrova konstanta, molární hmotnost, molární objem, výpočty z chemických vzorců a rovnic, chemické reakce a pH – definice a výpočty.

Z očekávaných výstupů týkajících se chemických výpočtů zde nalezneme:

*„rozliší směs homogenní, heterogenní a koloidní, provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických chemických problémů, popíše základní principy pro tvorbu chemických vzorců“*

*„zapiše symboly jednotlivých veličin a jejich jednotky, řeší příklady s použitím definičních vztahů veličin, provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů“*

*„vyčíslí složitější redoxní reakce, vysvětlí průběh reakce kovů s kyselinami, uvede příklady redoxních dějů v přírodě a technice“*

*„zapiše vztah pro disociační konstantu kyselin a zásad, vypočítá pH roztoků silných kyselin a zásad, klasifikuje roztoky na kyselé, zásadité a neutrální“*

*„provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických chemických problémů“*

Ve druhém ani ve třetím ročníku se již chemické výpočty v žádném výstupu ani učivu nevyskytují.

Ve třetím ročníku se v semináři z chemie setkáme s učivem: chemické výpočty užívané v chemické laboratoři, kde očekávaný výstup je následující: *„využívá chemických výpočtů pro práci v laboratoři“*. Ve čtvrtém ročníku se v semináři z chemie setkáme s učivem: Veličiny a výpočty v chemii, kde očekávaný výstup je následující:

*„zapiše symboly jednotlivých veličin a jejich jednotky. Řeší příklady s použitím definičních vztahů veličin. Provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů“*

*„provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických chemických problémů“*

V předmětu „Chemie – systematizace“, se pak žáci blíže seznámí z chemických výpočtů s termochemií a výpočtem reakčního tepla.

Očekávaný výstup zde nalezneme tento:

*„aplikuje termochemické zákony při výpočtu reakčního tepla z termochemické rovnice (vysvětlí pojmy reakční teplo a standardní reakční teplo, klasifikuje chemické děje podle tepelné bilance)“*

### ***ŠVP Gymnázium Dr. Emila Holuba Holice***

ŠVP Gymnázia Dr. Emila Holuba, Holice, Na Mušce 1110 (2016) je platný pro čtyřletý obor. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie od prvního do čtvrtého ročníku je 3–2,5–2–1. Laboratorní cvičení jsou na tomto gymnáziu v prvním ročníku střídavě půl třídy každý týden a ve druhém ročníku půl třídy každé dva týdny. V tomto ŠVP nalezneme kromě učiva a očekávaných výstupů také průřezová témata.

Žáci se s chemickými výpočty setkávají pouze v prvním ročníku v učivu: kvalitativní a kvantitativní stránka chemických reakcí

Z očekávaných výstupů týkajících se chemických výpočtů zde nalezneme:

*„provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů.“*

V tomto ŠVP jinou zmínku o chemických výpočtech již nenalezneme.

### **1.6.2 ŠVP vybraných středních odborných škol**

#### ***ŠVP VOŠ, G, SPŠ a SOŠ Podskalská***

Tento ŠVP je platný pro VOŠ, G, SPŠ a SOŠ Podskalská (2022). Tato škola nabízí mnoho studijních oborů a však pro tuto analýzu byl vybrán studijní obor RVP 29–42–M/01 Analýza potravin. Tento studijní program zahrnuje výuku chemie, která je rozdělená do několika samostatných vyučovacích předmětů. Týdenní hodinová dotace předmětu Analytická chemie na této škole činí 3(2)–4(3)–5(4)–5(4). výuka analytické chemie probíhá od prvního do čtvrtého ročníku a je doplněna o velké množství laboratorních prací (hodinová dotace uvedena v závorkách).

V prvním ročníku se v analytické chemii setkáme s tematickým celkem „Měřicí metody“, jehož hodinová dotace činí 7 hodin a je v něm zahrnuto učivo: hustota a její stanovení (definice a jednotky hustoty, stanovení hustoty kapalin), rozpouštění látek (roztoky– vyjádření koncentrace roztoku, výpočty, vzájemný přepočítání koncentrací, práce s chemickou tabulkou. V očekávaných výstupech nalezneme pro tento tematický celek následující:

*„zapiše definiční vztah pro hustotu, uvede jednotky“*

*„uvede způsoby vyjadřování koncentrací roztoků“*

*„provádí vzájemné přepočty koncentrací, využívá chemické tabulky“*

V laboratorním cvičení z analytické chemie v prvním ročníku pak nalezneme tematické celky:



„Rozpouštění látek a roztoky“ s hodinovou dotací 10 vyučovacími hodinami a tento celek se zabývá učivem příprava roztoku dané koncentrace (koncentrace roztoku v hmotnostních procentech, látková koncentrace) jako očekávaný výstup u tohoto tematického celku je uvedeno: „*vypočítá navážku na přípravu roztoku požadované koncentrace*“ a „*navážku kyseliny přepočítá pomocí hustoty na objem, roztok připraví*“. Dalším tematickým celkem je „Čistící a dělicí operace“, kde nalezneme očekávaný výstup „*vypočítá potřebný objem srážedla a provede srážení*“ v tematickém celku „Analytická chemie kvantitativní – vážková analýza“ s hodinovou dotací 18 hodin je očekávaný výstup: „*stanoví vážkovými metodami obsah železa, síranu a redukujících cukrů ve vzorcích včetně potřebných výpočtů*“.

Ve druhém ročníku v analytické chemii se setkáme s tematickým celkem „Analytická chemie kvantitativní – odměrná analýza“, kde v učivu výpočty v odměrné analýze nacházíme výstup „*reakcí vyjádří rovnici, sestaví bilanci látkových množství, kterou využije k výpočtu navážky vzorku primárního standardu, teoretické spotřeby a koncentrace titračního činidla, výsledku stanovení*“ tomuto učivu je přidělena 5 hodinová dotace. Ve druhém ročníku je také tematický celek „Neutralizační odměrná analýza“ s hodinovou dotací 9 hodin, která zahrnuje učivo: pH, titrační křivky, alkalimetrii a acidimetrii. Z očekávaných výstupů pak:

„*definuje pH, vypočítá pH silných a slabých elektrolytů*“

„*vysvětlí standardizaci odměrných roztoků a zapíše rovnici, odvodí obecný vztah pro výpočet přesné látkové koncentrace odměrného roztoku, navážky primárního standardu*“

„*vysvětlí principy alkalických a acidimetrických stanovení, průběh zapíše rovnici, uvede obecně výpočet obsahu stanovované složky, navážky vzorku*“

Ve třetím ročníku se nachází tematické celky „Stanovení minerálních látek a stanovení bílkovin a aminokyselin“ s očekávaným výstupem

„*na základě rovnice sestaví bilanci látkových množství a vyjádří vztah pro výpočet*“.

V laboratorním cvičení pak ve třetím ročníku jsou tematické celky „Stanovení vody a sušiny“ a „Stanovení minerálních látek“ s očekávanými výstupy:

„*provede potřebné výpočty vlhkosti nebo sušiny*“ a „*stanoví obsah popela, písku a alkality popela v potravinářských surovinách a výrobcích*“

Čtvrtý ročník pak v předmětu „Analytické chemie“ nemá explicitně uvedeno učivo, či výstupy s obsahem chemických výpočtů.

Na této škole také mají studenti předmět „Fyzikální chemie a instrumentální analýza“, tento předmět se vyučuje s hodinovou dotací 0–0–4(2)–4(3). V tomto předmětu nalezneme chemické výpočty pouze ve třetím ročníku v tematickém celku „Skupenské stavy hmoty“, která se zabývá učivem důležitých fyzikálních veličin charakterizujících skupenství a vzájemnými vztahy mezi skupenstvími. Očekávaný výstup je v tomto tematickém celku:

*„vypočítá základní typy příkladů týkající se skupenských stavů hmoty (parciální tlak, hustota látek při zadané teplotě atd.)“.*

Dalším tematickým celkem, který se zabývá chemickými výpočty je „Chemická termodynamika“ a „Elektrochemie“ v těchto výstupech nalezneme učivo termodynamických vět a s nimi souvisejících fyzikálních veličin, definici pH a jeho odvození a příklady pro silné a slabé kyseliny a hydroxidy a jejich soli.

Očekávaný výstup zní:

*„odvodí vztah pro vyjádření pH roztoku a tento vztah aplikuje na výpočet pH pro silné a slabé kyseliny a zásady a jejich soli.“*

Předmět „Obecná a anorganická chemie“ s hodinovou dotací 4(1) –0–0–0 zahrnuje učivo s názvem „Chemické výpočty“, v tomto předmětu se setkáme s chemickými výpočty jako jsou hmotnostní zlomek, složení roztoků, látková a hmotnostní koncentrace, směšování a ředění roztoků, či s výpočty z chemických rovnic. Očekávané výstupy, které jsou v tomto předmětu zahrnuty jsou:

*„využívá vztahy pro výpočet složení roztoků (hmotnostní a objemový zlomek, látková koncentrace)“*

*„provede výpočet potřebný ke směšování a zředování roztoků“*

*„řeší stechiometrické výpočty z chemických rovnic“*

*„provádí jednoduché chemické výpočty při řešení praktických úloh“*

K tomuto předmětu je také jednou týdně laboratorní cvičení, které zahrnuje tematický celek „Preparace anorganických sloučenin“ a jejich vlastnosti s očekávaným výstupem.

*„příprava anorganických sloučenin různými typy chemických reakcí, základní stechiometrické a bilanční výpočty.“*

Na této škole se také setkáme s předměty „Chemie potravin a biochemie“ s hodinovou dotací 0–0–2–2 a s předmětem „Organická chemie“ 0–3–0–0. V těchto předmětech se chemické výpočty nevyučují.

### ***ŠVP Střední zdravotnická škola a vyšší odborná škola zdravotnická***

Tento ŠVP je platný pro Střední zdravotnickou školu a Vyšší odbornou školu zdravotnickou, Příbram I, Jiráskovy sady 113 (2011). Tato škola nabízí více oborů, pro tuto analýzu však byl vybrán obor RVP: 78 – 42– M / 04 Zdravotnické lyceum. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie od prvního do čtvrtého ročníku je 3–3–3–3.

Prvně se žáci setkávají v prvním ročníku v rámci učiva: výpočty z chemických vzorců a stanovení stechiometrického vzorce, výpočet stechiometrických koeficientů, výpočet z chemických vzorců a chemické rovnice.

Z očekávaných výstupů týkajících se chemických výpočtů zde nalezneme:

*„vypočítá hmotnostní zastoupení prvku ve sloučenině“*

*„vypočte příklady s využitím vztahů pro  $m$ ,  $V$ ,  $n$ ,  $M$ ,  $c$ “*

*„používá správné jednotky veličin a zavedenou symboliku“*

*„zapiše reakční schéma, sestaví chemickou rovnici a vyčíslí ji“*

Ve čtvrtém ročníku se pak následně v učivu: výpočty pH a chemických rovnováh setkáme s výstupem *„uveďte příklady využití pH v živých organismech“* a *„používá rovnovážnou konstantu“*

### ***ŠVP Střední zdravotnická škola***

Tento ŠVP je platný pro Střední zdravotnická škola Praha 10 (2011). Tato škola nabízí více oborů, pro analýzu však byl vybrán obor RVP: 78 – 42 – M / 04 Zdravotnické lyceum. Týdenní hodinová dotace předmětu chemie od prvního do čtvrtého ročníku je 3–2–2–1. Tato škola nabízí ve čtvrtém ročníku seminář z chemie s hodinovou dotací 2 hodiny týdně.

Prvně se žáci setkávají v prvním ročníku v rámci výukového bloku „Obecná chemie“ s učivem: látkové množství, chemické reakce, chemické rovnice a základní typy chemických reakcí a výpočty v chemii.

Z očekávaných výstupů týkajících se chemických výpočtů zde nalezneme:

*„vyjádří složení roztoku různým způsobem, připraví roztok požadovaného složení“*

*„zapiše chemickou rovnici chemickou reakcí a vyčíslí ji“*

*„provádí jednoduché chemické výpočty při řešení praktických chemických problémů“*

Ve druhém ročníku na této střední škole začínají žáci s výukovým blokem „Fyzikální chemie“, který obsahuje učivo: reakční a spalná tepla, reakční rovnováha, energie chemických reakcí, výpočty pH roztoků kyselin a zásad a tlumivých roztoků.

Z očekávaných výstupů, které se týkají chemických výpočtů zde nalezneme.

*„vysvětlí pojem entalpie, slučovací a palné teplo“*

*„používá Hessův zákon při výpočtech reakčních tepel“*

*„vypočítá u roztoků kyselina zásad přibližnou hodnotu pH“*

Žáci se mohou setkat s výpočty ještě v semináři z chemie ve čtvrtém ročníku, kde však výpočty nejsou explicitně uvedeny. Učivem v semináři je opakování k maturitní zkoušce.

### 1.6.3 Vyhodnocení analýzy ŠVP pro střední odborné školy a gymnázia

Z analýzy vyplývá, že analyzované ŠVP jsou vytvořeny v souladu s předpisy rámcového vzdělávacího programu, ačkoli vykazují drobné nedostatky. Jednotlivé ŠVP se liší vizuální stránkou a obsahem typů chemických výpočtů. Vzhledem k tomu, že rámcový vzdělávací program přesně nestanovuje, jaké typy chemických výpočtů mají být vyučovány, každý školní vzdělávací program obsahuje jiný seznam těchto výpočtů. Některé ŠVP dokonce neuvádějí žádné konkrétní informace o typech chemických výpočtů vyučovaných na škole.

Rozdíly mezi jednotlivými školami jsou také patrné v zařazení laboratorních cvičení, volitelných seminářů z chemie a v hodinové dotaci pro výuku. Jak vyplývá z tabulek 1 a 2, po absolvování vybraných středních odborných škol a gymnázií by žáci měli ovládat základní chemické výpočty, jako jsou látkové množství, molární hmotnost, látková koncentrace, výpočty pH a vyčíslování rovnic. Výpočty v termochemii se vyskytují v analyzovaných ŠVP nejméně často.

Analýzy chemických výpočtů v ŠVP dalších středních škol, které provedly Frolíková (2021), Horáková (2021) a Obruča (2022), rovněž ukazují, že ne všechny školy mají své programy podrobně rozpracované a že úroveň zvládnutí chemických výpočtů mezi absolventy se liší (viz Rusek et al., 2021).

Tabulka 1: Chemické výpočty v jednotlivých školních vzdělávacích programech pro gymnázia

Chemické výpočty	Gymnázium Dr. Antona Randy	Gymnázium U Balvanu Jablonec nad Nisou	Gymnázium Praha 9 Chodovická	Gymnázium Mladá Boleslav	Gymnázium Na Pražáče	Gymnázium Václava Hraběte Hořovice	Gymnázium Dr. Emila Holuba Holice
Složení roztoků	✓	✓	✓	✗	✓	✗	není konkretizováno
w	✓	✓	✓	✓	✓	✓	není konkretizováno
c	✓	✓	✓	✓	✓	✓	není konkretizováno
$A_r, M_r$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	není konkretizováno
n	✓	✓	✗	✓	✓	✓	není konkretizováno
Vyčíslování rovnic	✗	✓	✓	✓	✓	✓	není konkretizováno
pH	✗	✓	✓	✓	✗	✓	není konkretizováno
Výpočty v termochemii	✗	✓	✓	✓	✗	✓	není konkretizováno

Tabulka 2: Chemické výpočty v jednotlivých školních vzdělávacích programech pro střední odborné školy

Chemické výpočty	ŠVP VOŠ, G, SPŠ a SOŠ Podskalská	Střední zdravotnická škola a VOŠ zdravotnická	Střední zdravotnická škola
Složení, roztoků	✓	×	✓
w	✓	✓	není konkretizováno
c	✓	✓	není konkretizováno
$A_r, M_r$	×	✓	není konkretizováno
n	✓	✓	není konkretizováno
Vyčíslování rovnic	×	✓	✓
pH	✓	✓	✓
Výpočty v termochemii	×	×	✓

## 1.7 Kurzy na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy obsahující téma chemických výpočtů

### 1.7.1 „Úvod do studia chemie“

Kurz „*Úvod do studia chemie*“ je vyučován ve studijním programu Chemie se zaměřením na vzdělávání na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v prvním ročníku. Tento kurz je koncipován jako vstup pro studenty do studia učitelství chemie. Jeho cílem je poskytnout posluchačům možnost srovnat svoji úroveň matematických dovedností a znalostí, prostřednictvím zopakování základních poznatků ze středoškolské matematiky potřebných k chemickým výpočtům. Následně si studenti zopakují některé chemické výpočty.

V kurzu se studenti dále seznámí s požadavky na úpravu při zpracování seminárních a závěrečných prací se zaměřením na typografické a citační zásady. Během kurzu bude opětovně se studenty zopakována tvorba bibliografických citací pro tištěné i elektronické zdroje, správná podoba odkazů v textu na použitou literaturu či tvorba parafrází a přímých citací (SIS– předmět úvod do studia chemie, 2023).

Z chemických výpočtů se v tomto kurzu studenti setkávají se základními typy chemických výpočtů, jako je například výpočet látkového množství, výpočet koncentrace, úlohy na výpočty pH, směšovací rovnic, či s úlohami na výpočty z chemických rovnic.

Doporučenou literaturou pro kurz „*Úvod do studia chemie*“ pro studium chemických výpočtů jsou skripta s názvem *Chemické výpočty a názvosloví anorganických látek* (Sirotek & Karlíček, 2005). V těchto skriptech nalezneme velké množství příkladů na chemické výpočty, které je rozděleno do šesti kapitol. Každá z kapitol těchto skript obsahuje teoretickou část, dva řešené příklady na konkrétní výpočty a mnoho příkladů, které si student může vyřešit sám. První kapitola, zabývající se chemickými výpočty nese název *Základní chemické pojmy a výpočty*. Nalezneme v ní výpočty hmotnosti atomů a molekul, látkového množství, složení soustav či stanovení empirických vzorců. Druhá kapitola nesoucí název *Roztoky* se zabývá vyjadřováním složení roztoků, směšováním a ředěním roztoků a rozpustností látek a krystalizací. Následují kapitoly s názvy *Zákony pro ideální plyn*, *Chemické reakce a rovnice*, *Výpočty z chemických rovnic*. V neposlední řadě v těchto skriptech nalezneme i kapitolu *Elektrolyty*. V této kapitole se seznámíme s elektrolyzou, elektrickou disociací a elektrodovými potenciály. Na konci těchto skriptů studenti naleznou i řešení příkladů, které byly součástí jednotlivých kapitol.



### 1.7.2 Obecná chemie

Kurz „Obecná chemie“ je vyučovaný ve studijním programu Chemie se zaměřením na vzdělávání na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v prvním ročníku.

Tento kurz poskytuje studujícím pevný základ v oblasti chemie a klade důraz na pochopení obecných zákonitostí a principů v chemii. Studenti se v tomto kurzu seznamují s mnoha tématy. Začátek kurzu je koncipován tak, aby studenty uvedl do postavení chemie jako přírodní vědy. Dalším důležitým prvkem kurzu je detailní pohled na chemickou nomenklaturu, základní chemické pojmy a periodický zákon. Následně se studenti skrze struktury atomů, molekul a látek, seznamují s klíčovými koncepty, jako jsou chemická vazba, která je základem všech chemických struktur, reakční kinetikou, termodynamikou a chemickými rovnováhami.

V rámci praktické části předmětu, ve cvičeních, se studenti intenzivně věnují chemickým výpočtům vycházejícím z probíraných kapitol. Tyto výpočty jsou zásadní pro aplikaci teoretických znalostí na reálné chemické problémy. Od základních chemických výpočtů, přes složitější úlohy spojené s chemickou termodynamikou, po analýzu rovnováh v roztocích elektrolytů, se studenti učí řešit problémy, které jsou klíčové pro pokračování v dalším chemickém vzdělávání (SIS–předmět obecná chemie, 2024).

### 1.7.3 Laboratorní cvičení

V průběhu studia na vysoké škole se studenti setkávají také s praktickou výukou chemie v laboratoři. Konkrétně s laboratorními cvičeními z anorganické chemie, organické chemie a analytické chemie, jejíž nedílnou součástí jsou chemické výpočty.

## 1.8 Adaptivní e-book pro podporu výuky chemických výpočtů principem

### převrácené třídy

Adaptivní e-book pro podporu výuky chemických výpočtů (Rusek et al., 2021) jsou interaktivní online skripta, která vznikla na podporu studentů v problematice chemických výpočtů. Tento e-book může být užitečný i při práci se středoškolskými žáky.

