

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Únikové hry jako prostředek motivace k procvičování
chemických výpočtů na gymnáziu

Escape Games as a Means of Motivation to Practice
Chemical Calculations in High School

Lucie Langerová

Vedoucí práce: prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání (7504R009)

Odevzdáním této bakalářské práce na téma *Únikové hry jako prostředek motivace k procvičování chemických výpočtů na gymnáziu* potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 13. 4. 2024

Nejprve bych ráda poděkovala svému úžasnému vedoucímu práce, panu profesorovi PhDr. Martinu Bílkovi, Ph.D. za jeho cenné rady, trpělivost a čas, který strávil vedením této práce.

Velké poděkování patří také mé Hvězdné Pěchotě, Tomáši Zachatovi, všem gymnaziálním učitelům, kteří se mnou únikové hry konzultovali, a v neposlední řadě mým přátelům, rodině a kolegům za podporu při psaní této práce.

ABSTRAKT

Únikové hry zažívají v posledních letech obrovský rozvoj na trhu akční skupinové zábavy a vykazují potenciál i pro výukové využití. Bakalářská práce se zaměřuje na návrh dvou didaktických únikových her jako inovativního nástroje pro oživení výuky chemických výpočtů na gymnáziích. V rešeršní části práce je představena problematika motivace žáků k učení, historie a současné využití her ve vzdělávání s důrazem na únikové hry a jejich potenciál ve výuce chemie a chemických výpočtů. Práce dále poskytuje analýzu učiva spojeného s chemickými výpočty ve školních vzdělávacích programech čtyř vybraných gymnázií, která odkryla značnou diverzitu a rozsah zpracování tohoto tématu.

Praktická část práce je věnována návrhu a zhodnocení únikových her "Noční útěk z Bradavic" a "Robotická apokalypsa". Cílem těchto her je nejen procvičení chemických výpočtů, které mnoho žáků považuje za náročné a obtížně pochopitelné, ale také zvýšení jejich motivace k učení chemie. Hry byly pilotně testovány skupinou gymnaziálních žáků a hodnoceny gymnaziálními učiteli chemie, kteří poskytli zpětnou vazbu o jejich předpokládané efektivitě, atraktivitě a možnosti využití ve výuce.

Výsledky ukazují, že únikové hry mohou dle hodnocení učitelů a prvních zkušeností žáků významně přispět k aktivnímu zapojení žáků do výuky, rozvoji klíčových kompetencí, zlepšení porozumění chemickým výpočtům a zvýšení zájmu žáků o chemii.

KLÍČOVÁ SLOVA

Únikové hry; výuka chemie na gymnáziu; chemické výpočty; motivace k učení

ABSTRACT

Escape games have experienced tremendous growth in the market for action group entertainment in recent years and show potential for educational use as well. The bachelor's thesis focuses on designing two didactic escape games as an innovative tool to revitalize the teaching of chemical calculations in high schools. The research section of the thesis introduces issues related to student motivation to learn, the history, and current use of games in education with an emphasis on escape games and their potential in teaching chemistry and chemical calculations. The thesis also provides an analysis of the curriculum related to chemical calculations in the educational programs of four selected high schools, which revealed considerable diversity and range of treatment of the topic of chemical calculations.

The practical part of the thesis is dedicated to the design and evaluation of escape games "Night Escape from Hogwarts" and "Robotic Apocalypse". The goal of these games is not only to practice chemical calculations, which many students find challenging and difficult to understand, but also to increase their motivation to learn chemistry. The games were pilot tested by a group of high school students and evaluated by high school chemistry teachers, who provided feedback on their anticipated effectiveness, attractiveness, and potential use in teaching.

The results show that according to teacher evaluations and initial student experiences, escape games can significantly contribute to active student engagement in learning, the development of key competencies, improved understanding of chemical calculations, and increased student interest in chemistry.

KEYWORDS

Escape games; chemistry education in high school; chemical calculations; learning motivation

Obsah

Úvod	8
1 Motivace	10
1.1 Definice motivace.....	10
1.2 Motivace jako součást procesu učení	10
1.2.1 Vnitřní motivace k učení	11
1.2.2 Vnější motivace k učení	11
1.2.3 Učitel jako faktor rozvoje motivace k učení.....	13
1.2.4 Motivace k učení v průběhu studia.....	14
1.3 Motivace a postoje žáků k výuce chemie a chemických výpočtů	15
2 Hry a vzdělávání.....	18
2.1 Definice hry	18
2.2 Didaktické hry	19
2.3 Historický původ hry ve výchovně-vzdělávacím procesu.....	20
2.3.1 Jezuitské didaktické divadelní hry.....	21
2.3.2 Jan Amos Komenský	23
2.4 Hra v ontogenetickém vývoji	25
2.5 Zážitková pedagogika.....	26
3 Únikové hry	28
3.1 Prekuzory únikových her	28
3.1.1 LARP jako stěžejní nástroj únikových her	29
3.2 Průběh únikové hry v reálné únikové místnosti	31
3.3 Historie únikových her s reálnou únikovou místností.....	33
3.4 Únikové hry ve světě a v ČR.....	34
3.5 Typy únikových her.....	34

3.6	Únikové hry v přírodovědném a chemickém vzdělávání	36
4	Chemické výpočty na gymnáziu.....	40
4.1	Základní typy chemických výpočtů.....	40
4.1.1	Výpočet hmotnostních a objemových zlomků	41
4.1.2	Směšování a ředění roztoků.....	42
4.1.3	Chemické výpočty týkající se hmotnosti částic.....	43
4.1.4	Výpočty látkového množství a počtu částic	44
4.1.5	Výpočty látkové a hmotnostní koncentrace	45
4.1.6	Vyčíslování chemických rovnic	46
4.1.7	Výpočty z chemických rovnic	48
4.1.8	Výpočty pH roztoků	49
4.2	Chemické výpočty v RVP G a vybraných ŠVP	51
4.2.1	Chemické výpočty v RVP G	51
4.2.2	Chemické výpočty v ŠVP vybraných gymnázií	53
4.3	Chemické výpočty ve vybraných učebnicích pro gymnázia	57
5	Návrh únikových her pro gymnázia	61
5.1	Cíle únikových her	61
5.2	Kontext únikových her	62
5.3	Postup tvorby únikové hry.....	64
5.4	Úniková hra Noční Útěk z Bradavic.....	66
5.4.1	Průvodní příběh	66
5.4.2	Rozbor úloh	67
5.5	Úniková hra Robotická apokalypsa.....	71
5.5.1	Průvodní příběh	71
5.5.2	Rozbor úloh	72

5.6	Aplikace navržených únikových her a jejich zhodnocení	76
5.6.1	Hodnocení únikových her učiteli gymnázií.....	76
5.6.2	Pilotáž únikových her žáky gymnázia	79
5.6.3	Možnosti přizpůsobení navržených únikových her pro výuku na nižším gymnáziu ⁸⁰	
Závěr.....		82
Seznam použité literatury a informačních zdrojů.....		84
Seznam příloh.....		93

Úvod

V současné době, kdy technologie a digitální média hrají v životech žáků stále větší roli, se vzdělávací systém snaží hledat inovativní způsoby, jak studenty aktivně zapojit do učebního procesu.

Při vzdělávání hraje důležitou roli motivace, neboť motivovaní žáci jsou více angažovaní a aktivní ve výukovém procesu, což vede k hlubšímu porozumění a lepšímu uchování učiva. Motivace taktéž podporuje vnitřní touhu po učení a objevování, stimuluje žáky k hledání dalších informací a znalostí mimo rámec standardního učebního plánu, což může mít v konečném důsledku pozitivní dopad na celkové sebevědomí žáka při řešení problémů (Covington, 2011; Lokša & Lokšová, 1999; Ryan & Deci, 2000).

Chemie, jakožto jeden z klíčových oborů přírodovědného vzdělávání, představuje pro mnoho studentů výzvu, zvláště u témat náročných na abstraktní představivost a schopnost propojení s matematickými znalostmi, mezi která patří i chemické výpočty. Pro svou náročnost a abstraktivnost volí studium chemie stále méně žáků (Johnstone, 2010).

V poslední době dochází k výraznému nárůstu popularity únikových her jako formy akční skupinové zábavy, což otevírá možnosti jejich využití také ve vzdělávacím procesu (Veldkamp et al., 2020). Ve vzdělávání, i v oblasti chemie, mohou být únikové hry výborným nástrojem aktivizace žáků a jejich kompetenčního rozvoje, což je jedním z hlavních cílů vzdělávání (MŠMT, 2022). Hra je navíc přirozený proces při ontogenetickém vývoji dítěte, kdy v případě stanovení jejího cíle a transformaci v hru didaktickou, ji lze využít nejen k aktivizaci žáků, ale také jako nástroj motivovaného učení (Opravilová, 2016).

V budoucím zaměstnání jsou u povolání v chemických odvětvích nejvíce ceněny schopnost práce ve skupině, schopnost rozvrhnout si práci, samostatnost, schopnost řešit problémy a interpretovat data (Johnstone, 2010). Většinu těchto dovedností hráči při únikové hře uplatňují, a tak mohou být únikové hry ve školním prostředí jednou z aktivit využitelných pro jejich rozvoj.

Z tohoto důvodu jsme se v této bakalářské práci zaměřili na tvorbu didaktických únikových her pro žáky vyššího gymnázia, orientovaných na procvičování chemických výpočtů.

Cíle bakalářské práce

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvořit dva návrhy únikových her, které budou sloužit jako prostředek k procvičování učiva chemických výpočtů a přispívat k rozvíjení klíčových kompetencí žáka na gymnáziu a zároveň budou využitelné jako aktivizační metoda ke zvyšování motivace gymnaziálních žáků procvičovat konkrétní chemické výpočty.

Hlavnímu cíli odpovídají následující dílčí cíle:

- Popsat teoretický základ praktické části zaměřený na motivace a postoje žáků k učení, s důrazem na výuku chemie a téma Chemické výpočty.
- Vytvořit ucelený obraz pojmu didaktická hra ve vzdělávání se zaměřením na únikové hry.
- Charakterizovat aktuální situaci didaktických únikových her ve světě a v domácích podmínkách.
- Analyzovat učivo se zaměřením na chemické výpočty v RVP G a ŠVP vybraných gymnázií.
- Navrhnout, vytvořit a připravit pro využití v praxi dvě únikové hry.

1 Motivace

1.1 Definice motivace

Motivace (z latinského *movere* = pohybovat) je soubor interních a externích činitelů, které dávají lidskému chování určitý směr a energii, řídí styl dosahování úspěchu a afektují podobu chování jedince vůči svému vlastnímu jednání, prožívání a vztahů k ostatním (Průcha et al., 2003).

Je vnitřní silou, která vede člověka k určitému chování. Motivace poukazuje na vnitřní stav jedince, který je stimulován řadou motivů vyplývajících z interních potřeb, přání a cílů jedince, a které následně usměřují jeho chování. Tyto vnitřní faktory zahrnují touhy, představy a cíle, které slouží jako podněty pro specifické vzorce chování. Motivace je soubor propojených odpovědí, kde jedincovy pocity vyvolají touhu po dosažení konkrétního cíle, což vede k vnitřnímu neklidu, následným aktivitám směřujícím k dosažení tohoto cíle a uspokojení potřeby (Průcha et al., 2003).

Velmi podobnou definici uvádí Hartl a Hartlová (2000), kteří přidávají v zaměření motivace důležitost nastavení osobních hodnot a zohlednění dosažených zkušeností a dovedností.

Pokud dojde k naplnění potřeby, ke kterému vedla činnost poháněná motivačním jednáním, dochází v dopaminovém systému člověka k uvolnění hormonů endorfinů, působících na člověka jako odměna. Pokud potřeba setrvá po dlouhou dobu neuspokojena, je člověk ohrožen pocity frustrace, neúspěchu, méněcennosti, v krajních případech může vést k výskytu příznaků neurózy (Říčan, 2013).

1.2 Motivace jako součást procesu učení

Motivace a uspokojování potřeb ve školním prostředí je stejně důležitá jako v jiných oblastech života. Pavelková a kol. (2010, s. 292) klade silný důraz na školní motivaci jako jeden z rozhodujících činitelů v procesu edukace: „*Motivace k učební činnosti je jedním z nejdůležitějších předpokladů školního výkonu žáka.*“. Zmiňuje důležitost vrstevnického kolektivu pro formování hodnotového systému žáka a stanovování, porovnávání a ovlivňování jedincových cílů např. díky přirozené soutěživosti v dětském kolektivu. Žák může být motivován na základě přemýšlení o vlastní budoucnosti, spojením dobrých

studijních výsledků s pozitivními výhledy, jako je zajímavá, sociálně uznávaná práce a finanční odměna.

Přirozeně motivováni bývají žáci, kteří mají silnou vůli a energii k dosažení stanoveného cíle. Pokud je cíl stanoven realisticky, nebo formou více menších cílů, je motivace žáků zvýšena a žák spíše vytrvá v překonávání překážek k jejich dosažení (Altenburg et al., 2003).

1.2.1 Vnitřní motivace k učení

Vnitřní motivace je charakterizována interními podněty, které vychází přímo z žáka samotného a mohou být různého charakteru – biologické, emocionální, sociální ... Jednání vnitřně motivovaného člověka není motivováno vnější odměnou a vnějšími faktory, ale osobním potěšením a uspokojením, touhou zdolávat překážky, vlastním zájmem a radostí. Žáky motivuje k učení jejich vnitřní zájem o poznání a radost ze samotného procesu učení jako cesty k dosažení učebních cílů, například potřeba komunikovat v angličtině, odměna dosažení cíle je pro žáka také vnitřní (Ryan & Deci, 2000).

Vnitřní motivace je dána nejen vztahem k učení samotnému a kognitivní potřebou žáka poznávat, ale také dalšími potřebami, jejichž nástrojem často bývá právě úspěch ve vzdělávání, který je zdrojem vnitřní motivace. Lokša a Lokšová (1999) v tomto aspektu uvádí sociální potřeby žáka být přijímán a oceňován v kolektivu spolužáků a rodiny, potřebu výkonu jako výsledek přirozené soutěživosti, vlastních nároků a zároveň jako předejití pocitů neúspěchu.

Odborníci tvrdí, že vnitřní motivace, která vychází z vlastního já a není ovlivněna vnějšími faktory, je efektivnější než vnější motivace, protože je jedinci vlastní (Covington, 2011; Filgona et al., 2020; Lokša & Lokšová, 1999; Ryan & Deci, 2000).

1.2.2 Vnější motivace k učení

Vnější motivace zahrnuje podněty, které formují motivaci žáka zvenčí, tedy mimo jeho vlastní osobnost, nejčastěji se uvádí faktory odměn, trestů, školního známkování (hodnocení) a přijetí autoritami. Tyto faktory mohou působit pozitivně, tedy v souladu s motivací vnitřní, čímž motivaci žáka k učení podporují. Taktéž mohou působit protichůdně, a tedy negativně, kdy motivaci žáka degradují a snižují. Na rozdíl od vnitřní

motivace, u vnější motivace je jedinec orientovaný primárně na výsledek akce, k níž je motivován – zisk odměny (Filgona et al., 2020).

Martin Covington (2011) říká, že dnešní žáci jsou silně orientováni na výkon – na co nejlepší hodnocení, kdy se neučí pro skutečné pochopení učiva, ale primárně se zaměřují na dobré známky. Žáci se nazpaměť učí vědomosti, které prezentují při testech a zkouškách, aniž by učivu opravdu porozuměli, a proto není v dlouhodobém horizontu toto učení efektivní. Orientace motivace a učení pouze na sumativní hodnocení a výkonnost jako takovou vede ve vzdělávání ke zvýšení míry stresu a obavám z neúspěchu, což v konečném důsledku může oslabit motivaci žáků k učivu a skutečné hodnotě vzdělávání.

Hodnocení může být dobrým zdrojem motivace, pokud je správně interpretováno a vysvětlováno, je spravedlivé a působí v klimatu třídy jako činidlo zdravé soutěživosti (Čapek, 2014).

Dalšími důležitými faktory motivace k učení jsou školní tresty a odměny, za nejčastější formu odměny ve školním prostředí je považována pochvala, popř. dobrá známka. Odměny vidí Čapek (2014) jako nástroj zvýšení motivace (touha žáka po odměně), ale také k posílení správného chování, protože opětovné pochvaly vedou ke zlepšení práce žáka v dlouhodobém horizontu. Motivaci rozvíjí učitel nejen samotnou pochvalou, ale také pozorností, kterou žákovi věnuje, čímž posiluje vztah k autoritě, který je zejména u mladších žáků významnou složkou vnější motivace.

Odměna by jako zdroj vnější motivace měla být využívána v případě jasně definovaného problému a cíle, ke kterému má žák dospět. Veselá (2010) také zdůrazňuje, že odměny a tresty jsou druh kladného (záporného) hodnocení, mohou být dobrým nástrojem učení a motivace, v žádném případě by ale neměly být výsledkem a jediným nástrojem cesty ke vzdělávání.

Kopřiva (2008) varuje před příliš častým odměňováním, kterým je možné žákovu motivaci brzdit či působit protichůdně cíli učitele motivovat žáka vnitřně, protože motivace odměnou může být vyšší než původní motivace k odvedení dobré práce.

Dalším činitelem ovlivňujícím motivaci žáků k učení je pohružka trestem. Čapek (2014, s. 31) označuje trest za: „...*působení, spojené s chováním nebo jednáním jedince, které*

vyjadřuje negativní hodnocení a přináší vychovávanému nelibost, frustraci, nebo omezení některých jeho potřeb.“ Pro trest je důležité, aby byl spravedlivý, úměrný prohřešku i duševní úrovni žáka, aby žák byl schopen určit, za co je trestán a trest samotný mohl sloužit nápravě předchozího konání. Nejčastější forma školního trestu je napomenutí, poznámka, špatná známka či zadání trestného úkolu navíc (Čapek, 2014).

Pokud jsou trest a jeho příčiny žákem nepochopeny, mohou být v jeho mysli interpretovány jako uplatňování mocenské pozice učitele, v opakovaných vážných případech může žák tento model přenášet do svých pozdějších vztahů (Kopřiva, 2008). Pokud se žák učí, pouze proto, aby se vyhnul trestu či jiným obtížím či stresovým situacím, může snáz inklinovat k úzkostem, nízkému sebevědomí a obtížnějšímu vyrovnávání se s nezdarem a jeho motivace je naopak velmi oslabena (Čapek, 2014).

Čapek (2014) připomíná, že pro funkční motivaci k učení a výuku samotnou, by mělo množství pochval a odměn vždy převažovat nad tresty.

Lokša a Lokšová (1999) také zmiňují významnou úlohu autorit jako vnějšího motivačního činitele k učení, zmíněnými autoritami jsou u dětí převážně rodiče a učitelé, kdy se žák snaží získat jejich pochvalu, pozornost a uznání. Vytvořením bezpečného a otevřeného vztahu učitele a žáka je motivace podporována přirozeně, podpora žáků rodiči je pro správnou motivaci i učení více než žádoucí, neboť rodič je v dětství hlavním zdrojem podpory žáka po všech stránkách – pomoc s úkoly, zajištění vhodných podmínek pro učení, motivační podpora (Descals-Tomás et al., 2021).

Nejvyšší formou vnější motivace je stav, kdy se žák ztotožní s vnějšími motivačními činiteli a přijme je za své, čímž si rozvíjí osobní vnitřní motivaci (Lokša & Lokšová, 1999).

1.2.3 Učitel jako faktor rozvoje motivace k učení

Úkolem pedagoga je správně žáky motivovat, což vyžaduje porozumění různým typům motivace a schopnost rozpoznat, který typ je pro jednotlivé žáky nejefektivnější, neboť každý žák je individualitou, a je potřeba k němu tak přistupovat (Pavelková et al., 2010). Podle Altenburga a kol. (2003) je pedagog činitelem, který učení usnadňuje. Je možné zvýšit přirozenou motivaci žáka tím, že vytvoříme podmínky podporující a posilující motivaci a zároveň odstraníme činitele, kteří motivaci potlačují.

Je důležité, aby učitelé poznali individuální potřeby a zájmy svých žáků a propojili je s učivem, tím u žáků rozvíjí vnitřní motivaci, čímž podporují dobrovolné a nadšené učení studentů, které vykazuje vyšší úspěšnost (Filgona et al., 2020).

Motivaci lze zvýšit například tvorbou úloh založených na zájmech žáků či na spojení odborného didaktického a reálného světa, neboť žák raději přijímá učivo, které se mu zdá využitelné v praxi. Učitel by měl kromě vštěpování motivace žákům také podněcovat jejich aktivní účast na učivu a vytvářet k ní bezpečný prostor, rozvíjet schopnosti žáků a dávat odpovídající zpětnou vazbu (Covington, 2011).

Čapek (2014) přidává ještě důraz na pozitivní vztah k žákovi a rovnostrannou komunikaci, čímž podtrhuje důležitost bezpečnosti prostředí pro motivované a efektivní učení. Lokša a Lokšová (1999) upozorňují na potřebu volby vhodných metod při práci s motivací žáka, kdy pedagog může nesprávnou formou motivace vyvolat v žákovi nechuť k výuce celkové či konkrétnímu oboru.

Jak jsme uvedli v této kapitole, různé prameny ukazují různé druhy motivace a motivů, nejčastěji je uváděno rozdělení na motivaci vnější a vnitřní.

1.2.4 Motivace k učení v průběhu studia

Výzkum školní motivace prováděly v českém prostředí například Stránská a Blažková (2001), které na žácích základních škol a gymnázií zjišťovaly, jak se mění s věkem motivace žáků k učení a zda jsou rozdíly v motivaci k učení mezi dívkami a chlapci.

Jejich výzkum ukazuje, že motivace k učení s věkem klesá (Stránská & Blažková, 2001). Svůj výzkum odkazují na Zelinu, který upozorňuje na možnost, že s věkem nedochází ke snížení motivace, ale k realističtější analýze vlastních motivů. Žáci vyššího věku mají více kritický postoj k rozpoznávání vlastních motivů k učení, nebo více realistický pohled k tomu, co je motivuje. Mladší žáci jsou méně kritičtí, mají vyšší průměrný počet motivů a jsou tedy snáze motivovaní (Zelina, 1983).

Motivace k učení je vyšší u dívek než u chlapců, což může být způsobené kritičtější přístupem chlapců k analýze motivů nebo skutečně vyšší motivací dívek k učení, což může být podněceno vyšší mírou zodpovědnosti dívek i rychlejším vývojem v dospívání (Stránská & Blažková, 2001).

Mladší žáci jsou více motivováni vnějšími činiteli – vztahem k rodičům, spolužákům a pedagogům. Přesto vykazují i vysokou míru vnitřní motivace, která s přibývajícím věkem převládá, naopak klesá význam role rodičů a učitelů v motivaci žáka k učení. Blažková a Stránská tedy potvrzují, že s věkem vnější motivace ustupuje a roste význam kognitivní a vnitřní motivace (Stránská & Blažková, 2001).

Převahu vnější motivace u mladších žáků a postupné budování a reorientace k vnitřní motivaci u starších žáků, potvrzují také Lokša a Lokšová (1999), kteří uvádějí, že vývojem si žáci tvorbou vlastních zájmů, hodnot a názorů vytváří vlastní nároky na sebe a tím zvyšují svou vnitřní motivaci.

1.3 Motivace a postoje žáků k výuce chemie a chemických výpočtů

„Předpokládali jsme, že naše nadšení se přenese na naše studenty a vyprodukuje generace mladých chemiků, kteří si předmět užívají, mají důvěru ve své učení, hluboké porozumění a touhu pokračovat v kariéře v chemii. Bohužel to tak není. Téměř 50 let poté stále vidíme zklamání a deziluzi mezi našimi studenty a jejich odliv z chemie.“ (Johnstone, 2010, s. 22)

Alex Johnstone, který se celoživotně zabýval chemickým vzděláváním, v 70. letech minulého století, spolu se svým týmem odborných chemiků a didaktiků, identifikovali pro studenty komplikovaná témata a problematická místa ve výuce chemie, která způsobovala žákům a studentům komplikace v učení a často následnou ztrátu zájmu učení se chemii. Vytvořili tedy podpurné materiály, kurzy a učebnice, ani to však nezpůsobilo návrat studentů k chemii. Johnstone (2010) uvádí jako problematický faktor obrovské, na první pohled neviditelné, množství informací, které žák musí zpracovat při učení. Tento problém uvádí na jednoduchém příkladu výpočtu látkového množství, který ale pro žáka představuje sled alespoň pěti kroků při postupu řešení (Johnstone, 2010).

Johnstone se svým týmem prováděl výzkum, kde žáci středních škol a studenti prvního ročníku vysokých škol hodnotili úroveň vlastního porozumění různým oblastem chemie. Výsledky ukázaly, že jako nejobtížnější téma označily obě výzkumné skupiny zápis vzorců, rovnic, a právě chemické výpočty v různých oblastech chemie, kdy mnoha studentům chybí pochopení pro aplikaci matematických metod na chemické úlohy. Johnstone tak zdůrazňuje potřebu praktických příkladů a cvičení (Johnstone, 2005).

S komplexním výzkumem postojů žáků k přírodním vědám přišli například Camilla Schreiner a Svein Sjøberg z univerzity v Oslu ve formě projektu ROSE (The Relevance of Science Education). Do projektu ROSE se zapojilo více než 40 zemí světa včetně České republiky, pod záštitou profesora Martina Bílka (Sjøberg & Schreiner, 2004).

ROSE mapuje formou dotazníkového šetření postoje patnáctiletých žáků (v ČR žáků 9. tříd a analogických ročníků gymnázia) k různým oblastem a tematickým celkům učiva přírodních věd – motivaci, význam a důležitost učení se konkrétnímu tématu pro žáka samotného či pro svět. Výsledky ukázaly dvojrozměrnost pohledu žáků na přírodní vědy – shledávají je zajímavé a důležité, přesto při studiu vyšší časovou dotaci věnovanou přírodním vědám nechtějí (Sjøberg & Schreiner, 2004). V oblasti volby budoucího povolání směřují žáci vyspělých zemí spíše k jinému odvětví, zatímco děti z rozvojových zemí vykazují vyšší motivaci pracovat v odvětví spojeném s přírodními vědami (Bílek, 2008).

V rámci mezinárodního testování PISA je v pravidelných intervalech ověřována matematická, přírodovědná a čtenářská gramotnost žáků ve věku patnácti let, součástí výzkumu je i postoj žáků k přírodním vědám. Čeští žáci mají relativně vysokou znalost teoretických přírodovědných poznatků, znalost vědeckých postupů je ovšem nízká (Palečková, 2007).