*„Motivace zabývat se tématem vychází nejen z vlastní zkušenosti autorů s výukou podobně laděných témat jak na střední, tak i vysoké škole, ale i z jejich výzkumů. Chemické výpočty jsou považovány za kritické místo výuky jak na základní (Rusek, 2013; Rychtera & Bílek, 2019), tak na střední škole (Rusek, 2013). Zároveň se ukazuje, že ani studenti vysokoškolských oborů*

*povšechně nedosahují v chemických výpočtech mistrovství (Rusek et al., 2021).*“(Rusek et al., 2021)

Jak již bylo zmíněno výše téma chemických výpočtů bývá pro žáky na středních školách obtížné, a ne příliš oblíbené téma (Rusek, 2013; Trnová, 2010) zároveň jsou chemické výpočty považovány za kritické místo ve výuce chemie jak na základních školách (Rychtera et al., 2019), tak i na školách středních (Rusek, 2013). Pro jejich podobnost s matematikou je pro žáky leckdy obtížné se chemickými výpočty zabírat (Rychtera et al., 2019). Současně je patrné, že ani studenti na vysokých školách obecně nedosahují odborného mistrovství v oblasti chemických výpočtů (Rusek et al., 2021). Existuje několik důvodů, které mohou tento stav vysvětlovat. Jedním z nich je skutečnost, že chemické výpočty jsou často začleněny na začátku chemického vzdělávání, což může být kontraproduktivní kvůli jejich abstraktní povaze (Johnstone, 1991).

Díličí výsledky studií provedených Horákovou (2021) a později Frolíkovou (2022) poskytly řadu užitečných informací o efektivním vedení výuky chemických výpočtů (Bernardi & Pazinato, 2022; Dobbs, 2008). Princip převrácené třídy, který umožňuje studujícím seznámit se s novým tématem a procvičovat dovednosti a znalosti, byl úspěšně uplatněn i u Olakanmi (2017).

Tradiční skripta a zejména instruktážní videa se pak ukázaly jako vhodná opora při výuce. Studenti preferují videa, jejichž autoři jsou jejich učitelé (Horáková, 2021). Výuka s využitím principu převrácené třídy byla studenty hodnocena jako optimální, a jejich postoje k tématu byly pozitivní (Horáková, 2021). Tento přístup se také ukázal jako účinný z hlediska zlepšení schopnosti studentů řešit základní chemické výpočty, což bylo prokázáno nárůstem úspěšnosti po absolvování kurzu ve srovnání s výchozím stavem (Frolíková, 2021).

### **1.8.1 Podoba adaptativního e-booku“**

Adaptativní e-book má velmi přátelské uživatelské prostředí. Pro samotného uživatele je velmi přehledný, vše je rozděleno do kategorií, za teoretickou částí uživatel vždy nalezne příklady k předchozí kapitole. V teoretické části výukového materiálu autoři (Rusek et al., 2021) propojili vysvětlení různých typů chemických výpočtů s tradičními postupy, které jsou často prezentovány v učebnicích a skriptech. Tato vysvětlení jsou založena na pedagogických zkušenostech autorů, kteří mají bohatou praxi z výuky na středních školách i vysokých školách.

# HMOTNOSTNÍ ZLOMEK

## Teorie

Hmotnostní zlomek ( $w$ ) je vyjádřením obsahu složky (látky) ve vzorku. Jedná se o podíl hmotnosti určité látky ku hmotnosti celé soustavy (směs nebo sloučenina), což vyjadřuje níže uvedený vztah:

$$w_{(\text{látky})} = \frac{m_{(\text{látky})}}{m_{(\text{celá soustava})}}$$

Hmotnostní zlomek je bezrozměrná veličina (tj. veličina bez jednotky), která nabývá hodnot od 0 do 1. Složení soustavy se ovšem v praxi častěji uvádí v procentech.

Obrázek 1: Textová podoba teoretické části (Rusek et al., 2021)

Příklady, které jsou součástí studijního materiálu, jsou prezentovány ve formě problémových úloh. Tyto úlohy jsou navrženy tak, aby studujícím pomohly aplikovat teoretické znalosti do praktických situací a procvičit své dovednosti v chemických výpočtech. Autoři se zaměřili na začlenění co nejvíce konkrétních situací a příkladů (viz Obrázek 2) do učebního materiálu. Cílem bylo, aby studující byli vystaveni situacím a problémům, s nimiž se mohou setkat v reálném světě. Tímto způsobem chtěli autoři zvýšit praktický význam chemických výpočtů a ukázat studujícím, jak jsou tyto dovednosti relevantní pro jejich každodenní život. V e-booku se vyskytuje několik typů příkladů. Některé příklady uživatel vyřeší tím, že zapíše správnou odpověď do políčka, u jiných příkladů zase řadí odpovědi do správného pořadí a jsou zde také příklady, kde uživatel vybere správnou možnost.

### Příklad 3

3% vodný roztok peroxidu vodíku se dodnes využívá jako dezinfekce. Jeho rozkladem vzniká voda a kyslík. Kolik gramů kyslíku připravíme rozkladem 25 g 3% roztoku peroxidu vodíku s využitím oxidu manganičitého jako katalyzátoru? Molární hmotnost peroxidu vodíku je 34,01 g/mol, molární hmotnost molekulového kyslíku je 32 g/mol.

Reakcí 25 g 3% roztoku peroxidu vodíku se uvolní  g kyslíku.

VYHODNOTIT



Tip 1



Tip 2



Tip 3

Obrázek 2: Ukázka příkladu (Rusek, Tóthová, et al., 2021)

Kromě samotných výsledků a řešení výpočtů jsou příklady doplněny sadou tipů. Tyto tipy mají různou úroveň návodnosti, což umožňuje studujícím postupně se seznamovat s koncepty a postupy při řešení úloh, zároveň neposkytovat celé řešení okamžitě. Tímto způsobem mohou studenti volit, zda chtějí řešení výpočtu provádět samostatně či využít inspirace větší či menší dopomocí. Celkově se autoři snažili poskytnout studujícím co nejvíce nástrojů a podpory pro úspěšné zvládnutí chemických výpočtů.

Student zde nalezne kapitoly týkající se výpočtů hmotnostního zlomku, látkového množství, mísení roztoků, výpočtů z chemických rovnic, pH silných kyselin a zásad a stavové rovnice plynu.

## 2 Praktická část

### 2.1 Cíle a hypotézy

V rámci této práce byl stanoven hlavní cíl zaměřený na ověření efektivity adaptativního e-booku pro zvládnutí chemických výpočtů studenty prvního ročníku bakalářského studia Chemie se zaměřením na učitelství. Klíčovou součástí výzkumu bylo zkoumání, jak adaptativní e-book ovlivňuje výsledky studujících v oblasti chemických výpočtů, zejména mezi skupinami velmi úspěšných a méně úspěšných studentů, které byly identifikovány na základě pretestu. Dále byla zjišťována zpětná vazba studentů.

Na základě analýzy výsledků a zpětné vazby studujících byly navrženy úpravy e-booku s cílem zlepšit jeho efektivitu.

Cíle práce byly specifikovány následujícími výzkumnými otázkami:

- 1) Jaké je vnímání (a přijetí) adaptativního e-booku studenty chemie?
- 2) Jak používání e-booku ovlivňuje výsledky studujících v chemických výpočtech?
- 3) Jaké funkce studenti považují za nejvíce přínosné?
- 4) Jaké jsou možnosti dalšího vývoje e-booku?

Vzhledem k popisnému charakteru výzkumných otázek nebyly formulovány žádné hypotézy (Gavora, 2000).

### 2.2 Metody

V průběhu výzkumu byla uplatněna kombinace metodologických přístupů za účelem získání uceleného pohledu na zkoumanou problematiku. Pro kvantitativní analýzu byla využita data získaná standardizovanými testy, která odhalila úroveň vstupních a výstupních dovedností studentů. Na druhé straně, kvalitativní hodnocení využití digitálního vzdělávacího materiálu, především e-booků, proběhlo skrze polostrukturované rozhovory s účastníky výzkumu. Tyto metody sběru a analýzy dat jsou podrobněji popsány v tomto oddílu, což umožňuje lepší pochopení zjištěných výsledků a hodnocení efektivity použitých vzdělávacích nástrojů. Kombinace kvantitativního a kvalitativního výzkumu je klíčová pro hluboké pochopení zkoumaného fenoménu, jelikož testování poskytuje objektivní ukazatele úspěšnosti, zatímco rozhovory nabízejí detailní pohled na individuální zkušenosti a postoje studentů k vyučovacím materiálům (Creswell, 2009).

### 2.2.1 Popis výzkumné studie

Studie proběhla v rámci povinného předmětu „Úvod do studia chemie“, který je vyučován v zimním semestru a je doporučen pro studenty prvního ročníku bakalářského studia. Z celkového počtu 32 studujících, kteří vyplnili pretest v podobě 10 úloh z chemických výpočtů, bylo následně vybráno 10 studentů, kteří projeví zájem o účast ve výzkumu a poskytli informovaný souhlas.

Podle strategie popsané Brymanem (2016) bylo na základě výsledků pretestu vybráno deset studentů, kteří by reprezentovali širokou škálu učebních výkonů. Tento výběr zajistil, že získaná data odrážejí různorodé perspektivy, což je klíčové pro komplexní porozumění preferencí a potřeb studentů v kontextu vzdělávání. Tento přístup nabízí možnost získat hlubší a detailnější informace o tom, jak studenti hodnotí své vzdělávací zkušenosti a materiály, což je zásadní pro identifikaci oblastí pro zlepšení vzdělávacích metod a praxí.

Těmto studentům, byl na celý semestr jako výhradní studijní opora poskytnut adaptivní e-book. S těmito studenty byly poté provedeny rozhovory. Každému studentovi bylo přiřazeno číslo od 1 do 10, aby byla zajištěna anonymita. Komunikace ohledně stanovení času a data rozhovoru s jednotlivými studenty probíhala prostřednictvím e-mailu. Studentům byl hromadně zaslán e-mail s odkazem na Google Sheets, kde měl každý student vyplnit svoji časovou preferenci. V záhlaví dokumentu byl odkaz na Google Meet, na kterém rozhovory probíhaly. Tyto rozhovory byly po udělení souhlasu od studentů zaznamenány jako audiozáznam. Tyto nahrávky byly opatřeny přepisy (viz Příloha č. 1) a poté podrobeny kódování.

Rozhovory s účastníky následně byly realizovány samostatně. Všechny rozhovory s studenty probíhaly v rozmezí dvou týdnů na konci ledna akademického roku 2023/2024, přičemž průměrná délka jednoho rozhovoru činila 20 minut.

### 2.2.2 Výzkumný vzorek

Výzkumný vzorek této diplomové práce zahrnoval 10 studentů prvního ročníku bakalářského studia v akademickém roce 2023/2024 ve studijním programu Chemie se zaměřením na vzdělávání na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy, konkrétně na katedře chemie a didaktiky chemie. Tito studenti byli vybráni tak, aby pokrývali celou škálu úspěšnosti v pretestu, čímž se zajistilo zastoupení jedinců s různými úrovněmi znalostí v oblasti chemických výpočtů. Všichni účastníci navíc poskytli svůj informovaný souhlas s účastí ve výzkumu.

### 2.2.3 Obsah zaměření

Sledovaný kurz „*Úvod do studia chemie*“ byl strukturován do několika tematických bloků: vyčíslování chemických rovnic, výpočty z chemických rovnic, úvod do pH, výpočty pH slabých kyselin a výpočty ze stavové rovnice ideálního plynu. Studenti byly v kurzu rozděleny na dvě skupiny vedené celkem třemi akademickými pracovníky. Výuka probíhala v zimním semestru v roce 2023 a byla rozdělena do 12 cvičení.

### 2.2.4 Pretest a Posttest

Jak vyplývá z analýzy RVP, studenti by na vysokou školu měli přicházet z určitými znalostmi chemických výpočtů. Co se ale týče výsledků analýzy RVP, není moc široce pojatá, z analýzy ŠVP však vyplývá, že znalost studentů v oblasti chemických výpočtů je poměrně rozdílná.

Za účelem zjištění těchto vstupních znalostí a úrovně byl studentům na první hodině kurzu „*Úvod do studia chemie*“ zadán pretest (vstupní test) viz Rusek et al. (2021). Tento test byl vytvořen ve spolupráci pracovníků katedry chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy ve spolupráci s pracovníky katedry chemie Fakulty pedagogické Západočeské Univerzity a katedry anorganické chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

Test obsahoval pět párů úloh, které se vždy zaměřovaly na stejnou tematickou oblast. Tyto tematické oblasti byly: výpočet koncentrace, výpočet pH, výpočty hmotnostního zlomku, výpočty z chemických rovnic a výpočet směšovací rovnice. Jedna z úloh byla vždy zadána ve formě slovní úlohy, zatímco druhá úloha byla prezentována pouze pomocí hodnot a symbolů, čistě jako matematická úloha bez konkrétního kontextu.

Například dvojice příkladů na výpočet hmotnostního zlomku, byla zadaná následovně pomocí slovní úlohy:

*„Materiál pro výrobu zvonu byl připraven roztavením 780 kg mědi a 220 kg cínu. Vypočítejte hmotnostní zlomek cínu v této slitině.“*

Pomocí konkrétních hodnot a značek pak obdobná úloha:

*„Vypočítejte  $w(\text{NaCl})$  v roztoku, víte-li, že  $m(\text{NaCl}) = 111 \text{ g}$  a  $m(\text{H}_2\text{O}) = 800 \text{ g}$ .“*

Ke každé úloze v testu byla přiřazena sebehodnotící škála, na které studenti volili mezi hodnotami 1 až 5. Hodnota jedna odpovídala naprosté nejistotě s jejich řešením, zatímco

hodnota pět označovala absolutní jistotu studentského řešení. Studenti také měli u každé úlohy uvést, zdali se s danou problematikou setkali již na střední škole, či nikoliv.

Výstupní test, známý také jako posttest, byl podán studentům s cílem zhodnotit pokrok jejich schopností v oblasti chemických výpočtů po absolvování kurzu Úvod do studia chemie. Struktura testu zahrnovala stejné typy úloh jako předchozí pretest, ale s jinými hodnotami nebo například se specifickými typy látek.

Test se skládal z deseti úloh, které byly opět rozděleny do pěti párů úloh sesterských. Součástí testu byla rovněž otázka ohledně míry jistoty studentů ve správnosti svých odpovědí. Tato informace nám poskytla ucelený pohled nejen na samotnou kvalitu řešení výpočtů, ale i na změny v jejich schopnostech a jistotě po absolvování kurzu „*Úvod do studia chemie*“.

### 2.2.5 Rozhovory

Pro detailní zkoumání postojů studentů k využívaným vzdělávacím materiálům a jejich učebním zkušenostem byla zvolena metoda polostrukturovaných rozhovorů. Jak vysvětlují Kvale a Brinkmann (2009), tato technika umožňuje zachovat otevřenost rozhovoru s možností soustředit se na specifické výzkumné otázky. Tento přístup poskytuje prostor pro hluboké a autentické odpovědi, které mohou odhalit bohatší kontextové informace o učebních zkušenostech studentů.

Struktura rozhovorů byla navržena s přihlédnutím k předběžným kvantitativním datům, především k výkonům studentů v pretestech, což doporučují Creswell a Creswell (2017). Tato metodika umožňuje přesněji cílit na klíčové aspekty učení a získat podrobnější vhledy do individuálních zkušeností studentů.

Každý rozhovor s účastníky studie byl pečlivě strukturován do dvou hlavních částí, aby se získaly ucelené informace o dvou klíčových aspektech jejich vzdělávacího zážitku. První část se zaměřila na jejich schopnost provádět chemické výpočty, což je základní dovednost potřebná pro úspěšné studium chemie na vysoké škole. Tato část zahrnovala otázky týkající se základních znalostí a připravenosti studentů, jejich zkušeností s výukou chemických výpočtů na střední škole, přechodu na vysokou školu, a také výzvy a překážky, kterým čelili při studiu chemických výpočtů na vysoké škole.

Studenti byli vyzváni, aby reflektovali své předchozí zkušenosti s chemickými výpočty, hodnotili úroveň své připravenosti po absolvování střední školy, a popisovali, jak probíhala výuka chemických výpočtů na jejich středních školách. Dále byli dotazováni na své první



dojmy z obtížnosti chemických výpočtů na vysoké škole a jak se vyrovnávali s výzvami, které jim přinášelo studium tohoto předmětu na pokročilejší úrovni. Zde jsou uvedeny příklady některých otázek, které byly použity:

- Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?
- Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?
- Jak byste zhodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný?
- Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit?

Druhá část rozhovoru se věnovala adaptivnímu e-booku, který měl studentům pomoci v přípravě na chemické výpočty. Tato část se soustředila na zpětnou vazbu studentů k e-booku, zkoumala jeho strukturu, uspořádání, úroveň obtížnosti materiálu, dostupnost ilustrací, grafů a cvičení k procvičování výpočtů. Bylo důležité zjistit, zda e-book poskytoval dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech a zda byl snadno čitelný a logicky uspořádaný. Studenti byli také vyzváni, aby sdíleli své návrhy na zlepšení a uvedli, co by případně doplnili, aby e-book lépe vyhovoval jejich potřebám. Zde jsou uvedeny příklady některých otázek, které byly použity:

- Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?
- Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?
- Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?
- Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?
- Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?

Cílem těchto rozhovorů bylo nejenom zjistit, jak studenti vnímají svou připravenost a schopnost zvládat chemické výpočty, ale také posoudit, jak efektivním nástrojem je pro ně e-book při studiu tohoto předmětu. Informace získané z těchto rozhovorů mohou poskytnout cenné vhledy do toho, jak lépe strukturovat a přizpůsobit výukové materiály, aby co nejlépe vyhovovaly potřebám studentů.

## 2.3 Analýza dat

V první části této kapitoly bude představena metodologie vyhodnocení pretestů a posttestů, včetně popisu použitých statistických metod a kritérií pro hodnocení změn ve vědomostech a dovednostech účastníků. Zmíněny budou také případné modifikace a doplňky k původním metodám vyhodnocení, které byly provedeny s cílem získat co nejpřesnější a nejrelevantnější výsledky. Druhá část se pak zaměří na analýzu obsahu a výsledků rozhovorů s účastníky. Popis bude zahrnovat metodiku přípravy, provedení rozhovorů a následné zpracování získaných informací. Budou zde uvedeny klíčové tematické okruhy, které rozhovory pokrývaly, a hlavní zjištění, která z těchto rozhovorů vplynula, včetně jejich vztahu k výsledkům z pretestů a posttestů.

### 2.3.1 Analýza výsledků pretest, posttest

Testy byly vyhodnocovány a jejich výsledky byly zapisovány do tabulek dle Frolíkové (2021). Tabulka obsahovala vždy základní údaje o studentovi (jméno studenta, z jaké střední školy přichází, jaký je jeho studijní obor, či zda studoval i na jiné vysoké škole). Do tabulky se také následně vynášely hodnoty z pretestů, ve kterých studenti uváděli, jak si jsou jisti svým výpočtem (na škále 1–5) a také odpovídali na otázku, zda se s takovým typem výpočtu setkali na střední škole. V tabulce byla také popsána správnost příkladů a jednotlivé kroky při řešení, jako jsou například: numerická správnost, dílčí vztahy pro výpočty, či správnost dílčích výsledků. V případě správného kroku, či výsledku, byla do tabulky zanesena hodnota 1 v opačném případě hodnota 0.

Výsledek příkladu byl označen jako správný pouze v případě, že student uvedl správně jak postup, tak jednotky. Pokud jedna z těchto dvou věcí byla chybně uvedena, celý výsledek byl označen hodnotou 0, čili nesprávný.

Druhá tabulka obsahovala pouze výsledky závěrečného hodnocení z testování. Každý student mohl získat maximálně 10 bodů. Za každý správně zodpovězený příklad s přesně uvedenými jednotkami získal student jeden bod. V případě chybně uvedeného výsledku, popřípadě chybně uvedené jednotky bylo studentovi uděleno 0 bodů. Za špatné odpovědi se studentům žádné body nestrhávaly.

V rámci této diplomové práce byly výsledky testů rozděleny do tří kategorií. První kategorie zahrnovala studenty s výsledky od deseti do sedmi bodů, což představovalo velmi úspěšné řešitele. Druhá kategorie zahrnovala studenty s výsledky od šesti do čtyř bodů. Poslední

kategorie obsahovala studenty, kteří dosáhli třech bodů nebo méně. Poslední kategorií byla kategorie studentů, kteří test nepsali.

K posouzení rozdílů mezi srovnávanými skupinami v nárůstu znalostí v posttestu byl použit Wilcoxonův neparametrický párový test. Pro účely výpočtu této statistiky bylo využito online kalkulačky Wilcoxon Signed-Rank Test Calculator. Statistická významnost byla definována dosažením hladiny významnosti nižší než 0,05.

### **2.3.2 Analýza rozhovorů**

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, rozhovory byly provedeny přes Google Meet dle časových možností respondentů. Rozhovory byly s jejich svolením vždy nahrány a po rozhovoru byly přepsány do textové podoby. Poté bylo kvůli anonymitě studentům místo jejich jména uděleno číslo od 1–10. Pro tuto diplomovou práci bylo použito otevřené kódování.

Pro analýzu rozhovorů bylo nezbytné provést kódování. Hendl (2006) definuje kódování jako proces, který umožňuje interpretaci, konceptualizaci a novou integraci dat. Byla zvolena metoda otevřeného kódování, která zahrnuje systematický průchod textem, během kterého výzkumník přiřazuje kódy podle témat a oblastí obsažených v rozhovorech nebo analyzovaném materiálu. Otevřené kódování znamená, že text je rozdělen na menší části, jako jsou věty nebo odstavce, a každá část je označena kódem, který popisuje její obsah. Následně jsou podobné nebo opakující se kódy spojeny do širších kategorií, což pomáhá odhalit hlavní témata a vzorce v datech. Tento proces umožňuje systematickou analýzu a organizaci dat, což vede k hlubšímu porozumění zkoumaného fenoménu (Hendl, 2006; Švaříček & Šed'ová, 2007).

Ve výzkumu bylo upřednostněno kódování celých segmentů, tj. úplných odpovědí na položené otázky, a to bez použití specializovaného softwaru. Tato metodologie je podporována i další literaturou, jako je Miles a Huberman (1994), která poskytuje ucelený přehled kvalitativních metod analýzy dat a je často považována za standardní zdroj v oblasti analýzy kvalitativních dat.

## **2.4 Výsledky a diskuze**

### **2.4.1 Přínos využívání e-booku výsledkům studentů**

I přesto, že kurz navštěvovalo 32 studentů, jsou v těchto výsledcích primárně zahrnuti studenti, se kterými byl následně proveden rozhovor. V pretestu vybraní studenti dopadli následovně: čtyři studenti měli body v bodovém rozmezí 10–7 bodů a byli tedy označeni za úspěšné řešitele, čtyři studenti měli body v rozmezí 6–4 bodů a jsou tedy považovány za průměrné řešitele a tři

studenti měli body v rozmezí 3–0 bodů a jsou v této diplomové práci považováni za neúspěšné řešitelé.

Kromě samotných příkladů, kterých bylo v pretestu 10 (pět sesterských), vždy zadán jeden slovně a jeden pomocí konkrétních hodnot a vzorců, se v něm vyskytovala i otázka, zda studenti tento typ výpočtu znají ze střední školy. V tabulce 4 jsou uvedeny výsledky vybraných studentů v této otázce.

Tabulka 3: Znalost výpočtů ze střední školy

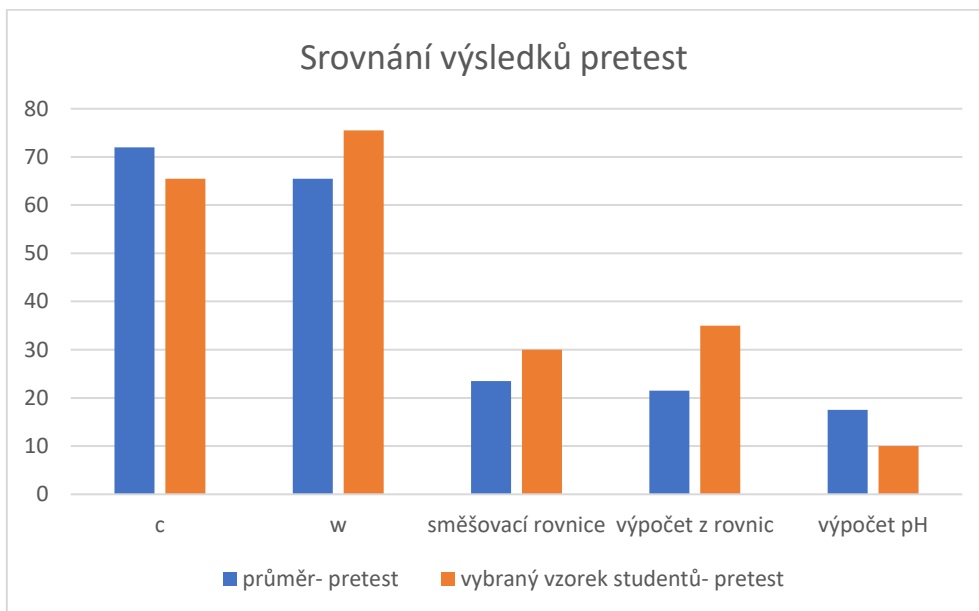
Příklady	ANO	NE	Podíl studentů, kteří znají výpočet ze SŠ
<b>c(vzorcem)</b>	9	1	90%
<b>w(slovně)</b>	9	1	90%
<b>výpočet z rovnic (slovně)</b>	6	4	60%
<b>směšovací rovnice (slovně)</b>	9	1	90%
<b>c(slovně)</b>	10	0	100%
<b>výpočet z rovnic (vzorcem)</b>	10	0	100%
<b>směšovací rovnice (vzorcem)</b>	6	4	60%
<b>pH(slovně)</b>	9	1	90%
<b>w(vzorcem)</b>	10	0	100%
<b>pH(vzorcem)</b>	6	4	60%

Z tabulky 3 vyplývá, že vybraní studenti chemické výpočty převážně ze středních škol znali, příklady s látkovou koncentrací a na výpočet hmotnostního zlomku nejvíce, nejméně pak studenti znali slovní zadání pro výpočet chemické a směšovací rovnice, či vzorcem zadanou úlohu na pH.

Z výzkumu vyplývá, že studenti jsou relativně dobře obeznámeni s výpočty látkové koncentrace a hmotnostního zlomku, avšak mají problémy s výpočty z chemických rovnic a pH, což bylo také potvrzeno nižší úspěšností v těchto oblastech. Z výsledků pretestů (viz graf 1), i z rozhovorů s vybranými studenty vyplývá, že největší problém mají s výpočty pH, či s výpočty z chemických rovnic. Výzkum Rychtery et al. (2019) řadí mezi kritická místa ve výuce chemických výpočtů právě výpočty látkové koncentrace a výpočty z chemických rovnic. Studenti, kteří prošli těmito testy s výpočty látkové koncentrace problém neměli, ale výpočty z chemických rovnic jim činili poměrně problémy. Z grafu 1 pak vyplývá, že výpočty pH a

výpočty z chemických rovnic také v úspěšnosti dopadly z celého vstupního testu nejhůře. Naopak výpočty látkové koncentrace a výpočty hmotnostního zlomku jsou pro studenty nejsnazší (viz Rusek et al., 2021).

Na grafu 1 je prezentována úspěšnost vybraných řešitelů, která je srovnávána s průměrem všech studentů, účastnících se jak pretestu, tak i posttestu.



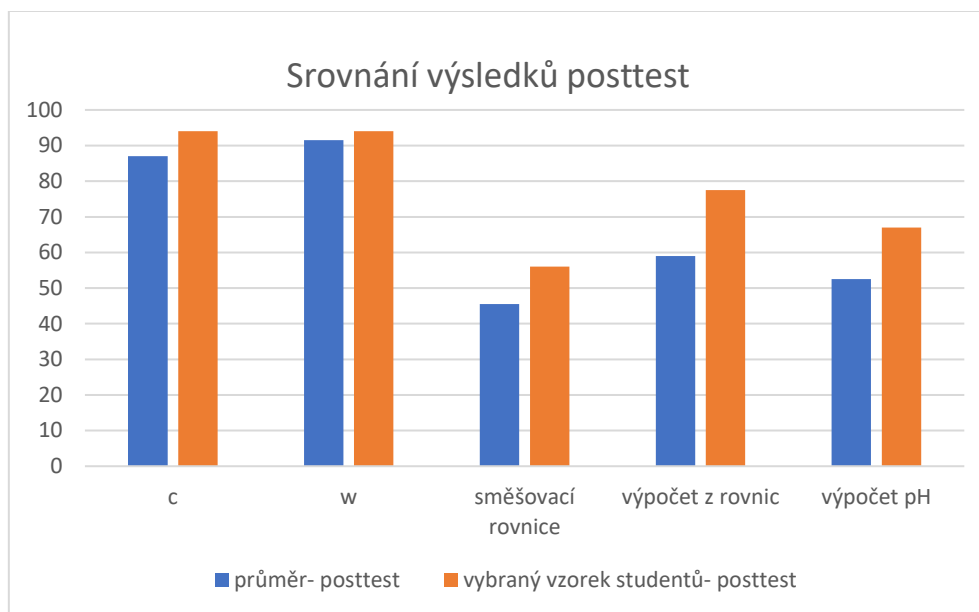
Graf 1: Srovnání výsledků pretestů vybraných studentů s ostatními studenty kurzu

Z grafu 1 pak vyplývá, že vybraný vzorek studentů je nadprůměrným řešitelem v úlohách, které se zaměřují na výpočet hmotnostního zlomku, směšovacích rovnic, či výpočtů z rovnic. Naopak tito studenti oproti průměru zaostávají u řešení úloh na výpočet koncentrace, či pH.

Výsledky Wilcoxonova párového testu pro pretest pak ukazují, že mezi dvěma spárovanými vzorky nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. P-hodnota, dosahující 0.84, přesahuje obvyklou hranici významnosti ( $p < 0.05$ ), což znamená, že rozdíl mezi oběma skupinami (pretest- průměr a pretest-vybraný vzorek) není statisticky významný. Malá velikost  $r = -0.0645$  naznačuje velmi malý efekt, což je v souladu s výsledky testu, které ukazují, že rozdíl mezi vzorky těchto dvou skupin nejsou statisticky významné.

Jak bylo uvedeno v designu studie, těmto studentům byl poskytnut e-book jako hlavní studijní materiál. Všichni studenti v rozhovorech potvrdili, že e-book hojně využívali v přípravě na závěrečný test. Z výsledků závěrečného testu, který můžeme vidět na grafu 2, pak vyplývá, že studenti, kteří při přípravě na závěrečný test využívali ke studiu adaptativního e-booku jsou ve všech výpočtech lepší, než je celkový průměr kurzu. Nejvýznamnější nárůst ve výsledcích by

zjištěn u úloh na výpočet látkové koncentrace či pH, kdy vybraný vzorek studentů v řešení významně překonal průměr kurzu, i přes to, že studenti v rozhovorech uváděli, že největší problém mají právě s výpočty pH.

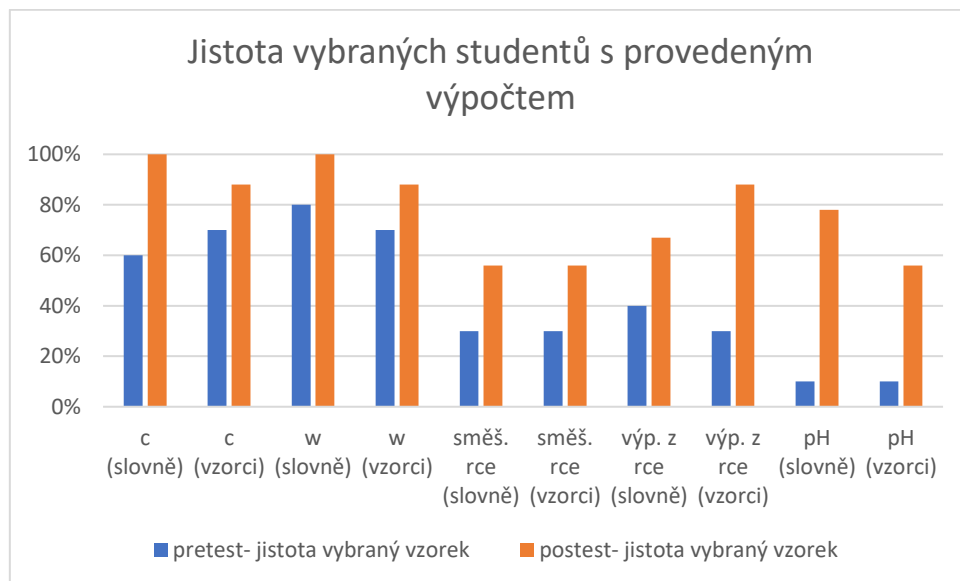


Graf 2: Srovnání výsledků posttestů vybraných studentů s ostatními studenty kurzu

Výsledky Wilcoxonova párového testu pro posttest poskytly důležité poznatky o hodnotách získaných z těchto dvou skupin. P-hodnota, dosahující 0.625, přesahuje obvyklou hranici pro statistickou významnost ( $p < 0.05$ ), což ukazuje, že zjištěný rozdíl mezi oběma skupinami není statisticky významný. Malá velikost efektu  $r = 0.2$  naznačuje, že ve srovnání průměru posttestu a vybraného vzorku studentů v posttestu nedošlo ke statisticky významné změně.

Oba testy také zahrnovaly hodnotící škálu, jak si jsou studenti jisti svým výpočtem. Z grafu 3 vychází, že jistota vybraných studentů ve svých výpočtech se v průběhu kurzu zvyšovala, což naznačuje, že výuka (intervence) měla pozitivní vliv na jejich vnímanou schopnost řešit chemické výpočty. Nejvýznamnější procentuální nárůst byl zaznamenán u výpočtů pH. Tento výsledek není překvapivý vzhledem k nízké úspěšnosti studentů (srov Rusek et al., 2021). Každopádně jistota vybraného vzorku studentů a zbylých studentů z kurzu je téměř identická.

Nelze tedy říci, zda mělo použití e-booku pro studenty vliv v oblasti sebejistoty při řešení jednotlivých příkladů.



Graf 3: Jak si jsou studenti jisti svým výpočtem

Výsledky pretestu a posttestu ukazují, že vybraní studenti mají různou úroveň schopnosti řešit chemické výpočty, přičemž některé typy úloh jim činí více potíží než jiné. Vzhledem ke konzistentnosti výsledků s předchozími zjištěními (Rusek et al., 2020; 2021) je zřejmý trend, a tedy i potřeba tento stav řešit systémově.

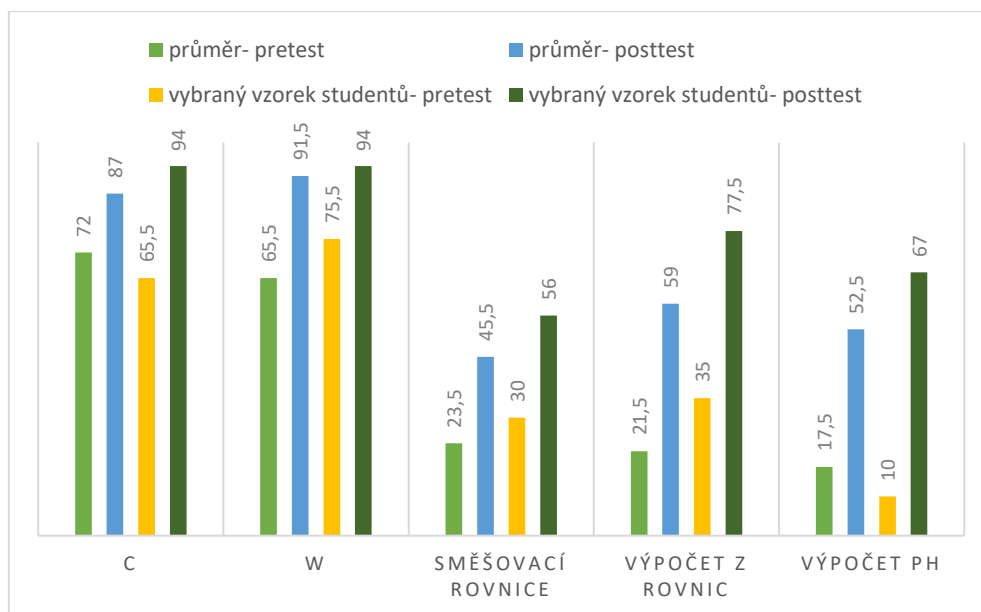
Celkové srovnání výsledků a porovnání nárůstu hodnot v pretestu a posttestu u studentů pak ukazuje graf 4. Na tomto grafu je zobrazeno, že i přestože byli vybraní studenti již na začátku nadprůměrně připraveni v některých typech chemických výpočtů, konkrétně ve výpočtech z rovnic, směšovací rovnici a výpočtech hmotnostního zlomku, avšak ve výsledcích týkajících se pH a molární koncentrace byli horší než průměr, použití adaptivního e-booku v jejich studijním procesu vedlo výraznějším rozdílu ve výsledcích. Ve srovnání se studenty, kteří tento nástroj ke studiu nepoužívali, se ukázalo, že jeho používání vedlo k výraznému zlepšení v oblastech, ve kterých byli již nadprůměrně připraveni, a zároveň pomohlo zlepšit výsledky v oblastech, kde původně zaostávali za průměrem. Studenti, kteří používali adaptivní e-book se ve všech typech výpočtů vyjma výpočtu hmotnostního zlomku zlepšili víc než studenti, kteří k dispozici adaptivní e-book neměli.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu se zdá, že rozdíly mezi skupinami studentů, kteří používali e-book a kteří ne, nejsou statisticky významné. To naznačuje, že z hlediska

statistického testování není možné jednoznačně tvrdit, že e-book má měřitelný efekt na výsledky studentů.

Nicméně, je důležité poznamenat, že byla pozorována malá velikost efektu. To naznačuje, že i když rozdíly nejsou statisticky signifikantní, stále může existovat tendence, že skupina studentů používající e-book dosahuje lepších výsledků než skupina bez e-booku. Tento trend nebyl dostatečně silný na to, aby byl považován za statisticky významný, ale naznačuje, že e-book by mohl mít potenciál v dlouhodobém horizontu přispět k lepším výsledkům.

Celkově řečeno, i když na první pohled nebyl nalezen statisticky významný efekt e-booku, je možné, že jeho přínosy se mohou projevit v delším časovém horizontu nebo ve specifických kontextech vzdělávání.



Graf 4: Porovnání nárůstu výsledků pretestu a posttestu



## 2.4.2 Úspěšnost vybraných respondentů

Výsledky pretestů a posttestů jednotlivých studentů jsou prezentovány v tabulce 5. Studenti jsou v této tabulce seřazeni podle počtu bodů ve vstupním testu od nejvyššího po nejmenší.

Tabulka 4: Přehled, kolik bodů dostali vybraní studenti v pretestu a posttestu

	Výsledky pretest	Výsledky posttest
<b>Student 5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
<b>Student 1</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
<b>Student 9</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Student 2</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
<b>Student 3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>Student 7</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Student 8</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>Student 4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
<b>Student 6</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Student 10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Z tabulky 5 vyplývá, že v závěrečném testu bylo velmi úspěšných šest studentů místo původních čtyř, dva studenti byli nyní v kategorii průměrných řešitelů a dva studenti zůstali neúspěšní i v závěrečném testu. Výsledky pretestů z tabulky 5 také zároveň korespondovaly s odpověďmi studentů, které uváděli na otázku, jak přišli připraveni ze střední školy.

## 2.4.3 Vyhodnocení rozhovorů

Rozhovory s deseti studenty odhalily rozmanité zkušenosti a postřehy týkající se jejich přechodu na vysokou školu, připravenosti na hodiny chemie a vnímání e-booku jako učebního materiálu. Rozhovory potvrdily výsledky analýzy ŠVP. Studenti přicházeli na vysokou školu s různými úrovněmi předchozích znalostí a zkušeností, což mělo vliv na jejich schopnost adaptovat se na požadavky studia na vysoké škole. Odpovědi studentů na otázku ohledně znalostí chemických výpočtů ze základní školy ukazují na rozmanitou úroveň připravenosti. Čtyři studenti, hodnotí své znalosti pozitivně a připisují to důkladné přípravě, dostupnosti výukových materiálů a účasti na chemických olympiádách. Jeden ze studentů používal ve výpočtech hlavně trojčlenku, což nebylo vždy vhodné, a jeden student měl omezené srovnání

kvůli pandemii covidu, která ovlivnila jeho výuku. Jeden student vnímá své znalosti jako průměrné, ovlivněné rokem studia na vysoké škole. Na druhé straně, tři studenti považují své znalosti za podprůměrné nebo velmi podprůměrné, přičemž jeden z nich zažil problémy kvůli častým změnám vyučujících a nutnosti samostudia. Z 10 vybraných studentů jich v rozhovorech celkově šest uvedlo, že se cítí dobře připraveni díky kvalitní výuce na střední škole, zatímco jiní zmínili nedostatky, zejména pokud chemické výpočty nebyly na střední škole dostatečně zdůrazněny nebo pokud byli omezeni online výukou během pandemie COVID-19.