U testování TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study) je zkoumána přírodovědná gramotnost u dětí 4. a 8. ročníku základní školy, popř. analogické třídy gymnázia. Testování je u žáků 8. tříd zaměřeno na aplikaci znalostí z oblastí matematiky, fyziky, chemie a biologie, nechybí ani žakovské hodnocení postojů k přírodním vědám (Palečková & Tomášek, 2001). Z výsledků šetření z roku 2007 vyplývá, že chemie na žebříčku oblíbenosti stojí na 3. místě za biologií a zeměpisem, a naopak před matematikou a poslední fyzikou, čímž získala lepší pozici než v předchozích testováních, kdy se umístila až za fyzikou (Harapesová, 2010).

Podle výzkumu Höffera a Svobody (2005), kteří se zabývali hodnocením přírodovědných předmětů žáky základních škol, nižších a vyšších gymnázií i středních škol, je chemie společně s fyzikou jedním z nejméně oblíbených předmětů a také jedním z nejnáročnějších. Žáci základních škol chemii vnímají lépe než žáci gymnázií, kteří ji na škále oblíbenosti přiřadili poslední místo.

Neutrální postoj k chemii u žáků gymnázií pozorovali ve svém výzkumu Švandová a Kubiátko (2012). Žáci pozitivně hodnotili význam chemie pro život a experimentální výuku v laboratořích, negativní postoje jsou k náročnosti chemie z hlediska zpracování velkého množství vědomostí a potřeby dobrého abstraktního myšlení pro pochopení učiva, v čemž souhlasí s Rychterou a kol. (2020).

Z výzkumu Švandové a Kubiátko (2012) je také patrné, že žáci 1. ročníků vnímají chemii lépe než žáci vyšších ročníků gymnázia, což potvrzuje například výzkum Stránské a Blažkové (2001) o snižující se motivaci k učení s vyšším věkem. Chlapci v celkovém kontextu hodnotí chemii lépe než dívky, což Švandová a Kubiátko (2012) vysvětlují přirozenými lepšími abstraktními schopnostmi chlapců, hodnota rozdílu však není směrodatná.

Rusek (2013) ve své dizertační práci zkoumal postoje žáků různých typů středních škol k jednotlivým tématům chemie. Své postoje k chemii žáci zaznamenávali na čtyřstupňové Likertově škále, kde hodnotili důležitost tématu, jemu věnovanou pozornost ve výuce a obtížnost. Dle jeho výzkumu je zájem žáků o chemii spíše mírně negativní a postoj k ní částečně ovlivňuje výběr střední školy. Přestože chemii samotnou považují za zajímavou, její výuku hodnotí jako nudnou a náročnou, atraktivitu zvyšuje zapojení experimentů do výuky.

Témata chemické reakce, vyčíslování chemických rovnic a chemické výpočty hodnotí žáci jako nejméně důležitá a obtížná. Přestože žáci nejsou motivováni k učení se chemickým rovnicím a jejich vyčíslování, chemické výpočty gymnaziální žáci hodnotí na škále motivačního potenciálu velmi vysoko, což Rusek (2013) vysvětluje dobrými matematickými schopnostmi žáků studujících gymnázium. Chemické výpočty shledávají žáci složitými na základě dalšího Ruskova výzkumu (Rusek et al., 2016), náročnost chemických výpočtů potvrzují i univerzitní studenti (Rusek et al., 2020).

Přestože chemie dle předchozích zjištění není mezi žáky oblíbeným vyučovacím předmětem, podle mezinárodního komparativního testování přírodovědné gramotnosti u žáků základních škol, které reprezentuje například testování TIMMS a PISA, získávají čeští žáci průměrné až lehce nadprůměrné výsledky, a umísťují se v průměru pořadí zemí OECD (Bílek, 2008).

2 Hry a vzdělávání

2.1 Definice hry

Hra provází člověka od nepaměti, přesto ani v dnešní době nemáme jednotnou, obecně platnou definici toho, co tento pojem znamená.

Jaakko Stenros (2017) srovnává ve své práci více než 60 vybraných definic pojmu „hra“ a hledá, čím se jednotlivé definice odlišují a v čem se shodují. Jako základní prvky, které se do definic hry promítají, uvádí aktivitu v myšlence základní potřeby rozvoje hry, postavu hráče jako takového, pravidla a účel hry, v hlubším měřítku přidává také prvky spojení či naopak odpoutání od reálného světa, soutěživost a rozvoj osobnosti. Autoři různých definic jednotlivým prvkům přiřkládají různou důležitost, což je hlavním důvodem diferenciací definic.

Například Greg Costikyan (2006) představuje hru jako druh umění, kde se jednotlivci zapojení do hry, označovaní jako hráči, rozhodují o tom, jak nakládat se zdroji skrze herní prvky za účelem splnění stanoveného cíle při stávajícím dodržení pravidel. Naopak Van Eck a Hung vidí hru jako problém, který je hráči tvarován k vyřešení, a tedy je nástrojem zlepšení schopnosti řešit problémy (Hung & Van Eck, 2010).

Na různorodost definice hry lze poukázat i v českém prostředí. Průcha, Walterová a Mareš (2003) popisují hru jako typ aktivity, která je odlišná od práce i učení. Uvádí, že člověka hra provází celý život, nejvýznamnější roli hraje v období dětství jedince. Obdobnou definici uvádí také Hartl a Hartlová (2000), kteří vidí hru jako jednu z primárních lidských činností, k nimž zařazují také učení a práci. Uvádí rozdílný zdroj motivace pro hru u dětí a dospělých, kdy u dětí je orientovaná zejména na prožitek, u dospělých je hra daná s cílem přímo ve hře rámovaná pravidly. Zapletal (1986) vidí hru rovněž jako proces s aktivním zapojením hráčů, zdůrazňuje však navíc činnost mentální i fyzické stránky člověka, který je hraním hry rozvíjen. Dává také důraz na relaxační funkci hry.

Podle Finka (1992) je lidským osudem neustálé usilování o budoucí štěstí, hra je tedy dle jeho slov jedinečným fenoménem života, protože člověk si nehraje proto, aby dosáhl konkrétního cíle, čímž hru odlišuje od ostatních činností v životě jako studium, práce, získání moci apod., které naopak mají určitý cíl a účel, kvůli kterému je člověk vykonává. Popisuje

hru jako prožitek přítomnosti, odreagování od neustálé orientace na oné „budoucí štěstí“ a naopak přijetí hodnot života v přítomnosti bytí. Onu přítomnost bytí popisuje Fink na příkladě hrajícího si dítěte, které si neuvědomuje budoucnost, ale existuje v přítomném okamžiku.

Přestože se může zdát, že hra nemá cíl, opak je pravdou a cíl vždy obsahuje. Smysl hry je pouze vlastní a nevybočuje mimo její rámec, pokud se tedy nejedná o hru provozovanou člověkem sama pro sebe, nelze ji považovat za opravdové hraní si (Fink, 1992).

Manniová (2001) mluví o hře jako o nedílné složce rozvoje, která formuje osobnost člověka nejen v období raného dětství, ale až do dospělosti, a při které dítě získává manuální, rozumové, sociální a kreativní dovednosti pro budoucí život, přičemž samotné hraní by mělo být zdrojem převážně příjemné emoce.

Pro účely této bakalářské práce jsou důležité hry zaměřené na vzdělávání s konkrétním či obecným didaktickým cílem zvané didaktické hry.

2.2 Didaktické hry

Didaktická hra představuje strukturovanou formu hry, která je navržena tak, aby splňovala vzdělávací účely a vytyčené pedagogické či didaktické cíle. Pro žáky by tyto cíle neměly být na první pohled patrné, aby nedošlo k opadnutí zájmu o hru (Průcha et al., 2003). V prvních letech základní školy je hra jedním z hlavních nástrojů učení, postupně se ze samovolného procesu hry stává řízený proces s konkrétněji stanovenými cíli (Manniová, 2001).

Může probíhat v prostředí školy, na sportovním hřišti, venku v přírodě či doma. Hra je vymezena pravidly, vyžaduje kontinuální dohled, podle potřeby průběžnou zpětnou vazbu a končí závěrečným reflektivním zhodnocením. Může být určena jak pro jednotlivce, tak i pro skupiny žáků. Úloha učitele se liší dle charakteru konkrétní hry, učitel může být aktivním moderátorem hry, organizátorem nebo pouze pozorovatelem (Průcha et al., 2003).

Hlavním přínosem didaktických her je stimulace zájmu žáků o výuku a učivo, zvýšení míry jejich aktivního zapojení do procesu učení, podpora paměti, kreativity, rozvoj vztahů ve skupině pomocí spolupráce nebo budování sebevědomí. Didaktická hra vyžaduje od žáků použití různých znalostí, schopností a dovedností jak z prostředí školy, tak ze života (Průcha et al., 2003). Při didaktické hře je zapojena nejen paměťová rovina učení zaměřená na pojmy

a verbální, maximálně vizuální stránku učení, ale využívá také učení senzomotorické, emoční, sociální a jiné alternativní formy učení, u nichž je ve správné kombinaci vyšší pravděpodobnost dlouhodobého zapamatování (Masáriková, 1994).

Didaktická hra je zaměřena na určitou problematiku, podle níž jsou nastaveny cíle hry, které jsou klíčové pro její strukturu, a na jejichž základě jsou vhodně stanoveny metody, sloužící k cílenému směřování hráče během hry. Efektivním způsobem navrhování cílů, následně tvorby a aplikace konkrétní didaktické hry, je stanovit nejen konečný cíl, ale pracovat s dílčími cíli ovlivňující směr, kterým se hra ubírá a k čemu vede. Cíle hry určují její atmosféru a lze je upravit, aby podněcovaly určité chování, a žáci tak využívali očekávané dovednosti (Lærke Weitze, 2014).

Didaktické hry je možné charakterizovat a následně klasifikovat z několika hledisek. Například podle zaměření cílů na hry směřované na konkrétní myšlenkové operace a významu v rozvoji žáka (pozornostní, paměťové, třídění informací, porovnávací, orientační, zaměřené kreativně na rozvoj smyslového vnímání ...), podle předmětového obsahu (matematické, přírodovědné, jazykové, pohybové ...), podle funkce v procesu učení (motivační, opakovací, relaxační, sociální ...). Didaktické hry je stejně tak možné rozlišovat podle časové dotace na hru, podle cílové skupiny (jednotlivec, dvojice, skupina) nebo věku žáků (Manniová, 2001; Masáriková, 1994).

2.3 Historický původ hry ve výchovně-vzdělávacím procesu

Hry jsou součástí lidského života od počátků historie, postupně se však mění a popisuje jejich funkce a metody. V pravěku diskutujeme o hře jako rozvíjející činnosti s výchovnými prvky, kdy se děti volnými herními prvky učily různé manuální zručnosti, rituální či později kulturní zvyklosti a sociální hierarchii (Němec, 2002).

V antice byly hry součástí nejen života dětí, ale také dospělých, v hrách dominoval důraz na rozvoj tělesné zdatnosti – síly, obratnosti, rychlosti, zacházení se zbraní, což dokazuje například konání olympijských her a další zmínky o sportovních událostech v řecké antice. V antických školách začaly hry získávat uplatnění i v naukových předmětech, zejména u dětí mladšího věku zásluhou myšlenek tehdejších učitelů a filozofů, zejména Platóna a Aristotela (Němec, 2002).

Platón označuje hru a napodobování za nástroj učení v dětství. Pedagogové by podle něj měli využívat her a dětského zájmu, aby směřovali děti k dospělosti. Jako základ výchovy uvádí Platón výchovu a vzdělání, které nejrychleji povede duši dítěte za láskou k oboru a činnosti, v němž by mělo jako dospělý excelovat. Využívá tak hru, aby dítě vedl k tvorbě vztahu k povolání, zároveň pracuje s vnímáním přirozených tendencí a odlišností dětí, neboť cílí u každého na výběr budoucí činnosti se zohledněním jeho přirozených predispozic. Hru uvádí v konceptu „připravit dítě na budoucí život“, přestože hra samotná funguje jako jeho protějšek, představuje život v bezpečném prostředí, kde si děti mohou hravou formou osvojit základy pro skutečný život (Platón, 1961).

První didaktickou hrou se stala hra římského pedagoga Marca Fabia Quintiliana, který ve svém díle „O výchově řečníka“ otevírá také myšlenky školní výchovy pro důležitost socializace v kolektivu (Němec, 2002).

K velkému upozadění her ve vzdělání i v běžném životě a požitku z nich došlo v období středověku, kdy silná orientace na Boha vedla k odříkání pozemské zábavy a soustředění na posmrtný život, vzdělání bylo nejčastěji vázané na duchovní instituce a zaměřeno na studium slova Božího (Němec, 2002).

Změna orientace myšlení přišla s vytvořením kultu rytíře a rozvoji renesančního učení, které opět oživuje antické ideály a přichází s potřebou harmonické výchovy a vzdělání. Dochází k překonání dogmatického a pamětního učení, naopak vzrůstá snaha posilovat žákovu samostatnost, rozvoj charakteru a kritického myšlení pomocí pozorování okolního světa, aby vzdělání bylo nenásilné a hravé, neboť hra podněcuje žákovu učení, indukci i zájem (Prokeš, n.d.).

2.3.1 Jezuitské didaktické divadelní hry

Významným šřítelem užití hry ve vzdělání byly jezuitské školy/koleje, vázané na zakladatelskou osobnost Ignáce z Loyoly (1491-1556) (Prokeš, n.d.). Ve výuce a výchově užívali didaktických divadelních her s tématy náboženskými, historickými či hagiografickými, kde jsou zobrazeny motivy mučedníků a spor mravností a hříchů. Didaktické jezuitské divadlo nebylo jejich autorskou metodou, byla převzata z protestantských škol, množstvím a kvalitou však jezuité protestanty brzy překonali (Polehla, 2009).

Hlavní funkcí jezuitského divadla nebyla tvorba generace divadelníků, ale rozvoj etické a náboženské spirituality a smyslovosti u žáků, hledání zkušenosti a víry při prožívání divadla a rozvoj rétorických dovedností žáka. Druhořadý význam didaktických divadel nebyl orientován na žáky, ale na veřejnost, která divadlem přicházela do styku s latinou (Polehla, 2009).

Příkladem jsou hry z Brněnské jezuitské školy s nejrůznějšími pašijovými vyobrazeními, jako sejmutí těla Kristova z kříže a nářek postav nad jeho smrtí – např. Boží hrob, Matka bolesti či Kristus, dědic bolesti (Zemek, 1965).

Príslušníci řádu Tovaryšstva Ježíšova postupem času zakládali internátní školy (tzv. koleje) napříč katolicky orientovanou Evropou. Charakteristikou jezuitských škol byl pečlivě propracovaný, a na tehdejší dobu velmi moderní učební plán a školní řád se systematicky zvolenými formami a metodami výuky, procvičování a opakování, a přesným rozplánováním učiva v jednotlivých obdobích studia. Základní školní řád byl ustanoven v roce 1599 a vzhledem k jeho nadčasovosti byl s pouze drobnými efektivně užíván až do devatenáctého století. Jezuité se zaměřovali na výuku latiny, náboženství a tzv. sedmerna svobodných umění, rozdělených do šesti ročníků školní docházky (Prokeš, n.d.).

Další významnou postavou, která ovlivnila zaměření výuky na žáka a zapojení hry a jeho smyslů, je francouzský pedagog Jean Jacques Rousseau (1712-1778). Rousseau prosazoval výchovu založenou na svobodě, přirozenosti a citlivosti. Vzdělání staví na individuálních potřebách dítěte, nutnosti osobní smyslové zkušenosti dítěte, které dosahuje pozorováním světa pomocí hry a smyslového vnímání. Shrnutím jeho netradičních pedagogických myšlenek je dílo "Emil čili o výchově", které dodnes celosvětově rezonuje odbornou pedagogickou obcí (Prokeš, n.d.).

Na přelomu 20. století se setkává česká pedagogika s osobností Josefa Úlehly a jeho konceptem tzv. volné školy, který navazuje na myšlenky J. J. Rousseaua. Žákovo učení má vycházet ze svobodného poznání, hry a sebevýchovy – odsuzuje učební osnovy a rozvrh hodin, naopak ve velkém pracuje se žáky formou volně vedených besed, pracovních činností a experimentů (Prokeš, n.d.).

2.3.2 Jan Amos Komenský

Jednou z nejdůležitějších historických pedagogických osobností je postava Jana Amose Komenského. Podle něj je zásadní rozvíjet celkovou osobnost žáka. Klade důraz na to, že nejvíce se člověk učí prostřednictvím vlastních smyslů, za klíčovou součást vzdělávacího procesu mladých lidí považuje cestování (Franc et al., 2007).

Komenský je přesvědčen, že vzdělávání by mělo začínat a končit zkušeností, kde se jednotlivec učí na základě vlastní prožité empirie a čerpá z ní při řešení dalších, složitějších úkolů. Zdůrazňuje také potřebu vzdělání jako přípravu na reálný život. Poukazuje, že rozvoj dítěte je řízen vnitřními zákonitostmi a pro jeho růst jsou nezbytné vhodné vnější i vnitřní podmínky (Franc et al., 2007).

Významně doporučuje zařazení her a procesu hraní do výuky. V jeho pojetí má hra funkci nejen zábavnou, ale má také přispívat k získávání znalostí a podporuje růst smyslového vnímání a myšlení. Pro děti v předškolním věku je učení skrze hru nejúčinnější a mělo by být voleno jako stěžejní forma učení, a to k rozvoji tělesné i intelektuální stránky dítěte (Uhlířová, 1999).

Ve svém díle *Didaktika česká* říká (Komenský, 1937): „*Způsob předkládání jim všeho takový býti musí, aby jim všecko učení nepřicházelo jinak než jako hra a kratochvíl.*“, čímž chce v žácích podnítit zájem o učivo a využívá hry jako nástroje k dosažení svého cíle.

Hru integroval Komenský do svého vzdělávacího systému a v díle *Nejnovější metoda jazyků* (Bednář, 2020; Komenský, 1937) definoval sedm základních prvků, které by měla každá hra obsahovat, aby splňovala rysy efektivní didaktické hry:

- Pohybovou aktivitu
- Volnost
- Sociální interakci
- Soutěživost
- Pravidla
- Jednoduchost
- Uspokojivý závěr.

Komenský pojímal hru ve dvou dimenzích, jako osobité cvičení těla i duše, ve kterém se snoubí dětská hravost s vážností ve formě „veselé práce“ a „relaxačního učení“, čímž poukazuje na význam a užitek hry v procesu vzdělávání, čímž boří předsudky duchovních příslušníků o hře jako o ztrátě času. Hra je pro Komenského nástrojem pro spontánní a skryté přijímání vědomostí a dovedností, měla pevně vymezená pravidla, cíle a řád. Stanovenými pravidly vymezuje hranice svobody a vnější mantinely zásad, zejména morálky (Bednář, 2020).

V díle *Didaktika Česká* (Komenský, 1937) zmiňuje, že má hra být součástí nejen řízeného vzdělávání ve školním prostředí, ale také v tom mimoškolním, jako příhodný kontrast k nástrahám dospělosti a také jako efektivní vyplnění času. Hry volného času mohou mít také formu umění – hudba, malování, literární činnost, varuje však před hříšnými aktivitami (Bednář, 2020).

Komenský efektivně využíval didaktické divadelní hry k rozvoji rétoriky a latiny, dále také k rozvoji sebevědomí žáků a mravních, kulturních, náboženských hodnot, vzorců a tradic vhodným výběrem tématu hry.

Heslem „škola pravá, škola hravá“ poukazyval na hru ve výuce jako koncept celkového vedení školských institucí. Dalšími mottos, uváděnými napříč Komenského celoživotním dílem, charakterizující jeho moderní pedagogické myšlenky o řízení škol, jsou také „škola dílnou lidskosti“ nebo „škola čili hra“ (Bednář, 2020). Komenského všeobecně známé heslo konceptu výuky „Škola hrou“ bývá chybně interpretováno, že školní vyučování je postaveno na pouhém hraní si. Komenský tím ovšem myslí odborně-pedagogické použití principů didaktické hry. Takovéto využití herních prvků zefektivňuje výuku, neboť hra nastoluje bezpečné, příjemné prostředí doplněné o zážitek a smyslový prožitek, který zajišťuje učení s vysokým a dlouhodobým účinkem (Boccou Kestřánková, 2015).

Komenský (Bednář, 2020 - podle souboru publikací celoživotního díla J. A. Komenského) chápe hru jako součást celoživotní edukace, v dětství utváří podmínky pro výchovu a vštěpování vědomostí a dovedností, pozdější dětská období využívají hru k předešle dospělosti, v dospělosti má hra odpočinkovou a harmonizační funkci pro ducha a tělo, ve stáří je prologem posmrtného života.

V současné době je trendem ve vzdělávání upuštění od frontální, přednáškové výuky, a naopak příklon k méně tradičním metodám výuky, které mimo jiné obsahují ve významné míře herní a experimentální prvky, ke které žáci využívají nejen pamětního učení, ale rozvíjí schopnosti vyhledávání informací, tvořivost, komunikaci a spolupráci, a které zvyšují motivaci žáků k učení (Sochorová, 2011).

2.4 Hra v ontogenetickém vývoji

Hra má klíčový význam pro rozvoj a formování dětské osobnosti, neboť posiluje jejich bezprostřední kontakt se světem. Pozitivní vztah k herní aktivitě buduje aktivní přístup k životu a formuje jedincovy hodnoty a postoje, podporuje sociální a výrazové aspekty osobnosti. Hra je považována za hlavní typ životní zkušenosti dětí, kde si ověřují své znalosti, rozvíjí vyjadřovací schopnosti a myšlení, a tím připravují půdu pro budoucí vzdělávání.

U batolat převládá hra základního smyslového vnímání formou manipulace s předměty okolního světa a metodou „pokus-omyl“. Hra je vázána primárně na jedince samotného – hraje si sám (Oprailová, 2016).

V mateřské škole se rozvíjí napodobování, dítě se hrou zapojuje do vrstevnického kolektivu, děti při hře spolupracují, komunikují a vyjadřují se, což rozvíjí jejich řeč, vztahy a nezávislost. Postupně se rozvíjí také symbolická hra, vázaná ale na konkrétní myšlenkové operace a předměty. Na konci předškolního období by děti měly zvládnout složitější dramatizující hry, jejichž náměty jsou nejčastěji pohádkové či inspirované reálnými osobami a zážitky. Později začíná být hra omezená pravidly, nejprve jednoduchými, později složitějšími.

Adolescentní jedinec často hru vnímá jako aktivitu patřící k dětství, ačkoli hravé aspekty jsou stále přínosné, pokud jsou prováděny s vnitřní motivací a uspokojením.

Hra je důležitá i v dospělosti a stáří jako způsob uvolnění a kompenzace stresu, procvičování paměti a motorických či intelektuálních dovedností (Oprailová, 2016).

2.5 Zážitková pedagogika

Zážitkovou pedagogiku, označovanou v různých interpretacích jako pedagogiku zážitku, pedagogiku zkušenosti, výchovu zážitkem a další, představil Ivo Jirásek (2004) jako alternativní a komplexní metodu vzdělávání, která využívá schopnost lidské paměti efektivněji absorbovat informace spojené se silnými emocemi. Analyzuje edukační procesy, které se zaměřují na indukci, výzkum a reflexi zážitkových momentů s cílem získat empirii aplikovatelnou v budoucím životě. Zahrnuje úmyslnou tvorbu stavů a situací s očekáváním zážitků silné intenzity a pedagogické zpracování těchto zkušeností prostřednictvím zpětné vazby.

Zážitkové učení rozvíjí u žáka vztah k sobě samotnému, buduje jeho sebevědomí, protože žák je mnohdy v situacích nucen překonávat své hranice nebo schopnost práce v týmu (Rýdl, 2013). Koncepti doplňuje analýzou různých domácích i mezinárodních pedagogických zaměření, které jsou zážitkové pedagogice blízké, a na kterou navazují další autoři, sám Jirásek nebo naopak pramenů, z kterých zážitková pedagogika vychází (Jirásek, 2004).

S pojmem zážitková pedagogika je historicky spojena osobnost Němce Kurta Hahna (1886-1974), který je považován za jejího zakladatele. Zasloužil se o vznik různých vzdělávacích institucí, které významně spojoval s aktivitou a pobytem v přírodě a myšlenkou prožitkového učení. Hahn propagoval cíl vést žáka ke kritickému myšlení a odpovědnosti za své činy k sobě, k lidem i přírodě (Rýdl, 2013).

Problém různorodosti definic a přístupů k zážitkové pedagogice je důvodem odlišné interpretace na mezinárodní úrovni, zapříčiněné diverzitou přesných významů slov jako pedagogika, zážitek a prožitek v rámci kulturních rozdílů jednotlivých národů. Rozlišení mezi identickými termíny a odlišnými jazykovými formulacemi je zdrojem množství diverzifikovaných pohledů na zážitkovou pedagogiku napříč světem (Dvořáčková et al., 2014).

Důkaz problematičného výkladu je možné ukázat na příkladě interpretace v českém a anglickém jazyce. V české interpretaci se zážitková pedagogika opírá o tři základní pojmy – prožitek, zážitek a zkušenost. Pod prožitkem se rozumí přímý stav po uskutečněné aktivitě, který je ovlivněn místem, časem a zúčastněnými osobami. Tento prožitek se následně transformuje v zážitek, což můžeme označit za paměťovou stopu konkrétního prožitku, jež

je v přímé souvislosti s intenzitou zážitku. Nakonec se získává zkušenost, která vychází ze zpracování reflexe zážitku (Kaplánek & et al., 2017).

Naopak v anglickém překladu vychází zážitková pedagogika v kontextu „experiential learning“ a „experiential education“ z jediného slova „experience“, který v sobě nese význam zážitku i zkušenosti (Dvořáčková et al., 2014).

Ne všechny vzdělávací situace mohou být zážitkově orientované a neměly by být rutinní součástí výuky kvůli možnosti zevšednění zážitkového učení, a naopak z důvodu vysoké emoční zátěže žáka a „přečerpání emoční kapacity“ při zpracování zážitku v dlouhodobém horizontu učení. Pedagog musí mít zážitky pečlivě didakticky promyšleny a připraveny, přestože mají své limity kvůli individuálnímu prožitku jednotlivých žáků, proto je potřeba vysoká míra empatie a kreativity pedagoga (Felten, 1998).

3 Únikové hry

Escape games nebo escape rooms známé z anglického překladu jako únikové hry či únikové místnosti, představují netradiční typ zábavy, který spojuje elementy z různých herních žánrů a zábavních formátů. Klasický formát únikové hry představuje uzavření účastníků hry do prostoru, z něhož musí najít východ řešením řady hlavolamů a úkolů, které vyžadují dobrou týmovou kooperaci, schopnost logického, matematického ale také kritického uvažování, paměť, schopnost práce se slovy i texty, pozornost a pečlivé zaměření na detaily v kombinaci s prací pod časovým tlakem (Wiemker et al., 2015).