Na základě podrobné analýzy odpovědí studentů lze konstatovat, že zkušenosti studentů s chemickými výpočty na střední škole a jejich přechod na vysokou školu jsou velmi různorodé. Tato rozmanitost zkušeností má značný vliv na to, jak studenti vnímají svoji připravenost na studium chemie na vysoké škole a jak efektivně dokážou využívat dostupné studijní zdroje, jako je například zmíněný e-book.

### ***Jak přišli studenti připraveni ze střední školy***

*Tabulka 5: Jistota jednotlivých studentů v pretestech*

	<b>Výsledky pretestu</b>	<b>Jistota řešení v pretestu</b>	<b>Znalost příkladů ze SŠ</b>
<b>Student 5</b>	<b>8</b>	80 %	100 %
<b>Student 1</b>	<b>7</b>	70 %	80 %
<b>Student 9</b>	<b>7</b>	70 %	100 %
<b>Student 2</b>	<b>7</b>	70 %	100 %
<b>Student 3</b>	<b>4</b>	40 %	100 %
<b>Student 7</b>	<b>4</b>	40 %	50 %
<b>Student 8</b>	<b>4</b>	40 %	70 %
<b>Student 4</b>	<b>2</b>	20 %	30 %
<b>Student 6</b>	<b>0</b>	0 %	80 %
<b>Student 10</b>	<b>0</b>	10 %	10 %

Z tabulky 6 vyplývá, že k výzvám na vysoké škole přistupují s větší sebedůvěrou převážně ti studenti, kteří měli na střední škole hlubší základy chemie a chemických výpočtů. Ti, kteří cítili nedostatky ve své přípravě, čelili větším obtížím, zejména při adaptaci na rozsáhlejší a komplexnější výpočty. Z analýzy vyplývá, že šest studentů se cítilo dostatečně připraveno ze

střední školy na chemické výpočty na vysoké škole. Tato skupina studentů měla pravděpodobně silnější základy v chemii a byla zvyklá na systematickou práci s chemickými výpočty. Na druhou stranu, čtyři studenti vnímali svoji znalost jako nedostatečnou, nebo průměrnou, což naznačuje, že na jejich středních školách nebyl kladen dostatečný důraz na chemické výpočty, nebo že tyto výpočty nebyly dostatečně integrovány do kontextu, který by studentům umožnil lépe pochopit jejich praktické využití.

**„Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?“**

Z rozhovorů vyplývá, že znalost studentů v oblasti chemických výpočtů po dokončení střední školy byla velmi rozdílná, což se odrazilo i na jejich výsledcích ve vstupních testech. Jedna z dotazovaných studentek uvedla: *„Já jsem byla maturantkou z chemie, takže tam nějaká příprava musela být, u nás to bylo tak, že jsme měli pracovní listy, které obsahovaly jak názvosloví, tak i výpočty. Ted' už to pro mě nebylo nic nového, vlastně jsem to všechno znala.“* Jiná zase: *„Já jsem to měla trochu složitý, protože když jsme brali chemický výpočty, tak se nám měnili učitelé, do toho ta nová učitelka byla nemocná, takže jsme to měli spíš formou samostudia a snažila jsem se ty informace posbírat kde se dalo a v podstatě na maturitu, tam jsem se modlila, abych si to nevytáhla, protože jsem věděla, že nebudu schopná odmaturovat.“* Následující otázka se zabývala tím, v čem si studenti myslí, že je střední škola připravila, potažmo nepřipravila na chemické výpočty na vysoké škole. Z rozhovorů vyplývá, že značný vliv na připravenost studentů v oblasti chemických výpočtů, měla kromě vyučujících a poskytovaných materiálů také to, zda měli mezi střední a vysokou školou rok volna, či přišli z jiné vysoké školy.

**„V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?“**

Dva studenti začalo s výpočty již na začátku víceletého gymnázia *„Já jsem chodil na víceleté gymnázium, takže jsme měli tu chemii vlastně asi o rok dřív než na běžných základkách a vím, že se výpočty začínaly hnedka z kraje v rámci jakoby ty základní školy.“* Většina studentů (N = 6) se setkávala s výpočty od prvního ročníku na střední škole. Někteří studenti (N = 5) uvedli, že se kromě prvního ročníku také setkali s chemickými výpočty ve čtvrtém ročníku v semináři, který byl přímo zaměřen na přípravu k maturitní zkoušce. Jeden z dotazovaných studentů uvedl, že se výpočtům věnovali průběžně *„Celou dobu, od prvního roku až po poslední, ve třetíku jsme měli fyzikální chemii, která na ty výpočty byla zaměřená jako trošičku ještě víc.“* A jiný student naopak uvedl, že výpočtům během studia na střední škole věnovali pouze krátký časový

úsek „*Byl to hodně malý rozsah, myslím, že s tou dvouhodinovou dotací týdně jsme to probrali asi za jeden týden a zbytek jsme si hledali sami.*“

Rozsah výpočtů se pohyboval od základních konceptů, jako je látkové množství a Avogadrova konstanta, až po pokročilejší témata jako pH, výpočty v termochemii, či výpočty stavové rovnice. Jeden ze studentů uvedl, že se setkal s výpočty hlavně v rámci laboratorních prací „*Většinou jenom na laborkách, když jsme ty výpočty pak potřebovali, jinak jsme ale většinou dělali příklady na začátku roku a pak jsme se tomu už tolik nevěnovali.*“

Celkově se tedy výuka chemických výpočtů na středních školách jeví jako velmi různorodá a závislá na konkrétním učebním plánu a přístupu jednotlivých učitelů. Výpočty se často intenzivněji probírají na začátku studia a znovu v maturitním ročníku, často formou specializovaných seminářů, což pomáhá studentům lépe se připravovat na výzvy, spojené s přechodem na vysokou školu.

***„Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?“***

I v této otázce se odpovědi markantně lišily. Studenti popisovali kombinace teorie a praktických úloh, často ve formě slovních úloh nebo přímého aplikování vzorců. Někteří studenti (N = 4) uvádějí, že se setkali pouze s příklady, které byly zadané pomocí hodnot: „*Byly zadány přímo hodnoty, takže jsme tam měli, že  $n = 5$  no a měli jsme dopočítat zbytek, nebo jsme věděli, že máme 5 gramů oxidu železnatého a určit to látkové množství.*“ Jiní studenti (N = 3) zase uvádějí, že se ve výuce věnovali spíše slovním úlohám: „*Bylo to zadaný slovní úlohou, ale když to vezmu v porovnání i s tím e-bookem, tak to bylo vždycky jako mnohem jednodušeji zadaný, že člověk v pohodě pochopil, co má počítat a že většinou stačil jeden nebo dva vzorce a nemusel jich tam člověk kombinovat víc a jinak výuka probíhala tak, že to vždycky učitelka nadefinovala (třeba mol) a šli jsme vždycky od těch jednodušších po ty složitější.*“. Zbytek studentů (N = 3) pak uvedl, že zadání bylo kombinací slovních úloh a přímého aplikování vzorce.

### ***Přechod na vysokou školu***

Z odpovědí také vyplývá, že přechod na vysokoškolský styl učení, který vyžaduje větší samostatnost a hlubší pochopení učiva byl pro některé studenty náročný. Tento přechod byl obzvláště obtížný pro ty, kteří měli slabší základy v matematice a chemii, což zdůrazňuje důležitost pevných základů v těchto oborech již na střední škole (Scott, 2012). Přechod na vysokoškolské studium je často spojen s nárůstem obtížnosti učiva a potřebou samostatnější práce. Z analýzy vyplývá, že zatímco šest studentů tento přechod zvládlo bez větších obtíží,

zbývající čtyři se během přechodu setkávali s výzvami. Počty naznačují, že téměř polovina studentů potřebuje další podporu při adaptaci na vyšší nároky vysokoškolského studia. To může zahrnovat lepší orientaci ve studijních materiálech, rozvoj studijních dovedností nebo poskytnutí více příležitostí k procvičování a aplikaci chemických výpočtů v praxi.

***„Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?“***

Někteří studenti (N = 4) v této otázce srovnávali obtížnost kurzu s jejich středoškolskými zkušenostmi a vnímali podobnost „*nepřišlo mi, že bychom dělali složitější příklady, než na té střední*“, zatímco jiní (N = 4) považovali přechod za šokující „*Jako byl to pro mě celkem šok, jako ten přechod.*“ Například jeden student si myslel, „*že nemá šanci kurz zvládnout*“, zatímco jiní ho označovali za „*přiměřeně náročný na úrovni vysoké školy*“. Významným faktorem byla také metodika výuky a struktura kurzů, které měly vliv na to, jak studenti vnímali náročnost výpočtů. Celkově lze konstatovat, že vnímání obtížnosti chemických výpočtů na vysoké škole je individuální a ovlivňuje ho kombinace předchozích zkušeností, metod výuky a osobní adaptace na nové výukové prostředí.

***„Jak byste zhodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)“***

U otázky zabývající se zhodnocením vstupního testu se u šesti dotazovaných dostalo stejné odpovědi a to té, že spíš je zaskočilo, že na test nebyli vůbec připraveni a ani si nezopakovali vzorečky, to teď zpětně vnímají jako největší úskalí celého testu. Co se týče hodnocení testu na škále obtížnosti (1– velmi snadný a 5– velmi obtížný), dopadl test takto: jeden student uvedl, že byl test velmi snadný, celkem šest studentů uvedlo, že se jim úroveň testu zdála průměrná a uvedli hodnotu 2, 2,5 nebo 3. Jeden ze studentů hodnotil test 3,5 a pro dva studenty byl test velmi obtížný a uvedli hodnotu 5. Hodnota mediánu vstupního testu je 2,5, což naznačuje, že studenti sami cítí ve své schopnosti řešit chemické výpočty značné rezervy.

***Jaké jsou největší výzvy, kterým studenti při řešení chemických výpočtů čelí?***

***„Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole? Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?“***

Při studiu chemických výpočtů na vysoké škole vybraní studenti identifikovali několik výzev, kterým čelí. První z nich byla obtížnost porozumění zadání. Někteří studenti (N = 3) měli problém s orientací v textu a často se ztráceli ve slovním zadání, což mohlo vést k nesprávné

interpretaci požadavků. Jeden ze studentů uvedl „*Asi si občas špatně přečtu zadání, to bylo i ve vstupním testu, že tam byli hektolitry a já to četl jako litry*“

Další výzva, které studenti při studiu chemických výpočtů čelili, byla kognitivní zátěž. Tři z dotazovaných studentů v rozhovorech uvedli: „*obecně asi nejtěžší je, když je to hodně komplexní*“.

Také matematiky byla ve studiu chemických výpočtů pro studenty výzvou, nedostatečný matematický aparát jim dělal problém nejen v ryze matematických výpočtech, ale také například ve vyjadřování ze vzorce, jak uvedli studenti (N = 3) „*Asi hledání souvislostí, když máme příklady, kde je potřeba hledat víc věcí naráz, tak přizpůsobit si ty vzorečky, tak to bylo náročné.*“

Studenti se pak těmto výzvám snažili čelit buď konzultacemi se spolužáky, doučováním, či počítáním příkladů stále dokola.

**„Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?“**

Vybraní studenti se lišili v tom, jak dlouho a jak pravidelně se přípravě věnovali. Většina studentů (N = 8) uvedla, že studovali systematicky během semestru „*přípravě jsem se věnovala převážně o víkendech*“, zatímco jeden student se zaměřil na intenzivní přípravu až před samotným testem „*na ty výpočty jsem se vůbec neučil, prošel jsem si to třeba hodinu před testem narychlo a jinak to moc neřešil*“.

Důležitost domácí přípravy však studenti uváděli v rozhovorech jako klíčovou, dva z nich uvedli, že i přesto, že měli pocit, že výpočtům věnovali hodně času a úsilí, tak to nestačilo a výstupním testem neprošli.

**„Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)“**

Zdroje informací a příkladů ze kterých studenti čerpali kromě e-booku je poměrně široká škála a shodují se s výsledky Horákové (2021). Většina studentů uvedla, že propočítali domácí úkol, který dostali od vyučujících na kurzu. Někteří studenti dali přednost sbírkám či publikacím v papírové podobě, jako zdroje zde byly uváděny publikace Odmaturuj z chemie (Benešová & Satrapová, 2002), Obecnou a anorganickou chemii (Šrámek & Kosina, 1992), Chemie sbírka příkladů (Mareček & Honza, 2001), či skripta z VŠCHT (Flemr & Holečková, 2001). Jiní studenti pak naopak dali přednost online zdrojům jako je například Khanova akademie nebo web Chemie je boží.

## 2.5 Vnímání e-booku

V rámci části rozhovoru, který se týkal e-booku byly studentům položeny následující otázky:

***„Pomohl Vám e-book při přípravě?“***

Všichni studenti uvedli, že e-book při přípravě využili, avšak úroveň využívání se u jednotlivců mírně lišila. Většina studentů (N = 8) pozitivně hodnotila e-book zejména pro jeho přínosy, jako je usnadnění orientace v problematice chemických výpočtů *„k pochopení mi určitě pomohl, abych pochopila nějaký vlastně ty základní vztahy“* a přímé využití příkladů při přípravě na závěrečný test *„e-book má ty typové úlohy které mi dělají problém.“* E-book byl také označen jako užitečný zdroj pro procvičování matematických dovedností a porozumění základním vztahům *„Já jsem si z toho udělal spíš výpisky pak jsem se učil hlavně z nich a procvičoval jsem si příklady“*. Nicméně šest studentů v této otázce uvedlo, že využívali e-book jako stěžejní zdroj při přípravě na test.

***„Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?“***

V otázce struktury a uspořádání e-booku se nám pak dostalo od všech deseti studentů podobné odpovědi *„je dobrý, když s tím někdo začíná, tak že si může přečíst tu teorii a pak jít na ty výpočty“*, *„ líbí se mi, jak to je rozčleněný tak, že jsou ty výpočty seřazený podle toho, že v těch složitějších potřebuješ třeba ty jednoduší, ta chronologie tam je super, a že na konci je pH a stavovka, tak to mi přijde dobře zvolené, že se začíná těmi jednoduššími příklady a také to, že je na začátku vždy vysvětlení a pak se teprve počítá.“* Studenti ve struktuře e-booku vyzdvihovali především teorii, kterou našli vždy na začátku kapitoly, chronologické upořádání jednotlivých kapitol, či seřazení příkladů dle úrovně obtížnosti.

***„Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?“***

Většina studentů (N = 9) se shodla na tom, že jim teoretická část v této podobě vyhovuje. Jeden ze studentů pak uvedl *„zcela upřímně, na mě to bylo textově strašně obsáhlý“*. Při dotazu na doplnění jedna ze studentek uvedla: *„Jedna věc, co mě tam chyběla je hodně konkrétní a to je objemová kontrakce.“*

***„Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?“***

Také téměř všichni studenti (N = 8) vyhodnotili, že e-book obsahuje dostatečné množství příkladů k procvičení dané problematiky. Další z otázek se zaměřila na dostatek grafů a ilustrací v e-booku, zda je tam studenti postrádají, popřípadě kam by je doplnili, sedm studentů zde uvedlo, že potřebu ilustrací, či grafů u chemických výpočtů nemají. Dva studenti uvedli, že by nějaké ilustrace doplnily pro lepší vizualizaci u úloh a jeden ze studentů uvedl: „*Já bych ocenil graf u stavové rovnice na ty závislosti jednotlivých veličin. Třeba závislost tlaku na teplotě.*“

***„Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?“***

Na tuto otázku všichni dotazovaní odpověděli kladně. Jeden student k této otázce uvedl: „*Určitě bych ho doporučil, hlavně kvůli tomu, že to není jako učebnice, kde máme v lepším případě zadání s výsledkem v tom horším jen zadání, ale líbí se mi, že tady člověk musí vyloženě napsat výsledek a dostane se mu nějakého ohodnocení, plus to správné řešení od začátku do konce a co mě přijde hrozně super jsou ty nápovědy. Protože někdy člověku chybí se jen logicky zamyslet, že je třeba v jeho kompetencích tu úlohu řešit, ale zároveň třeba nechápe z toho zadání, že mu chybí nějaké údaje, protože to v tom nevidí, nevyzná se v tom. Takže za mě ty nápovědy super.*“

***„Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?“***

V otázce na úroveň znalostí pro kterou je e-book vhodný studenti uvedli poměrně širokého rozpětí odpovědí. Sedm dotazovaných uvedlo, že je e-book pro ně vhodný a srozumitelný a že by jim přišel vhodný i k přípravě na maturitu. Tři studenti, kteří byli zařazeni pro výsledky vstupního testu do skupiny neúspěšných, naopak uvedli, že jim e-book přišel náročný.

***Co je potřeba do e-booku doplnit?***

***„Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co je potřeba přidat?“***

V otázce zpracování se opět všichni studenti shodli na tom, že je e-book interaktivní, graficky příjemný, že se s ním dobře pracuje a obecně velmi pozitivně hodnotili celé prostředí e-booku. Dále studenti velmi pozitivně hodnotili přehlednost jednotlivých kapitol a také to, že před každou kapitolou si mohou v klidu projít teoretickou část, která jim leckdy postaví pevné základy, které následně mohou při výpočtech využít. Tento výsledek naznačuje možné využití v pojetí výuky principem převrácené třídy (viz Horáková, 2021).



Jeden student při otázce, co se mu v e-booku líbí uvedl: „*Ty tipy, ty výsledky a rozepsané postupy a u posledního příkladu se mi líbil odkaz na excel, zase v tom azidu sodném (to je moje oblíbená úloha), že tam bylo doporučení na algoritmizaci v excelu a to bylo fajn, ta myšlenka těch automatizací výpočtů se může hodit.*“

**„Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?“**

Jeden ze studentů na tuto otázku uvedl odpověď“ „*možná bych tam dal nějaký úvahový úlohy, kde člověk by nepočítal, jen třeba přemýšlel, proč to tak je*“. Tento tip míří na zvýšení variability úloh a tím i širší zaměření e-booku mimo samotné výpočty i na rozvoj chemického myšlení v této specifické oblasti.

Jiný student uvedl, že mu z grafického hlediska v e-booku chybí označení jednotlivých úrovní příkladu, že by je graficky výrazněji oddělil (třeba hvězdičkami), aby bylo lépe jasné, na jaké úrovni se zrovna student nachází. Co se týká tipu od studentů, co by do e-booku přidali, nejčastěji studenti (N = 4) měli potřebu zmínit platné číslice a zohlednění zaokrouhlování při hodnocení správnosti příkladu. Polovina studentů uvedla, že v materiálech se neuvádí, jak mají zaokrouhlovat a že to by rozhodně ocenili. „*Určitě platný číslice. A výsledky na nějaký přepočet platných číslic, protože tam se to hodně lišilo v tom zadávání, že občas to tam nechtělo zaokrouhlit na desetinná místa, občas to chtělo zaokrouhlit na tisíce.*“ Tento závěr je čistě praktický a míří na samotné možnosti prostředí, v němž byla kniha vyvinuta.

Zde zároveň dva studenti (kteří nebyli byli zařazeni do neúspěšných studentů) uvedli to, že jim typy ne vždy pomohli a že tam raději dali nějaký výsledek, aby se jim odhalil celý postup.

### **2.5.1 Shrnutí vyhodnocení rozhovorů**

Rozhovory s deseti vybranými studenty založené na jejich výsledcích pretestů odhalily širokou škálu zkušeností a postojů ohledně jejich přechodu na vysokou školu, připravenosti na chemii a vnímání e-booku jako učebního nástroje. Z této analýzy výsledků pretestů a postestů vyplývá, že studenti na univerzitu přicházejí s různými úrovněmi předchozích znalostí a zkušeností (tabulka 6), což ovlivňuje jejich schopnost vyrovnat se s požadavky vysokoškolského studia. Většina studentů cítila, že jejich střední školy je adekvátně připravily na základní chemické výpočty, ale s různou úrovní důkladnosti. Někteří uváděli, že se cítí dobře připraveni díky kvalitní výuce na střední škole, zatímco jiní zmiňovali nedostatky, obzvláště pokud nebyly chemické výpočty na střední škole dostatečně zdůrazněny nebo pokud byli omezeni online výukou během pandemie COVID-19. E-book byl jako studijní materiál hodnocen velmi

pozitivně, ačkoliv s některými výhradami týkajícími se jeho používání a obsahu. Studenti ocenili jeho strukturovanost a logické uspořádání, ale někteří vyjádřili potřebu úprav v některých oblastech.

Z těchto zjištění vyplývá značná diverzita v přípravě a zkušenostech studentů s chemickými výpočty a v jejich potřebách během přechodu na vysokoškolské studium. Zdá se, že úspěch ve studiu chemie na vysoké škole je silně ovlivněn jak předchozí přípravou studentů na střední škole, tak jejich schopností adaptovat se na nové akademické prostředí a samostatnější formu studia. Důkladné pochopení a praxe v chemických výpočtech již na střední škole se jeví jako klíčové pro zvládnutí požadavků vysokoškolského studia. Stejně tak podpora kvalitních či interaktivních zdrojů může studentům přechod ulehčit.

Poznatky týkající se vnímání a využívání e-booku jako studijního zdroje zdůrazňují potřebu přizpůsobit výukové materiály rozličným učebním stylům a znalostem studentů. Přestože většina studentů považovala e-book za užitečný, existuje prostor pro jeho zlepšení.

## **2.6 Rozdělení výsledků rozhovorů podle úspěšnosti studentů v testech**

Jednotlivé výsledky rozhovorů se studenty se lišily primárně podle toho, jak úspěšný byl student při řešení chemických výpočtů v pretestech a postestech a jak přišel připraven ze střední školy. Jak již bylo zmíněno výše, do výzkumu byli zařazeni studenti ze třech různých úrovní řešitelů pretestu na chemické výpočty. Z každé kategorie byli zvoleni 3-4 studenti, kterým byl poskytnut e-book ke studiu chemických výpočtů a následně s nimi byl proveden rozhovor.

Jejich odpovědi s mírou využívání e-booku a jeho obtížností se výrazně lišily. Kromě toho, že se velmi výrazně lišila jejich připravenost ze středních škol se i lišil jejich přístup k samotnému e-booku.

V tabulce 6 (výše) je přehled jednotlivých studentů s jejich výsledky v pretestu, hodnotou jistoty daného výpočtu a znalosti příkladů ze středních škol. Studenti, kteří byli zařazeni po pretestu do kategorie velmi úspěšných řešitelů a zároveň přišli ze střední školy dobře připraveni, brali e-book pouze jako doplňkový zdroj pro počítání, příklady z e-booku pro ně byly mnohdy spíše jednodušší a ocenily by ho doplnit o více složitějších, či různorodějších úloh. Dvě ze studentek uvedly, že by rozšířily počet příkladů u jednotlivých kapitol, konkrétně: „*přidala bych tam výpočty z chemických rovnic a víc koncentrace a objemový zlomek*“.

Studenti, kteří se ve výsledcích umístili na průměru, pak v rozhovorech uváděli, že jim podoba e-booku jako studijního materiálu vyhovuje, a že nemají problém s většinou příkladů z e-booku,

také u otázky jeho projití uváděli to, že ho prošli celý, i přes to, že se občas u nějakého příkladu zasekli déle. Celkovou úroveň obtížnosti materiálu hodnotila většina studentů jako dostačující pro jejich potřeby. Většina studentů uvedla, že jim vyhovovaly odstupňované příklady: „*Tak tam to bylo i odstupňovaný, ty nejlehčí, těžší a nejtěžší, což bylo fajn a myslím, že to tak i dopovídalo, že ty nejlehčí zabraly zpravidla pár sekund a ty nejtěžší, tam už se člověk musel zamyslet, co s tím bude dělat.*“

Oproti tomu skupina neúspěšných řešitelů, která zároveň přišla nejhůře připravena ze středních škol, pak v rozhovorech uváděla, že měli s podobou e-booku značný problém. Většinou se ani nedostali přes ty nejjednodušší příklady a často museli psát spolužákům o pomoc s výpočtem. Jedna ze studentek pak v rozhovoru uvedla, že ji přišlo, že by e-book mohl obsahovat více příkladů střední úrovně a pro jednu studentku byl celý obsah e-booku příliš náročný, jak uvedla: „*Já jsem měla problém už s tou první úrovní, takže pro mě to bylo všechno těžký, ale myslím si, že je to udělaný dobře, že začneš na těch lehčích příkladech a pak jdeš k těm těžším.*“ Ukazuje se tak potřeba více diferencovat úlohy a zařadit větší počet tak, aby kniha nabízela materiál pro všechny uživatele. Zároveň by skupina „nejméně úspěšných řešitelů“ ocenila, kdyby tipy v e-booku byly více propracované, nebo by zde byly zřetelněji uvedeny jednotlivé kroky postupu výpočtu, což v rozhovoru uvedla i studentka z „průměrných řešitelů“. U studentů, kteří mají problém s chemickými výpočty pak většinou tipy nebyly úplně nápomocné. Jak uvádí jeden student: „*U některých složitějších příkladů jsem ani z těch nápověd moc nevěděl, že ani ty někdy člověku moc nepomohly a ten postup mi tam u těch složitějších chyběl.*“

Za účelem zlepšení učebního procesu a podpory hlubšího porozumění chemických výpočtů je nezbytné přizpůsobit obsah a strukturu e-booku tak, aby reflektoval různé úrovně předchozího vzdělání a potřeby studentů.

## **2.7 Náměty na úpravu e-booku**

### ***Co studenti ocenili***

Studenti na e-booku vyzdvihovali řadu aspektů. Nejvíce si cenili jeho přehlednosti, díky které se snadno orientovali v materiálech a mohli efektivněji studovat. Důraz byl kladen na příklady, které byly rozděleny do různých úrovní obtížnosti a poskytovaly praktické situace, což studentům usnadňovalo porozumění složitějším konceptům postupným přístupem. Tento způsob učení umožňoval studentům pokročit ve vlastním tempu, což je motivovalo k dalšímu studiu.

Obzvláště užitečná byla podle nich teoretická část na začátku každé kapitoly, která studenty zavedla do kontextu daného tématu a připravila je na další informace obsažené v kapitole. Tato úvodní sekce studentům pomáhala lépe porozumět obsahu a lépe si ho zapamatovat.

### ***Co je potřeba více rozvinout***

Prvek, který studenti považovali za velmi přínosný a někteří by díky němu zvolili raději e-book místo tištěných skript, byli tipy. Odstupňované nápovědy, které studentům, dle úrovně, napověděly jak dál. Zde se nám dostalo několik odpovědí od méně zdatných studentů, že jim tipy u složitějších příkladů nepomohli a museli zadat chybný výsledek, aby se podívali na to, jak má vypadat postup. Zároveň zde tito studenti uvedli, že by pro ně bylo mnohem užitečnější, kdyby jednotlivé kroky v postupu byly odkrokovány i v řešení v e-booku. Studenti by tak mohli počítat vesměs samostatně a pokud by se v některém kroku zasekli, mohli by si pomocí konkrétního kroku v řešení pomoci. Studenty by to výrazněji motivovalo, jelikož by měli pocit, že většinu příkladu vypočítali sami a podpořilo by to jejich schopnost samostatně přistupovat k řešení podobných úloh.

### ***Co je potřeba vylepšit***

Prvním návrhem na vylepšení e-booku je rozšíření obsahu pro různé úrovně. Přesto, že většina studentů neměla s obsahem e-booku potíže, během rozhovorů dva studenti uvedli, že si někdy s e-bookem nevěděli rady ani na nejjednodušší úrovni. Tento závěr je podnětem o rozšíření e-booku o úvodní kapitolu pro začátečníky která by pomohla studentům, kteří se s chemií na střední škole tolik nesešli, získat pevný základ a připravit je na další studium. K této kapitole by mohlo být přidruženo pár základních úloh, aby si studenti „osahali“ princip řešení chemických výpočtů a následně pak mohli v práci s e-bookem pokračovat. Pro pokročilé studenty by naopak bylo prospěšné zařadit kapitoly navíc, ve kterých studenti naleznou informace o chemických výpočtech, které například nevychází s analýz ŠVP. Někteří studenti zde zmiňovali například součin rozpustnosti, Gibbsovu energii, či úlohy z termodynamiky.

Dalším návrhem na vylepšení e-booku bylo grafické rozlišení úrovní obtížnosti. Zde by jasnější grafické rozlišení úrovní obtížnosti pomohlo studentům efektivněji navigovat materiálem a usnadnilo by jim rozhodování o tom, které úlohy řešit v závislosti na jejich aktuální úrovni pochopení. Použití barev, ikon, nebo symbolů by mohlo na první pohled naznačit obtížnost úloh a podpořit tak studenty v samostatném učení.

Problematika e-booku kterou zmínila polovina dotazovaných studentů se týkala zaokrouhlování a platných číslic ve výsledcích. Specifikace pravidel zaokrouhlování a počtu platných číslic je

nezbytná pro jednoznačné a správné řešení chemických výpočtů. Zahrnutí jasného vysvětlení těchto pravidel, doplněné o příklady a cvičení, by studentům poskytlo potřebné návody pro přesné a konzistentní řešení úloh. Použijí zde přímo návrh jedné studentky, která v rozhovoru uvedla, že by na začátek e-booku dala přehlednou tabulku jak v rámci e-booku zaokrouhlovat, aby zde nedošlo k nějakým miskoncepcím.

Implementací těchto návrhů by se e-book stal komplexnějším a uživatelsky přívětivějším nástrojem, který by lépe odpovídal individuálním potřebám studentů a podpořil by jejich úspěch v oblasti chemických výpočtů.

### 3 Závěr

Předložená diplomová práce se zabývala ověřením efektivity adaptativního e-booku v kurzu „*Úvod do studia chemie*“ realizované v zimním semestru 2023/2024 na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy. V úvodní části této práce je pozornost věnována zařazení chemických výpočtů do kurikulárních dokumentů, jakými jsou rámcové vzdělávací programy (RVP) a školní vzdělávací programy (ŠVP). Vzhledem k tomu, že z RVP nelze přímo odvodit konkrétní učební obsah, další analýza se zaměřila na vybrané ŠVP a učebnice určené pro střední školy. Zvláště v těchto dokumentech a materiálech lze identifikovat zamýšlené kurikulum, které se nejvíce přibližuje skutečnému obsahu ve výuce (Rusek et al., 2021). Z provedené analýzy učebnic a ŠVP vyplývá, že studenti přicházející na vysoké školy by měli mít alespoň základní znalosti ve všech prozkoumaných oblastech, včetně vyčíslování chemických rovnic a výpočtů z nich, výpočtů pH a dalších souvisejících výpočtů. Na druhou stranu, o stavové rovnici plynu se v žádné z analyzovaných ŠVP nezmiňuje.

Hlavním cílem této práce bylo ověřit efektivitu adaptivního e-booku na chemické výpočty v kurzu „*Úvod do studia chemie*“. Tento e-book byl poskytnut části studentů z tohoto kurzu. Z celkového počtu 10 studentů byli vybráni na základě pretestu a zahrnovali velmi úspěšné, průměrné a neúspěšné řešitele.

V rámci této diplomové práce byl proveden rozsáhlý výzkum zaměřený na zjištění efektivity adaptivního e-booku pro podporu výuky chemických výpočtů mezi studenty prvního ročníku bakalářského studia chemie. Výsledky pretestů a posttestů ukázaly, že adaptivní e-book měl pozitivní vliv na výsledky studentů v oblasti chemických výpočtů. Analýza rozhovorů s účastníky výzkumu poskytla hlubší pohled na jejich studijní zkušenosti, postoje k využívaným vzdělávacím materiálům a jejich schopnost zvládat chemické výpočty. Tento nástroj jim poskytl strukturované a interaktivní prostředí pro procvičování a získávání nových znalostí. Díky adaptivnímu charakteru e-booku mohli studenti pracovat na úlohách odpovídajících jejich individuální úrovni znalostí a postupně si osvojovat složitější koncepty.

Rozhovory s účastníky odhalily, že studenti vnímají e-book jako cenný zdroj informací a oporu při studiu. Pozitivně hodnotili jeho strukturu, obsahové uspořádání i možnost interaktivního procvičování. Významnou roli hrály také tipy, které studentům umožnily lépe pochopit, jak přistupovat k jednotlivým úlohám.

Studenti také vyjádřili potřebu dalších doplňků, jako jsou grafické prvky, zařazení tabulek pro zaokrouhlování, větší rozpracování jednotlivých kategorií e-booku či podrobnější tipy a odkrokování řešení příkladů. Tato zpětná vazba je pro autory e-booku cenná, neboť naznačuje směry, jakými by se měl adaptivní e-book dále vyvíjet, aby ještě lépe vyhovoval potřebám studentů.

Z výzkumu je zřejmé, že adaptivní e-book je efektivním nástrojem pro podporu výuky chemických výpočtů a přispívá k lepšímu porozumění a zvládnutí této náročné části chemického vzdělávání. Zároveň je však důležité, aby byl tento nástroj průběžně aktualizován a rozšiřován o nové prvky na základě zpětné vazby od studentů, což umožní zachovat jeho efektivitu.

Tento výzkum, zaměřený na ověření efektivity adaptivního e-booku na chemické výpočty, přináší cenné poznatky, avšak setkává se s několika omezeními. Prvním a zásadním omezením je relativně malý počet účastníků výzkumu. Vzorek deseti studentů, i když pečlivě vybraný napříč spektrem výsledků pretestu, nemusí poskytovat dostatečně komplexní data pro širší populaci studentů. Toto omezení může ovlivnit generalizovatelnost zjištění na celou studentskou populaci a může ztížit identifikaci všech potenciálních výhod či nevýhod používání adaptivního e-booku v kurzu. Tato studie poskytla cenné poznatky, avšak je důležité vzít v úvahu, že i ti studenti, kteří nebyli přímo zařazeni do výzkumu, věnovali čas plnění domácích úkolů. Tento fakt představuje potenciální omezení studie, neboť nebylo zohledněno rovnoměrné časové úsilí všech studentů. Diskuse o této problematice je zásadní, neboť může nabídnout hlubší vhled do motivace a zapojení studentů ve vzdělávacím procesu. Pokud studenti, kteří nebyli součástí studie, věnovali domácím úkolům podstatně více času, může to naznačovat, že je dané téma zaujalo a projeví větší zájem o problematiku.

Výzkum se také nezabýval podrobně individuálními učebními styly studentů a jejich předchozími zkušenostmi s elektronickými učebními materiály, což může ovlivnit, jak efektivně mohou studenti adaptivní e-book využívat. Různorodost ve způsobech učení a předchozí expozice technologickým nástrojům mohou významně ovlivnit, jak studenti materiál přijímají a jak úspěšní jsou při jeho využívání. Přestože rozhovory s účastníky poskytly cenný vhled do jejich zkušeností a vnímání e-booku, subjektivní povaha těchto dat může vést k určité míře zkreslení. Studenti mohou být například náchylnější k vyjádření pozitivních postojů vůči nástroji, který jim byl poskytnut zdarma nebo jako součást výuky, což může ovlivnit objektivitu jejich odpovědí.

Navzdory těmto omezením, výzkum představuje důležitý krok k pochopení potenciálu adaptivních e-booků v chemickém vzdělávání. Pro hlubší pochopení efektivity a možných vylepšení adaptivního e-booku by bylo prospěšné provést další studie s větším počtem účastníků a podrobněji zkoumat vliv individuálních učebních preferencí a předchozích zkušeností s technologiemi na úspěch studentů.



## Literatura

Bělohoubková, K. (2022). Chemické pokusy jako prostředky výuky vybraných chemických výpočtů na SŠ [Bakalářská práce]. Univerzita Karlova.

Benešová, M., & Satrapová, H. (2002). Odmaturuj z chemie (1. Vydání). Didaktis, spol. s.r.o.

Bergqvist, A., & Chang Rundgren, S.-N. (2017). The influence of textbooks on teachers' knowledge of chemical bonding representations relative to students' difficulties understanding. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 215–237.

Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press.

Budínová, M. I., & Vaňková, B. B. (2017). Využití matematických výpočtů v učivu chemie na ZŠ.

Creswell, J. W. (2009). *Research designs. Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

Dobbs, V. (2008). Comparing student achievement in the problem-based learning classroom and traditional teaching methods classroom.

Flemr, V., & Holečková, E. (2001). Úlohy z názvosloví a chemických výpočtů v anorganické chemii (Vyd. 4., přeprac. a opr). *Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta chemické technologie*.

Frolíková, M. (2021). Schopnost nastupujících studentů učitelství provádět chemické výpočty [Diplomová práce].

Gabel, D. L., Sherwood, R. D., & Enochs, L. (1984). Problem-solving skills of high school chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(2), 221–233.

Gavora, P. (2000). *Úvod do pedagogického vzkumu*.

Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A.-T., Gorski, H., & Tudorache, P. (2023). Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review. *Education Sciences*, 13(12), 1216.

Gymnázium Dr. Antona Randy, Jablonec nad Nisou, příspěvková organizace. (2018). Školní vzdělávací program – Osmileté všeobecné gymnázium. <https://randovka.cz/skola/skolni-vzdelavaci-program/>

Gymnázium Dr. Emila Holuba, Holice, Na Mušce 1110. (2016). Školní vzdělávací program HOLUB.

<https://www.gyholi.cz/files/uploads/Dokumenty%20ke%20sta%C5%BEn%C3%AD/SVP2016.pdf>

Gymnázium, Jablonec nad Nisou, U Balvanu 16. (2007). Školní vzdělávací program pro čtyřleté gymnázium, obor vzdělání 79-41-K/41. [https://www.gymjbc.cz/wp-content/uploads/2020/11/SVP\\_4G.pdf](https://www.gymjbc.cz/wp-content/uploads/2020/11/SVP_4G.pdf)

Gymnázium Na Pražačce, Praha 3, Nad Ohradou 23. (2015). Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání. <https://www.gymnazium-prazacka.cz/svp>

Gymnázium, Praha 9, Chodovická 2250. (2009). Chléb a hry- ŠVP GV. [https://gymnchod.cz/wp-content/uploads/2022/09/SVP\\_G2\\_aktualizace\\_2020-21\\_1-Oprava-02-07-2022.pdf](https://gymnchod.cz/wp-content/uploads/2022/09/SVP_G2_aktualizace_2020-21_1-Oprava-02-07-2022.pdf)

Gymnázium Václava Hraběte, Hořovice, Jiráskova 617. (2022). ŠVP 2022 „Tradice i otevřenost“.

[https://drive.google.com/drive/folders/0B0O4\\_BDXnk3aZEpSTFpBTTZYd1E?resourcekey=0-j2KBPFItH9bBEqp5Z8lNKQ](https://drive.google.com/drive/folders/0B0O4_BDXnk3aZEpSTFpBTTZYd1E?resourcekey=0-j2KBPFItH9bBEqp5Z8lNKQ)

Hendl, J. (2006). Kvalitativní výzkum v pedagogice. 5(7).

Horáková, A. (2021). Efektivita uplatnění principu převrácené třídy v kurzu Chemické výpočty [Diplomová práce].

Huvarová, M. (2010). Nejpoužívanější středoškolské učebnice chemie na gymnáziích. Bakalářská práce. Olomouc: UP.

Jagodziński, P., & Wolski, R. (2009). 3.2 Chemistry experiment and modern multimedia technologies. interaction of real and virtual environment in early science education: tradition and challenges, 26.

Johnstone, A. (2001). Can problem solving be taught. *University Chemistry Education*, 5(2), 69–73.

- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75–83.
- Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of chemical education*, 87(1), 22–29.
- Klečka, M. (2011). *Teorie a praxe tvorby učebnic chemie pro střední školy*.
- Křížek, M., & Šíma, J. (2015). *Analytická chemie*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing*. sage.
- Mareček, A., & Honza, J. (1998a). *Chemie pro čtyřletá gymnázia*. Nakladatelství Olomouc.
- Mareček, A., & Honza, J. (1998b). *Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. Díl*. Nakladatelství Olomouc.
- Mareček, A., & Honza, J. (2000). *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. Díl (1.)*. Nakladatelství Olomouc.
- Mareček, A., & Honza, J. (2001). *Chemie: Sbíрка příkladů: Pro studenty středních škol*. Proton.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage.
- MŠMT. (2007). RVP G. [https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2020/08/RVPG-2007-07\\_final.pdf](https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2020/08/RVPG-2007-07_final.pdf)
- MŠMT. (2020). RVP SOV. <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-stredniho-odborneho-vzdelavani-rvp-sov/>
- Mladá Boleslav , Palackého 191/1. (2007). Školní vzdělávací program gymnázia. <https://www.g8mb.cz/upload/pages/SVP.pdf>
- Mynbayeva, A., Sadvakassova, Z., & Akshalova, B. (2018). Pedagogy of the twenty-first century: Innovative teaching methods. *New pedagogical challenges in the 21st century. Contributions of research in education*, 7, 564–578.
- NÚV – Národní ústav pro vzdělávání. (2011). *Rámcové vzdělávací programy*. <http://www.nuv.cz/t/rvp>

- Obrátil, Vilém., & Sáblík, Leoš. (2018a). Chemie pro spolužáky. Obecná chemie II. (1. vydání). ProSpolužáky.cz s.r.o.
- Obrátil, Vilém., & Sáblík, Leoš. (2018b). Chemie pro spolužáky—Obecná chemie I. ProSpolužáky.cz s.r.o.
- Obruča, B. A. (2022). Motivační výpočtové úlohy pro výuku chemie na SŠ.
- Olakanmi, E. E. (2017). The effects of a flipped classroom model of instruction on students' performance and attitudes towards chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 127–137.
- Pachmann, E. (1986). Speciální didaktika chemie. Státní pedagogické nakladatelství.
- Pachmann, E., & Hofmann, V. (1981). Obecná didaktika chemie. SPN.
- Režňák, J. (2019). Chemické výpočty v kontextu reálného života na základní a střední škole.
- Rusek, M. (2013). Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in educatione*, 4(1), 33–47.
- Rusek, M., & Škoda, J. (2014). Jak vnímají žáci jednotlivá témata z učiva chemie. *Biologie, chemie, zeměpis*23, 1, 24–28.
- Rusek, M., Machková, V., Koperová, D., Bártová, I., Sirotek, V., & Štrofová, J. (2024). Rozsah a zpracování tématu chemických výpočtů v učebnicích chemie pro střední školy. v *recenzním řízení*.
- Rusek, M., Tóthová, M., Vojíř, K., & Chroustová, K. (2021). Adaptivní e-book pro podporu výuky chemických výpočtů principem převrácené třídy. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. <https://cuni.futurebooks.cz/book/adaptivni-e-book-pro-podporu-vyuky-chemickych-vypoctu-principem-prevracene-tridy-2/?/impressum/>
- Rusek, M., Vojíř, K., & Chroustová, K. (2021). An Investigation into Freshman Chemistry Teacher Students' Difficulty in Performing Chemistry Calculations (s. 61–68).
- Rychtera, J., Bílek, M., Bártová, I., Chroustová, K., Kolář, K., Machková, V., Sloup, R., Šmídl, M., Štrofová, J., & Votrubcová, Š. (2019). Kritická místa kurikula chemie na 2. Stupni základní školy I.

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.

Sirotek, V., & Karliček, J. (2005). *Chemické výpočty a názvosloví anorganických látek*. Západočeská univerzita v Plzni.

SIS - předmět úvod do studia chemie. (2023). Studijní informační systém- předmět úvod do studia chemie.  
<https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?id=a37cff36f18007adf264b54787bec16a&tid=&do=predmet&kod=OKBE4E011A>

SIS-předmět obecná chemie. (2024). Studijní informační systém- předmět obecná chemie.  
<https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?id=a37cff36f18007adf264b54787bec16a&tid=&do=predmet&kod=OPBE4E012A>

Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická, Příbram I, Jiráskovy sady 113. (2011). Školní vzdělávací program Zdravotnické lyceum RVP: 78- 42- M / 04.  
<https://szs.pb.cz/dokumenty/>

Střední zdravotnická škola Praha 10. (2011). Školní vzdělávací program obor Zdravotnické lyceum.

Šrámek, V., & Kosina, L. (1992). *Přehled středoškolského učiva chemie II*. Orfeus.

Švaříček, R., & Šedřová, K. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. PORTÁL s.r.o.

Trnová, E. (2010). *Chemické výpočty ve školních vzdělávacích programech*.

Vacík, J., Barthová, J., Pacák, V., Strauch, B., Svobodová, M., & Zemánek, F. (1995). *Přehled středoškolské chemie* (3. vyd.). SPN.

Vojří, K., & Rusek, M. (2021). Preferred chemistry curriculum perspective: Teachers' perception of lower-secondary school textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 20(2), 316.

Vojří, K., & Rusek, M. (2022). Of teachers and textbooks: Lower secondary teachers' perceived importance and use of chemistry textbook components. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(4), 786–798.

VOŠ, G, SPŠ a SOŠ Podskalská. (2022). Školní vzdělávací program: Analýza potravin.

Výzkumný ústav pedagogický v Praze. (2007). RVP G. Výzkumný ústav pedagogický v Praze.

<https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-progymnazia-rvp-g>

## **Seznam příloh**

**Příloha č.1- přepisy rozhovorů**

## **Příloha č.1- přepisy rozhovorů**

### **Student č. 1**

**Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

Já si nemyslím, že jsem na tom byla nějak extra špatně, ale určitě to nebylo perfektní. Vzhledem k tomu, že já jsem vlastně vyšla střední školu před rokem a pak jsem nastoupila na vysokou školu chemicko-technologickou, tak je to už takový jako zkreslený tím rokem na tý VŠCHT.

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

No tak já si myslím, že obecně moje gymnázium, když to teďka zpětně porovnáám třeba se spolužáky, co chodí se mnou teďka do třídy, tak si myslím, že jsem na tom docela dobře, že jsme měli takovou učitelku, která tomu fakt věnovala energii. Přestože jsem jako musela ještě trochu zabrat sama v některých oblastech tak si nemyslím, že bych s tím měla nějaký extra problémy, kdybych se to učila přímo při tom studiu.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

No právě, jak jsi říkala, tak my jsme se tomu víc věnovali v tom prváku a potom maturanti z chemie u nás měli chemický seminář a tam se dělalo právě to, v čem jsme si nebyli jistí, což byly právě ty výpočty. Takže ty jsme tam fakt jako šrotili na tu na tu maturitu.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Na tom semináři jsme jeli prakticky jen výpočty, abychom to všechno pochopili a příklady byly mix.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Přišla mě obtížnost kurzu podobná, jako u nás na střední škole bych řekla.

**Jak byste zhodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**



Já si myslím, že je to právě tím, že jsme ty příklady hodně dělali na tom semináři na střední plus ještě ta výška. Takže mě to nějak extra nepřekvapilo, když jsem se do toho pak jako vrátila zpátky. Protože přes prázdniny já jsem nepočítala skoro vůbec jako nic. Takže, když jsem do toho byla hozená, přitom vstupním testu, tak mě trošku jako něco překvapilo. Pak bych řekla, že jsem jako u toho výstupního najela zpátky do toho režimu. A že to nebylo tak obtížné pro mě, jako to bylo obtížné pro ostatní studenty.

Ten typ příkladů mě byl známý, ale právě jak jsem z toho vyjela přes ty prázdniny, tak mi to dělalo trochu problém. Hodnotila bych ho 2-3.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

Zaprvé porozumění zadání, protože já nečtu, jakmile tam je hodně textu, tak já se v tom mám potížit zorientovat. Potom, když jsou tam nějaké obtížnější úlohy, kde je to kognitivně náročnější tak nějak často míchám hodně věcí dohromady a počítám věci složitěji, než bych je mohla počítat.

Snažila jsem se na tom pracovat. Hlavně jsem třeba konzultovala příklady s ostatními spolužákama ve třídě. My máme i jako docela vstřícného cvičícího, takže když jsem něco potřebovala, nebyl problém.

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Jak jsem z toho vypadla, tak největší strach mi nahánělo právě pH a koncentrace roztoku. Jakmile jsem se do toho dostala zpátky, tak už mě to nepřišlo tak hrozný. Ale určitě se to jako nejvíc zapomíná.

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

Takhle na přípravu na ten zápočtový test. Já jsem už nepočítala, protože já jsem propočítala ten e-book a propočítala jsem ty úkoly, co jsme dostali od cvičícího. Čistého času tak den.

**Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Skripta jsem nepoužila, hodně jsme právě konzultovali s jedním spolužákem ještě a dost jsem čerpala právě ze znalostí ze střední a z VŠCHT.

**Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Prosím tě určitě mě pomohl se jako zorientovat v tom, jaké okruhy by v tom závěrečném testu mohly být. Potom se tam dokonce jeden příklad z e-booku objevil. Ano obecně, já jsem to brala právě jako procvičení ještě dodatečný na ten test.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

No mně se hodně líbí, že je před každou kapitolou ta teorie. Že do toho nejsem hozená jenom tak. Uspořádanost mi takhle přijde OK. Já mezi jednotlivými tématy nevidím příliš korelaci, třeba jako hmotnostní zlomek a pH. Úplně si to nedokážu spojit, takže já ty témata jsem prostě jela jedno po druhém.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Jedna věc, co mě tam chyběla je hodně konkrétní a to je objemová kontrakce. To si myslím, že nám ani v průběhu učiva jako nikdo příliš nezmínil. Já jsem se právě snažila v tom závěrečném testu ji tam nějak najít a použít a úplně mi to nešlo. Já jsem měla jsem trošku pocit, že se té kontrakci snaží i cvičící vyhnout

**Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Ze začátku mi to přešlo ty úvodní kapitoly, takový lehčí. Potom v dalších kapitolách si myslím, že se již užívali trošku obtížnější příklady. Jako všechno se nějak dalo zvládnout. Co mě hodně pak dělalo problém už na konci, těch posledních pár výpočtů z chemických rovnic.

**Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Přiznám se mně to nepřijde důležitý, protože když potřebuju, tak si to dokážu představit sama.

**Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

V těch prvních kapitolách mně přišlo méně úloh než u těch pozdějších potom. Že tam jich bývalo u těch prvních nějakých osm. To na konci jich bylo obecně víc a nebo i delší. Že tam bylo víc věcí na vypočítání i třeba v té jedné úloze.

**Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Určitě bych ho doporučila v tom smyslu, že je to zase další materiál na procvičení plus mě přijde přehlednější jak je tam nejdřív ta teorie a potom ty úkoly. Je super, že to není jako teorie

kousek potom jeden příklad, potom zase další kousek teorie. Tak jsou většinou jako koncipované učebnice a je to takový hodně přeskakování.

**Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Přišlo mi fajn, že tam byly lehké úlohy i ty těžké, ale přidala bych nějaké těžší úlohy i do těch prvních kapitol.

**Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

Líbila by se mi větší různorodost v řešení (vybírání, řazení). To není takový monotónní, jako psaní výsledků.

**Co se Vám na e-booku líbilo?**

Přehlednost určitě! A bylo fajn, že byla zmíněná ta teorie na začátku, že jsem nebyla rovnou hozená do vody prostě a plavej. A prostě vlastně, já jsem to brala jako další zdroj procvičování, teda ten test.

**Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Určitě platný číslice. A výsledky na nějaký přepočet platných číslic, protože tam se to hodně lišilo v tom zadávání, že občas to tam nechtělo zaokrouhlit na desetinná místa, občas to chtělo zaokrouhlit na tisíce. Přejde mi to jako docela důležitý koncept pro přípravu na nějakou další práci s těmi počty v laboratoři. Pokud budu počítat s nějakým větším množstvím, třeba 10 gramů, tak tam asi problém nebude, ale u těch malých navážek si myslím, že to tam hraje docela velkou roli.

## **Student č. 2**

**Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

Dobře. Já jsem maturoval z chemie, konkrétně tam byla oblast analytické a fyzikální chemie, kde to byly vlastně jen ty výpočty a z toho jsem měl jedničku a pak mi ty výpočty i vylepšily celkový průměr z té maturity.

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

Já osobně jo, jediný s čím mám problém, je součin rozpustnosti, ale ten teď v tom e-booku ani nebyl, ale pak když tam je víc těch mocnin, nebo odmocnin, tak mám občas problém to vyjádřit.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

Jako prakticky všechno, co bylo v e-booku jsme probrali, možná i trochu navíc. Celou dobu, od prvního roku až po poslední, ve třetíáku jsme měli fyzikální chemii, která na ty výpočty byla zaměřená jako trošičku ještě víc.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Vlastně, když to porovnáám k tomu e-booku, tak to spíš byly takový jako úlohy typu co prostě pozná člověk v laborkách. Jak třeba byla v e-booku ta úloha s tím azidem sodným, tak takovou podobnou jsme neřešili. Takže jsme řešili spíš něco ve stylu, že máme nějakou reakci, máme připravit nějaký roztoky na to a potom následně třeba máme počítat, kolik získáme teda toho finálního produktu z toho, co máme.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Přišlo mi to jednoduché, já jsem teď rok studoval na VŠCHT a tam to bylo těžší, ale zase ne o moc.

**Jak byste zhodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

Jednička, byl velmi snadný.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

Asi si občas špatně přečtu zadání, taková klasika je, to bylo i ve vstupním testu, že tam byli hektolitry a já to četl jako litry. Procházím ty úkoly furt dokola, abych se lépe orientoval v tom textu.

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Ten součin rozpustnosti a jinak asi ne.

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

Třeba na ty výpočty jsem se vůbec neučil, prošel jsem si to třeba hodinu před testem narychlo a jinak to moc neřešil.

**Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Já mám starý skripta z VŠCHT, potom jsem v moodlu objevil taky nějaký skripta na výpočty a jinak od Kosiny používám sbírku. Kosina a Šrámek se to jmenuje, sbírka a je fajn, že tam jsou i reakce, že tam je i dost příkladů na procvičení.

**Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Asi ani tak ne, já jsem propočítal víc jak polovinu, ale přišlo mi to v pohodě, tak jsem to rychle prošel a třeba ty zajímavé úlohy jsem si zkusil.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

Jo, to jo, ale třeba mi na začátku chybělo jak mám zaokrouhlovat. Kdyby tam byl na začátku nějaký krátký odstavec, nebo tabulka řádů, tak by to bylo fajn, protože jsme to na tý střední vůbec neřešili a občas s tím mám problém.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Do toho úvodu bych asi nic nedoplňoval.

**Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Ze začátku mi to přešlo ty úvodní kapitoly, takový lehčí. Potom v dalších kapitolách si myslím, že se již užívali trochu obtížnější příklady. Jako všechno se nějak dalo zvládnout. Co mě hodně pak dělalo problém už na konci, těch posledních pár výpočtů z chemických rovnic.

**Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Mně přišlo ideální, že tam k těm úlohám byla teorie i to praktický využití, jak jsem třeba zmiňoval ten azid sodný, tak bylo fajn, že to tomu dává nějakou myšlenku, že to má nějaký i příběh a využití.

**Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Jo, to jo.

### **Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Asi jo, mně se osobně líbily ty tipy, kdy ty tipy byli otázky, což je velice užitečný, protože se člověk nad tím musí zamyslet a trochu ho to usměrní kam má jít a furt ho to nutí ho nad tím přemýšlet. A ty příklady jsou fajn, jak je na začátku ta teorie, že je jasně řečeno, jak se to počítá a je příjemný i to, že tam je i postup. Člověk si může projít i ten svůj postup a hledat, co měl špatně.

### **Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

K maturitě, na vysokou školu mi tam chyběli nějaký složitější věci, jako je molární zlomek. Ty základní výpočty jsou tam dostačující.

### **Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

Možná bych tam dal nějaký úvahový úlohy, kde člověk by nepočítal, jen třeba přemýšlel proč to tak je. I když je fakt, že ty úvahy jsou takový asi zbytečný pak pro tu práci, spíš třeba úvahy nad tím, proč jsem použil trojčlenku nebo tak a že víme, proč ten aparát tak funguje, tak třeba takovouhle úvahu.

### **Co se Vám na e-booku líbilo?**

Ty tipy, ty výsledky a rozepsané postupy a u posledního příkladu se mi líbil odkaz na excel, zase v tom azidu sodném (to je moje oblíbená úloha), že tam bylo doporučení na algoritmizaci v excelu a to bylo fajn, ta myšlenka těch automatizací výpočtů se může hodit.

### **Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Asi ne vyloženě chybí, ale u prvního příkladu u látkového množství jsem měl seřadit váhy a nebylo jasný, jestli vzestupně, nebo sestupně. Já jsem to vypočítal správně a seřadil naopak než to mělo být a měl jsem to špatně, ale to je asi tak všechno.

## **Student č. 3**

### **Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

Tak já úplně jako nevím, jestli mám to porovnání, ale já třeba osobně jsem z chemie vůbec nematurovala. Chemický výpočty jsme dělali v průběhu covidu a ta naše chemie tým byla hodně poznamenaná. Takže v porovnání s lidmi, který to dělali normálně ve škole nevím, jak jsem na tom. Jako zúčastnila jsem se i chemických olympiád a takových věcí a těm výpočtům jsme se s mojí chemikářku věnovala mnohem víc než v rámci hodin, protože jsem s ní měla i různé konzultace a takhle, takže bych řekla, že jsem asi na dobrý úrovni.

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

Tak určitě, já jsem teda byla na osmiletém gymplu, tak na tom čtyřletým úplně nevím, jak to bylo. Na gymplu jsme dostali učitelku, která byla opravdu fajn a snažila se ty výpočty dost dobře vysvětlit i fakt teda v těch konzultacích, jak jsem zmiňovala a myslím si, že mě asi jako připravila na to řešit různé ty příklady, co řešíme teď ale. Jen se mi zdá, že teď ta zadání, který dostaneme zní trochu jinak, než jsme dělali na střední, že tam to nebylo tak zdlouhavé.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

Tak nevím jako jaké všechny druhy různých výpočtů existují, ale určitě jsme se dotkli všeho, co jsme pak řešili tady jako na VŠ a i v té obecné chemii. Jakože úplně všech jsme se minimálně trochu dotkla na té střední. Že se mi nestalo, že bysme tady počítali něco, co jsem v životě neviděla.

Tak to si úplně nepamatuju, ale myslím si, že to bylo úplně na začátku. Což teda asi bylo v prváku, pak už v tom druháku, my jsme měli tedy chemii spíš anorganickou a organickou.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Vždycky nám ta naše učitelka vysvětlila nejdřív nějaký jako obecný princip třeba těch výpočtů, nebo jako nějaký „návod“ na to, jak třeba tu danou problematiku máme řešit, nevím, třeba pH. Pak nám prostě jenom zadávala příklady a počítali jsme no a často to i třeba zkoušela. Takže člověk se na to musel trochu i připravit, že každou hodinu bylo zkoušení a od někoho si to potom i vybrala a dala mu za to známku.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Já si myslím, že taky byl třeba rozdíl u nás na tom kurzu, takže máme dvě paralelky toho cvičení a že obtížnost každé té paralelky byla jinde. Takže úplně nevím, co má být jako to optimální, ale já jsem teda byla jakoby v té „těžší“ a nepřišlo mi, že bychom dělali složitější příklady než na té střední.

**Jak byste zhodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

No já už úplně nevím, jak jsem dopadla, myslím, že jsem měla nějak 50%. Jako nebylo to tím, že bych nevěděla, ani mi to nepřišlo těžký. Ale já jsem zrovna v tý hlavě, jak na to člověk nebyl připravenej vůbec, neměla srovnaný třeba ty vzorečky a tak. Takže kdybych viděla třeba alespoň ty vzorečky, tak se k tomu efektivnímu výsledku dostala. Přibližně jsem věděla, jak se to dělá, ale k tomu správnému výsledku jsem nedošla.

Hodnotila bych ho 2-3.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

No já ani jako nevím, asi tam není nějaký téma, který by vyloženě mi dělalo třeba větší problém než nějaký jiný, ale obecně asi nejtěžší je, když je to hodně komplexní. Třeba ty výpočty z rovnic, ne že bych tam udělala nějakou matematickou chybu to ne, ale spíš si tu rovnici třeba špatně napíšu a to to pokazí už na začátku.

Snažila jsem se zopakovat nějaký třeba rovnice, že nesmím zapomenout, že někdy tam ten atom dávám dvakrát.

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Ono už se zdá, že třeba my počítáme i ty příklady, že se tam prolíná i víc věcí jako naráz, takže asi jako konkrétní to téma asi nejde říct. Možná nejtěžší jsou ty příklady z těch chemických rovnic, protože tam člověk musí udělat víc těch jako úvah zároveň.

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

No, jestli jako se do příprav počítá jenom to, co bylo jako třeba mimo ty cvičení, tak my jsme měli docela dlouhý domácí úkol, který mi zabral asi jako hodně času, takže to asi můžu počítat jako tu přípravu, protože než jsem na to přišla na těch 35 výpočtů, tak to zabilo jako dost hodin



a pak ještě před zápočtem jsem počítala ten e-book. No tak použila jsem to přesně jako asi ten hlavní zdroj, protože jsem nevěděla pořádně jako z čeho jiného čerpat, než z toho e-booku a pak ještě to procházení těch úkolů a asi to stačilo, protože ten zápočet jsem jako udělala. Ale času jsem tomu věnovala docela dost.

### **Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Jak jsem říkala, tak ten e-book a ty úkoly, no a ještě jsem si třeba prošla ty příklady, co jsme dělali na tom cvičení, že jsem si říkala, že třeba se tam může pak objevit něco podobného.