3.1 Prekurzory únikových her

Únikové hry čerpají z různých typů dešifrovacích, dobrodružných, hororových či dalších skupinových her i v případě, že se jedná o deskové nebo počítačové hry. Náměty příběhových linií mohou být zaměřeny také tematicky k různým knihám či filmům (Nicholson, 2015).

Profesor Scott Nicholson (2015, 2016) ve svých pracích uvádí šest základních zdrojů, ze kterých únikové hry čerpají. Prvním z nich je LARP, což je živé hraní rolí (viz kapitola LARP).

Jako druhý zdroj inspirace únikových her uvádí počítačové dobrodružné hry, zejména tzv. point-and-click hry. Společné prvky vykazují v silném napínavém příběhu a důležitosti objevování okolí a využívání předmětů k plnění misí, získávání nápověd, porážce herních nepřátel a postupu ve hře. Inspiraci Nicholson vidí nejen v dobrodružných hrách, ale také ve filmových zpracováních, příkladem uvádí Indianu Jonese (Nicholson, 2015).

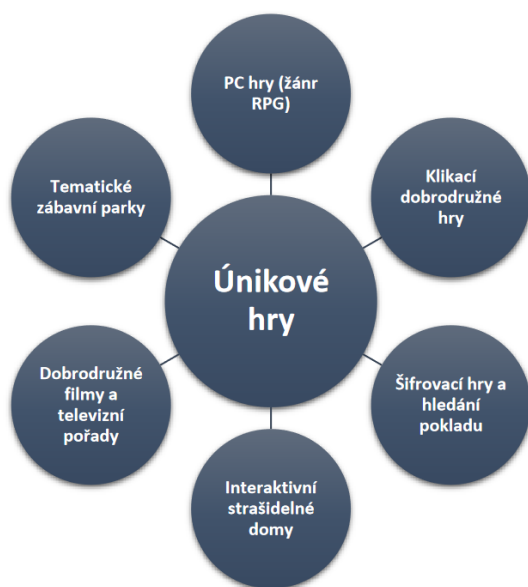
Jako třetí zdroj zmiňuje hry s hledáním pokladu, kdy se tým hráčů snaží postupným získáváním indicií odhalit lokaci tajemného pokladu. Hry mohou mít virtuální charakter počítačových her, či být ve formě „bojovky“ s papírovými hádankami. Obdobným příkladem je také geocaching, kdy se hráči snaží podle aplikace nalézt na zadaných souřadnicích schránku s překvapením (Nicholson, 2015).

Jako čtvrtý pramen označuje Nicholson strašidelné domy a interaktivní divadlo. Strašidelné domy inspirovaly únikové hry hlavně po stránce tematické, řada únikových her využívá hororové motivy, jež spojuje s odtajňováním indicií při řešení hlavolamů či inspiruje náměty

příběhu, klasickým příkladem je uvěznění skupiny v domě hrůzy a jejich následný pokus o útek při průzkumu jednotlivých koutů strašidelného domu. Při interaktivním divadle se publikum nebo jeho část stává součástí inscenace, částečně čerpá z LARP, s čímž ho spojuje právě interakce s diváky (Nicholson, 2015).

Dalším zdrojem inspirace pro únikové hry uvádí televizní kvízy a reality show, ve kterých se snoubí řešení rébusů a hádanek pod časovým limitem s kooperací týmu či jednotlivců v sociální skupině. V tomto případě prověřuje soutěž nejen mentální a sociální dovednosti, ale bývá náročná také na fyzickou kondici (Nicholson, 2015).

Posledním pramenem inspirace únikových her, i když v tomto případě je spíše důsledkem poptávky (popularity) a tím i rozvoje, je tematický zábavní průmysl a zábavní parky s atrakcemi, z nichž se únikové hry vyvinuly jako jedna z interaktivních forem zábavy (Nicholson, 2015).



Obrázek 1: Zdroje pro tvorbu únikových her, Česák (2016) podle Nicholsona (2015)

3.1.1 LARP jako stěžejní nástroj únikových her

Live Action Role Playing (LARP) neboli živé hraní rolí, je specifický typ her či herního nástroje založeného na pohybové, dramatické, komunikační a zábavní činnosti, kde každý účastník přijímá roli nějaké postavy a ztvárňuje ji obdobně jako herci na divadle, avšak bez přítomnosti diváků. Hráči LARPU společně rozvíjejí příběh prostřednictvím vzájemných dialogů, interakce a herecké improvizace (Larpy.cz, 2008).

Každá postava má pro účel LARPU předem daný charakter a základní herní cíle, ke kterým se snaží dospět, což přispívá k rozvoji celého příběhu. Tímto způsobem LARP podporuje kreativitu, týmovou spolupráci a rozvoj příběhu. Nepřímo podporuje u hráčů také rozvoj osobnosti, rétorické schopnosti a přijímání odpovědnosti za vlastní činy (Larpy.cz, 2008).

Kundrát (2013) uvádí jako základní prvky LARPU hraní a rozvíjení role, prostředí a příběh, které umožňují hráčům vytvořit nový, fiktivní svět v určitém reálném prostředí. Postava, předem připravená organizátorem, slouží jako klíčová součást děje hry a vytváří herní atmosféru. Hráči svým ztvárněním postav a jejich interakcí tvoří příběh, přičemž každý má právě jednu postavu, kterou hraje po celou dobu hry.

LARP vznikl ve druhé polovině 20. století, inspirován rozvojem fantasy literatury a stolní hrou na hrdiny Dungeons & Dragons z roku 1974, kdy hráči rozvíjeli vlastní příběhy. První LARPy se objevily v USA a postupně se rozšířily do Velké Británie, Austrálie, Skandinávie a dalších zemí, kde se vyvíjely od hrdinských fantasy her přes bojové hry až ke komornějším a historickým tématům. V dnešním světě patří LARP nejen k zábavním a volnočasovým aktivitám, ale jeho prvky se promítají také do výchovných či edukačních aktivit či vznikají konkrétní edukační hry na bázi LARPU, které nazýváme EDU-LARP (Dovhunová & Černý, 2015).

EDU-LARP

EDU-LARP (Educational Live Action Role Play; do češtiny překládáno jako Vzdělávací LARPy) představuje LARPy navržené tak, aby integrovaly vzdělávací cíle jako klíčovou součást jejich struktury.

Základem je kvalitní příběhová linie, hráči poté využívají svých vědomostí a dovedností z výuky, popř. dohledávají informace, které mohou být nad rámec běžných znalostí, z předem určených a dostupných zdrojů, aby rozvíjeli postavy a děj hry. Hráči (postavy) mohou být vyzváni, aby nejen demonstrovali své poznatky pro získání určité dovednosti, ale také aby byli schopni tuto dovednost opakovaně využívat, předávat své znalosti dalším účastníkům (postavám) a společně provádět rozhodnutí ovlivňující další dění v LARPU (Matfess, 2023).

Psycholog Jean Piaget rozlišil dva způsoby učení, asimilaci a akomodaci. Asimilace představuje doplňování stávajících znalostí, zatímco akomodace znamená jejich přizpůsobení na základě nových zkušeností. Pamětní učení se více opírá o asimilaci, naopak učení dovednostem jako jízda na kole jsou příkladem akomodace. Asimilační učení je bez opakování snadno zapomenutelné, zatímco akomodační učení bývá uloženo v dlouhodobé paměti. Vzdělávací systémy často preferují asimilativní formu učení, protože jej lze jednodušeji testovat, přestože komplexní dovednosti, které vyžadují akomodaci, jsou pro svět a budoucí život jedince klíčové (kreativní řešení problémů, kooperace, učení procedurálních dovedností ...) (Blatner, 1995).

Tento přístup podněcuje hráče k nenásilnému, ale aktivnímu akomodativnímu učení a zapamatování si informací/dovedností, což jim pomáhá dosahovat osobních cílů i cílů celého týmu během hry. Hráč se tak proměňuje v aktivního vzdělavatele sám sebe (Matfess, 2023).

Využití LARPů v konceptu naučné metody začalo praktikovat např. armádní letectvo nebo astronauti, kdy piloti se mohli v bezpečném prostředí učit zvládat rizikové situace, přičemž chyby jsou vnímány jako důležitá součást učebního procesu nezbytná pro úspěch v situacích skutečného nasazení (Blatner, 1995).

3.2 Průběh únikové hry v reálné únikové místnosti

Hra začíná instruktáží pravidel a nástinem dějové linie hry gamemasterem (průvodce hrou). Pravidla zpravidla zahrnují bezpečnost při hře a povolené či nedovolené předměty (Česák, 2016).

Při unikání z únikových místností je obvykle zakázáno používat mobilní telefony, ať už k vyhledávání informací či pořizování fotografického záznamu, či hrubou silou ve smyslu ničení předmětů v únikové hře. Poučení také zahrnuje informace o poloze a použití nouzových tlačítek či hasicích přístrojů (SolvePrague.cz, 2019). Hlavní příčinou zpřísnění bezpečnostních opatření pro únikové hry je tragická smrt pěti dívek při únikové hře v polském Koszalinu v roce 2019 (Deník.cz, 2019).

Tato nešťastná událost způsobila, že hráči do únikových místností nejsou fyzicky zamčeni, ale jsou pouze za zavřenými dveřmi. Celá místnost je pak monitorována kamerami, které

během celé hry sleduje gamemaster. Také došlo k omezení manipulace s otevřeným ohněm během her (SolvePrague.cz, 2019).

Hráči poté v rámci samotné hry prozkoumávají únikovou místnost (nábytek, texty, čísla, obrazy ...) a postupným řešením dílčích úkolů se přibližují k cíli hry – opuštění místnosti či vyřešení záhady do časového limitu. Skupiny, které dokážou efektivně spolupracovat a vhodně si rozdělit úkoly, mají obvykle vyšší šanci na úspěšný únik (Česák, 2016).

Úspěšné absolvování hry závisí na odhalení a vyřešení různých úkolů a hlavolamů, které jsou ukryty mezi předměty v místnosti. Postupně, jak hráči splňují jednotlivé úkoly a řeší hádanky, objevují nápovědy, které je přibližují k cíli. Ověření správnosti řešení úkolů v únikových hrách probíhá nejčastěji automaticky, například odemčením zámku, poskytnutím další indicie či získáním hesla nebo číselného kódu, popřípadě za pomoci postavy gamemastera. Dílčí hlavolamy v únikových hrách se dají rozlišovat podle jejich tematického zaměření, postupu řešení a pomůcek nezbytných k řešení úkolu. Typově lze rozlišit matematické a slovní hlavolamy, které zahrnují šifry a matematické kódy, matematické úkony, kódované zprávy, hledání a spojování písmen, slov či symbolů, a další. Dále se hráči setkávají se skládačkami, „puzzle“ doplňovačkami, variantami klasických deskových her (Ellsworth Lyman, 2021).

K odhalení stopy mohou hráči využít předměty v místnosti, dotýkat se, přesouvat a otevírat vybavení únikové místnosti, indicie mohou být umístěny také na stěnách, nábytku, podlaze, stropu, obrazech nebo v elektronických zařízeních jako rádia či televizory. Únikové místnosti často využívají k blokování dalších indicií či předmětů zámky, trezory, elektronická vizuální či zvuková zařízení, obrazové materiály a další předměty, které korespondují s tematickým vybavením a příběhem únikové místnosti (Ellsworth Lyman, 2021).

Na uniknutí z hry je vyhrazený časový limit, který bývá nejčastěji stanoven na dobu 60 minut. Hra může mít časový limit také kratší (např. 30 minut) nebo naopak navýšený na dobu 120 minut, venkovní únikové hry bývají i delší kvůli přemístování hráčů na dané lokace (Nicholson, 2015).

Hráči po vyřešení posledního úkolu či hlavolamu v časovém limitu opouštějí únikovou místnost nebo neuspějí a hra je ukončena gamemasterem, následuje ještě společný rozbor hry (Nicholson, 2015).

3.3 Historie únikových her s reálnou únikovou místností

Historie únikových her je velmi obsáhlá a silně spjatá s Japonskem. Prvky únikových her se poprvé objevují v 70. letech s rostoucí popularitou videoher, kdy tvůrčí společnosti začaly hledat nové interaktivní metody hraní, což vedlo k vzniku dobrodružných her na principu interakce hráče s objekty a předměty ve hře (Ascalon, 2021).

Nejstarší takovouto hrou byla japonská videohra Planet Mephius z roku 1983 od japonského tvůrce Eijiho Yokoyamy. Tento styl hry, založený právě na potřebě využívat předměty k postupu ve hře, se stal populární a předznamenal tak vznik videoher typu „unikněte z místnosti“. První hrou s konceptem, kdy je hráč uvězněn v místnosti, se v roce 1988 stala Behind Closed Doors od tvůrce Johna Wilsona, kterou se inspirovalo mnoho dalších společností na tvorbu videoher (Ascalon, 2021).

Obliba těchto her ještě vzrostla s vydáním hry od japonského tvůrce Toshimitsua Takagiho Crimson Room v roce 2004, která získala popularitu díky rozšíření přístupu k internetu (Ascalon, 2021).

Vytvoření skutečných únikových her v reálných místnostech bylo inspirováno právě videohrami a z ekonomického hlediska poptávkou po zábavě založené na zážitcích, kde lidé chtějí být součástí příběhu, nejen ho sledovat (Ascalon, 2021).

První takovou hru vytvořil Takao Kato v roce 2007 opět v Japonsku v Kjótu pro společnost SCRAP (2007). Z asijských zemí se v dalších letech popularita únikových her rychle šířila do Ameriky a Evropy (Nicholson, 2015). První evropská úniková hra se otevřela v Maďarsku v Budapešti v roce 2011 společností Parapark, která vytvořila únikovou místnost nazvanou Hint Hunt (Parapark, n.d.).

Zakladatel Attila Gyurkovics ji chtěl nabídnout jako novou formu teambuildingové aktivity. Ve stejném roce se první úniková hra objevila také v USA pod názvem Real Escape Game, otevřená japonskou firmou SCRAP. Mezi lety 2012 a 2013 se únikové hry dále rozšiřovaly

po světě, včetně Anglie, Francie a Kanady, než se tento nový typ zábavy dostal i k nám (Václavík, 2017).

3.4 Únikové hry ve světě a v ČR

Od roku 2013 zaznamenává průmysl únikových her významný rozvoj, diferenciaci a úlohu na trhu zábavy po celém světě. Opětovný návrat z únikových her ze skutečného do virtuálního prostředí způsobila pandemie COVID-19, která vedla k adaptaci a vzniku digitálních únikových her či deskových únikových her umožňujících hráčům zažít dobrodružství online z domácího prostředí (Ascalon, 2021).

Aktuálním trendem marketingových únikových her je co největší propracovanost příběhu, rekvizit, hádanek a rébusů, zapojování neobvyklých herních prvků a digitálních technologií či tematické spojení s historickými událostmi či filmovými nebo knižními náměty (Stips, 2014).

Zvyšující se zájem o únikové hry popisuje Carla Vianna (2023), kdy eviduje přes 50 000 únikových místností na celém světě. V USA v roce 2022 eviduje okolo 2000 únikových místností, zatímco v roce 2023 narostl počet již na více než 2800 únikových místností.

Ve světě se k největším velmocem únikových her řadí Japonsko, Čína a Singapur, v Evropě tuto pozici drží Budapešť, která z údajů z roku 2015 eviduje 63 únikových místností a je díky první evropsky uvedené únikové hře považovaná za kolébkku těchto her v Evropě (Česák, 2016).

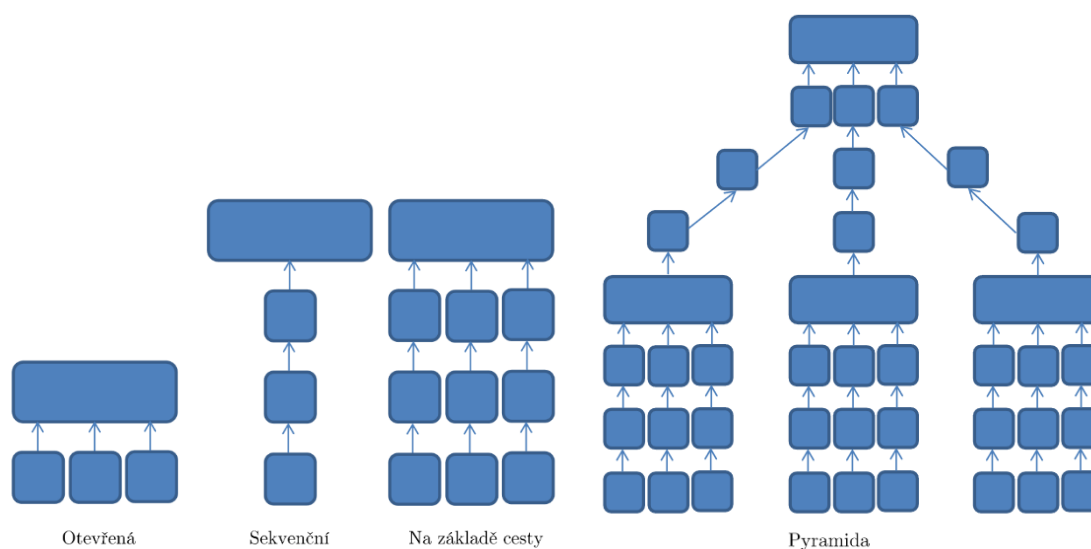
Ve stejném roce je v České republice evidováno okolo 56 společností s únikovými místnostmi, jejich největší koncentrace je v Praze, kde lze navštívit více než 38 míst s únikovými místnostmi. Mezi největší a nejznámější společnosti u nás patří MindMaze, The Chamber, Questerland a další (Česák, 2016). V současné době uvádí různé zdroje přítomnost 200-300 únikových her od více než 70 společností v České republice (Deník.cz, 2019).

3.5 Typy únikových her

Únikové hry je možné klasifikovat podle různých hledisek. Prvním z nich je samotný průběh hry, tedy postup řešení jednotlivých hlavolamů. Nicholson (2015) popsal čtyři možnosti organizace hlavolamů (viz Obrázek 2). V otevřené struktuře mohou hráči řešit různé

hlavolamy zároveň. Všechny hlavolamy musí být vyřešeny než lze přistoupit k poslednímu, ale na pořadí řešení dílčích úkolů nezáleží. Naopak sekvenční neboli lineární struktura hry umožňuje hráčům postupovat hlavolam po hlavolamu; úspěšné vyřešení jednoho odemyká následující, až do finálního hlavolamu. Hra tedy přesně určuje, v jakém pořadí budou hráči řešit jednotlivé hlavolamy. Problematické může být odhalení prvního hlavolamu hry. Struktura hry založená na základě cesty obsahuje několik sledů hlavolamů.

Kombinace základních struktur vede k vytvoření komplexní struktury, například ve formě pyramidy. Výhodou je možnost začít s řešením více hlavolamů naráz, nevýhodou je, že se hráči mohou ztratit v jednotlivých úsecích a souvislostech hlavolamů na různých cestách (Nicholson, 2015).



Obrázek 2: Typy řešení hlavolamů v únikových hrách, Štátný (2022) podle Nicholsona (2015)

Typologii, v jakém pořadí řeší hráč únikové hry jednotlivé rébusy a hlavolamy, zkoumali také Markus Wiemker, Errol Elumir a Adam Clare, kteří rozlišují pouze 3 základní cesty – lineární, otevřenou a kombinovanou, která v jedné hře kombinuje otevřené i lineární rébusové celky (Wiemker et al., 2015).

Dle odborných zdrojů zabývajících se únikovými hrami (například Armie et al., 2021; Nicholson, 2016; Wiemker et al., 2015 a mnoho dalších) lze únikové hry rozdělit do mnoha kategorií na základě různých faktorů. Únikovou hru lze charakterizovat prostředím (platformou), ve kterých je hra uvedena, a to na hry s reálnými únikovými místnostmi, hry

outdoorové, hry deskové a hry digitální – online, videohry, mobilní hry, únikové hry v aplikacích, hry ve virtuální realitě a mnoho dalších. Únikové hry též lze rozdělit podle žánru – hororové, pohádkové, dobrodružné, sci-fi, historické, fantasy, kriminální; či podle námětu – inspirované skutečnou historickou událostí či dobou, filmem, seriálem, hrou, knižní předlohou, osobností a další (Endorfin, 2019; Opravilová, 2016).

Dalším kritériem, dle kterého lze únikové hry rozlišovat, je samotný cíl hry (Endorfin, 2019; Nicholson, 2015; Opravilová, 2016). V komerčním případě jde nejčastěji o cíle zábavní či sociální (stmelení skupiny), aktuálně zaznamenáváme velký rozmach na poli vzdělávacích únikových her či outdoorových her k posílení fyzické kondice. Cíl hry se také může lišit v rázu toho, zda je cílem jen uniknout z místnosti, vyřešit záhadu, osvobodit další, porazit jiný tým či nasbírat co nejvyšší skóre (Endorfin, 2019; Wiemker et al., 2015). Hry také charakterizuje délka časového limitu k uniknutí z místnosti (popř. vyřešení herní záhady) a cílová skupina, pro kterou je hra určena – tedy, zda je vhodná pro dospělé, děti, skupinu, dvojici či jednotlivce (Endorfin, 2019; Opravilová, 2016).

3.6 Únikové hry v přírodovědném a chemickém vzdělávání

Únikové hry mohou být využívány ve vzdělávání jako aktivizující metoda pro žáky, tedy jako účinný výukový nástroj (Abdollahi et al., 2021).

Ve Weizmannově institutu v Izraeli byly vyvinuty chemické únikové hry vhodné pro zařazení do školní výuky. Učitelé měli možnost je otestovat a následně si vybavení pro únikovou hru půjčit pro své žáky. Díky úspěchu vznikaly další hry tematicky specializované na různé oblasti chemie. Problémem bylo omezené množství fyzických sad únikových her, a tak došlo k vytváření online dostupných DIY návodů pro učitele na sestavení únikové hry v konkrétní škole (Haimovich et al., 2022).

V rámci projektu Games of Food byla zkoumána účinnost didaktické únikové hry „Útok zombie“ v porovnání s metodou samostudia pro zlepšení znalostí o výživě u 130 žáků z Finska a Velké Británie, ve věku 11-14 let (Abdollahi et al., 2021).

Před zahájením studie žáci vyplnili didaktické testy k posouzení vstupních znalostí, poté byli náhodně rozděleni do dvou skupin: první skupina hrála didaktickou únikovou hru na téma rostlinných zdrojů bílkovin, druhá skupina studovala z učebního materiálu se stejným

obsahem, který byl zaměřen na potravinovou pyramidu, makroživiny se zaměřením na bílkoviny a jejich funkci a energetické hodnoty potravin. Po intervenci byly ověřeny výstupní znalosti a účastníci hry vyplnili dotazník o zážitku a vnitřní motivaci z hry. Výsledky ukazují, že žáci obou skupin se znalostně zlepšili bez větších rozdílů mezi skupinami, tedy, že didaktická úniková hra byla z hlediska efektivity výuky srovnatelnou výukovou metodou s metodou samostudia s využitím učebních materiálů. Vzdělávací úniková hra přinesla žákům navíc zábavný zážitek, který může zvýšit vnitřní motivaci k učení, a proto může být efektivní podpůrnou výukovou metodou využívanou na školách (Abdollahi et al., 2021).

Yachin a Barak (2024) identifikovali ve svém výzkumu v didaktické únikové hře 4 složky situovaného učení:

- autentické situace – úkoly podobající se situacím skutečného života,
- vědecký obsah – uplatnění odborných znalostí a vědeckých konceptů ve hře,
- spolupracující učení – podpora rozvoje sociálních dovedností žáků ve hře,
- sebereflexe – motivace k úvahám o vlastním procesu učení, metodách řešení úkolů a posuzování svých rozhodnutí,

na jejichž základě vytvořili metodiku pro tvorbu vědecky orientovaných vzdělávacích únikových her. Výzkum probíhal formou strukturovaných rozhovorů s více než 50 učiteli a 7 vývojáři her (Yachin & Barak, 2024).

Tento koncept 4 složek didaktické únikové hry podporuje například Avargil a kol. (2021), kteří představili komplexní chemickou únikovou hru zaměřenou na osobnost Johna Daltona a jeho symboly prvků, kdy žáci řešením úloh prokazují teoretické i laboratorní znalosti termochemických výpočtů, mastných kyselin a vitamínů, oxidačně-redukčního potenciálu a schopnost práce s aplikacemi zobrazující struktury molekul. Učitelé sledují žáky v únikové místnosti, čímž průběžně získávají informace o schopnostech studentů rozumět teoretickým konceptům, jejich přístupu k řešení úkolů a v případě potřeby poskytují nápovědy. Nabízí hru nejen jako výukovou metodu, ale také jako možnost formativního hodnocení a nástroj rozvoje kompetencí 21. století.

Odborníci z univerzity v Calgary vytvořili hybridní chemickou únikovou hru Battle Box (Clapson et al., 2020). Battle Box umožňuje soutěž více týmů najednou a kombinuje prvky únikové místnosti s laboratorními experimenty. Řešení hádanek postupně otevírá zámky, řešení posledního úkolu odemyká pouzdro s odměnou. Hra je zaměřena na znalost tenkovrstvé chromatografie, vztlkové síly, hustoty a elektrochemického článku. Pro jednotlivé úkoly uvádí autoři modifikace obtížnosti a časové náročnosti (Clapson et al., 2020).

Dan Cooper (2022) vytvořil v době covidového lockdownu pro své studenty digitální únikovou hru „Escape the lab!“ zaměřenou na prozkoumávání laboratorního vybavení. Hru dále rozšířil a přidal další, ve kterých představuje netradiční chemická odvětví, povolání a pracoviště chemiků. Bayerovy únikové hry si lze zahrát přímo na jeho stránkách, kde jsou rozdělené podle věku hráčů i přírodovědného zaměření – buňka, proteosyntéza, kyselost a zásaditost látek, oblasti fyzikální chemie a spoustu dalších (Cooper, n.d.).

Nicolas Dietrich (2018) představil únikovou hru inspirovanou osobností francouzského lékaře a chemika Nicolase Leblanca a průmyslovou výrobou sody modifikovanou pro použití ve školní třídě se zjednodušením přípravy do tisknutelné podoby. Žáci při odhalování tajemství pomocí úkolů testují své znalosti periodické tabulky, chemických reakcí pro výrobu sody a aplikační oblast Leblancova procesu a jeho dopad na životní prostředí. Konec únikové hry poskytuje zdroje pro další studium a může tak být motivačním činitelem k detailnějšímu studiu tématu.

Únikové hry zaznamenaly využití ve vzdělávání i na vysokých školách. Pro univerzitní studenty vytvořili Roy, Gasca a Winum digitální únikovou hru k procvičování organického názvosloví, struktur, hybridizace, laboratorních postupů a známých chemických osobností. Hra provází hráče skrz 6 laboratorních místností, které obsahují více než 30 úkolů a vyžadují teoretické znalosti konceptů organické chemie a schopnost práce s přístroji a molekulárními modely. Skrze aplikaci zadávají studenti řešení kódů, které otevírají další hádanky, až k úplnému vyřešení a dokončení hry (Roy et al., 2023).

Aktuálně je možné si zahrát únikové hry zaměřené na znalosti v oblasti přírodních věd přímo online na nejrůznějších webových stránkách (Cooper, n.d.; Fusco, 2023), většina je ovšem v anglickém jazyce, což pro žáky nižších ročníků může být problematické díky jazykové

bariéře a odborné náročnosti textu. Online chemické únikové hry v češtině je možné si zahrát například na stránkách ZŠ Osek (2021), kde jsou uvedeny dvě hry tematicky zaměřené na prvky, organickou chemii, sacharidy a separační metody, nebo na webu Prožáky.cz. Tyto únikové hry jsou zaměřené na určitá témata z chemie či přírodopisu, například z chemie hra „Atomy a molekuly“ či z přírodopisu hra „Botanika“ a hra „Kosterní soustava“ (Prožáky.cz, n.d.).

V České republice představila výukové chemické únikové hry jako formu laboratorního cvičení pro základní i střední školy Radka Kydalová (2020) v bakalářské práci pod vedením Milady Teplé.

Hra „Pirátský poklad“, určena pro žáky základních škol a nižších ročníků gymnázií, je zacílena na laboratorní dovednosti se zaměřením na procvičení názvosloví, filtrační procesy, určování kyselosti a zásaditosti roztoků pomocí indikátorů a vyčíslování chemických rovnic. Hra „Únos profesora Ludvíka Ketona“ je náročnější a primárně určena žákům druhého ročníku vyššího gymnázia, zaměřená na vybrané oblasti obecné, anorganické i organické chemie (Kydalová, 2020).

Únikové hry určené pro skupiny žáků nabízí komerčně také řada firem, kdy společnost přiveze únikovou hru přímo do školy nebo naopak mohou být námětem pro školní výlet. Přenosné únikové hry nebo tzv. escape boxy nabízí například společnost The ROOM (n.d.). Naopak nepřenositelné únikové místnosti s edukativním charakterem nabízí například společnost Escape rooms, která do svých her implementuje prvky matematiky, přírodních věd i historie (Escape Rooms, n.d.).

Výhodou reálných únikových her a místností je možnost zařazení experimentů a další laboratorní činnosti, naopak výhodou digitálních her je jejich snadná dostupnost a možnost práce s chemickými látkami, které jsou ve škole zakázané (Haimovich et al., 2022).

4 Chemické výpočty na gymnáziu

4.1 Základní typy chemických výpočtů

Chemické výpočty představují jednu z klíčových znalostí, která je využitelná v mnoha oblastech chemie. Chemické výpočty významně souvisí s matematickými a logickými schopnostmi žáků, které jsou při práci s výpočtovými úlohami z chemie klíčem k jejich úspěšnému řešení. Přestože žáci dosahují při srovnání chemických a čistě matematických výpočtů lepších výsledků v matematice, často jim chybí znalost a schopnost propojení základních matematických operací. Přesto není matematické uvažování jediným předpokladem pro pochopení a správné řešení chemických výpočtů (Scott, 2012).

Řešení úlohy zaměřené na chemické výpočty vyžaduje výběr správného postupu řešení a následně bezchybné provedení výpočtu. Klíčem k výběru postupu je hluboké porozumění fyzikálně-chemickému pozadí úlohy, tedy schopnost identifikovat jádro problému, a porozumět vztahu mezi proměnnými. Pro správný postup je třeba rozlišit mezi zadanými údaji a těmi hledanými a převést verbální zadání na matematický výpočet, což bývá nejnáročnější částí řešení. Při vhodně zvoleném postupu by samotný výpočet měl být jednoduchý. Problematická bývá práce s jednotkami a jejich převody (Sirotek & Karlíček, 2005).

Chemické výpočty jsou tématem s mezipředmětovým přesahem, řešení chemických výpočetních úloh vyžaduje znalosti z různých oborů. Znalost češtiny je potřebná pro jazykovou vybavenost žáka, a tedy správnou interpretaci zadání úlohy. Znalosti z fyziky z oblasti fyzikálních veličin žák potřebuje pro správný zápis, volbu vhodných jednotek a matematické znalosti pro úpravy a vyjadřování ze vzorců a rovnic, základní početní operace a zaokrouhlování pro průběh výpočtu a správné určení přibližného výsledku. Úlohy zaměřené na chemické výpočty mohou mít taktéž přesah do témat z biologie, ekologie i jiných oborů (Pečivová & Šmídl, 2014). Přesah chemických výpočtů je taktéž do informatiky a digitálních technologií, kde se stávají počítačové programy výkonným nástrojem k provádění výpočtů v přírodovědné oblasti (Polik & Schmidt, 2022).

4.1.1 Výpočet hmotnostních a objemových zlomků

Hmotnostní a objemové zlomky představují jednu z možností vyjádření složení směsí a zejména roztoků (Sirotek & Karlíček, 2005).

Pro úspěšné řešení úloh s hmotnostními a objemovými zlomky potřebuje žák ovládat přímou a nepřímou úměrnost, trojčlenku, vyjadřování ze vzorce a počítání s procenty. Pro výpočty hmotnostních a objemových zlomků je taktéž důležité logické uvažování, u složitějších úloh základní znalost anorganického názvosloví (Balčiráková, 2017).

Hmotnostní zlomek

Hmotnostní zlomek vyjadřuje podíl hmotnosti látky A k celkové hmotnosti směsi:

$$w = \frac{m_A}{m_S}$$

kde w = hmotnostní zlomek, m_A = hmotnost látky A a m_S = hmotnost celé směsi (Kajzar, 2024). Hmotnost směsi m_S je dána součtem jednotlivých hmotností všech látek ve směsi (Sirotek & Karlíček, 2005).

Hmotnostní zlomek je bezrozměrná veličina, nemá jednotku, lze ho však převádět na procenta. Hodnota hmotnostních zlomků se pohybuje v rozmezí 0-1, respektive 0-100 %, kdy nulová hodnota hmotnostního zlomku značí, že se daná látka ve směsi nevyskytuje, zatímco $w=1$ značí hmotnostní zlomek chemicky čisté látky (Kajzar, 2024).

Objemový zlomek

Analogií hmotnostního zlomku pro objemové veličiny, je objemový zlomek, který vyjadřuje podíl objemu rozpuštěné látky A a celkového objemu směsi:

$$\Phi = \frac{V_A}{V_S}$$

kde φ = objemový zlomek, V_A = objem látky A a V_S = celkový objem směsi.

Celkový objem směsi V_S je dán součtem jednotlivých objemů všech látek ve směsi (Sirotek & Karlíček, 2005).

Objemový zlomek je opět bezrozměrný a jeho hodnota se pohybuje v intervalu 0-1, stejně jako hmotnostní zlomek je možné převádět objemový zlomek na procentuální hodnotu vynásobením stem (Kajzar, 2024).

4.1.2 Směšování a ředění roztoků

Složení roztoků, které máme k dispozici pro práci v laboratorních či domácích podmínkách, nemusí být vždy vyhovující pro naše potřeby. K dosažení požadovaného složení roztoku pro naše potřeby lze použít různé metody: rozpustit další množství požadované látky, přidat nebo odstranit množství rozpouštědla, či kombinovat roztoky o různé koncentraci dohromady (Sirotek & Karlíček, 2005).

Pro řešení těchto úloh žák potřebuje znalost lineárních rovnic, počítání s procenty a porozumění vztahu mezi veličinami vystupujícími ve vzorcích (Balčíraková, 2017).

Směšovací rovnice

Při kombinování různých roztoků s odlišnými koncentracemi zavádíme směšovací rovnici ve tvaru (Kajzar, 2024):

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 + \dots + m_n \cdot w_n = w \cdot (m_1 + m_2 + \dots + m_n)$$

- m_1, m_2, m_n = hmotnosti roztoků použitých pro přípravu výsledného roztoku
- w_1, w_2, w_n = hmotnostní zlomky roztoků použitých pro přípravu výsledného roztoku
- w_c = hmotnostní zlomek výsledného roztoku

Z výše uvedeného vztahu vyplývá, že směšovací rovnice vychází z hmotnostní bilance systému, kdy smísením roztoků známého složení lze určit hmotnost a složení roztoku vznikajícího (Honza & Mareček, 2000).

Při zředování roztoku použitím čistého rozpouštědla (například vody) má hmotnostní zlomek rozpouštědla hodnotu 0. Naopak, když přidáváme do roztoku čistou složku, její hmotnostní zlomek nabývá hodnoty 1 (Sirotek & Karlíček, 2005). Mísení roztoků můžeme také popsat látkovou bilancí soustavy, k čemuž využíváme směšovací rovnici ve tvaru (Benešová & Satrapová, 2014):

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 + \dots + c_n \cdot V_n = c_c \cdot V_c$$

- c_1, c_2, c_n = látkové koncentrace roztoků použitých pro přípravu výsledného roztoku
- V_1, V_2, V_n = objemy roztoků použitých pro přípravu výsledného roztoku
- c_c = látková koncentrace výsledného roztoku
- V_c = celkový objem výsledného roztoku

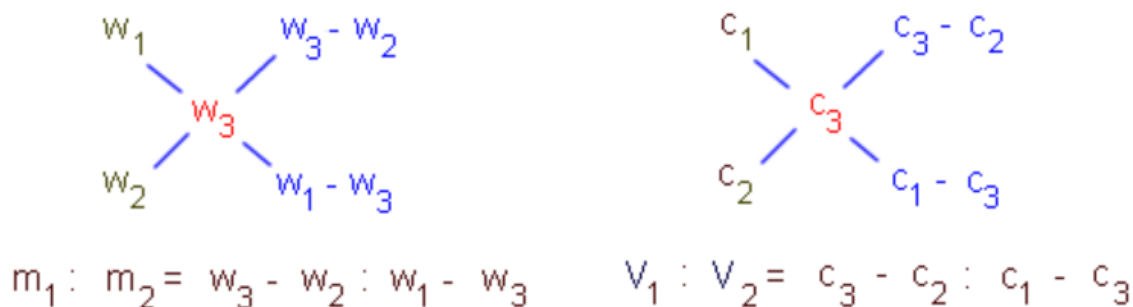
Při výpočtu směšovací rovnice je potřeba vycházet ze vztahu: $n_c = n_1 + n_2 + \dots + n_n$.

„Nikdy nesmíme vycházet při směšování roztoků pouze z objemové bilance a sčítat jednotlivé objemy, protože dochází k objemové kontrakci.“ (Sirotek & Karlíček, 2005, s. 56).

Směšovací rovnici lze sestavit také jako závislost objemových zlomků na objemu složek (Kajzar, 2024).

Křížové pravidlo

Pro směšování roztoků je možné využít také výpočet pomocí tzv. křížového pravidla, pro které platí, že $w_1 > w_2$, analogicky $c_1 > c_2$.



Obrázek 3: Princip křížového pravidla (Kos, n.d.)

Hodnoty hmotnostních zlomků uvádíme ve výpočtu křížovým pravidlem v %. Platí, že:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{w_3 - w_2}{w_1 - w_3}, \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{c_3 - c_2}{c_1 - c_3}$$

- w_3 = hmotnostní zlomek výsledného roztoku
- w_1, w_2 = hmotnostní zlomky roztoků použitých pro přípravu výsledného roztoku
- c_3 = látková koncentrace výsledného roztoku
- c_1, c_2 = látkové koncentrace roztoků použitých pro přípravu výsledného roztoku (Benešová & Satrapová, 2014).

4.1.3 Chemické výpočty týkající se hmotnosti částic

Hmotnost je základní charakteristikou popisující atom, reálná hmotnost atomů je však velmi malá (Benešová & Satrapová, 2014). „Vzhledem k velice malé hmotnosti atomů a molekul jednotlivých látek byla k vyjadřování hmotnosti jednotlivých atomů a molekul zavedena

atomová hmotnostní jednotka u , která je rovna hmotnosti jedné dvanáctiny atomu nuklidu uhlíku ${}_{12}^6\text{C}$ “ (Benešová & Satrapová, 2014, s. 36):

$$u = m_u = \frac{1}{12}m({}_{12}^6\text{C}) = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

V chemických výpočtech se z hmotnostních veličin zpravidla nejčastěji využívá hodnot atomové relativní hmotnosti a molekulové relativní hmotnosti.

Relativní atomová hmotnost A_r je poměrovým vyjádřením hmotnosti konkrétního nuklidu prvku $m(X)$ oproti atomové hmotnostní jednotce u (m_u), což lze vyjádřit vztahem (Kosina & Šrámek, 1996):

$$A_r(X) = \frac{m(X)}{m_u}$$

Relativní molekulovou hmotnost M_r vypočteme jako součet relativních atomových hmotností všech prvků v molekule (Kosina & Šrámek, 1996). V případě, že se určitý atom v molekule vyskytuje vícekrát než jednou, započítáváme do součtu hodnotu relativní atomové hmotnosti taktéž vícekrát podle odpovídajícího indexu u prvku (Kajzar, 2024).

S relativní molekulovou hmotností je číselně totožná molární hmotnost M , rozdíl je v přítomnosti jednotky u molární hmotnosti a absence jednotky u relativní molekulové hmotnosti. Molární hmotnost odpovídá hmotnosti jednoho molu látky. K určení molární hmotnosti molekul využíváme informace o relativních atomových hmotnostech z periodické tabulky prvků (Kajzar, 2024). Její jednotkou je g/mol (Kajzar, 2024) nebo kg/mol (Sirotek & Karlíček, 2005).

4.1.4 Výpočty látkového množství a počtu částic

Pro výpočty ze vzorců pro látkové množství je třeba, aby žák disponoval dovednostmi úprav vzorců látkového množství, vyjádření neznámé ze vzorce, schopností řešit a upravovat lineární rovnice a ovládat základy anorganického názvosloví (Balčíraková, 2017).

Látkové množství n popisuje počet částic v látce (Benešová & Satrapová, 2014). Jednotkou látkového množství je mol (Kajzar, 2024). „Mol je látkové množství v systému, který obsahuje právě tolik elementárních jedinců (entit), kolik je atomů v 0,012 kg uhlíku ${}_{12}^6\text{C}$.“

Tento počet je číselně vyjádřen Avogadrovou konstantou N_A .“ (Sirotek & Karlíček, 2005, s. 32)

Avogadrova konstanta má číselnou hodnotu $6,02214129 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, a vyjadřuje tak počet částic v jednom molu látky (Benešová & Satrapová, 2014). Benešová a Satrapová (2014) upozorňují, že hodnota Avogadrovy konstanty se zpřesňuje díky pokroku technologií pro měření počtu částic.

Látkové množství vyjadřujeme jako podíl hmotnosti látky $m(X)$ a její molární hmotnosti $M(X)$:

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$$

Taktéž lze látkové množství vyjádřit jako podíl počtu částic látky $N(X)$ a Avogadrovy konstanty N_A (Kajzar, 2024):

$$n(X) = \frac{N(X)}{N_A}$$

4.1.5 Výpočty látkové a hmotnostní koncentrace

Pro provádění výpočtů koncentrací je potřeba, aby žák ovládal učivo a vzorce pro výpočty koncentrací, úpravu lineárních rovnic a vyjadřování neznámé veličiny ze vzorce (Balčiráková, 2017).

Látková koncentrace c , taktéž označovaná jako molární koncentrace, popisuje množství rozpuštěné látky v jednotce objemu. Nejčastěji užívanou jednotkou molární koncentrace je mol/dm^3 nebo mol/l (Špalková & Vyskočilová, 2014).

Látková koncentrace bývá někdy také označována jako molarita. Kromě standardního vyjádření „koncentrace roztoku 3 mol/l“ se lze setkat s jiným zápisem „3 M roztok“, význam je totožný (Kajzar, 2024).

Výpočet látkové koncentrace se provádí pomocí vztahu, popisující látkovou koncentraci c jako podíl látkového množství určité látky n vůči objemu roztoku V (Benešová & Satrapová, 2014):

$$c = \frac{n}{V}$$

Analogickým výpočtem, k výpočtu látkové koncentrace, je výpočet hmotnostní koncentrace c_m , kde je v podílu s objemem roztoku V nahrazena veličina látkového množství veličinou hmotnosti látky m :

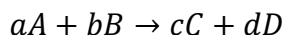
$$c = \frac{m}{V}$$

Z výpočtu vyplývá, že hmotnostní koncentrace popisuje, jaká hmotnost látky je rozpuštěna v jednotkovém objemu roztoku. Její jednotkou je nejčastěji g/dm^3 nebo g/l (Kajzar, 2024).

4.1.6 Vyčíslování chemických rovnic

Chemická reakce je dynamický proces, během kterého ze vstupních látek, tzv. reaktantů, vznikají jiné látky, tzv. produkty (E-learning VŠCHT, 2022). Chemická rovnice představuje grafický kvantitativní zápis chemické reakce a obvykle slouží jako báze pro provedení s ní souvisejících chemických výpočtů (Břížďala, 2024).

Obecný zápis chemické rovnice uvádíme ve tvaru:



kde A a B reprezentují výchozí látky (reaktanty), C a D produkty a malá písmena a , b , c , d představují stechiometrické koeficienty vyjadřující poměr, ve kterém jednotlivé látky reagují (E-learning VŠCHT, 2022).

Výchozí látky jsou zapsány na levé straně rovnice, výstupní látky na pravé. Směr průběhu reakce je znázorněn šipkou, která zpravidla směřuje k produktům, většina chemických reakcí, ale probíhá současně i opačným směrem až do ustavení chemické rovnováhy, což se znázorňuje dvěma opačnými šipkami (chemické rovnice přímých a zpětných reakcí). Jednotlivé reaktanty a jednotlivé produkty v chemické rovnici jsou odděleny symbolem $+$ (OpenStax, n.d.).

Poměr látek v chemické reakci udávají stechiometrické koeficienty. Vyčíslení chemické rovnice znamená určení těchto koeficientů, aby byl zajištěn počet atomů každého prvku na obou stranách rovnice stejný (E-learning VŠCHT, 2022). Pokud symbolický zápis reakce není vyčíslený, nazýváme ho reakčním schématem, proto o vyčíslování chemických rovnic lze hovořit taktéž jako o vyčíslování reakčních schémat (Břížďala, 2024).

Chemická rovnice rovněž graficky reprezentuje zákon zachování hmotnosti a při iontovém zápisu také zákon zachování náboje, čímž potvrzuje nezničitelnost hmoty (atomů) při chemických reakcích, protože počet atomů vstupujících do reakce se musí rovnat počtu atomů, které z reakce vycházejí (Břížďala, 2024).

Chemickou rovnici lze vyjádřit ve tvaru molekulárního zápisu ve formě celých sloučenin, nebo iontovým zápisem s rozepsáním sloučenin do iontového tvaru. Zápis chemické rovnice může rovněž zahrnovat informace o skupenství látek, které jsou uvedeny symbolicky v závorce za jednotlivými sloučeninami: *s* (pro pevnou látku), *l* (pro kapalinu), *g* (pro plyn) a *aq* (pro vodný roztok) (E-learning VŠCHT, 2022).

Obtížnost úloh zaměřených na vyčíslování chemických rovnic je variabilní a závisí na kvantitě látek na obou stranách rovnice, na typu samotné reakce a složitosti a formě zápisu rovnice (Sirotek & Karlíček, 2005).

Pro úspěšné řešení úloh na vyčíslování chemických rovnic musí žák ovládat chemické názvosloví, z matematiky se vyžaduje znalost práce s přirozenými čísly – porovnávání, násobení (Balčiráková, 2017).

Vyčíslování chemických rovnic bez změny oxidačního čísla

Pokud se během reakce nemění oxidační čísla atomů, vyčíslíme chemickou rovnici tím, že vyrovnáme počet atomů každého prvku na obou stranách rovnice.

Začínáme zpravidla s prvkem, který se nachází pouze v jedné výchozí látce nebo produktu, nebo se zaměříme na sloučeninu s vyššími stechiometrickými koeficienty u jednotlivých prvků. Posledním krokem obvykle bývá přepočítání jednoduchých vedlejších produktů (nejčastěji vody) a doplnění správného stechiometrického koeficientu podle množství atomů vodíku a kyslíku, čímž ověříme celkovou správnost vyčíslení (E-learning VŠCHT, 2022).

Pro vyčíslování neredoxních rovnic chemických reakcí je kromě postupného bilancování počtu prvků na obou stranách možné využít výpočet stechiometrických koeficientů reaktantů pomocí soustav rovnic o více neznámých (Sirotek & Karlíček, 2005).

Vyčíslování oxidačně-redukčních rovnic

Vyčíslování rovnic, při kterých se mění oxidační čísla atomů, zahrnuje bilanci elektronů, které byly formálně uvolněny oxidací atomu a přijaty redukujícími atomy (E-learning VŠCHT, 2022).

„Při úpravě rovnic oxidačně redukčních reakcí využíváme toho, že v rovnici počty přijímaných elektronů u redukovaných látek musí odpovídat počtu předávaných elektronů u látek oxidovaných.“(Sirotek & Karlíček, 2005, s. 77-78). Nejdříve určíme atomy, které prošly redoxní změnou, následně vypočítáme množství elektronů uvolněných oxidací a potřebných pro redukci, přičemž obě čísla musí být shodná, matematicky tedy určujeme nejmenší společný násobek těchto dvou čísel (E-learning VŠCHT, 2022).

Rozdíly v oxidačních číslech prvků, které byly redukovány nebo oxidovány, lze při zachování poměru libovolně zvětšovat nebo zmenšovat (Sirotek & Karlíček, 2005).

Poté dopočítáme stechiometrické koeficienty k ostatním prvkům v rovnici, opět zpravidla končíme vyčíslením vodíku a kyslíku. V případě, že máme rovnici ve formě iontů, je třeba po vyrovnaní počtu atomů vyrovnat celkový náboj, aby byl identický na levé i pravé straně rovnice (E-learning VŠCHT, 2022).

Výpočet stechiometrických koeficientů pomocí soustavy rovnic o více neznámých nemá v případě redoxních rovnic smysluplné využití (Sirotek & Karlíček, 2005).

4.1.7 Výpočty z chemických rovnic

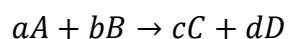
Žák pro úspěšné řešení výpočtů z chemických rovnic potřebuje ovládat učivo vyčíslování chemických rovnic, anorganického názvosloví, veličin a vztahů mezi veličinami potřebných k výpočtu. Z matematických dovedností potřebuje mít zvládnuté úpravy vzorců, lineární rovnice, trojčlenku a počítání s procenty (Balčíraková, 2017).

Pro řešení úloh z chemických rovnic je správné sestavení a vyčíslení příslušné rovnice (Benešová & Satrapová, 2014). Postup řešení lze shrnout v několika krocích:

- 1) Vyčíslení chemické rovnice
- 2) Výběr látky, u které chceme dopočítávat neznámou veličinu
- 3) Výběr látky, u které známe dostatečné množství informací pro výpočet veličiny jiné látky

- 4) Pro vybranou dvojici látek stanovit z chemické rovnice vzájemný poměr látkových množství
- 5) Správné sestavení vztahů a vzorců (popř. úměr pro sestavení trojčlenky) pro dopočítání potřebných neznámých veličin
- 6) Dosazení do vzorce a vlastní výpočet (Sirotek & Karlíček, 2005).

„Platí, že poměry látkových množství reagujících látek jsou rovny poměrům příslušných stechiometrických koeficientů v chemických rovnicích.“ (Benešová & Satrapová, 2014, s. 45). Z toho vyplývá, že pokud známe látkové množství jedné z látek v rovnici, můžeme ze stechiometrických koeficientů dopočítat látková množství všech ostatních látek v rovnici (Benešová & Satrapová, 2014; Sirotek & Karlíček, 2005):

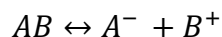


$$a : b : c : d = n(A) : n(B) : n(C) : n(D)$$

4.1.8 Výpočty pH roztoků

Výpočty pH jsou z hlediska náročnosti matematických dovedností nejvíce složitými chemickými výpočty, neboť k jejich správnému provedení potřebuje žák znalost počítání s logaritmy. Při řešení úlohy zaměřené na výpočty pH žák dále aplikuje znalost a použití vzorců koncentrace, disociačních jevů, anorganického názvosloví a práce s kalkulačkou (Balčíraková, 2017).

Elektrolytická disociace je proces, při kterém v roztoku elektrolytů vznikají ionty vzájemným působením rozpuštěné látky a polárních molekul rozpouštědla (Sirotek & Karlíček, 2005):



Kyselost či zásaditost látek určuje koncentrace iontů H_3O^+ . Pro vyjádření kyselosti a zásaditosti látek využíváme stupnici pH (Kajzar, 2024).

Z iontového součinu vody: $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$ získáváme vztah, který využíváme pro výpočet pH (Špalková & Vyskočilová, 2014):

$$pH + pOH = 14$$

Výpočet pH silných kyselin a zásad

Silné elektrolyty ve vodných roztocích disociují na ionty téměř úplně, jako je kyselina sírová či hydroxid sodný (Sirotek & Karlíček, 2005). Vzhledem k úplnému rozpadu kyseliny na ionty se koncentrace vodíkových kationtů rovná výchozí koncentraci kyseliny, analogicky platí pro zásadu a ionty OH^- (Špalková & Vyskočilová, 2014).

Vztah pro výpočet pH silných kyselin (Špalková & Vyskočilová, 2014):

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

Pro výpočet pH silných vícesytných kyselin je třeba vynásobit koncentraci ve výpočtu počtem vodíkových kationtů, které kyselina odštěpuje (Kajzar, 2024).

Vztah pro výpočet pOH silných zásad (Špalková & Vyskočilová, 2014):

$$pOH = -\log[OH^-]$$

Pro převedení na hodnotu stupnice pH, je potřeba provést výpočet:

$$pH = 14 - pOH$$

Výpočet pH silných vícesytných zásad je analogický s výpočtem pH vícesytných kyselin (Kajzar, 2024).

Výpočet pH slabých kyselin a zásad

Slabé elektrolyty mají nízký stupeň disociace, tedy obsahují v roztoku ionty i nedisociované molekuly (Sirotek & Karlíček, 2005). Vzhledem k tomu, že slabé kyseliny nedisociují plně, je potřeba ve vztahu pro výpočet zohlednit také nedisociované molekuly kyseliny a disociační konstantu K_a .