### **Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Jojo, no já jsem právě pořádně jako nevěděla, co jiného použít, protože mě přišlo, že nám jako nebyly poskytnuté žádné jiné pomocné zdroje, ze kterých bysme třeba si mohli propočítat ty příklady, který by byly podobný. A myslím si, že nakonec třeba ty příklady z toho e-booku byly podobný, neříkám, že byly jako stejné, ale v některých jako oblastech byly dost podobně stavěny jako ty, co byly pak v tom zápočtu. Ta příprava jako probíhala tak, že jsem vlastně vypočítala celý ten e-book a myslím si, že mi to pomohlo hodně. A když jsem vypočítala jakoby všechny ty příklady, ale třeba jsem se tam sekla jenom o kousek, že to bylo třeba kvůli zaokrouhlování, nebo takhle, tak jsem to nechala pak už dál neřešila.

### **Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

Jo, určitě se mi asi líbí, jak se tam vždycky na začátku ta kapitola, kde se vysvětluje obecně ta problematika. A pak je dobře strukturovaný, že jsou na začátku lehčí příklady, že to člověka namotivuje, že to není hned od začátku úplně nejtěžší.

### **Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Obecně k tomu jako úvodu k těm příkladům si myslím, že tam byla asi úplně všechno, co člověk potřebuje.

### **Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Určitě tam jako byly i příklady, který byly těžší, ale jinak mi oproti zápočtu přišel jednodušší, je fakt, že pak třeba spolužáci co nedali ten první pokus začali ten e-book používat. Možná by to chtělo tam dát něco ještě i těžšího, třeba jako výzvu. Jo je ale pravda, že to působí trochu, takže na tom začátku je to hodně jako jednoduchý ty kapitoly a pak se to stupňuje hlavně u těch

rovníc. A myslím si, že by se občas hodilo něco víc napsat i do těch tipů, že když tam je u těch těžších příkladů třeba tip podívej se do návodu na první stránce, tak to člověku moc neřekne.

**Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

U příkladů to nepotřebuju.

**Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Asi mi to přijde dostatečný a přijde mi totiž, že je to hodně takový různorodý, že to není, jako že by všech těch třeba 9 příkladů z toho tématu byly úplně stejné, takže to je asi v pohodě.

**Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Já jsem to třeba doporučila i spolužačce, která s tím měla problém, s tím zápočtem, přijde mi super, jak je tam vždycky shrnutá ta teorie a i příklady v zápočtu byly podobné.

**Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Já si myslím, že pro tu naši úroveň je jako asi dostačující.

**Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

To podle mě to asi obsahuje fakt úplně všechno nepřijde mi, že by tam něco chybělo. Myslím, že jsem tam jen nenarazila na objemový zlomek, že ten by se tam hodil, to je taky jiný, než je třeba hmotnostní.

**Co se Vám na e-booku líbilo?**

Líbily se mi ty příklady, který tam měli vyloženě jako ten postup toho řešení, který dokázal prostě navést k tomu správnému řešení a pak taky, když člověk fakt nevěděl třeba u těch těžších příkladů, tak někdy ty tipy dost pomohly, že si to člověk jako uvědomil a pak se mi taky líbila ta stupňovitost příkladů.

**Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Jako ne asi že by mi tam vyloženě něco chybělo, ale někdy mi vadilo, že to má malou toleranci výsledků, že třeba člověk někde v průběhu jinak zaokrouhlil a už to prostě vyšlo trochu jinak a i když to bylo dobře, tak to vlastně bylo špatně. To bylo trochu demotivující.

## Student č. 4

**Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

Hodně podprůměrný, my jsme ve škole počítali maximálně  $n = \frac{m}{M}$  a to byl vrchol našich chemických výpočtů.

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

Myslím si, že spíš vůbec ne, že jsem se všechno naučila sama i na přijímačky na ped'ák.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

Tak počítali jsme to látkový množství a Avogadrova konstanta jsme věděli, co to je. Jinak jsme se výpočtům věnovali až na chemickém semináři.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Byly zadány přímo hodnoty, takže jsme tam měli, že  $n = 5$  no a měli jsme dopočítat zbytek, nebo jsme věděli, že máme 5 gramů oxidu železnatého a určit to látkové množství.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Myslel jsem si, že nemám šanci to zvládnout.

**Jak byste zhodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

Já bych dala tak dvojku, protože mě přišel jakoby docela v pohodě, ale vzhledem k tomu, že jsem 3 měsíce (už skoro 4 měsíce) nepočítala žádný výpočet. Jako kdybych o tom věděla, tak se podívám ten den na ty vzorečky, tak si myslím, že bych měla klidně i 8 nebo 7 z 10.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

Asi teď nevím, jak bych to přesně formulovala, ale takovýto, když máte vyjádřit céčko pomocí třeba třech vzorečeků a jako zkombinovat je a pak taky vyjadřování.

Nechala jsem si to vysvětlit od kamaráda ze druháku a pak určitě průběžný počítání, kdybych nepočítala průběžně, tak bych s tím měla problém.

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

pH

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

V průměru tak 3 až 4 hodiny týdně. Přes Vánoce jsem se tomu tolik asi nevěnovala, ale pak před zápočtem jsem musela víc, abych ho na ten druhý pokus udělala.

**Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Chemie je boží, a pak hlavně ten úkol co jsme měli zadanej a obecně počítání příkladů, ještě jsem měla k dispozici od kamarádky co počítají oni na obecné chemii.

**Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Jako k pochopení mi určitě pomohl, abych pochopila nějaký vlastně ty základní vztahy. Díky tomu jsem si taky řekla, že to se mnou není tak marný. K samotnému zápočtu pak tolik ne, protože mi přišlo, že ty příklady byli typově jiný a potřebovala jsem i jiný zdroj, tak jsem poprosila o to zadání z prvního zápočtu a to jsem počítala furt dokola.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

Určitě ano.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Já myslím, že tam bylo všechno, nic bych nedoplnila.

**Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Obecně, když člověk pochopil ten princip, tak mi to přišlo pak už snadný a že by se některý ty příklady dali použít i na střední škole.

**Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Já jsem člověk, který moc ilustrací nebo grafů nepotřebuje a nevyhledává je a ani mi to nepomáhá. Takže bych řekla, že to že to tam není je jedno, že by mi to stejně napomohlo.

**Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Jo za mě jo, já spočetla tak půlku.

**Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Ano já bych to doporučila, především na začátek pro ty, který jsou v chemii stejně ztracený jak já. Takže začátek určitě, pak je podle mě potřeba si procvičit i jiné styl příkladů, že tady byly všechny dost psaný jedním stylem.

**Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Někdy to bylo formulovaný na jedno brdo a zas tak těžký mi nepřišli.

**Dostala si se k výpočtům z chemických rovnic, nebo k příkladu s azidem sodným? Ty už jsou poměrně náročné.**

Jo, tak k tomu jsem se asi nedostala.

**Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

Já bych tam přidala víc slovních úloh.

**Aha, máš pocit, že tam bylo málo slovních úloh?**

No nevím, jestli jsi viděla ten zápočet, ale tam bylo dost slovních úloh, kde bylo spousta omáčky okolo a člověk pomalu nevěděl co po něm ostatní chtějí.

**Zrovna tahle úloha má zadání skoro na stránku a jsou tu dost podobně dlouhé.**

Jo, to jo no. Já to asi formulovala špatně. Myslela jsem to tak, že to byla úplně jiná formulace, než byla v tom zápočtovém testu, kde jsem moc nevěděla, co se po mně vlastně chce a jak to mám vyřešit.

**Co se Vám na e-booku líbilo?**

Asi ta struktura, přehlednost a jasnost. Člověk prostě si to na začátku prošel a nebyl v tom tak ztracený. Bylo tam dost příkladů na procvičení a taky to, že mi to dodalo sebevědomí.

**Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Řekla bych ten stejný styl zadávání u všech příkladů mi vadil, ale jinak je to dobrá pomůcka určitě na začátku. Pro ty, kdo měli stejný problém jako já, že ty výpočty nezvládal a byla jsem v těch hodinách fakt ztracená.

## **Student č. 5**

**Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

No, já musím říct, že vzhledem k tomu, že jsme měli chemický výpočty i v rámci maturity a já jsem maturoval z chemie, tak i ta moje příprava k maturitě byla dost obsáhlá, co se výpočtů týče a naše škola v tomhle ohledu na to byla docela dobře připravená, takže nám poskytla různé materiály a všechno šlo hladce a ani na VŠ jsem nenarazil na nějaký problém. Co se týče tý samotný výuky, tak jsme těm výpočtům věnovali asi víc, než jinde na školách, co jsem tak slyšel a přijde mi, že jsem schopnej ty výpočty použít i po logický stránce. Že nám nehodili jen veličiny a vztahy mezi nima, ale že nám vlastně vysvětlili i to, co se tam v pozadí děje a člověk pak byl díky tomu schopný nad tím uvažovat.

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

Určitě ano.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

Já jsem chodil na víceleté gymnázium, takže jsme měli tu chemii vlastně asi o rok dřív než na běžných základkách a vím, že se výpočty začínaly hnedka z kraje v rámci jakoby té základní školy, to znamená v rámci té střední škole, i když vlastně jsme pokračovali ve stejném kolektivu, takže určitě prvák a třeba vlastně pH se dělalo ještě speciálně, kdy jsme se o tom pH bavily, nebo třeba stavový rovnice, termodynamický zákony, ale když beru takový ty základní výpočty, tak určitě v prváku.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Bylo super, že nám nehodili jen veličiny a vztahy mezi nimi, ale že nám vlastně vysvětlili i to, co se tam v pozadí děje a člověk pak byl díky tomu schopný nad tím uvažovat. Úlohy vypadaly dost podobně, jak byli třeba v e-booku.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Tady se asi neshodneme s většinou, ale za mě to bylo přiměřený VŠ, bylo to náročnější než na střední, byla tam hromada rozšiřujících informací a dalších výpočtů. Najednou jsem zjistil, že vlastně třeba ta stavová rovnice je dimenzovaná jako na určitý hodnoty a pokud se do ní dosadí už něco jako nad rámec toho na co je stavěná, nebo třeba ta novince pro pH tak taky jako může vyjít třeba záporné pH, pokud se tam dosadí ty hodnoty a je to vlastně v pořádku, tak to jsem nevěděl. Co se týče tý obtížnosti, myslím si, že je důležitý mít k tomu ten logickéj aparát. Co se týče tý VŠ, tak spíš těch výpočtů je několik sérií za sebou, abychom se dopracovali ke konkrétnímu číslu. Na tý střední to bylo vyloženě jako, máme roztok, ten má nějakou hmotnost, nebo nějakou koncentraci vypočtete látkové množství. V podstatě šlo o nasazení do jednoho maximálně dvou vzorců, které na sebe navazují a tady je to tak, že máme veličiny, který v tom finálním třeba vůbec nejsou, ale musíme si z nich vyjádřit teda ty chybějící veličiny a dopočítat se. Takže co se týče náročnosti, myslím si, že to je spíš náročný po tý logický stránce vědět, co člověk má dělat, ale co se týče toho, že bych neznal třeba některý z těch výpočtů, tak to asi ne.

**Jak byste zhodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

Za mě spíš snadnej. Tak 2. spíš to bylo obtížný, že tam bylo víc těch navazujících vzorců na sebe, ale samo o sobě to těžký nebylo.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

Já musím říct, že mě fyzikála i výpočty dost baví, občas tam je problém, když někdo použije třeba místo molární hmotnosti slovo molarita, tím se to pak začne pro mě trochu komplikovat. Ale není to nic, co bych nezvládnul.

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Nebylo to součástí zápočtového testu, ale obecně termodynamika a nebo třeba odvození Gibbsovi energie, to už není rozsah střední školy a dělá mi to trochu problém. Z těch základních nic.

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

No, popravdě zase tolik ne, bylo to v řádu hodin, třeba tak 6 nebo 7.

**Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Určitě mi pomohl můj sešit, kde byli v podstatě vzorce za sebou a potom Odmaturuj z chemie, to je taky přehledně zpracované.

**Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Zcela upřímně, na mě to bylo textově strašně obsáhlý, na to, že já jsem potřeboval procvičit spíš ten matematický aparát. V tom vysvětlení bych pro sebe volil něco stručnějšího, na druhou stranu věřím, že pokud někdo ten základ nemá jako absolutně žádný, tak to potřebuje od začátku vysvětlit, takže to je tak 50/50. Já jsem si z toho udělal spíš výpisky pak jsem se učil hlavně z nich a procvičoval jsem si příklady.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

No mně přijde přehledný a hlavně se dá spolehnout na to, že je ten e-book určený pro ten obsah toho kurzu, i když jsem slyšel i jiné názory. Líbí se mi, jak to je rozčleněný tak, že jsou ty výpočty seřazený podle toho, že v těch složitějších potřebuješ třeba ty jednodušší, ta chronologie tam je super, a že na konci je pH a stavovka, tak to mi přijde dobře zvolené, že se začíná těmi jednoduššími příklady a také to, že je na začátku vždy vysvětlení a pak se teprve počítá.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Na můj vkus mnohdy až moc obsáhlý, ale to souvisí s tím, že jsme na střední měli ty výpočty dost rozsáhlé.

**Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Určitě jako celek lehčí než v zápočtu, že kdybych vzal ten zápočet, tak ty příklady z něj jsou srovnatelné s těmi nejtěžšími z e-booku, ale myslím si, že skvěle by to posloužilo někomu, kdo



by chtěl maturovat z chemie, nebo je na nějaké chemické střední. Na druhou stranu si myslím, že pro někoho, kdo je na VŠCHT by to bylo zase málo.

**Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Já bych ocenil graf u stavové rovnice na ty závislosti jednotlivých veličin. Třeba závislost grafu na teplotě.

**Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Za mě rozhodně.

**Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Určitě bych ho doporučil, hlavně kvůli tomu, že to není jako učebnice, kde máme v lepším případě zadání s výsledkem v tom horším jen zadání, ale líbí se mi, že tady člověk musí vyloženě napsat výsledek a dostane se mu nějakého ohodnocení, plus to správné řešení od začátku do konce a co mě přijde hrozně super jsou ty nápovědy. Protože někdy člověku chybí se jen logicky zamyslet, že je třeba v jeho kompetencích tu úlohu řešit, ale zároveň třeba nechápe z toho zadání, že mu chybí nějaké údaje, protože to v tom nevidí, nevyzná se v tom. Takže za mě ty nápovědy super.

**Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Určitě bych třeba i graficky znázornil třeba i tu úroveň toho příkladu, že by to pro mě bylo snadněji přijatelný, ale vím, že to je daný nadpis, že jsou například 3 příklady lehčí, 3 střední úroveň a 3 těžší. Na druhou stranu si myslím, že by vypadalo i pěkně a tomu e-booku by to slušelo, kdyby tam byli třeba hvězdičky u každého příkladu a bylo by to na nějaké škále. Za mě by to lépe vypadalo a i by to člověka motivovalo, že když by vypočítal vyloženě těžkej a povedl by se mu, že by mohl to kvantifikovat i podle obtížnosti. Myslím si, že tematicky zaměřená střední škola.

**Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

Maximálně grafy, nebo ty hvězdičky. Vizualně je to moc hezky zpracovaný, ale občas je to dost monotónní, že tomu chybí něco, čím by se to rozstřelilo, ať už barevně, nebo nějak tohle vylepšit.

### **Co se Vám na e-booku líbilo?**

Líbí se mi interaktivnost a nápovědy, to je hlavní důvod, proč bych zvolil e-book než tištěný skript.

### **Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Já myslím, že už tady všechno padlo, jako samozřejmě by se dalo rozšířit to portfolio příkladů, na druhou stranu mě to přijde dostačující, takže za mě to rozstřelit nějakým grafickým prvkem, ale jinak po tý textový stránce i po tý funkční mi to přijde moc hezky zpracovaný.

## **Student č. 6**

### **Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

Já jsem to měla trochu složitý, protože když jsme brali chemický výpočty, tak se nám měnili učitelé, do toho ta nová učitelka byla nemocná, takže jsme to měli spíš formou samostudia a snažila jsem se ty informace posbírat kde se dalo a v podstatě na maturitu, tam jsem se modlila, abych si to nevytáhla, protože jsem věděla, že nebudu schopná odmaturovat.

### **Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

Ne

### **V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

Byl to hodně malý rozsah, myslím, že s tou dvouhodinovou dotací týdně jsme to probrali asi za jeden týden a zbytek jsme si hledali sami.

Prvně to bylo ve druhém ročníku, ale to byla korona, takže jsme to měli online a pak ve čtvrtém ročníku jsme to měli na semináři.

### **Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Dost samostudia a příklady většinou tak, že máte zadané třeba látkové množství a dopočítejte zbytek.

### **Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Jako byl to pro mě celkem šok, jako ten přechod. Hlavně jsme byli rozdělení na dvě skupinky a porovnávali jsme, co která skupinka dělá a i to bylo dost jiný a obecně to bylo o dost těžší než na střední škole.

**Jak byste hodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

Pro mě byl těžký, já jsem člověk, co si špatně pamatuje vzorečky a konstatny.

Pro mě tak 5.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

Já osobně mám největší problém si z té slovní úlohy přeložit, co se po mně chce. Kdyby mi to dal někdo zadaný tak je to v pohodě, ale takhle je pro mě těžký to vyčíst z toho textu.

Samozřejmě tam byla domácí příprava i jsem měla doučování, ale pořád to nemám v hlavě zautomatizované, pořád nad tím musím dost přemýšlet.

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Stavová rovnice a pH.

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

Tak byla to hodina a půl ve škole a potom domácí příprava tak tři hodiny týdně, ale nestačilo mi to a asi by to chtělo víc.

**Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Byly to hodně YouTube tutoriály jako Khanova akademie, plus nějaký učebnice jsem měla a to doučování.

**Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Jo, poměrně jo, ta úroveň se mi zlepšila hodně. Ten e-book má ty typové úlohy které mi dělají problém.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

Jo, určitě jo, je to hezky uspořádaný.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Ne, já si myslím, že ta teorie je tam strašně hezky shrnutá a člověk si to tím strašně hezky zopakuje.

**Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Taková normální, tím, že tam byly ty příklady podle obtížnosti, tak to bylo ok.

**Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Ty bych možná přidala, ale asi mě nenapadá, kde konkrétně.

**Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Těch bych přidala, mně se líbí, jak je to rozdělené na obtížnosti, ale možná bych jich tam přidala ještě o něco víc.

**Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Já si myslím že jo, že má určitě cenu se na to podívat, že ta teorie dá člověku určitý přehled a na těch příkladech si to pak hezky procvičí, takže já bych ho určitě doporučila.

**Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Jo obsahuje, já bych řekla, že už ta střední škola, že by se tam člověk mohl podívat a pak určitě na tu vysokou to je dostatečný.

**Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

Já si myslím, že z výpočtů i teorie tam má člověk všechno co potřebuje a je to i hezky graficky zpracovaný.

**Co se Vám na e-booku líbilo?**

Já si myslím, že hlavně to propojení té teoretické a praktické části, pak hodně oceňuju ty tipy, které tam jsou, že když nevím, tak se nejdřív podívám, co mi radí a pak to zkusím ještě jednou sama.

**Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Asi jediný, tak bych rozšířila to množství příkladů na jednotlivá témata.

## **Student č. 7**

**Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

No, tak když jsem dokončil střední školu, tak já jsem vlastně neměl žádné problémy s chemickými výpočty, takže bych to hodnotil spíš kladně.

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

No, já to беру tak, že jsme měli na SŠ skvělou učitelku, která to i výborně vysvětlovala, takže mě díky ní ta chemie začala bavit, ale pak nastoupil na VŠ, ta jsem to jakoby chápal, protože nám to ta učitelka vysvětlovala jednodušeji, než to opravdu je, takže jsem si myslel, že jsem líp připravený, než tomu tak opravdu bylo.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

V rozsahu toho, co jsme dělali v kurzu, ale bylo to lehčí.

Já myslím, že jsme se tomu věnovali v prváku a pak hodně na semináři ve čtvrtáku.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Bylo to zadaný slovní úlohou, ale když to vezmu v porovnání i s tím e-bookem, tak to bylo vždycky jako mnohem jednodušeji zadaný, že člověk v pohodě pochopil, co má počítat a že většinou stačil jeden nebo dva vzorce a nemusel jich tam člověk kombinovat víc a jinak výuka probíhala tak, že to vždycky učitelka nadefinovala (třeba mol) a šli jsme vždycky od těch jednodušších po ty složitější.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

V té naší skupině to bylo jednodušší, spíš takové opáčko.

**Jak byste zhodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

No obtížný byl pro mě v tom, že byl hned po prázdninách a já jsem zapomněl ty vzorečky a jak to tam vlastně je, ale když jsem si to pak zpětně prošel v hlavě, tak tam nic tak složitého nebylo.