Vztah pro výpočet pH slabých kyselin (Špalková & Vyskočilová, 2014):

$$pH = \frac{1}{2}pK_a - \frac{1}{2}\log(c_{HA})$$

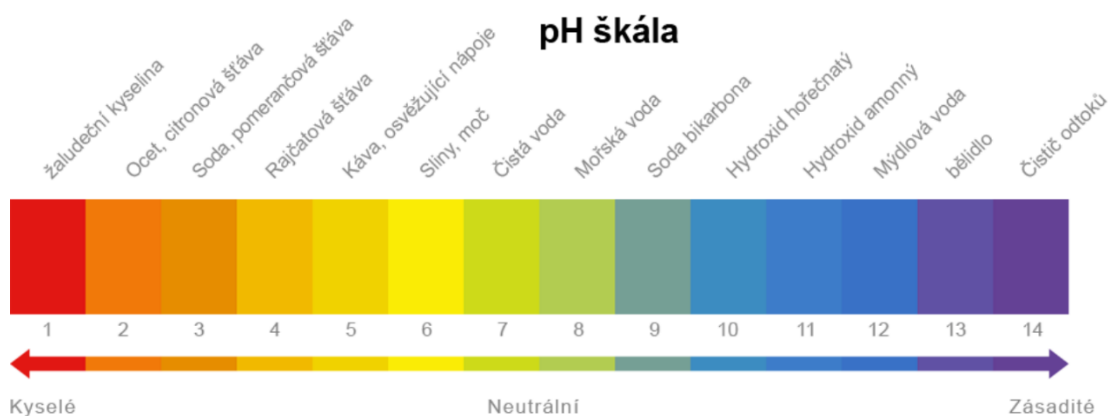
$$pK_a = -\log(K_a)$$

Vztah pro výpočet pH slabých zásad:

$$pH = 14 - \left[\frac{1}{2}pK_b - \frac{1}{2}\log(c_{BOH}) \right]$$

$$pK_b = -\log(K_b)$$

Na základě hodnoty pH rozdělujeme roztoky na roztoky neutrální, jejichž pH se pohybuje v blízkosti hodnoty 7. Roztoky, jejichž pH je nižší než 7, označujeme jako kyselé roztoky. Naopak roztoky s pH vyšším než 7 označujeme jako zásadité (alkalické) (Sirotek & Karlíček, 2005).



Obrázek 4: pH stupnice a příklady látek odpovídajícího pH (Super Greens, n.d.)

4.2 Chemické výpočty v RVP G a vybraných ŠVP

4.2.1 Chemické výpočty v RVP G

Na základě Národního programu rozvoje vzdělávání v ČR a školského zákona (MŠMT, 2024) jsou stanoveny dvě úrovně vzdělávacích kurikulárních dokumentů: státní, kterou reprezentují rámcové vzdělávací programy (RVP) stanovující závazné rámce pro vzdělávání, a školní, kterou tvoří školní vzdělávací programy (ŠVP) specifické pro každou školu (MŠMT, 2022).

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G) určuje vzdělávací standard pro absolventy čtyřletých gymnázií a vyššího gymnázia, který musí být dodržen ve vzdělávacím programu (ŠVP) každé školy. Taktéž stanovuje klíčové kompetence, kterých by absolvent gymnázia měl dosáhnout, definuje závazný obsah vzdělávání prostřednictvím očekávaných výstupů a učiva a vytváří prostor pro individuální přístup k vzdělávání. Učivo předepsané v RVP G je závazné, nikoliv pouze doporučené, jako u RVP ZV (MŠMT, 2022).

RVP G stanovuje 8 vzdělávacích oblastí a průřezová témata, kombinující prvky z různých oblastí vzdělávání. Oblast přírodovědného vzdělávání pokrývá vzdělávací oblast Člověk a příroda, kam jsou řazeny obory chemie, fyzika, biologie, geografie a geologie.

Podle rámcových učebních plánů je na čtyřletém gymnáziu povinné vyučovat vzdělávací oblast Člověk a příroda v 1. a 2. ročníku, ve 3. a 4. ročníku je řazena volitelně, analogicky platí pro odpovídající ročníky víceletého gymnázia (MŠMT, 2022).

Vzdělávací cíle v oblasti Člověk a příroda se zaměřují na rozvoj klíčových kompetencí tím, že žáky vedou k formulaci a řešení přírodovědných problémů, systematickému provádění experimentů a analýzy dat, tvorbě a interpretaci modelů k vysvětlení přírodních zákonitostí za pomoci grafických a digitálních prostředků a také k ochraně životního prostředí a předvídání dopadů aktivit lidí na něj. Cílem je podporovat koordinovanou spolupráci mezi všemi přírodovědnými obory k dosažení komplexního úhlu pohledu žáka na přírodovědný problém (MŠMT, 2022).

Vzdělávací obsah oboru chemie v RVP G je rozdělen do 4 tematických celků: Obecná chemie, Anorganická chemie, Organická chemie a Biochemie. Pro každý celek jsou uvedeny očekávané výstupy a učivo.

Chemické výpočty jsou řazené především do tematického celku Obecná chemie, kde je očekávaným výstupem absolventa gymnázia: „*Žák předvídá vlastnosti prvků a jejich chování v chemických procesech na základě poznatků o periodické soustavě prvků.*“ (MŠMT, 2022). Dosažení výstupu je realizováno primárně skrze oblast učiva „Veličiny a výpočty v chemii“, chemické výpočty však lze nalézt také v učivu témat „Soustavy látek a jejich složení“, „Tepelné změny při chemických reakcích“ a „Rychlost chemických reakcí a chemická rovnováha“. S chemickými výpočty se lze okrajově setkat také v tematickém celku Anorganická chemie v očekávaném výstupu: „*Žák využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení praktického významu reakcí anorganických sloučenin v anorganické chemii.*“ a v tematickém celku Organická chemie v očekávaném výstupu: „*Žák využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii.*“ (MŠMT, 2022).

Přestože je učivo chemických výpočtů v RVP G závazně stanoveno, není konkretizován a blíže specifikován jeho rozsah (MŠMT, 2022).

4.2.2 Chemické výpočty v ŠVP vybraných gymnázií

Školní vzdělávací program (ŠVP) prezentuje školní úroveň kurikulárních vzdělávacích dokumentů. Každá škola vypracovává svůj vlastní ŠVP na základě požadavků daných rámcovým vzdělávacím programem (RVP) a právních norem upravujících vzdělávání. Za kvalitu a naplňování ŠVP zodpovídá ředitel školy, na jeho tvorbě a realizaci se podílejí také učitelé. ŠVP se tvoří s ohledem na specifické vzdělávací cíle školy, zkušenosti učitelů, potřeby žáků, rodičů či zřizovatele (MŠMT, 2022).

Česká školní inspekce hodnotí v rámci inspekční činnosti soulad ŠVP konkrétní školy s RVP. Principy pro tvorbu ŠVP zdůrazňují, že program by měl zahrnovat celé období vzdělávání, podporovat a rozvíjet klíčové kompetence žáků, reflektovat profil školy a potřeby regionu, a být založen na tvůrčí práci učitelů s využitím efektivních výukových metod (MŠMT, 2022).

Jak již bylo zmíněno výše, v rámci RVP G není podrobněji specifikováno učivo tématu chemické výpočty. ŠVP různých gymnázií tedy představují výraznou diverzitu ve specifikaci učiva chemických výpočtů i v podrobnosti zpracování ŠVP jako takového (MŠMT, 2022).

K ilustraci rozdílů učiva chemických výpočtů a podrobnosti jeho zpracování bylo vybráno ŠVP tří pražských gymnázií a ŠVP jednoho gymnázia ze Středočeského kraje.

Gymnázium Jana Keplera (2014) a Gymnázium Říčany (2009) vyučují chemii v rámci prvních tří ročníků čtyřletého gymnázia a analogických ročnících víceletého gymnázia, časová dotace činí 2 vyučovací hodiny týdně v každém z uvedených ročníků. Na Gymnáziu Českolipská (2023) je chemie vyučována taktéž v prvních třech ročnících vyššího gymnázia, v 1. ročníku mají žáci 3 vyučovací hodiny chemie týdně, v 2. a 3. ročníku 2 hodiny týdně. Na Gymnáziu Elišky Krásnohorské (2023) je vyučována chemie taktéž v prvních třech ročnících gymnázia, žáci mají v každém ročníku 2 vyučovací hodiny chemie týdně, v 1. a 2. ročníku navíc po jedné hodině týdně praktických cvičení.

ŠVP Gymnázia Jana Keplera je zpracováno velmi podrobně, učivo chemických výpočtů lze nalézt v několika tematických celcích s uvedením odpovídajících očekávaných

vědomostních a procedurálních výstupů. Podle ŠVP absolvent gymnázia (Gymnázium Jana Keplera, 2014, s. 4-16):

- *charakterizuje veličiny vyjadřující složení roztoků, uvede vztah pro výpočet hmotnostního a objemového zlomku, řeší výpočtové úlohy na složení roztoku a úpravu složení roztoků (Výpočty na složení roztoků, příprava roztoků)*
- *napiše vztah pro výpočet A_r a aplikuje ho na konkrétních příkladech, napiše vztahy pro vyjádření látkového množství a aplikuje je při řešení příkladů (Základní charakteristiky látek – hmotnost atomu, látkové množství)*
- *aplikuje zákon zachování hmotnosti v podobě vyčíslení reakčních schémat (Chemické reakce a chemické rovnice, typy chemických reakcí; Redoxní reakce)*
- *vypočítá množství (hmotnost, koncentraci, objem) výchozí látky (produktu) reakce ze známého množství (hmotnosti, koncentrace, objemu) jiné výchozí látky (produktu) (Výpočty z chemických rovnic)*
- *používá vztah pro výpočet látkové koncentrace při výpočtech, odvodí jednotku rychlosti chemické reakce, používá vztah pro výpočet rychlosti chemické reakce při výpočtech (Chemická kinetika)*
- *odvodí obecný vztah pro výpočet rovnovážné konstanty, vysvětlí význam číselné hodnoty rovnovážné konstanty pro laboratorní praxi, vypočítá rovnovážnou konstantu přímé a zpětné reakce (Chemická rovnováha)*
- *odvodí vztah pro výpočet pH, vypočítá pH vodných roztoků silných kyselin a zásad (Protolytické reakce)*
- *odvodí vztah pro výpočet součinu rozpustnosti konkrétní srážecí reakce (Srážecí reakce).*

ŠVP Gymnázia Jana Keplera obsahuje také tematický celek Termochemie s několika očekávanými výstupy, není však uveden výstup ohledně provádění termochemických výpočtů (Gymnázium Jana Keplera, 2014).

Oproti ŠVP Gymnázia Jana Keplera je ŠVP Gymnázia Říčany (2009) koncipované mnohem obecněji a stručněji, přesto je zde přesněji uvedeno, které typy chemických výpočtů si žák během studia osvojuje. Výuka chemických výpočtů je do ŠVP zařazena pod jediným očekávaným výstupem, shodným s výstupem v RVP G (MŠMT, 2022): *Žák provádí*

chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů. Chemické výpočty jsou opět zařazeny v několika oblastech, učivo je specifikováno pouze tematicky (Gymnázium Říčany, 2009, s. 254-262):

- *Roztoky a jejich dělení, hmotnostní zlomek složky ve směsi, hmotnostní zlomek látky v roztoku, směšovací rovnice, křížové pravidlo, výpočty z chemických vzorců (Složení a vlastnosti látek)*
- *Látkové množství; Avogadrova konstanta (Chemické výpočty a veličiny)*
- *Vyčíslování chemických rovnic, stechiometrické výpočty (Chemické reakce a chemické rovnice)*
- *Reakční teplo, výpočty reakčních tepel (Tepelné změny při chemických reakcích)*
- *Analýza kvalitativní a kvantitativní, srážecí reakce, výpočty pH, hydrolyza solí (Základy analytické chemie).*

V ŠVP Gymnázia Říčany je výstup o provádění chemických výpočtů uveden také u výuky prvků, v učivu ale není specifikované, jak je daný výstup naplňován (Gymnázium Říčany, 2009).

Za nejobecněji koncipovaný gymnaziální ŠVP z uvedených můžeme považovat ŠVP Gymnázia Elišky Krásnohorské (2023). Téma chemických výpočtů je uvedeno, obdobně jako v ŠVP Gymnázia Říčany, pod jediným výstupem: *Žák provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů.* (Gymnázium Elišky Krásnohorské, 2023; MŠMT, 2022).

Jako učivo, které výstup naplňuje, jsou zde uvedeny pouze dva tematické celky v oblasti Obecné chemie učiva 1. ročníku: Veličiny a výpočty v anorganické chemii a Soustavy látek a jejich složení. Bližší upřesnění, které typy chemických výpočtů si žák během studia osvojuje, specifikované není. V rámci studia ŠVP Gymnázia Elišky Krásnohorské by se dalo učivo chemických výpočtů nalézt i v dalších oblastech (například Chemická rovnováha v různých chemických reakcích nebo Tepelné změny při chemických reakcích), očekávaný výstup ohledně provádění chemických výpočtů však v těchto tematických celcích rovněž nezaznává (Gymnázium Elišky Krásnohorské, 2023).

V ŠVP Gymnázia Českolipská (2023) jsou chemické výpočty řazeny opět pod výstup RVP G (MŠMT, 2022): *Žák provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických*

problémů. ŠVP Gymnázia Českolipská taktéž uvádí, podobně jako ŠVP Gymnázia Jana Keplera, školní výstupy žáka (Gymnázium Českolipská, 2023, s. 264-269):

- *vypočítá látkové množství, umí reakce popsat pomocí chemických rovnic, dokáže je upravit a uplatnit při řešení praktických výpočtů, dokáže popsat složení a druhy roztoků, vypočítat jejich složení, vypočte obsah uhličitanu vápenatého ve vzorku, vysvětlí teorie kyselin a zásad, spočítá jejich sílu a pH, vypočítá molární hmotnost a molární objem, porovná teoretickou a experimentální hmotnost produktu a vypočítá výtěžek reakce* (Veličiny a výpočty v chemii, Složení a struktura chemických látek, Kvantitativní stránka chemických reakcí a výpočty, Hmotnostní zlomek, Molární hmotnost, Molární objem)
- *umí rozhodnout o energetickém průběhu chemických reakcí, umí vypočítat reakční teplo reakce ze spalných a slučovacích tepel, umí vypočítat rovnovážnou konstantu reakce z Guldberg-Waagova zákona, zná základy kvantitativní analýzy látek, z procentuálního zastoupení prvků ve sloučenině vypočítá stechiometrický a molekulový vzorec dané sloučeniny* (Tepelné změny při chemických reakcích, Rychlost chemických reakcí a chemická rovnováha, Základy chemické analýzy).

V tomto ŠVP je vždy k množství žákovských výstupů uvedena série témat učiva, na každý rok jsou stanoveny 4 laboratorní práce. Žáci se na Gymnáziu Českolipská setkávají s chemickými výpočty v prvních dvou ročnících studia, což víceméně koresponduje s ostatními gymnaziálními ŠVP (Gymnázium Českolipská, 2023).

Výsledkem naší analýzy čtyř ŠVP vybraných gymnázií je vysoká diverzita zastoupení chemických výpočtů v nich. ŠVP se více či méně odlišují specifikací očekávaných výstupů ve vazbě na RVP G či ve školních očekávaných výstupech žáků, v míře specifikace učiva, rozložení výpočtů do celkové doby studia, formulacemi výstupů, učiva i tematických celků a samozřejmě také grafickou strukturou. Žáci se během svého studia standardně setkávají s výpočty:

- hmotnostního zlomku,
- látkového množství,
- vyčíslováním chemických rovnic,
- výpočty z chemických rovnic (molární hmotnost, koncentrace),

- směřováním roztoků
- výpočty pH a rovnovážných konstant.

Méně často se žáci setkají, nebo naopak větší diverzita zastoupení chemických výpočtů ve výuce se objevuje v tématech:

- objemový zlomek,
- termochemické výpočty,
- výpočet součinu rozpustnosti.

Co bývá ve všech ŠVP poměrně shodné, je rozložení studia chemie do prvních tří ročníků studia, pro další studium je možné zvolit si semináře. Výuka chemických výpočtů je zařazena primárně do prvního ročníku gymnázia, částečně do druhého ročníku k učivu obecné a částečně anorganické chemie a termochemie, ve třetím ročníku u organické chemie a biochemie se žáci s výpočty takřka nesetkávají (zpracováno na základě Gymnázium Českolipská, 2023; Gymnázium Elišky Krásnohorské, 2023; Gymnázium Jana Keplera, 2014; Gymnázium Říčany, 2009).

4.3 Chemické výpočty ve vybraných učebnicích pro gymnázia

Pedagogický slovník definuje učebnici jako: „*druh knižní publikace uzpůsobený k didaktické komunikaci svým obsahem a strukturou. Školní učebnice funguje 1. jako prvek kurikula, tj. prezentuje výsek plánovaného obsahu vzdělání; 2. jako didaktický prostředek, tj. je informačním zdrojem pro žáky a učitele, řídí a stimuluje učení žáků.*“ (Průcha et al., 2003, s. 258).

Přestože definice pojmu učebnice a školní učebnice se liší autor od autora, odborníci se shodují, že je učebnice jednou z nejvýznamnějších učebních pomůcek, která by měla odpovídat vzdělávacímu obsahu v kurikulárních dokumentech. Učebnice je určena primárně žákům, funkce učebnice pro učitele je sekundární (například Gavora & a kol., 2008; Nogová, 2009; Průcha et al., 2003).

Klečka (2011) upozorňuje, že funkce učebnice se historicky vyvíjí. Dříve byla společně s výkladem učitele hlavním zdrojem informací, dnes, díky vývoji vědy a techniky a snadné dostupnosti informací z médií a internetu, je její funkce vzhledem k žákovi modifikována.

Nogová (2009) zdůrazňuje, že učebnice by měla mít nejen přímý vzdělávací charakter, ale také zvyšovat motivační potenciál k učení.

Podle Školského zákona (§ 27, odst. 2) není povinnost středních škol používat pouze učebnice, kterým byla udělena schvalovací doložka MŠMT. Ta je jakousi značkou kvality zpracování učebnice korespondující s cíli vzdělávání podle kurikulárních dokumentů a právními předpisy školského zákona (MŠMT, 2024).

Na vyšší gymnaziální úrovni se žáci setkávají s různými učebnicemi chemie zpracovanými do sérií podle oboru chemie, nebo naopak ve formě ucelených přehledů. Z výzkumu Huvarové (2010) vyplývají učitelé nejvíce doporučované učebnice žákům a z výzkumu Klečky (2011) vyplývají nejčastěji používané učebnice chemie na gymnáziu, kterými jsou v obou případech jednoznačně:

- Chemie pro čtyřletá gymnázia (Honza & Mareček, 2000)
- Přehled středoškolské chemie (Vacík & et al., 1999)

Dalšími učebnicemi, které jsou na gymnáziích také často využívány jsou:

- Odmaturuj z chemie (Benešová & Satrapová, 2014)
- Chemie I pro gymnázia (obecná a anorganická) (Fleml & Dušek, 2001)
- Chemie I, II v kostce pro střední školy (Kotlík & Růžičková, 1996)
- Chemie pro I. ročník gymnázií (Vacík & et al., 1994)
- Chemie II (organická a biochemie)/ Chemie II pro gymnázia (Kolář et al., 2005)

Výzkum učebnic v oblasti kvality zpracování chemických výpočtů v gymnaziálních učebnicích prováděl například Režňák (2016). Ten se ve své práci zabýval analýzou tématu chemické výpočty ve vybraných učebnicích gymnázia z hlediska kurikulární vybavenosti, odborné správnosti, přiměřenosti textu pro věk a kompetence žáka a didaktického zpracování.

Z tabulky 1 je zřejmé, že zastoupení různých typů chemických výpočtů se v jednotlivých učebnicích liší. Ve většině vybraných českých učebnicích jsou řazeny výpočty z chemických rovnic a vyčíslování chemických rovnic, výpočty hmotnosti částic, hmotnostního a objemového zlomku, látkového množství, mísení roztoků, základní termochemické výpočty a výpočty pH (Režňák, 2016). Zařazení různých chemických výpočtů

v jednotlivých učebnicích je pravděpodobně také výsledkem volnosti povinného učiva uvedeného v RVP G (MŠMT, 2022).

Tabulka 1: Chemické výpočty zařazené v učebnicích chemie (Režňák, 2016)

Učivo	Chemie pro čtyřletá gymnázia	Přehled středoškolské chemie	Chemie I pro gymnázia - Vaekl	Chemie pro gymnázia I - Flemr	Odmaturuj z chemie	Chci se dostat na VŠ!	Chemistry for IGCSE	Complete chemistry	Cambridge International AS...	Chemistry
Vyčíslení chemických rovnic										
Hmotnost částic										
Látkové množství										
Stavová rovnice ideálního p.										
Hmotnostní zlomek										
Objemový zlomek										
Molární zlomek										
Látková koncentrace										
Hmotnostní koncentrace										
Mísení roztoků										
Rozpustnost										
Výpočty z chemických rovnic										
Elektrolýza										
Základní termochemické v.										
Pokročilé termodynamické v.										
Reakční rychlost										
Rovnovážná konstanta reakce										
Výpočty pH										

Učebnice Chemie pro čtyřletá gymnázia (Honza & Mareček, 2000) v oblasti tématu chemických výpočtů dodržuje požadavky RVP G (MŠMT, 2022) obsahově, nesplňuje ale jeho požadavky v nedostatečné jednotě zápisu chemických výpočtů. V rámci tématu se vyskytuje absence interdisciplinárních souvislostí, podpůrných grafických a obrazových elementů a vazby na reálný život, což je v rozporu s RVP G i s principy žákovské motivace k učení. Dodržování typografických pravidel symbolického zápisu výpočtu je nekonzistentní. Řazení k ostatnímu učivu je zvoleno vhodně, u některých příkladů však nepřesně a nabídka příkladů je omezená. Režňák (2016) upozorňuje na chaotické alternace mezi metodami výpočtů pomocí trojčlenky a vzorců, což může žáka zmást a znemožnit mu v porozumění vztahů mezi dílčími veličinami.

Omezené zpracování tématu chemické výpočty nabízí učebnice Chemie pro gymnázia I (obecná a anorganická) (Flemr & Dušek, 2001). Režňák (2016) ji hodnotí pro redukované

zpracování tématu chemických výpočtů jako nevhodnou pro nedostatečné splnění potřeb RVP G. Pozitivně hodnotí množství příkladů z reálného života, naopak negativně formu souvislého textu s absencí obrázků či schémat. Naopak kvalitní zpracování chemických výpočtů nabízí předchozí vydání této učebnice, taktéž nazvané Chemie (obecná a anorganická) pro gymnázia I, kde jsou chemické výpočty zpracovány formou dosazování do vzorců se slovním komentářem a podpořeny schématy, taktéž dochází k propojení výpočtů s laboratorními cvičeními. Její nevýhodou je nedostatečné množství příkladů k procvičení a její neaktuálnost (Režňák, 2016).

Obsah tématu chemické výpočty v učebnici Přehled středoškolské chemie (Vacík & et al., 1999) je v souladu s RVP G, zpracování opět nedostatečně zapojuje interdisciplinární vztahy. Způsob zápisu výpočtů v učebnici je srozumitelný a přehledný, využívá vzorců i trojčlenky. Vzhledem k přehledovému charakteru učebnice v ní absentují neřešené příklady, množství vzorových příkladů je taktéž omezené a zcela chybí obrázky, což opět snižuje její atraktivitu. Pro úplné pochopení chemických výpočtů není učebnice ideální, pokud ale slouží maturantům pro opakování, lze učebnici hodnotit kladně (Režňák, 2016).

Druhou vybranou publikací přehledového typu je Odmaturuj z chemie! (Benešová & Satrapová, 2014). Pokud publikaci hodnotíme pro její zamýšlený účel, tj, shrnutí učiva pro maturanty, lze ji považovat za relativně dobře zpracovanou, jakožto učebnici pro výuku chemických výpočtů ji Režňák (2016) ale nedoporučuje. Publikace neklade důraz na vysvětlení vztahů mezi veličinami, ale spíše je shrnuje, zápis výpočtů je až na pár detailů (např. značení hmotnostní koncentrace) správný. Opět se vyskytuje absence grafických prvků i neřešených příkladů, na které v přehledové publikaci není prostor.

Kraus (2008) ve své práci uvádí, že téma chemických výpočtů je v učebnicích a dalších chemických vzdělávacích publikacích, zpracováno podle odpovídajících kurikulárních požadavků z pohledu obsahu vzdělávání. Kraus (2008) také stejně jako Režňák (2016) zmiňuje nedostatečné množství opakovacích úloh v učebnicích k procvičování učiva. Oba se taktéž shodují na nízké atraktivitě učebnic vzhledem k absenci obrázků a dalších podpůrných grafických prvků, nízké úrovni mezipředmětového zapojení a propojení učiva s běžným životem.

Pro cílené procvičování učiva chemických výpočtů je vhodné využívat sbírky příkladů s modelovými, řešenými i neřešenými příklady (například Mareček & Honza, 2001).

5 Návrh únikových her pro gymnázia

V praktické části bakalářské práce byly navrženy dvě didaktické karetní únikové hry zaměřené na učivo chemických výpočtů, Noční útěk z Bradavic a Robotická apokalypsa. V jednotlivých kapitolách se zabýváme rozbořením dílčích úloh a cílů únikových her, zhodnocením her gymnaziálními učiteli a žáky a možnostmi přizpůsobení her žákům nižšího gymnázia.

5.1 Cíle únikových her

Cíle navržených únikových her lze rozdělit do dvou základních rovin, na motivační a kognitivní.

Navzdory žakovské neoblíbenosti tématu chemické výpočty plynoucí z různých výzkumů (například Höffer & Svoboda, 2005; Palečková & Tomášek, 2001; Sjøberg & Schreiner, 2004), žáci gymnázií učivo chemických výpočtů hodnotí jako potřebné pro další studium chemie (viz kapitola 1.3). Přesto jsou chemické výpočty všeobecně přijímány žáky jako téma náročné a nezábavné, procvičovací úlohy jsou označovány často jako málo praktické a nudné.

Cílem navržených únikových her je tedy motivovat žáky k učení se a procvičování chemických výpočtů. Zážitek až soutěžní forma únikové hry může v žákovi vyvolat pozitivní postoje k tomuto méně oblíbenému tématu, a být tak hravou formou procvičování a zvyšování motivace.

Na kognitivní cíle únikových her lze nahlížet z dvojího pohledu. Zaprvé jako na prostředek procvičování samotného učiva chemických výpočtů. Zadruhé jako na prostředek kompetenčního rozvoje žáka, oba tyto pohledy by v kvalitním vzdělávání měly vzájemně korespondovat.

Současné RVP G uvádí 6 základních kompetencí, na jejichž rozvoj gymnaziální studium cílí:

- *kompetence k učení*
- *kompetence k řešení problémů*
- *kompetence komunikativní*
- *kompetence sociální a personální*
- *kompetence občanská*
- *kompetence k podnikavosti (MŠMT, 2022).*

Navržené únikové hry zaměřené na chemické výpočty mohou být vhodným nástrojem pro rozvoj těchto kompetencí. Žák v únikových hrách rozvíjí kompetenci k učení a kompetenci k řešení problémů například porozuměním textu, analýzou a tříděním podstatných informací v ilustracích a zadání a tvorbou postupu řešení jednotlivých úloh chemických výpočtů. Vzhledem k tomu, že uvažujeme navržené únikové hry jako skupinovou aktivitu, rozvíjí žák také kompetenci komunikativní a kompetenci sociální a personální. Během hry je žák nucen porozumět zadanému textu a efektivně, srozumitelně a stručně vyjadřovat a prezentovat své názory na postup řešení dílčích úkolů v rámci svého týmu. Taktéž spolupracuje s ostatními členy týmu, přijímá s respektem názor ostatních a reflektivně využívá svých předností a nedostatků pro řešení úkolů hry a argumentaci postupu. Kompetence k podnikavosti je rozvíjena žákovou tvořivostí a aktivním přístupem při plnění úkolů a výpočtů ve hře, podporou týmu, reflexí a hodnocením řešení úloh a práce své i týmové. Kompetenci občanskou lze najít ve výběru tématu únikové hry, v níž lze s žáky analyzovat a diskutovat etická a bezpečnostní hlediska tématu.

Rozvoj nově přidané digitální kompetence lze zapojit do navržené únikové hry v následné diskuzi při vyhledávání doplňujících informací.

5.2 Kontext únikových her

Chemické výpočty, jakožto tematický celek učiva, byly vybrány pro tvorbu vzdělávacích únikových her ze dvou důvodů. Prvním z nich je nízká oblíbenost a vysoká náročnost tématu pro žáky, což potvrzují odborné výzkumy i učitelé z praxe (například Höffer & Svoboda,

2005; Rusek, 2013; Sjøberg & Schreiner, 2004), druhým důvodem je absence pro žáky atraktivních procvičovacích úloh v učebnicích a sbírkách (Režňák, 2016).

Navržené únikové hry zaměřené na chemické výpočty jsou určeny primárně žákům vyššího gymnázia. V rámci předchozích znalostí se předpokládá znalost základů chemického názvosloví a chemických výpočtů.

Vzhledem k předchozí analýze gymnaziálních ŠVP, kde je výuka chemického názvosloví a chemických výpočtů nejčastěji realizována v prvním ročníku čtyřletého a analogického ročníku víceletého gymnázia, lze navržené únikové hry doporučit jako součást výuky žákům na konci prvního ročníku. Navržené didaktické únikové hry je možné využít také ve výuce vyšších ročníků či seminárních kurzů jako prostředek opakování učiva chemických výpočtů.

Úniková hra je určena primárně pro menší skupiny žáků, ideálně pro čtyřčlenné týmy, počet hráčů však není rozhodující a je možné si hru zahrát i individuálně.

Časová náročnost samotné únikové hry činí přibližně 45 minut, doporučujeme ji realizovat v rámci dvouhodinového bloku, aby zbyl prostor pro instruktáž, závěrečné zhodnocení, opravu a případnou pokračující diskuzi.

Pomůckami, které jsou zapotřebí pro řešení navržených únikových her zaměřených na chemické výpočty, jsou kalkulačka, psací potřeby, papír či sešit na poznámky a výpočty a periodická tabulka prvků s uvedením relativních atomových hmotností pro každou skupinu. Taktéž by v učebně měly být k dispozici hodiny.

Pro vzdělávací únikovou hru na téma chemických výpočtů jsme vybrali zpracování formou karetní hry, a to z několika důvodů. Karetní verze byla zvolena pro nízkou náročnost her na přípravu ve vyučovací hodině. Karetní verze nevyžaduje taktéž specifickou učebnu či laboratoř, jejíž kapacita je zpravidla nižší než 30 osob, což je obvyklý počet žáků v gymnaziální třídě. Karetní únikovou hru tak řeší skupina žáků (či jednotlivec) u svého stolu, čímž dochází k eliminaci odkoukávání řešení úloh od spolužáků. Učitel může zvolit velikost a složení skupiny dle svého uvážení či nechat tvorbu skupin na žácích podle potřeby.

Limitace hry je tedy dána pouze počtem výtisků únikové hry, které učitel připraví.

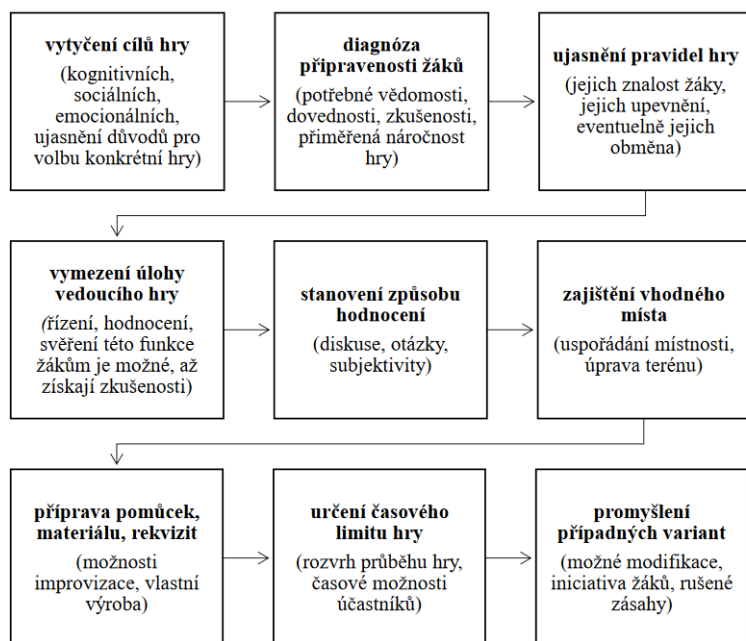
Učitel vystupuje v únikové hře v roli gamemastera a během hry poskytuje nápovědy týmům, které ji potřebují a v adekvátním množství. Taktéž je jeho role důležitá při závěrečném zhodnocení a následném společném rozboru dílčích úloh po ukončení hry.

5.3 Postup tvorby únikové hry

V prvním kroku procesu tvorby didaktické únikové hry je třeba definovat výukové cíle, kterých únikovou hrou chceme dosáhnout. Je vhodné rozlišit hlavní cíle a několik dílčích cílů, jejichž realizace probíhá prostřednictvím jednotlivých úkolů hry.

Dalším důležitým východiskem při tvorbě hry je úroveň znalostí, tj. vědomostí a dovedností žáků, pro které je hra vytvářena. Posledním výchozím krokem je výběr formátu únikové hry, zda bude probíhat ve fyzickém či virtuálním prostředí, jelikož volba formátu ovlivní další postup při vytváření hry. S volbou prostředí, ve kterém bude úniková hra probíhat, se pojí výběr a dostupnost potřebných nástrojů či zázemí (odborné učebny, pomůcky ...), ve kterých bude hra připravena či vytvořena.

Následně je stanovena organizační linie únikové hry – časová dotace, velikost skupin, role učitele. V další fázi je vymezeno téma a příběhová linie, do které jsou vloženy jednotlivé úkoly či rébusy, které hráči budou při hře řešit. Po vytvoření únikové hry je třeba zkontrolovat funkčnost hry a odstranit potenciální nedorozumění či mnohoznačnost řešení. Před samotnou aplikací únikové hry ve výuce je třeba připravit potřebné pomůcky do herního prostředí (Ellsworth Lyman, 2021; Maňák & Švec, 2003; Prášilová, 2022).



Obrázek 5: Zásady efektivního začlenění hry do výuky, Prašilová (2022) podle Maňáka a Švece (2003)

Při navrhování únikových her uvedených v této bakalářské práci jsme nejprve formulovali jejich dva hlavní cíle (podrobně viz kapitola 5.1).

Cíl č. 1: Únikové hry budou prostředkem k procvičování učiva chemických výpočtů.

Cíl č. 2: Únikové hry budou zvyšovat motivaci žáků procvičovat a učit se chemické výpočty.

Následně jsme vybrali jako cílovou skupinu žáky vyššího gymnázia z důvodu možnosti větší diverzifikace úloh. Na základě cíle č.1 předpokládáme znalost všech základních typů chemických výpočtů, které budou předmětem k procvičování. V rámci formátu hry jsme zvolili karetní verzi únikových her pro její transparentnost a nenáročnou aplikaci ve výuce.

Nástroji použitými pro tvorbu únikové hry byly Microsoft Word, Malování, Výstřižky a pro generování ilustrací Deeply.cz a Bing Creator (Copilot Designer). Pro snadný tisk jsme zvolili formát 4 karty na jedné A4.

V další fázi tvorby únikových her jsme zvolili témata a vytvořili základní kostru příběhu. Postupně jsme utvářeli podrobnou dějovou linii a postup hráče v souladu s doplněním úkolů ve formě chemických výpočtů. Nejprve jsme provedli autorskou kontrolu funkčnosti únikových her a následně pilotáž skupinou gymnaziálních žáků.

5.4 Úniková hra Noční Útěk z Bradavic

Úniková hra Noční útěk z Bradavic je inspirována kouzelnickým fantasy světem bestsellerů Harryho Pottera od autorky J. K. Rowlingové (2022). Téma bylo vybráno na základě vysoké popularity knih i filmů u dospívajících dětí.

5.4.1 Průvodní příběh

V nočních hodinách, kdy Bradavice pohltní ticho a temnota, váš spánek náhle přeruší zlověstný zvuk rozbíjejícího se skla. Z okna spatříte zastrašující Znamení zla, které ohlašuje příchod Smrtijedů směřujících přímo k vám. Snažíte se probudit spolužáky, ale zjišťujete, že jste v pokoji úplně sami. V tichosti nasazujete hábit, berete hůlku a opouštíte svůj pokoj. Při průzkumu chodeb narazíte na skupinu Smrtijedů. V zoufalém pokusu o únik se ukrýváte v nejbližší místnosti – laboratoři profesora Snapea. Než se stačíte zorientovat, uvězní vás padající klec a vaše kouzelná hůlka se láme.

Objevíte zámek s třímístným kódem, který by mohl být vaší cestou ven. Při bezradném hledání nápovědy si povšimnete vzkazu psaného rudým inkoustem pod vrstvou prachu. Zdá se, že správné vyčíslení chemické rovnice by mohlo být klíčem k osvobození. Po úspěšném odemčení klece prozkoumáváte Snapeovu laboratoř, avšak vaše situace se stává ještě napjatější, když slyšíte blížící se Smrtijedy. Rozhodnete se připravit Mnoholicný lektvar, abyste přijali podobu jednoho z nich, a získali tak šanci na únik. Pro úspěšnou přípravu Mnoholicného lektvaru však musíte vypočítat množství jednotlivých ingrediencí.

Po použití Mnoholicného lektvaru chcete pokračovat v útěku z hradu, jenže dveře z laboratoře jsou zamčené. K jejich odemknutí musíte neutralizovat kyselinu sírovou pomocí hydroxidu sodného, čímž získáte bezpečný přístup ke klíči, a můžete tak opustit místnost.

Na chodbě se setkáváte se zraněnou profesorkou Minervou McGonagallovou a vaše schopnost připravit správně koncentrovaný roztok Životabudiče rozhodne o jejím osudu. Společně přicházíte k místnosti s košťaty, dveře jsou však znovu zaheslované a odemkne je pouze kód vzniklý výpočtem molární hmotnosti modré skalice.

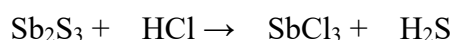
Nalézáte košťata a připravujete se na útěk před Smrtijedy. V závěrečném momentu se dozvíte, jak vaše rozhodnutí a schopnost vyřešit chemické úlohy určily konečný výsledek – zda Bradavice zachráníte a dokážete uniknout, nebo hrad podlehně temné moci Smrtijedů.

5.4.2 Rozbor úloh

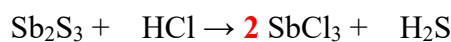
Úniková hra obsahuje celkem 5 úloh zaměřených na různé typy chemických výpočtů. Únik spočívá v tom, že po vyřešení každé úlohy, ať už správně nebo nesprávně, hráči postupují dál do příběhu a k dalším úlohám. Za nesprávně vyřešenou úlohu si zapisují X, která se sčítají a na konci dochází k vyhodnocení chybovosti, což určí konec příběhu a výsledek únikové hry.

První úloha

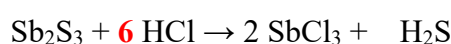
Prvním úkolem, který žáci při únikové hře Noční útěk z Bradavic řeší, je vyčíslení chemické rovnice, z níž vytvoří třímístný kód, který odemyká zámek mřížové klece, která na ně spadla při nedovoleném vstupu do laboratoře profesora Snapea:



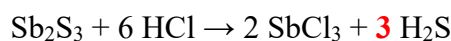
Rovnici vyčíslí postupnou bilancí počtu jednotlivých prvků na obou stranách rovnice. Je vhodné začít od antimonu, u kterého na levé straně rovnice není třeba doplnit žádný koeficient. Vpravo tedy dopíší stechiometrický koeficient před chlorid antimonitý.



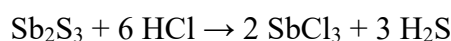
Na pravé straně rovnice je nyní celkem 6 atomů chloru, na levé pouze jeden. Počet atomů chloru na levé straně dorovnájí přidáním stechiometrického koeficientu před kyselinu chlorovodíkovou.



Po přidání stechiometrického koeficientu před kyselinu chlorovodíkovou je na levé straně rovnice šest atomů vodíku, na pravé straně rovnice pouze dva atomy vodíku. Počet dorovnájí přidáním stechiometrického koeficientu před sulfan.



Na závěr je třeba zkontrolovat, že na obou stranách chemické rovnice je stejná prvková bilance. Chemická rovnice je tedy správně vyčíslená ve tvaru:



Kód, který odemkne zámek od klece, je 623.

Druhá úloha

Druhá úloha je zaměřena na výpočty z chemických rovnic, kdy žáci mají za úkol vypočítat hmotnost ingrediencí sloužících pro přípravu Mnoholicného lektvaru.

Vzhledem k fiktivnímu charakteru úlohy, žáci dostávají v rámci úlohy zadaný reakční poměr výchozích látek a taktéž jejich molární hmotnosti.

V receptu je uveden reakční poměr pro přípravu Mnoholicného lektvaru:



Na lahvičce s výtažkem z pijavice je uvedena koncentrace 0,022 mol/ml, z nedokončeného receptu je zřejmé, že ho mají využít 28 ml. Kolik gramů každé z ingrediencí musí navážít a přidat do kotlíku, aby vznikl Mnoholicný lektvar?

Tabulka 2: Úloha 2 - výchozí hodnoty

	Výtažek z pijavic	Žaberník	Roh z jednorožce	Denivka
Reakční poměr	3	5	1	2
M [g/mol]	28	17	11	52
n [mol]				
m [g]				
c [mol/ml]	0,022			
V [ml]	28			

Nejprve vypočítají látkové množství výtažku z pijavice n_p z koncentrace c_p a objemu V_p .

$$n_p = c_p \cdot V_p = 0,022 \cdot 28 = 0,616 \text{ mol}$$

Z látkového množství pro výtažek z pijavice n_p mohou díky známému reakčnímu poměru X dopočítat látková množství všech ostatních látek n_X podle vzorce:

$$n_X = n_p \cdot \frac{X}{3}$$

Tabulka 3: Úloha 2 - látková množství

	Výtažek z pijavic	Žaberník	Roh z jednorožce	Denivka
n [mol]	0,616	1,027	0,205	0,411

Jelikož znají pro všechny látky jejich molární hmotnost a látkové množství, mohou dopočítat jejich potřebnou hmotnost, podle vztahu:

$$m = M \cdot n$$

Tabulka 4: Úloha 2 - hmotnost látek

	Výtažek z pijavic	Žaberník	Roh z jednorožce	Denivka
m [g]	17,3	17,5	2,3	21,4

Pro přípravu mnohohličného lektvaru tedy potřebují navážít 17,3 g výtažku z pijavic, 17,5 g žaberníku, 2,3 g rohu z jednorožce a 21,4 g denivky.

Třetí úloha

Třetí úloha je zaměřena na pH a neutralizaci, kdy žáci v únikové hře potřebují neutralizovat kyselinu, ve které je ponořený klíč.

Kádinka, v níž plave klíč je naplněna 55 ml kyseliny sírové o pH 2,1 a koncentraci 0,36 mol/l.

Aby mohli bezpečně sáhnout pro klíč, potřebují roztok neutrálního pH. Kolem najdou lahvičku s hydroxidem sodným, jehož koncentrace je 0,78 mol/l, který použijí k neutralizaci kyseliny. Kolik ml hydroxidu sodného z lahvičky přilijí ke kyselině sírové v kádince s klíčem, aby ji zneutralizovali a mohli klíč vzít?

Nejprve ze zadané koncentrace a objemu kyseliny mohou vypočítat její látkové množství.

$$n_{H_2SO_4} = c_{H_2SO_4} \cdot V_{H_2SO_4} = 0,36 \cdot 0,055 = 0,0198 \text{ mol}$$

Kyselina sírová je diprotická, pro neutralizaci je třeba dvojnásobné množství hydroxidu.

$$n_{NaOH} = n_{H_2SO_4} \cdot 2 = 0,0198 \cdot 2 = 0,0396 \text{ mol}$$

Nakonec vypočtou objem hydroxidu potřebného k neutralizaci z látkového množství a koncentrace hydroxidu.

$$V_{NaOH} = \frac{n_{NaOH}}{c_{NaOH}} = \frac{0,0396}{0,78} = 0,051 \text{ l} = 51 \text{ ml}$$

Pro neutralizaci kyseliny na neutrální pH je tedy potřeba 51 ml hydroxidu sodného.

Čtvrtá úloha

Čtvrtá úloha je zaměřena na směšování roztoků, kdy z koncentrovaného séra a vody připravují roztok ideálního hmotnostního zlomku.

Koncentrované sérum Životabudiče je pro zraněnou profesorku příliš silné a je třeba ho naředit čistou vodou. K dispozici mají žáci ve hře 7 g 83% séra. Kolik vody přilijí, pokud potřebují, aby měl výsledný roztok Životabudiče hmotnostní zlomek 0,25?

Zde jsou nabídnuty 2 postupy řešení.

- 1) Nejprve provedou výpočet hmotnosti čisté látky v původním roztoku:

$$m_{\text{č.l.}} = \frac{83}{100} \cdot 7 = 5,81 \text{ g}$$

Následně vypočítají celkové hmotnosti nového roztoku pro hmotnostní zlomek 0,25:

$$m_R = \frac{m_{\text{č.l.}}}{w_R} = \frac{5,81}{0,25} = 23,24 \text{ g}$$

Nakonec provedou výpočet hmotnosti vody potřebné k přidání:

$$m_{\text{vody}} = m_R - 7 = 23,24 - 7 = 16,24 \text{ g}$$

K séru Životabudiče přidají 16,24 g vody.

- 2) Příklad mohou žáci řešit pomocí směšovací rovnice. Pro řešení je potřeba si uvědomit, že hmotnostní zlomek čisté vody je nulový ($w_2 = 0$), protože voda neobsahuje žádnou rozpuštěnou látku.

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$m_1 w_1 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$$

$$7 \cdot 0,83 = (7 + m_2) \cdot 0,25$$

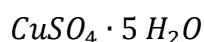
$$m_2 = 16,24 \text{ g}$$

K séru Životabudiče přidají 16,24 g vody.

Pátá úloha

Pátá úloha je zaměřena na výpočet molární hmotnosti složitější anorganické sloučeniny. Aby žáci otevřeli zaheslované dveře do skladu s košťaty, musí zadat čtyřmístný kód, jehož řešením je výpočet molární hmotnosti modré skalice (pentahydrátu síranu měďnatého).

Pro výpočet potřebují vytvořit vzorec modré skalice:



Poté už pouze z údajů o relativních atomových hmotnostech uvedených v periodické tabulce prvků vypočítají molární hmotnost celé sloučeniny:

$$M_{CuSO_4 \cdot 5 H_2O} = A_{Cu} + A_S + 4 \cdot A_O + 5 \cdot 2 \cdot A_H + 5 \cdot A_O$$

$$M_{CuSO_4 \cdot 5 H_2O} = 63,5 + 32 + 4 \cdot 16 + 5 \cdot 2 \cdot 1 + 5 \cdot 16 = 249,5 \text{ g/mol}$$

Molární hmotnost modré skalice je 249,5 g/mol, do hesla tedy zadají čtyřmístný kód 2495.

5.5 Úniková hra Robotická apokalypsa

Úniková hra Robotická apokalypsa je inspirována utopickým dílem Rozumovi Univerzální Roboti od Karla Čapka (2004). Téma jsme zvolili na základě aktuálnosti tématu a konfliktu praktických aspektů vědy s morálními a etickými důsledky.

5.5.1 Průvodní příběh

Úniková hra vás zavede do budoucnosti, kde je technologie neuvěřitelně pokročilá a roboti převzali většinu lidských činností. Jako hráč se ocitáte v zajetí v tajné podzemní laboratoři ovládané umělou inteligencí, která provádí experimenty na lidech s cílem dešifrovat tajemství lidské fyziologie. Tímto poznáním chtějí roboti vytvořit novou generaci pokročilých robotů schopných ovládnout svět a zničit lidstvo. Vaší primární úlohou je uniknout z laboratoře a zastavit robotickou hrozbu.

Hra začíná v okamžiku, kdy se probudíte v zamčené cele. Jedinou cestou ven je zámek ve tvaru periodické tabulky. Musíte řešit hádanku zapsanou na malé kovové krychliče, která je klíčem k vypočítání relativní atomové hmotnosti, abyste našli správný prvek a otevřeli dveře od cely.

Po úniku z cely narazíte na infuzní roztoky s umělou výživou. Vaším úkolem je vybrat infuzní roztok s optimálním hmotnostním zlomkem glukózy, aby vám dodal potřebnou energii a umožnil pokračovat v misi.

Při hledání východu z podzemí objevíte sklad s náhradními robotickými díly, které musíte zničit. K dispozici máte různé roztoky kyselin a váš úkol je vybrat tu, která má nejnižší pH, aby byla dostatečně silná na zničení robotických součástí, čímž zamezíte produkci dalších robotů.

Při útěku narazíte na propast, kterou nemůžete překonat bez aktivace výsuvné lávky. K otevření zámku je třeba zadat kód, který vznikne správným vyčíslením rovnice uvedené nad zámkem. Vysunutí lávky vám umožní překonat propast a pokračovat v úniku.

Během útěku se však zraníte a je nutné rychle se ošetřit, aby se zabránilo dalšímu šíření infekce ve vašem těle. Před sebou máte úkol připravit dostatečné množství desinfekční látky s použitím krystalického léčiva.

Úspěšný únik z laboratoře a následné informování tajných služeb vede k zásahu, který laboratoř úplně zničí, čímž předcházíte robotické apokalypse. Vaše rozhodnutí a schopnost řešit chemické výpočty během hry určují, jaký bude konec hry – zda jste dokázali odvrátit robotickou hrozbu a zachránit lidstvo, nebo jste selhali a vaše tělo bude využito k dalším experimentům robotů.

5.5.2 Rozbor úloh

Úniková hra obsahuje celkem 5 úloh zaměřených na různé typy chemických výpočtů. Únik spočívá v tom, že po vyřešení každé úlohy, ať už správně nebo nesprávně, hráči postupují dál do příběhu a k dalším úlohám. Za nesprávně vyřešenou úlohu si zapisují X, která se sčítají a na konci dochází k vyhodnocení chybovosti, což určí konec příběhu a výsledek únikové hry.

První úloha

První úloha je zaměřena na určení prvku, jehož stisknutí na displeji zámku odemkne dveře cely, ve které hráče drží roboti.

Cílem úlohy je vypočítat relativní atomovou hmotnost (molární hmotnost) prvku, z kterého je vytvořena kovová krychlička, kterou najdou na podlaze cely. Na bocích krychličky jsou uvedeny doplňující údaje potřebné pro výpočet. Na jedné straně stojí:

$N = 1,6175 \cdot 10^{23}$ částic, z druhé strany stojí: $m = 15$ g.

Ze známých hodnot počtu částic N_X a Avogadrovy konstanty N_A mohou vypočítat látkové množství kovového prvku v krychličce n_X .

$$n_X = \frac{N_X}{N_A} = \frac{1,6175 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 0,2686 \text{ mol}$$

Jelikož znají hmotnost celé krychličky m a látkové množství n_X , mohou dopočítat molární hmotnost kovu M_X .

$$M_X = \frac{m}{n_X} = \frac{15}{0,2686} = 55,845 \text{ g/mol}$$

Z vypočítané hodnoty molární hmotnosti určí pomocí periodické tabulky, že se jedná o železo, které odemyká dveře cely po stisknutí příslušné klávesy na displeji.

Druhá úloha

Druhá úloha je zaměřena na výpočty hmotnostních zlomků. Jelikož jsou žáci ve hře hladověním v cele vyčerpaní, rozhodnou se doplnit síly pomocí infuze s roztokem glukózy ve vodě.

V chladicím zařízení naleznou mnoho infuzních roztoků, celkem nachází 5 roztoků s různými koncentracemi glukózy ve vodě.

Který infuzní sáček použijí, pokud nejefektivnější je ten, jehož hmotnostní zlomek glukózy ve vodě je roven 0,083?

Jednotlivé hmotnostní zlomky vypočítají ze základního vztahu pro hmotnostní zlomek. V případě konkrétní úlohy lze označit hmotnost glukózy jako m_g , hmotnost vody jako m_v a hmotnost roztoku jako m_R .

$$w = \frac{m_g}{m_R} = \frac{m_g}{m_g + m_v}$$

První infuzní roztok je vytvořen z 22,8 g glukózy a 248 g vody.

$$w_1 = \frac{m_{g_1}}{m_{g_1} + m_{v_1}} = \frac{22,8}{22,8 + 248} = 0,084$$

Druhý infuzní roztok je vytvořen z 23,5 g glukózy a 243,5 g vody.

$$w_2 = \frac{m_{g_2}}{m_{g_2} + m_{v_2}} = \frac{23,5}{23,5 + 243,5} = 0,086$$

Třetí infuzní roztok je vytvořen z 21,5 g glukózy a 212,5 g vody.

$$w_3 = \frac{m_{g_3}}{m_{g_3} + m_{v_3}} = \frac{21,5}{21,5 + 212,5} = 0,092$$

Čtvrtý infuzní roztok má celkovou hmotnost 247 g, přičemž obsahuje 20,5 g glukózy.

$$w_4 = \frac{m_{g_4}}{m_{R_4}} = \frac{20,5}{247} = 0,083$$

Pátý infuzní roztok má celkovou hmotnost 253 g, přičemž obsahuje 19,2 g glukózy.

$$w_5 = \frac{m_{g_5}}{m_{R_5}} = \frac{19,2}{253} = 0,076$$

Z uvedených výpočtů vyplývá, že použijí čtvrtý infuzní roztok, jehož hmotnostní zlomek glukózy ve vodě je opravdu 0,083.