Tak 2-3.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

Hlavní bylo to, že jsem se k tomu musel dokopat si k tomu sednout a začít něco dělat, že to není krátkodobá záležitost, že by se to člověk naučil hned, ale že je potřeba u toho dýl sedět abych to všechno propočítal.

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Směšování roztoků a výpočty z chemických rovnic, tam když se špatně vytvoří ta rovnice, tak už to je celé špatně.

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

Samostatně jsem tomu věnoval asi 7 hodin, já jsem to vždycky vložil mezi něco.

**Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Sbírka úloh ze střední, z té jsem občas čerpal, ale ne úplně tolik

**Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Já myslím, že zpětně jo, já jsem dělal zápočet až na třetí pokus, a byl pak využitelný, ale musel jsem si k tomu dojít. Ale pomohlo mi to, že jsem si propočítal ty věci a byl to zdroj, ze kterého jsem se mohl učit.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

Já myslím, že všechno je to takový v pohodě, jen u těžších úloh nebylo vysvětlený úplně to řešení, že když mi to třeba nevyšlo, tak jsme nevěděli proč a musel to konzultovat s kamarádama.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Já si myslím, že ty informace, jak tam byli napsaný, tak to bylo pochopitelný a bylo to dobře napsaný.

### **Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Ze začátku ty první témata byly jednoduchý všechny, u toho pH to bylo taky v pohodě, u těch chemických rovnic ty poslední byli těžší a u směšování taky, tak jsem občas nevěděl.

### **Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Občas mi to chybělo u těch řešení, že když jsem nevěděl, tak tam by se mi možná něco hodilo.

### **Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Jako není to úplně jako knížka, že jich tam je prostě x.. ale jak tam byla od každý úrovně nějaká úloha, tak mi to přišlo v pohodě.

### **Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Tak určitě ano, protože tam byly rozepsané ty řešení, že to bylo strukturované, že se v tom člověk jako dobře vyzná, já bych ho doporučil.

### **Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Pro úplného začátečníka to není, ten podle mě vypočítá tu lehčí úroveň, ale ty těžší ne, tam byli některý víc vzorcový. Takže spíš pro vyšší znalost, ale úrovní tam bylo dost.

### **Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

Je to takový hezký modrý a modrá je taková poklidná barva, tak to se mi líbilo, jo a líbila se mi na začátku ta různorodost a že to vždycky mělo nějakou omáčku okolo.

### **Co se Vám na e-booku líbilo?**

Líbilo se mi, že to je digitální, že to není jak klasická knížka.

### **Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

U některých složitějších příkladů jsem ani z těch nápověd moc nevěděl, že ani ty někdy člověku moc nepomohly a ten postup mi tam u těch složitějších chyběl.

## **Student č. 8**

### **Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

Já jsem byla maturantkou z chemie, takže tam nějaká příprava musela být, u nás to bylo tak, že jsme měli pracovní listy, které obsahovaly jak názvosloví, tak i výpočty. Teď už to pro mě nebylo nic nového, vlastně jsem to všechno znala.

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

Když se na to podívám celkově, tak ty základy tam byly, takže připravila a já jsem i čekala, že to na VŠ bude těžší.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

Vlastně všemu co obsahoval e-book jsme se věnovali a věnovali jsme se i pH, což jsem posléze zjistila, že ne všichni spolužáci z VŠ ho dělali, ale u pH jsme dělali jen všeobecný přehled, že nám nikdo neřekl, proč to tak funguje.

Určitě v tom posledním, to bylo zaměřený už na maturitu.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Hodně podobné tomu, co bylo v tom e-booku, ale měli vždy jen jeden cíl, kterého jsme se museli dopočítat a ne, že tam navazovaly ty výpočty na sebe.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Já jsem měla po maturitě rok jazykovou školu, takže to byl pro mě velký šok, že jsem jako netušila, že jsem tohle mohla někdy vůbec počítat, ale jelikož jsme dostali dlouhý úkol, který jsem museli udělat, tak jak člověk furt počítal dokola, tak už si pak zase zvyknul a už mi to pak těžký nepřišlo. Myslím si, že kdybych nastupovala hned po gymplu, tak by to pro mě nebylo tak obtížný.

**Jak byste hodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

Bylo to pro mě takový, že jak jsem rok z toho vypadla a ani neviděla ty vzorečky, tak jsem nevěděla, ale pak zpětně tam vlastně nebylo nic neznámého, takže jsem si pak na konci říkala, že by stačilo vlastně jen zopakovat ty vzorečky a ono by to zpět naskočilo.



Myslím si, že tak 5.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

Asi hledání souvislostí, když máme příklady, kde je potřeba hledat víc věcí naráz, tak přizpůsobit si ty vzorečky, tak to bylo náročné.

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

Já jsem člověk, který se snaží bojovat, protože se chci dostat za každou cenu k nějakému výsledku a u té chemie je fajn, že si člověk řekne, jestli ten výsledek je alespoň reálný, což třeba v matice to člověk nepozná.

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Možná to pH z principu pochopení, že pH a pOH dá dohromady konstantu a možná mísení roztoků.

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

Přípravě jsem se věnovala převážně o víkendech, myslím si, že to byli tak dva víkendy a po Vánocích kvůli zápočtu. Myslím si, že časově v pohodě.

**Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Já jsem používala jednu učebnici Chemie sbírka příkladů (Honza a Mareček), pak e-book a ty úkoly. Vyučující nám pak poslal, jak to mělo být, takže jsem si to pak kontrolovala a znovu procházela.

**Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Jak jsem počítala ty dva víkendy už ten úkol, tak e-book jsem pak vlastně jen prošla, zopakovala si tu teorii, nějaký příklady, ale asi to nebyl stěžejní zdroj, ze kterého bych čerpala.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

Ta struktura se mi hodně líbí, že se začíná tím látkovým množstvím a končí se vlastně myslím pH, že je hezký, že to na sebe navazuje podle obtížnosti a pak jsem si taky procházela ty první stránky, že mi to připomnělo některý ty věci.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Z pohledu toho, že jsem na gymplu tu chemii měla, tak pro mě ano, ale nejsem si jistá, že pro člověka, který nezná chemii, tak si nejsem jistá, že tam je toho dost.

### **Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Tak tam to bylo i odstupňovaný, ty nejlehčí, těžší a nejtěžší, což bylo fajn a myslím, že to tak i dopovídalo, že ty nejlehčí zabraly zpravidla pár sekund a ty nejtěžší, tam už se člověk musel zamyslet, co s tím bude dělat.

### **Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Asi nevím.

### **Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Určitě, za mě je optimální počet tak 3-4 příklady ke každé obtížnosti a pak ta obtížnost narůstá.

### **Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Určitě podpůrný materiál dobrý, člověk se potřebuje od něčeho odrazit a taky pokud se člověk chce nějak interaktivně dostat k tomu výsledku, tak je fajn, jak tam jsou ty tipy, že se nad tím člověk ještě i zamyslí.

### **Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Pro člověka, který se s chemií nikdy nesešel, tak to není úplně vhodný, ale pro člověka, který tu chemii už trochu zná, tak je to podle mě fajn a takový člověk s tím bude pracovat správně.

### **Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

Mně se líbí grafická stránka, že to i trochu připomíná knihu.

### **Co se Vám na e-booku líbilo?**

Přehlednost a jak to je odstupňovaný na ty nejlehčí a nejtěžší příklady.

### **Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Bylo tam všechno, co jsme dělali v kurzu a obecně mi e-book přijde vhodný.

## Student č. 9

**Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

Většinu jsem počítala přes trojčlenku, protože přes to většina šla vypočítat, ale počítala jsem přes to i to, co vypočítat nešlo, no. Ty základní vzorečky jsem ale uměla.

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

Asi jo, nebo my jsme pak poslední dva roky měli novou učitelku a ta má velký podíl na tom, že jsem byla tak připravená.

V chemických rovnicích, tam vím, že ty jsou u mě problém, ty jsme nedělali tolik.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

Většinou jenom na laborkách, když jsme ty výpočty pak potřebovali, jinak jsme ale většinou dělali příklady na začátku roku a pak jsme se tomu už tolik nevěnovali.

V septimě ve třetáku a pak na nižším gymplu, ale to si nepamatuju, tam jsem chemii nesnášela.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Většinou jsme udělali pár příkladů na tabuli a pak jsme dostávali hodně moc příkladu abychom vypočítali doma s tím, že jsme se mohli té učitelky ptát, když nám něco nevyšlo, ale já jsem byla jediná, která to počítala, takže jsme to moc neřešili.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Nevím, bylo to asi docela dobrý. Mně se to líbilo, jsem konečně pochopila nějaký věci, proč se nedají počítat přes tu trojčlenku.

**Jak byste hodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

Já jsem ty příklady vypočítala, ale nebyla jsem si vůbec jistá, jestli to mám dobře.

Tak 3-4.

**Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

**Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Asi pH a koncentrace u vícesytných kyselin.

**Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

No vypočítala jsem víc příkladů a pak jsem si na to musela hodně myslet, že když je ta kyselina dvojsytná, tak to musím počítat jinak.

**Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

No vypočítala jsem všechny ty příklady a pak jsem si to před zápočtem už jenom prošla, takže moc času to nebylo. Tak přibližně 8 hodin.

**Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Koukala jsem do toho e-booku, a pak jsem hledala nějaký řešený příklady a pak kamarádi, ale ty většinou nevěděli, takže to nebyl úplně vhodný zdroj.

**Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Já jsem se nad ním hrozně navztekala. Já jsem se vždycky zasekla na něčem a ten příklad, který jsem zrovna nedokázala vyřešit prostě neměl řešení a ty tipy mi moc nepomohly. Pak tam taky není napsaný, na kolik míst se má zaokrouhlit, takže jsem vždycky zaokrouhlila blbě a ono to nevyšlo, nebo jsem taky zvyklá psát desetinou tečku, takže jsem tam na to klikala a furt to prostě nešlo a pak přišla ségra a řekla, ať tam zkusím napsat desetinou čárku a najednou to prošlo.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

Jo to asi má a myslím si, že je dobrý, když s tím někdo začíná, tak že si může přečíst tu teorii a pak jít na ty výpočty, ale nějaký výpočty tam chybí, třeba objemový zlomek, ten by mohl být zmíněný u toho hmotnostního.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Já si myslím, že z té teorie tam je toho dost, jestli mi tam něco chybělo, tak to bylo u toho výpočtu, že mě to třeba nenapadlo.

### **Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Nějaký příklady byly lehký a nějaký těžký, mně přišlo, že těch příkladů, které by byly „mezi“ tam tolik nebylo.

### **Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Nemyslím si, že by mi tam chyběly. Nevím, jak by měli vypadat, aby to tam fungovalo.

### **Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Na ty témata co tam jsou, tam je hodně příkladů.

### **Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Asi záleží jako kde, ale jen těm, co nějakou chemii, měli, bych to doporučila.

### **Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Takový průřez, jak jsou tam ty obtížnosti, tak pro začátek ty příklady co tam jsou a pak ty těžší třeba na procvičení.

### **Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

Tady asi nemám co dodat.

### **Co se Vám na e-booku líbilo?**

Líbila se mi, jak byla někde rozepsaná ta teoretická část a pak taky hodně příkladů.

### **Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Přidala bych tam výpočty z chemických rovnic a víc koncentrace a objemový zlomek. Líbilo by se mi taky kdyby tam bylo to řešení udělaný třeba po krocích, protože jak tam člověku to vyskočí rovnou s tím výsledkem, tak už nemá cenu to počítat. Taky bych někde uvedla, jakým způsobem zapisovat a zaokrouhlovat ty výsledky.

## **Student č. 10**

### **Jak byste hodnotil/a své znalosti chemických výpočtů, když jste dokončil/a střední školu?**

Velmi podprůměrné

**Myslíte, že výuka chemie na střední škole vás dostatečně připravila na chemii, převážně na chemické výpočty, na vysoké škole? + v čem ano, v čem ne.**

Já mám teda střední zdravku, takže jsme úplně neměli ty výpočty, po nás se to moc nechtělo, takže to byl pro mě velkej šok. Snažila jsem se to dělat a vůbec mi to nejde a mám pocit, že na to asi nejsem, že asi vzdám tu chemii. Každopádně ze střední jsem na výpočty určitě nebyla připravená dostatečně.

**V jakém rozsahu jste se věnovali výpočtům na SŠ? Ve kterém ročníku / kterých ročnících jste se věnovali výpočtům?**

Jako samozřejmě jsme výpočty dělali, ale měli jsme třeba jeden test za celý rok toho studia chemie, že se probralo třeba látkové množství a koncentrace a byl z toho test a o rok na to se na to něco nabalilo. Bylo to takový, že když to člověk moc nedával a dostal z toho třeba za tři nebo za čtyři, tak to pak nahnal něčím jiným a bylo to v pohodě.

**Jak probíhala výuka chemických výpočtů na SŠ? Jak vypadaly úlohy,/příklady které jste počítali? Formou slovní úlohy nebo vzorce?**

Já si myslím, že to bylo nejvíc ve čtvrtáku protože jsme měli povinou maturitu z chemie a chemické výpočty byla jedna z otázek. My jsme měli výpočty asi hlavně v semináři aby tam byla ta příprava hlavně na tu maturitu a vím, že jsme měli od paní učitelky nakopírované papíry s výpočty, vždy tam byla na začátku teorie a projeli jsme společně třeba tři, nebo 4 příklady ale takové typu: máme zadané látkové množství, dopočítejte hmotnost. Vždycky z těch příkladů bylo jasné o co tam jde.

**Jaké byly vaše první dojmy z výuky chemických výpočtů na vysoké škole z pohledu obtížnosti učiva?**

Já jsem po první hodině asi hodinu doma brečela. Já jsem byla i špatná z toho, že jsem měla pocit, že jsem těm učitelům ani nerozuměla, jak mluvily slovensky. Řekla jsem si, že to je v koncích a že to nedám a asi se mě to nějak drží.

Jak jsme to na střední tolik neprobírali, tak mě ani nenapadlo, že z toho bude celý jeden předmět na VŠ.

**Jak byste hodnotil/a vstupní test z chemických výpočtů? Byl pro Vás spíš obtížný nebo snadný? (Škála 1– velmi snadný–5 velmi obtížný)**

Jakoby nebyl těžkej, ale asi jak jsem nevěděla, že se na to mám připravit, tak v tom to bylo těžký, jak byly ty prázdniny dlouhý, tak já jsem nebyla schopná si vybavit třeba ani vzoreček. Teď zpětně ho hodnotím, že byl takový průměrný a kdybych si alespoň zopakovala ty vzorečky, tak jsem třeba něco tam měla. Takhle jsem to prostě odevzdala prázdný.

### **Jaké jsou největší výzvy, kterým čelíte při studiu chemických výpočtů na vysoké škole?**

Matika nebyl nikdy můj šálek kávy a asi jsem nikdy nebyla schopná si v textu najít co je potřeba. My jsme vždycky měli jasně že tohle je tolik a tohle tolik a teď máš text, kde máš nějakou dobu bronzovou a já se v tom totálně ztrácím.

### **Jak jste se k těmto výzvám stavěl/a?**

Po prvních chvílích, kdy jsem propadla pláči jsem pak byla podpořena jednou učitelkou, která mi řekla, že to nesmím vzdát a dala mi nějaký slovenský stránky na procvičení, ale to bylo spíš na procvičení chemických rovnic a díky tomu jsem měla pak i lepší pocit. Vyčíslování, nějaká konfigurace a názvosloví pak pro mě bylo už ok, ale prostě jsem se nedostala do těch výpočtů jako takových.

### **Jaké oblasti chemických výpočtů pro vás byly nejtěžší pochopit nebo se naučit?**

Doteď jsem nepochopila pH.

### **Kolik času jste v semestru přípravě věnoval/a? Hodnotíte to teď s odstupem jako dostatečné?**

Asi jsem tomu nedala tolik času kolik bylo potřeba asi teď k tomu stavím tak, že jsem mohla udělat víc. Já jsem měla asi dvě, nebo tři doučování za tu dobu, ale protože jsem pokaždý když jsem to zkoušela měla pocit, že jsem k ničemu a že mi to nejde, tak mě odradilo si k tomu sednout znovu a zkoušet to.

### **Které zdroje Vám pomohly při studiu? (skripta, internet, učebnice...)**

Měla jsem ten e-book a pak tu slovenskou stránku a pak jsem ještě počítala ty přípravy, které jsme měli ze střední k té maturitě.

### **Pomohl Vám e-book při přípravě?**

Asi mi pomohl v tom, že jsem věděla, že ta úloha může být zadaná i jiným způsobem a že to podobně bylo zadané i v tom zápočtu. Co mě ale osobně trochu vadilo, že tam byly ty tipy a že

ani ty, mi kolikrát nepomohly, že nejvíc mi pomohlo, když jsem tam tipnula nějaký výsledek a ono se tam pak ukázalo to řešení ale ještě ani ne celý.

**Jaká je podle Vás jeho struktura? Má logické uspořádání, je snadno čitelný?**

Mně pomohlo, když jsem si vždycky přečetla to slovní před těmi příklady, tak to se mi líbilo. U pH jsem u toho teda byla trochu zamotaná, obecně když je u něčeho víc možností, tak je to pro mě složitější, ale když je tam jen jedna možnost, tak si řeknu jo, dobrý, takhle to jde.

**Poskytuje vám e-book dostatečně podrobné úvodní informace o chemických výpočtech? Je něco, co byste doplnili?**

Ta teorie mi vyhovovala, občas jsem měla pocit, že pro mě osobně byly někdy zvoleny složitější slova, že jsou třeba odborný, ale to je logický, že tam budou.

**Jaká byla úroveň obtížnosti materiálu?**

Já jsem měla problém už s tou první úrovní, takže pro mě to bylo všechno těžký, ale myslím si, že je to udělaný dobře, že začneš na těch lehčích příkladech a pak jdeš k těm těžším.

**Poskytuje e-book dostatek ilustrací, grafů nebo demonstrací, které by mohly pomoci vizualizovat obtížné koncepty?**

Asi ne, raději si myslím, že bych víc propracovala ty tipy, aby to bylo jasnější, nebo třeba odkrokování příkladů.

**Je v e-booku obsaženo dostatečné množství cvičení nebo úkolů k procvičení výpočtů?**

Jo, to určitě.

**Doporučili byste ostatním e-book jako studijní oporu při studiu chemických výpočtů? A proč?**

Doporučila, protože si myslím, že se vyučující držel toho e-booku, když ten test vytvářel.

Asi záleží jako kde, ale jen těm, co nějakou chemii, měli, bych to doporučila.

**Pro jakou úroveň znalostí, je e-book vhodný? Obsahuje dostatečné množství různých úrovní příkladů?**

Pro člověka, který má gymnázium, nebo střední chemickou, tak pro ty to asi bylo, ale pro mě to bylo fakt strašně náročný. Různé úrovně obsahuje, ale i ta nejjednodušší úroveň byla pro mě dost těžká, takže jsem vždycky musel napsat spolužákům jak na to.



**Jak hodnotíš různorodost e-booku, je něco, co by jsi přidal?**

To asi je v pohodě, ale vím, že jsem měla problém, že jsem třeba zadávala nějaký desetinný číslo a oni ho chtěli o dvou desetinných místech a já tam dala tři a ono mi to ukázalo, že to je špatně. Tak jsem se nad tím vztekala, ale pak mi došlo, že to je jen tahle chyba.

**Co se Vám na e-booku líbilo?**

To, že to byly příklady, které byly pak v tom závěrečném testu. I když jsem byla z toho e-booku na začátku špatná, protože tam bylo okolo dost slovíček, tak ale fakt byli ty příklady podobný.

**Je něco, co vám v e-booku chybí? Pokud ano, tak co? Jak byste tento problém vyřešili?**

Nemyslím si, že by mi tam vyloženě něco chybělo. To asi ne.

## Seznam grafů

Graf 1: Srovnání výsledků pretestů vybraných studentů s ostatními studenty kurzu .....	45
Graf 2: Srovnání výsledků posttestů vybraných studentů s ostatními studenty kurzu .....	46
Graf 3: Jak si jsou studenti jisti svým výpočtem.....	47
Graf 4: Porovnání nárůstu výsledků pretestu a posttestu .....	48

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Textová podoba teoretické části (Rusek et al., 2021) .....	35
Obrázek 2: Ukázka příkladu (Rusek, Tóthová, et al., 2021) .....	35

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Chemické výpočty v jednotlivých školních vzdělávacích programech pro gymnázia .....	30
Tabulka 2: Chemické výpočty v jednotlivých školních vzdělávacích programech pro střední odborné školy .....	31
Tabulka 3: Znalost výpočtů ze střední školy .....	44
Tabulka 4: Přehled, kolik bodů dostali vybraní studenti v pretestu a posttestu .....	49
Tabulka 5: Jistota jednotlivých studentů v pretestech .....	50