Třetí úloha

Třetí úloha je zaměřená na výpočet pH silných i slabých kyselin. Žáci ve hře potřebují zničit náhradní díly robotů a rozhodnou, že bude nejlepší je polít kyselinou. K dispozici mají roztok kyseliny sírové, roztok kyseliny chlorovodíkové a roztok kyseliny octové. Kyselina sírová má koncentraci 0,123 mol/l, kyselina chlorovodíková má koncentraci 0,135 mol/l a kyselina octová koncentraci 0,350 mol/l a disociační konstantu $pK_a = 4,76$. Kterou kyselinou by měli zničit náhradní díly robotů, pokud je třeba použít tu s nejnižším pH?

1) Výpočet pH kyseliny sírové

Pro výpočet pH kyseliny sírové je třeba vynásobit koncentraci ve výpočtu dvěma (počet vodíkových kationtů, které kyselina odštěpuje):

$$c_{HA} = 2 \cdot c = 2 \cdot 0,123 = 0,246 \text{ mol/l}$$

$$pH = -\log(c_{HA})$$

$$pH = -\log(0,246) = 0,61$$

2) Výpočet pH kyseliny chlorovodíkové:

$$pH = -\log(c_{HA})$$

$$pH = -\log(0,135) = 0,87$$

3) Výpočet pH kyseliny octové:

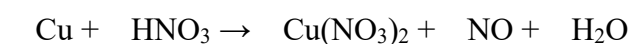
$$pH = \frac{1}{2}pK_a - \frac{1}{2}\log(c_{HA})$$

$$pH = \frac{1}{2} 4,76 - \frac{1}{2} \log(0,35) = 2,84$$

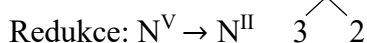
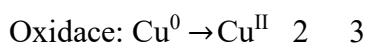
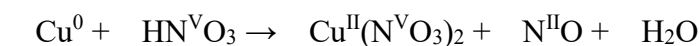
Pro zničení robotických dílů tedy použijí kyselinu sírovou, jejíž pH je nejnižší.

Čtvrtá úloha

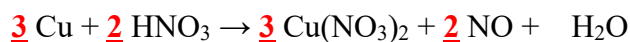
Čtvrtá úloha je zaměřena na vyčíslování oxidačně-redukční rovnice, jejímž řešením vzniká pětimístný číselný kód otevírající únikovou cestu z robotické laboratoře po výsuvné látce.



Pro řešení oxidačně-redukční rovnice musí žáci nejprve nalézt dvojici prvků, která mění svá oxidační čísla.



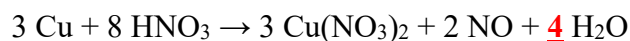
V reakci však redukují pouze některé atomy dusíku a některé si své oxidační číslo zachovávají. Žáci tedy doplní stechiometrické koeficienty k oxidujícím a redukujícím prvkům.



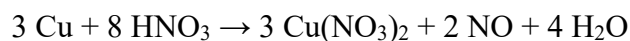
Na levé straně chemické rovnice vyrovnají počet atomů dusíku, aby byla zachována rovnost počtu atomů na obou stranách.



Dále vyrovnají počet molekul vody podle počtu atomů vodíku a kyslíku tak, že před vodu umístíme stechiometrický koeficient.



Na závěr je třeba zkontrolovat, že na obou stranách chemické rovnice je stejná prvková bilance. Chemická rovnice je tedy správně vyčíslená ve tvaru:



Kód, který odemkne zámek na látce, je 38324.

Pátá úloha

Pátá úloha je zaměřena na výpočet molární koncentrace. Žáci jsou ve hře zraněni a potřebují připravit desinfekční látku o látkové koncentraci 0,21 mol/l. K dispozici mají 2 g krystalického léčiva, jehož molární hmotnost je 67 g/mol. Budou schopni vytvořit přilítím vody alespoň 100 ml desinfekce o koncentraci 0,21 mol/l?

Nejprve ze zadaných hodnot hmotnosti krystalického léčiva a jeho molární hmotnosti provedou výpočet látkového množství.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2}{67} = 0,0299 \text{ mol}$$

V dalším kroku dopočítají objem desinfekce z hodnoty požadované koncentrace 0,21 mol/l a vypočítaného látkového množství.

$$V = \frac{n}{c} = \frac{0,0299}{0,21} = 0,142 \text{ l}$$

Po převedení na mililitry zjistí, že opravdu připraví více než 100 ml desinfekce o koncentraci 0,21 mol/l, dokonce připraví 142 ml.

5.6 Aplikace navržených únikových her a jejich zhodnocení

5.6.1 Hodnocení únikových her učiteli gymnázií

Navržené únikové hry byly zhodnoceny sedmi gymnaziálními učiteli chemie z hlediska atraktivity, náročnosti a možnosti jejich využití ve výuce. Učitelům byly navržené únikové hry předem zaslány k nahlédnutí a následně byl s učiteli veden polostrukturovaný rozhovor (Gavora, 2010).

Učitel č.1: Muž, 17 let pedagogické praxe, vystudoval obor Učitelství chemie a matematiky na Univerzitě Palackého v Olomouci

Učitel č. 2: Muž, 2,5 roku pedagogické praxe, vystudoval obor Učitelství chemie a zeměpisu na Univerzitě Palackého v Olomouci

Učitel č. 3: Žena, 6 let pedagogické praxe, vystudovala obor Učitelství chemie a výchovy ke zdraví na Univerzitě Karlově v Praze

Učitel č. 4: Žena, 8 let pedagogické praxe, vystudovala obor Učitelství chemie a biologie na Univerzitě Karlově v Praze

Učitel č. 5: Žena, 13 let pedagogické praxe, vystudovala obor Chemie a technologie materiálů na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze

Učitel č. 6: Žena, 0,5 roku pedagogické praxe, vystudovala obor Učitelství chemie a biologie na Masarykově univerzitě v Brně

Učitel č. 7: Muž, 34 let pedagogické praxe, vystudoval Učitelství chemie a matematiky na Karlově univerzitě v Praze

Všichni dotazovaní učitelé odpověděli, že s únikovými hrami se již setkali, většina ve formě reálných komerčních únikových místností jako způsobu kolektivní zábavy. U3 a U6 se setkali taktéž s deskovými a karetními únikovými hrami.

S přímým využitím únikových her ve výuce nemá zkušenost žádný z dotazovaných učitelů. K tomu U7 a U5 dodávají: *„Fenomén didaktických únikových her jsem zaznamenal/a během distanční výuky v době pandemie onemocnění Covid-19, ne však v oblasti chemie.“*

Dále jsme se učitelů dotazovali na jejich postoj k chemickým výpočtům při jejich vlastním studiu na gymnáziu i současné pedagogické praxi. Spíše negativní postoj k chemickým výpočtům během vlastního studia na gymnáziu popisuje 6 ze 7 učitelů, pouze U1 vzhledem k vysoce kladnému postoji k matematice a fyzice hodnotí téma chemických výpočtů jako své oblíbené. Učitelé se taktéž shodují, že chemické výpočty jsou jedním z nejméně oblíbených témat, které vyučují, neboť jejich studenti je vnímají jako velmi obtížné a nezáživné.

Navržené únikové hry byly hodnoceny učiteli pozitivně, všichni dotazovaní učitelé by rádi navržené únikové hry ve vyučování využili. *„Žáky podobné aktivity baví.“* (U2). U3 uvádí: *„V navržených únikových hrách vidím velký potenciál v rámci aktivizace žáků, neboť jsou skupinově zapojeni všichni žáci po celou dobu hry.“* Jiný učitel dodává, že pro žáky může být úniková hra nejen nástrojem procvičovacím, ale také motivačním a kreativním: *„Jedná se o prostředek, díky kterému u žáků stoupne motivace chemické výpočty řešit a přemýšlet o nich originální cestou.“* (U5). S motivačním přesahem únikové hry souhlasí také další

učitel: „*Dalším benefitem je bezesporu motivační přesah, který u tohoto tématu tak moc chybí.*“ (U6).

„*Navíc se v rámci skupiny, ve které žáci úlohy řeší, rozvíjí komunikace mezi žáky.*“ (U7). Přesah může být tedy v oblasti sociálního rozvoje žáka a taktéž může být nástrojem vrstevnického učení. „*Slabší žák v rámci skupiny může dopochopit učivo chemických výpočtů podané slovy svých spolužáků někdy lépe než za pomoci učitele.*“ (U1). Výhoda využití únikové hry může být také v učení se prožitkem: „*Díky prožitku si žáci lépe zapamatují probíranou látku a postup při řešení chemických výpočtů.*“ (U2).

Jedním z důležitých benefitů této formy procvičování chemických výpočtů je rozhodně atraktivita únikové hry pro žáky, kterou učitelé hodnotí jako: „*...příjemné zpestření od klasického způsobu probírání příkladů během hodiny...*“ (U5), „*...poměrně novou a netradiční metodu výuky, která by byla pro žáky zcela určitě atraktivní...*“ (U1) nebo „*...mnohdy neoblíbená látka chemických výpočtů je únikovou hrou procvičována neotřelým způsobem, který žáci zajisté ocení...*“ (U6).

Všichni dotazovaní učitelé se shodují na dvou hlavních nevýhodách využití navržených únikových her, kterými jsou skutečné aktivní zapojení všech žáků do hry a časová náročnost přípravy.

Učitelé shledávají důležité správné rozložení žáků ve skupinách na základě jejich schopnosti řešit chemické výpočty. „*Pokud bude ve skupině někdo, kdo ovládá výpočty skvěle, ostatní by na něj mohli pouze spoléhat a čekat, až to sám vyřeší, aniž by se aktivně zapojili a pokoušeli to taktéž vypočítat.*“ (U3).

Nevýhodou využití navržených únikových her tedy dle slov učitelů U6, U1 a U3: „*...může být nezapojení a pasivita některých žáků...*“. Učitelé do jisté míry vidí i řešení, neboť: „*Každý učitel zná své žáky nejlépe, a tudíž lze eliminovat pasivitu některých žáků tvorbou menších rovnocenných skupin a efektivním zařazením silnějších žáků mezi méně zdatné v chemických výpočtech.*“ (U1). Druhou zmiňovanou nevýhodou je časová náročnost přípravy únikové hry do výuky, kterou zmiňují čtyři ze sedmi dotázaných učitelů. Během rozhovoru a po důkladnějším prostudování navržených únikových her však tato nevýhoda byla neutralizována, neboť navržené únikové hry mají za cíl být hotově navrženou aktivitou,

učitel si musí pouze připravit nápovědy dle svého uvážení a zvážit formu závěrečného zhodnocení chybovosti a času hry.

Tematický kontext zvolených příběhů hodnotí učitelé rovněž velmi pozitivně. „*Libí se mi navržené téma světa Harryho Pottera. Je to z pohledu žáka téma blízké.*“ (U5). „*Hra měla napínavý příběh a oceňuji, jak do něj byly nenásilně zakomponovány chemické příklady.*“ (U4). Úniková hra Robotická apokalypsa nabízí větší příležitosti pro další vzdělávání a diskuzi: „*Téma umělé inteligence a robotů lze propojit s literaturou, informatikou a historií, taktéž mohu s žáky rozvíjet jejich pohled na rozvoj a využití technologií v dnešní době.*“ (U2).

Z hlediska náročnosti chemických výpočtů použitých v únikových hrách se názory učitelů již trochu rozcházejí. „*Myslím, že obtížnost je odpovídající znalostem žáka gymnázia.*“ (U1). Přestože většina učitelů hodnotí různou obtížnost dílčích úloh pozitivně: „*Únikové hry se snaží stupňovat obtížnost jednotlivých úloh, což je pro žáky motivující, jelikož by neměli být demotivováni hned na začátku.*“ (U5, U6, U1, U7, U2), někteří je hodnotí jako příliš náročné (U3), nebo naopak příliš jednoduché (U4). „*Oceňuji, že na základě úspěšnosti/chybovosti má hra různý konec příběhu.*“ (U1).

Pozitivně je hodnoceno také grafické karetní zpracování.

Navržení zlepšení únikových her uvedli dva z dotázaných učitelů: „*...vytvořit nápovědní kartičky či pro začínající chemiky knihu vzorců...*“ (U3) a „*...komponovat úlohy v únikových hrách stejné obtížnosti – aby žáci mohli zvolit lehkou, střední či náročnou hru...*“ (U5).

5.6.2 Pilotáž únikových her žáky gymnázia

V rámci aplikace navržených únikových her byla provedena jejich pilotáž čtyřčlennou skupinou dívek 2. a 3. ročníku vyššího gymnázia, které hry následně taktéž zhodnotily.

Žákyně č. 1: 2. ročník, z chemie hodnocena známkou chvalitebně

Žákyně č. 2: 2. ročník, z chemie hodnocena známkou chvalitebně

Žákyně č. 3: 3. ročník, z chemie hodnocena známkou výborně, chemický seminář

Žákyně č. 4: 2. ročník, z chemie hodnocena známkou dobře

Žákyně věděly, co se pod pojmem úniková hra skrývá, přímou zkušenost s únikovou hrou však všechny negovaly.

Postoj k chemickým výpočtům lze označit za spíše negativní: „*Chemické výpočty mě upřímně nebavily.*“ (Ž4) a „*Chemické výpočty byly vždy obtížně pochopitelnou a spíš nudnou látkou.*“ (Ž1).

Všechny uvedly, že by únikovou hru upřednostnily před formátem klasického procvičování chemických výpočtů: „*Únikovou hru bych si ve výuce určitě ráda zahrála, bylo to mnohem zajímavější než klasický způsob probírání příkladů během hodiny.*“ (Ž2) nebo „*Procvičování chemických příkladů tímto způsobem je o dost zajímavější, originálnější a zábavnější.*“ (Ž1).

Žákyně hodnotily jako benefit motivační a zážitkový potenciál únikové hry pro výuku chemických výpočtů, pozitivně hodnotily nejen napínavost příběhu, ale taktéž formu týmové spolupráce, možnost rychlého zjištění správného řešení otočením karty a grafické zpracování.

„*Líbilo se mi, že i když je únikovka zaměřená na chemické výpočty, bylo to celé nenásilné a těšila jsem se, jak dopadneme.*“ (Ž4).

Jako hlavní negativum viděly náročnost úloh únikové hry: „*Úlohy byly evidentně vytvořeny pro žáky, kteří chemické výpočty ovládají na základní nebo spíš mírně pokročilé úrovni, sama bych to asi nezvládla.*“ (Ž2) a „*Myslím, že někteří naši spolužáci by to nedokázali vyřešit.*“ (Ž3).

Dívky zvládly správně vyřešit všechny úlohy v únikové hře Noční útěk z Bradavic za 46 minut a čtyři z pěti úloh ve hře Robotická apokalypsa za 49 minut, kde nedokázaly správně vyčíslit rovnici redoxní reakce.

5.6.3 Možnosti přizpůsobení navržených únikových her pro výuku na nižším gymnáziu

Přestože navržené únikové hry jsou určeny primárně žákům čtyřletého gymnázia a analogickým ročníkům víceletého gymnázia, únikové hry lze přizpůsobit taktéž žákům nižšího gymnázia.

Některé úlohy mohou být pro žáky nižších gymnázií až příliš náročné, proto je možné buď žákům napovědět přímo nebo vytvořit nápovědní kartičky, o které by si mohli žáci říci bez penalizace při vyhodnocení. Taktéž je možné navrhnout list se vzorci potřebnými pro výpočet a zpracovat ho do příběhu ve formě knihy kouzel pro únikovou hru Noční útěk z Bradavic nebo lékařské dokumentace pro hru Robotická apokalypsa. V případě shledání výpočtů příliš náročnými je možné kompletně vyměnit úlohu za jiný vhodnější příklad.

Problematickou úlohou pro nižší gymnázium je výpočet pH ve hře Robotická apokalypsa, neboť žáci nižšího gymnázia standardně neovládají výpočty logaritmů. Alternativu lze realizovat například transformací úlohy v obrázky indikátorových papírků namočených do roztoků s různým pH, kdy žáci budou muset určit roztok s nejnižším pH nebo odhadnout hodnotu pH ze stupnice.

Závěr

V rámci bakalářské práce byly vytvořeny a připraveny pro využití dvě didaktické únikové hry zaměřené na chemické výpočty, které byly hodnoceny jak gymnaziálními učiteli, tak žáky. Hry Noční útěk z Bradavic a Robotická apokalypsa byly navrženy s cílem zvýšit zájem a motivaci žáků o téma chemické výpočty a jako nástroj k procvičení vybraných chemických výpočtů včetně rozvoje širokého spektra klíčových kompetencí.

V rešeršní části práce bylo zjištěno, že v ŠVP vybraných gymnázií a vybraných učebnicích chemie pro gymnázia je téma chemických výpočtů zpracováno s různou mírou důrazu a rozsahu, což odráží potřebu přizpůsobit výuku individuálním potřebám a cílům každé školy. Tento přístup umožňuje učitelům využívat širokou škálu přístupů k výuce. Kvalita a rozsah zpracování chemických výpočtů v učebnicích se liší, což ukazuje na potřebu důkladného výběru učebnic a doplňkových materiálů, které nejen pokryjí požadované kurikulární obsahy, ale také podpoří rozvoj kritického myšlení u žáků gymnázií.

Motivace žáků k učení hraje klíčovou roli ve výuce nejen chemie a chemických výpočtů. Výzkumy ukazují, že žáci vnímají chemii jako náročný předmět, avšak zařazení praktických příkladů s využitím výukových metod s vyšším aktivizačním potenciálem může výrazně přispět k zvýšení žákovské motivace k učení se chemii i tématu chemických výpočtů (Höffer & Svoboda, 2005; A. H. Johnstone, 2006; Sjøberg & Schreiner, 2004). Adaptace učebních materiálů a přístupů, které podporují problémové učení a motivaci, se ukazují jako klíčové pro efektivnější zapojení a udržení pozornosti žáků, což vede k lepšímu pochopení a uchování zájmu o tento náročný, ale fascinující obor.

Přestože existuje mnoho různých odborných publikací o únikových hrách ve vzdělávání (Avargil et al., 2021; Haimovich et al., 2022; Veldkamp et al., 2020), běžní učitelé v praxi s nimi mají minimální nebo žádné zkušenosti. Přesto by využití navržených didaktických únikových her ve své výuce chemických výpočtů uvítali.

V navržených únikových hrách Noční útěk z Bradavic a Robotická apokalypsa dotazovaní učitelé nejvíce ocenili motivační potenciál, atraktivitu a příležitosti pro rozvoj kompetencí, které únikové hry představují. Na druhé straně zdůraznili potřebu efektivní organizace skupin pro aktivní zapojení všech žáků.

Pilotáž hry gymnaziálními žáky potvrdila, že únikové hry mohou být efektivním a zábavným nástrojem pro procvičování chemických výpočtů. Narozdíl od tradičních metod výuky, únikové hry nabízejí žákům možnost aktivně se zapojit do řešení problémů, pracovat v týmu a aplikovat naučené koncepty v praktických situacích. Navíc, příběhový prvek a prvek soutěže přidávají další dimenzi motivace ke studiu chemie.

V prozkoumání možnosti adaptace her pro nižší gymnázium bylo zjištěno, že s určitými úpravami, jako jsou nápovědní kartičky nebo alternativní úlohy, by obě navržené únikové hry mohly být úspěšně využity i v tomto kontextu.

Lze konstatovat, že únikové hry představují inovativní a efektivní způsob, jak ozvláštnit výuku chemických výpočtů na gymnáziích. Mohou zvýšit motivaci a zájem o studium chemie, podporují rozvoj klíčových kompetencí a nabízejí příležitosti pro aktivní a zážitkové učení. Další rozvoj chemických didaktických únikových her, a především jejich aplikace v běžných třídách by mohl přinést další příležitosti pro obohacení vzdělávacích strategií ve výuce chemie a přispět k rozvoji zájmu o chemii mezi žáky.

Seznam použité literatury a informačních zdrojů

- Abdollahi, A. M., Masento, N. A., Vepsäläinen, H., Mijal, M., Gromadzka, M., & Fogelholm, M. (2021). Investigating the Effectiveness of an Educational Escape Game for Increasing Nutrition-Related Knowledge in Young Adolescents: A Pilot Study. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.674404>
- Altenburg, E., Hecke, P., & Van Schuiten, S. (2003). *Werken met motivatie. Een praktische gids voor individu, team en organisatie*. Kluwer.
- Armie, M., Fernández Sánchez, J. F., & Membrive Pérez, V. (2021). Escape Room as a Motivating Tool in the English Literature Classroom at Tertiary Education. *Education and New Developments 2021*, 270–274. <https://doi.org/10.36315/2021end058>
- Ascalon, A. (2021). *The History of Escape rooms*. The Escape Game. <https://theescapegame.com/blog/the-history-of-escape-rooms/>
- Avargil, S., Shwartz, G., & Zemel, Y. (2021). Educational Escape Room: Break Dalton's Code and Escape! *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2313–2322. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00110>
- Balčíraková, N. (2017). *Učebnice chemických výpočtů s řešenými příklady* [Bakalářská práce, Masarykova Univerzita v Brně]. Archiv závěrečných prací MUNI. <https://is.muni.cz/th/rvnf9/BakalarskaPraceBalcirakova.pdf>
- Bednář, M. (2020). Jan Amos Komenský a fenomén i symbol hry. *Česká Kinantropologie*, 24(1–2), 15–29. <http://www.jvssystem.net/app34/download/Ceska-Kinatropologie-2020-01-02.pdf#page=15>
- Benešová, M., & Satrapová, H. (2014). *Odmaturuj z chemie!* Didaktis.
- Bílek, M. (2008). Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica*, 2. https://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SMO_db/doc/31_7_B%C3%ADlek_Acta.pdf
- Blatner, A. (1995). Role Playing in Education. In *Adam Blatner's Web Site*. <https://www.blatner.com/adam/pdntbk/rlplayedu.htm>
- Boccou Kestřánková, M. (2015). Komenského pojetí hry ve výuce a jeho vliv na metodu jevištního tvaru. *Revista Linguagem, Educacao e Memória*, 9. <https://periodicosonline.uems.br/index.php/WRLEM/article/view/3510/2833>
- Břížďala, J. (2024). *Chemické rovnice - vyčíslování a výpočty*. E-CHEMBOOK.EU - Multimediální Učebnice pro Gymnázia. <http://e-chembook.eu/chemicke-rovnice-vycislovani-a-vypocty>

- Clapson, M. L., Gilbert, B., Mozol, V. J., Schechtel, S., Tran, J., & White, S. (2020). ChemEscape: Educational Battle Box Puzzle Activities for Engaging Outreach and Active Learning in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 125–131. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00612>
- Cooper, D. (n.d.). *TestTube Revise*. Retrieved March 23, 2024, from <https://testtuberevise.com/>
- Cooper, D. (2022). Escape the lab! *Royal Society of Chemistry*. <https://www.rsc.org/news-events/community/2022/feb/escape-the-lab/>
- Costikyan, G. (1994). *I have no words and I must design*. Interactive Fantasy #2. British roleplaying journal. https://www.academia.edu/1270811/I_have_no_words_and_I_must_design
- Covington, M. (2011). *Psychology: Motivation and Learning*. GSI Teaching & Resource Center: How students learn series. <https://gsi.berkeley.edu/gsi-guide-contents/learning-theory-research/motivation/>
- Čapek, K. (2004). *R. U. R. Artur*.
- Čapek, R. (2014). *Odměny a tresty ve školní praxi*. Grada Publishing.
- Česák, O. (2016a). *Marketingový plán ve vybraném podniku* [Diplomová práce, Univerzita Hradec Králové]. Univerzitní repozitář DSPACE. <https://theses.cz/id/qgqsq2/STAG84818.pdf>
- Deník.cz. (2019). *Únikové hry dobývají Česko. Zamčené místnosti ani otevřený oheň nehrozí*. https://www.denik.cz/z_domova/unikove-hry-v-cesku-zamcene-mistnosti-ani-otevreny-ohen-nehrozi-20190221.html
- Descals-Tomás, A., Rocabert-Beut, E., Abellán-Roselló, L., Gómez-Artiga, A., & Doménech-Betoret, F. (2021). Influence of Teacher and Family Support on University Student Motivation and Engagement. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2606. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052606>
- Dietrich, N. (2018). Escape Classroom: The Leblanc Process—An Educational “Escape Game.” *Journal of Chemical Education*, 95(6), 996–999. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00690>
- Dovhunová, P., & Černý, M. (2015). Možnosti využití metody LARP ve výuce českého jazyka. *Didaktické Studie, Ročník 7: Kritická Místa Výuky Češtiny Na České Škole*, 87–99. <https://pages.pedf.cuni.cz/didakticke-studie/files/2016/02/DS15-7-1.pdf#page=87>
- Dvořáčková, A., Šulcová, M., & Jirásek, I. (2014). Analýza metodologických postupů publikovaných prací v oblasti zážitkové pedagogiky. *Pedagogika*, 64(4), 407–421. <https://www.researchgate.net/publication/274893965>

- E-learning VŠCHT. (2022). *Vyčíslování rovnic*. Příprav Se - Obecná a Anorganická Chemie. <https://e-learning.vscht.cz/mod/page/view.php?id=13082>
- Ellsworth Lyman, P. (2021). *The do-it-yourself escape room book*. Skyhorse Publishing.
- Endorfin. (2019). *Typy unikových her*. <https://endorfin.cz/typy-unikovych-her/>
- Escape Rooms. (n.d.). *Škola hrou*. Retrieved March 23, 2024, from <https://escape-rooms-prague.cz/pro-skoly/>
- Felten, H. (1998). *Erlebnis pädagogik als Möglichkeit zur Kompensation von Verhaltensdefiziten: Dargestellt an der Beispielen aus der ästhetischen Erziehung*. Lang.
- Filgona, J., Sakiyo, J., Gwany, D. M., & Okoronka A. U. (2020). Motivation in Learning. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 10(4), 16–37. <https://journalajess.com/index.php/AJESS/article/view/181/361>
- Fink, E. (1992). *Oáza štěstí*. Mladá fronta.
- Flemer, V., & Dušek, B. (2001). *Chemie pro gymnázia I (obecná a anorganická)*. SPN.
- Franc, D., Zounková, D., & Martin, A. (2007). *Učení zážitkem a hrou: Praktická příručka instruktora*. Computer Press.
- Fusco, S. (2023). Chemical Escape Room. In *Genially Education*. <https://view.genial.ly/64eccaa195836c0019c8f141/interactive-content-chemical-escape-room>
- Gavora, P. (2010). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido.
- Gavora, P., & et al. (2008). *Ako rozvíjať porozumenie textu u žiaka*. Enigma.
- Gymnázium Českolipská. (2023). *ŠVP pro osmileté a čtyřleté gymnázium* (pp. 115–122). https://drive.google.com/file/d/1kF_WYzI3nQSE5xE2Rax7XEaSKS3Jfyun/view
- Gymnázium Elišky Krásnohorské. (2023). *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání I a pro nižší stupeň osmiletého studia. Vzděláním ke schopnosti porozumět druhým se všeobecným zaměřením*. (pp. 263–271). <http://www.gekom.cz/files/24007MDR.pdf>
- Gymnázium Jana Keplera. (2014). *ŠVP “Per aspera ad astra!” - Učební osnovy pro čtyřleté gymnázium: CHEMIE*. Gymnázium Jana Keplera Praha. <https://sites.google.com/a/gjk.cz/svp/5-osnovy/osnovy-4leteho-gymnazia/chemie>
- Gymnázium Říčany. (2009). *Školní vzdělávací program: ŠVP G čtyřleté*. 250–272. https://www.gyri.cz/Images/svp_kompletni_4.pdf

- Haimovich, I., Yayon, M., Adler, V., Levy, H., Blonder, R., & Rap, S. (2022). “The Masked Scientist”: Designing a Virtual Chemical Escape Room. *Journal of Chemical Education*, 99(10), 3502–3509. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00597>
- Harapesová, T. (2010). *Postoje českých žáků k přírodovědným předmětům a metody výuky těchto předmětů (Analýza dat získaných v rámci mezinárodního výzkumu TIMSS)* [Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze]. Digitální repozitář UK. https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/30633/DPTX_2008_1_11320_0_260307_0_62849.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hartl, P., & Hartlová, H. (2000). *Psychologický slovník*. Portál.
- Höffer, G., & Svoboda, E. (2005). Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky. *Moderní Trendy v Přípravě Učitelů Fyziky 2*.
- Honza, J., & Mareček, A. (2000). *Chemie pro čtyřletá gymnázia - 1. díl*. Nakladatelství Olomouc.
- Hung, W., & Van Eck, R. (2010). Aligning Problem Solving and Gameplay: A Model for Future Research and Design. In *Interdisciplinary models and tools for serious games: Emerging concepts and future directions* (pp. 227–263).
- Huvarová, M. (2010). *Nejpoužívanější středoškolské učebnice na gymnáziích* [Bakalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci].
- Jirásek, I. (2004). Vymezení pojmu Zážiteková pedagogika. *Gymnasion*, 1, 6–16.
- Johnstone, A. (2005). Chemical education research in Glasgow in perspective. In *Centre for Science Education*. University of Glasgow. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=40b0a96d5c55ad7b18afc5ea27ec8b10238791c2>
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 7(2), 49–63. <https://doi.org/10.1039/B5RP90021B>
- Johnstone, A. H. (2010). You Can’t Get There from Here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22–29. <https://doi.org/10.1021/ed800026d>
- Kajzar, A. (2024). *Chemické výpočty*. <https://chemicke-vypocty.cz/>
- Kaplánek, M., & et al. (2017). *Volný čas a jeho význam ve výchově*. Portál.
- Klečka, M. (2011). *Teorie a praxe tvorby učebnic chemie pro střední školy* [Dizertační práce, Univerzita Karlova v Praze]. Digitální repozitář UK. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/35260/140005409.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Kolář, K., Kodíček, M., & Pospíšil, J. (2005). *Chemie pro gymnázia II (organická a biochemie)*. SPN.
- Komenský, J. A. (1937). *Didaktika [česká] to jest Umění umělého vyučování*. I. L. Kober.
- Kopřiva, P. (2008). *Respektovat a být respektován*. Spirála.
- Kos, V. (n.d.). *Výpočty, rovnice. 3. lekce - Směsi, roztoky*. Moje Škola.
https://www.mojeskola.cz/Vyuka/Php/Learning/Chemie/chemie_kroem3.php
- Kosina, L., & Šrámek, V. (1996). *Chemické výpočty a reakce*. Albra.
http://chemiejebozi.cz/download/skripta/chem_vyp_a_reakce.pdf
- Kotlík, B., & Růžičková, K. (1996). *Chemie I, v kostce pro střední školy*. Fragment.
- Kraus, J. (2008). *Obecná chemie ve výuce na SŠ v souvislosti se zaváděním RVP* [Bakalářská práce, Univerzita Karlova v Praze].
- Kundrát, J. (2013). *Live action role playing jako prostředek osobnostního rozvoje* [Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci]. Theses.cz.
https://theses.cz/id/cuw7j0/Josef_Kundrat_DP_Larp_jako_prostredek_osobnostniho_rozvoj.pdf
- Kydalová, R. (2020). *Únikové hry ve výuce chemie* [Bakalářská práce, Univerzita Karlova v Praze]. Digitální repozitář UK.
<https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/119950/130286186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lærke Weitze, C. (2014). Developing Goals and Objectives for Gameplay and Learning. In *Learning, education and games* (Vol. 1, pp. 225–249). Carnegie Mellon University ETC Press.
https://www.researchgate.net/publication/281715887_Developing_Goals_and_Objectives_for_Gameplay_and_Learning
- Larpy.cz. (2008). *Co je to LARP?*. <https://www.larpy.cz/larp/>
- Lokša, J., & Lokšová, I. (1999). *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Portál.
- Maňák, J., & Švec, V. (2003). *Výukové metody*. Paido.
- Manniová, J. (2001). Tvorivost' a didaktická hra vo vyučování. *Pedagogická Orientace: Vědecký Časopis České Pedagogické Společnosti*, 11(3), 11–17.
<https://journals.muni.cz/pedor/article/view/8592/7775>
- Mareček, A., & Honza, J. (2001). *Chemie: sbírka příkladů: pro studenty středních škol*. Proton.
- Masáriková, A. (1994). Didaktická hra vo výchovno-vzdelávacom procese. *Quo Vadis Výchova ...? III. Ročník*.

- Matfess, M. (2023). Learning Through LARP. In *The Story School*.
<https://www.thestoryschool.org/post/learning-through-larp>
- MŠMT. (2022). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G)*.
<https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>
- MŠMT. (2024). Školský zákon. In *MŠMT*. <https://www.msmt.cz/dokumenty/skolsky-zakon-ve-zneni-ucinnem-ode-dne-1-1-2024>
- Němec, J. (2002). *Od prožívání k požitkářství: výchovné funkce hry a její proměny v historických koncepcích pedagogiky*. Paido.
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*.
<https://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Nicholson, S. (2016). The State of Escape: Escape Room Design and Facilities. *Meaningful Play*. <https://scottnicholson.com/pubs/stateofescape.pdf>
- Nogová, M. (2009). Je učebnice oblíbené edukačné médium pre žiakov? *Kurikulum a Učebnice z Pohľadu Pedagogického Výzkumu. Zborník Príspevkov z Medzinárodnej Vedeckej Konferencie*.
- OpenStax. (n.d.). *Atoms, Isotopes, Ions, and Molecules: The Building Blocks*. Rice University. Retrieved March 23, 2024, from <https://openstax.org/books/biology/pages/2-1-atoms-isotopes-ions-and-molecules-the-building-blocks>
- Oprailová, E. (2016). *Předškolní pedagogika*. Grada Publishing.
- Palečková, J. (2007). Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006 : poradí si žáci s přírodními vědami? In *Ústav pro informace ve vzdělávání. Ústav pro informace ve vzdělávání*.
- Palečková, J., & Tomášek, V. (2001). *Posun ve znalostech čtrnáctiletých žáků v matematice a přírodních vědách: zpráva o výsledcích mezinárodního výzkumu TIMSS*. Ústav pro informace a vzdělávání.
- Parapark. (n.d.). *Parapark*. Retrieved March 24, 2024, from <http://parapark.hu/map>
- Pavelková, I., Hrabal, K., & Hrabal, V. (2010). Mezinárodní srovnání motivačních zdrojů učební činnosti žáků. *Pedagogika*, 60(3–4), 292–302.
- Pečivová, M., & Šmídl, M. (2014). *Didaktika chemie I pro ZŠ a SŠ. Opora pro kombinované navazující magisterské studium Učitelství chemie pro ZŠ a SŠ*. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem.
https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/opory_Didaktika%20I_final.pdf
- Platón. (1961). *Zákony*. Nakladatelství Československé akademie věd.

- Polehla, P. (2009). *Edmund Campion o vzdělání, rétorice a jeho drama Ambrosia* [Dizertační práce, Masarykova univerzita v Brně]. Archiv závěrečných prací MUNI. https://is.muni.cz/th/ynpuc/Disertace_def.pdf
- Polik, W. F., & Schmidt, J. R. (2022). WebMO: Web-based computational chemistry calculations in education and research. *WIREs Computational Molecular Science*, 12(1). <https://doi.org/10.1002/wcms.1554>
- Prášilová, V. (2022). *Únikové hry jako výukový nástroj: příklad využití v zeměpisu* [Univerzita Karlova v Praze]. Digitální repozitář UK. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/176103/130343368.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prokeš, J. (n.d.). *Stručné dějiny pedagogiky*. Masarykova Univerzita v Brně. Retrieved March 23, 2024, from <https://www.fi.muni.cz/~qprokes/pedagogika/dejiny.html#k2>
- Prožáky.cz. (n.d.). *Prožáky.cz: Únikové hry*. Materiály pro Žáky. Retrieved March 23, 2024, from <https://www.prozaky.cz/category/unikove-hry/>
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2003). *Pedagogický slovník*. Portál.
- Režňák, J. (2016). *Základní chemické výpočty ve výuce chemie na gymnáziích* [Bakalářská práce, Univerzita Karlova v Praze]. Digitální repozitář UK. https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/84516/BPTX_2013_1_11310_0_412222_0_143564.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rowling, J. K. (2022). *Harry Potter a kámen mudrců*. Albatros.
- Roy, B., Gasca, S., & Winum, J.-Y. (2023). Chem'Sc@pe: an Organic Chemistry Learning Digital Escape Game. *Journal of Chemical Education*, 100(3), 1382–1391. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01105>
- Rusek, M. (2013). *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základních školách* [Dizertační práce, Univerzita Karlova v Praze]. Digitální repozitář UK. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/57481/140031166.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rusek, M., Jančařík, A., & Novotná, J. (2016). Chemical calculations: A necessary evil or an important part of chemistry education? *APLIMAT - 15th Conference on Applied Mathematics*, 978–986. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84968531360&origin=inward&txGid=b43a7358bf2b559b449d091d145f4122>
- Rusek, M., Vojří, K., & Chroustová, K. (2020). An Investigation into Freshman Chemistry Teacher Students' Difficulty in Performing Chemistry Calculations. In *8th International Conference on Research in Didactics of the Sciences, DidSci 2020*. Pedagogical University of Kraków. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14416.33284>

- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 54–67.
- Rychtera, J., Bílek, M., Bártová, I., Chroustová, K., Kolář, K., Machková, V., Sloup, R., Šmíd, M., Štrofová, J., Votrubicová, Š., & Wolfová, R. (2020). *Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I*. Západočeská univerzita v Plzni.
- Rýdl, K. (2013). Zážitková pedagogika v díle Kurta Hahna a její vliv na pedagogické reformní hnutí v Československu. *Zážitková Pedagogika a Možnosti Jejího Využití Při Práci s Vybranými Cílovými Skupinami*, 38–48. <https://adoc.pub/vysoka-kola-tlesne-vychovy-a-sportu-palestra-spol-s-ro-zaitk.html>
- Říčan, P. (2013). *Psychologie*. Portál.
- Scott, F. J. (2012). Is mathematics to blame? An investigation into high school students' difficulty in performing calculations in chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 13(3), 330–336. <https://doi.org/10.1039/C2RP00001F>
- SCRAP. (2007). *SCRAP magazine*. <https://www.scrapmagazine.com/>
- Sirotek, V., & Karliček, J. (2005). *Chemické výpočty a názvosloví anorganických látek*. Západočeská univerzita v Plzni.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2004). ROSE: The Relevance of Science Education. *Acta Didactica*, 4. <https://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/actadidactica.pdf>
- Sochorová, L. (2011). Didaktická hra a její význam ve vyučování. In *NPI: Metodický portál RVP*. <https://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/13271/DIDAKTICKA-HRA-A-JEJI-VYZNAM-VE-VYUCOVANI.html>
- SolvePrague.cz. (2019). *Bezpečnost únikových her u nás a ve světě*. <https://solveprague.cz/blog/2019/01/10/bezpecnost-unikovych-her-u-nas-a-ve-svete/>
- Stenros, J. (2017). The Game Definition Game. *Games and Culture*, 12(6), 499–520. <https://doi.org/10.1177/1555412016655679>
- Stips. (2014). *Historie únikovek*. <https://stips.cz/historie-unikovek>
- Stránská, Z., & Blažková, H. (2001). Motivace žáků k učení. *Sborník Prací Filozofické Fakulty Brněnské Univerzity. Psychologická Řada*, 49(P5), 7–25. <https://digilib.phil.muni.cz/sites/default/files/pdf/114377.pdf>
- Super Greens. (n.d.). *Odkyslení (alkalizace) proč je důležité?* Retrieved April 10, 2024, from <https://www.supergreens.cz/alkalizace>
- Špalková, Z., & Vyskočilová, V. (2014). *Chemické výpočty*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. https://www.vfu.cz/files/2110_021_spalkova.pdf

- Šťastný, R. (2022). *Využití online únikových her k posílení mezipředmětových vztahů na 2. stupni ZŠ* [Diplomová práce, Západočeská univerzita v Plzni]. Digitální knihovna Západočeské univerzity v Plzni. <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/48774>
- Švandová, K., & Kubiátko, M. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacímu předmětu chemie. *Scientia in Educatione*, 3(2), 65–78. <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/37/35>
- The ROOM. (n.d.). *Escape Box - úniková hra ve vaší režii*. Black Cube. Retrieved April 10, 2024, from <https://escapebox.cz/>
- Uhlířová, J. (1999). Hrové činnosti předškolního věku v pojetí J. A. Komenského . In *Filosofie – výchova – hodnoty*. Pedagogická fakulta UK.
- Vacík, J., & et al. (1994). *Chemie pro I. ročník gymnázií*. SPN.
- Vacík, J., & et al. (1999). *Přehled středoškolské chemie*. SPN.
- Václavík, M. (2017). *Historie únikových her ve světě*. SolvePrague. <https://solveprague.cz/blog/2017/11/20/historie-unikovych-ve-svete/>
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M.-C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, 31, 100–364. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>
- Veselá, M. (2010). Odměna a trest ve škole. *Řízení Školy: Odborný Měsíčník pro Ředitele Škol*, 7(9), 18–29.
- Vianna, C. (2023). *Escape Room Business Industry Statistics*. XOLA. <https://www.xola.com/articles/escape-room-business-industry-statistics/>
- Wiemker, M., Elumir, E., & Clare, A. (2015). *Escape Room Games: “Can you transform an unpleasant situation into a pleasant one?”* <https://thecodex.ca/wp-content/uploads/2016/08/00511Wiemker-et-al-Paper-Escape-Room-Games.pdf>
- Yachin, T., & Barak, M. (2024). Science-Based Educational Escape Games: A Game Design Methodology. *Research in Science Education*, 54(2), 299–313. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10143-4>
- Zapletal, M. (1986). *Velká encyklopedie her 2: Hry v klubovně*. Olympia.
- Zelina, M. (1983). Motivácia žiakov k učeníu. *Jednotná Škola*, 35(4), 359–371.
- Zemek, M. (1965). Z činnosti školního divadla v Brně. In *Brno v minulosti a dnes. Sborník příspěvků k dějinám a výstavbě Brna* (pp. 84–92).
- ZŠ Osek. (2021). Online výuka jako dobrodružství. Základní Škola Osek. <https://www.zsosek.cz/akce-skoly/online-vyuka-jako-dobrodruzstvi>

Seznam příloh

Příloha 1 – Úniková hra Noční útěk z Bradavic

Příloha 2 – Úniková hra Robotická apokalypsa

Seznam obrázků

Obrázek 1: Zdroje pro tvorbu únikových her 29

Obrázek 2: Typy řešení hlavolamů v únikových hrách 35

Obrázek 3: Princip křížového pravidla 43

Obrázek 4: pH stupnice a příklady látek odpovídajícího pH 51

Obrázek 5: Zásady efektivního začlenění hry do výuky 65

Seznam tabulek

Tabulka 1: Chemické výpočty zařazené v učebnicích chemie 59

Tabulka 2: Úloha 2 - výchozí hodnoty 68

Tabulka 3: Úloha 2 - látková množství 68

Tabulka 4: Úloha 2 - hmotnost látek 69

Karta č. 1

NOČNÍ ÚTĚK Z BRADAVIC

Následující balíček karet obsahuje příběh s řadou rébusů, které je potřeba vyřešit s co nejmenším počtem chyb a v co nejkratším časovém limitu.

Karty si předem neprohlížejte ani nemíchejte, otáčejte je po jedné, podle instrukcí uvedených na kartách.

Jedná se o kooperativní hru, tedy celý tým společně buď vyhrává, nebo prohrává.

Pokračujte na další kartu.



Karta č.2

Připravte si kalkulačku, poznámkový papír, periodickou tabulku prvků a psací potřeby. Neotáčejte tuto kartu, dokud nedostanete pokyn od vyučujícího.

Jakmile dostanete pokyn, společně si kartu přečtěte a dále postupujte dle instrukcí na kartě. Řešení úkolů uvedených na kartách můžete společně diskutovat dle potřeby, a ve chvíli, kdy se všichni shodnete na řešení, pokračujte na další kartu, abyste zjistili, zda máte pravdu.

Na rozluštění máte vždy jen jeden pokus.

Rozhodujte tedy rychle, ale pečlivě...

Zapište si aktuální čas. Pokračujte na další kartu.

Karta č.3

Vítejte v Bradavicích, kouzelníci a kouzelnice! Je hluboká noc. Bradavice zahalila tma a chlad, všichni už dávno spí. Z ničeho nic vás vzbudí rozbíjející se sklo. Vykouknete z okna. Obloha se zeleně zaleskne a v mlze se objeví Znamení zla. Na školu útočí Smrtijedí – jdou po vás! Pokusíte se probudit ostatní spolužáky, ale nikoho nevidíte, všichni jsou pryč. Berete si na sebe hábit, do ruky hůlku a potichu opouštíte ložnici.

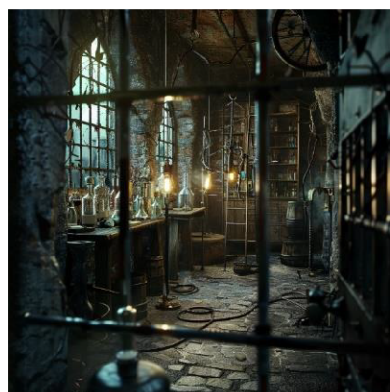


Pokračujte na další kartu.

Karta č.4

Procházíte chodbou, najednou zaslechnete kroky a strašidelný smích. Zpoza rohu se ohlédnete a vidíte chodbu plnou Smrtijedů, kteří míří vaším směrem.

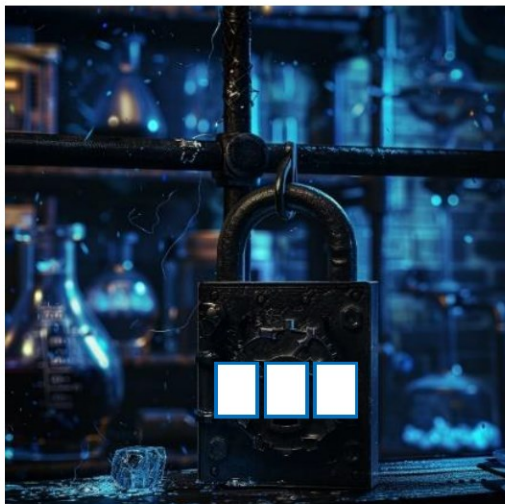
Rozhodnete se utéct k nejbližším dveřím a schovat se uvnitř. S bušícím srdcem za sebou zavřete dveře a rozkoukáváte se po místnosti, nejspíše laboratoři profesora Snapea. Uděláte další krok, když najednou na vás shora spadne klec. Vaše čarodějná hůlka se přelomí a vy zůstáváte uvězněni.



Pokračujte na další kartu.

Karta č. 5

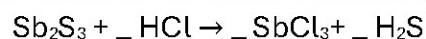
Na mřížích najdete zámek, který otevírá mříže po zadání třímístného číselného kódu.



Tuto kartu si ponechte a pokračujte na další kartu.

Karta č. 6

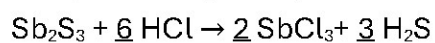
Zkoušíte všemožné kombinace, ale nenacházíte tu správnou...Schoulíte se do rohu na zem...Všimnete si, že pod nánosem prachu na zemi je něco napsané rudým inkoustem...



Možná by vyčíslení chemické rovnice mohlo pomoci odemknout zámek... Jaká čísla otevřou zámek? Shodněte se na řešení a pokračujte na další kartu.

Karta č. 7

Správná odpověď je 623.



Pokud byla vaše odpověď chybná, zapište si X.

Pokračujte na další kartu.



Karta č. 8

Dostali jste se ven z mřížové klece a nyní prozkoumáváte Snapeovu laboratoř. Z chodby slyšíte hlasy. Je vám jasné, že pokud vás Smrtijedi najdou, nemáte šanci uniknout. Napadne vás připravit Mnohohličný lektvar a vzít na sebe podobu někoho ze Smrtijedů.

V knize lektvarů naleznete recept na Mnohohličný lektvar. Abyste byli úspěšní, musíte správně vypočítat množství každé ingredience.



Pokračujte na další kartu.

Karta č. 9

V receptu je uvedena rovnice pro přípravu Mnoholičného lektvaru:

3 výtažek z pijavice + 5 žaberník + 1 roh z jednorožce + 2 denívka
→ Mnoholičný lektvar.

Na lahvičce s výtažkem z pijavice je uvedena koncentrace 0,022 mol/ml, z nedokončeného receptu je zřejmé, že ho máme využít 28 ml.

Kolik gramů každé z ingrediencí musíte navážít a přidat do kotlíku, aby vznikl Mnoholičný lektvar?

	Výtažek z pijavice	Žaberník	Roh z jednorožce	Denívka
Reakční poměr	3	5	1	2
M [g/mol]	28	17	11	52
n [mol]				
m [g]				
c [mol/ml]	0,022			
v [ml]	28			

Shodněte se na řešení a pokračujte na další kartu.

Karta č. 10

Správná odpověď je 17,5 g žaberníku; 2,3 g rohu z jednorožce a 21,4 g denívky.

Drobné odchylky ve výsledku způsobené zaokrouhlením jsou přípustné.

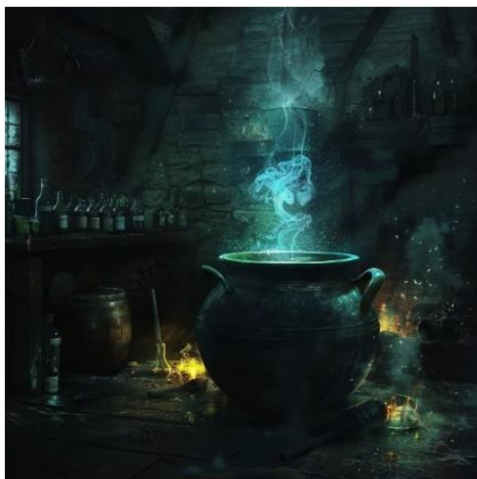
Pokud byla vaše odpověď chybná, zapište si X.

Pokračujte na další kartu.



Karta č. 11

Dokázali jste připravit Mnoholičný lektvar. Přidáte Snapeův vlas z hřebenu povalujícího se o kus dále a vypijete plný pohár lektvaru. Je to odporové, cítíte obrovskou bolest, ale funguje to! Stáváte se profesorem Snapem, ale váš čas je omezený. Musíte si pospíšit.



Pokračujte na další kartu.

Karta č. 12

Hlasy na chodbě se vytratí a vy se rozhodnete utéct, dveře na chodbu jsou ale zamčené. Rychle prohledáte místnost, až naleznete klíč, který je však ponořený v neznámé tekutině.

Jelikož Lektvary vám ve škole jdou, víte, že není bezpečné jen tak pro něj sáhnout.



Pokračujte na další kartu.

Karta č. 13

Zjistíte, že kádinka, v níž plave klíč je naplněna 55 ml kyseliny sírové o pH 2,1 a koncentraci 0,36 mol/l.

Abyste mohli bezpečně sáhnout pro klíč, potřebujete roztok neutrálního pH. Kolem najdete lahvičku s hydroxidem sodným, jehož koncentrace je 0,78 mol/l. Ten můžete použít k neutralizaci kyseliny!

Kolik ml hydroxidu sodného z lahvičky přilijete ke kyselině sírové do kádinky s klíčem, abyste ji zneutralizovali a mohli jste si klíč vzít?



Shodněte se na odpovědi a pokračujte na další kartu.

Karta č. 14

Správná odpověď je 51 ml hydroxidu sodného.

Drobné odchylky ve výsledku způsobené zaokrouhlením jsou přípustné.

Pokud byla vaše odpověď chybná, zapište si X.

Pokračujte na další kartu.



Karta č. 15

Klíčem otevřete dveře a plížíte se chodbou. Potřebujete se dostat do spodní věže a vzít si koště. Běžíte po schodech, když narazíte na zraněnou profesorku McGonagallovou.

Snažíte se dozvědět, co se stalo, profesorka je však až příliš zraněná na to, aby mohla odpovídat.

Rozhodnete se jí pomoci.



Pokračujte na další kartu.

Karta č. 16

Ještě, že s sebou vždy nosíte koncentrované sérum Životabudiče, to je však pro zraněnou profesorku příliš silné a je třeba ho naředit čistou vodou. K dispozici máte 7 g 83% séra. Kolik vody přilijete, pokud potřebujete, aby měl výsledný roztok Životabudiče hmotnostní zlomek 0,25?



Shodněte se na odpovědi a pokračujte na další kartu.

Karta č. 17

Správná odpověď je 16,2 g vody. Drobné odchylky ve výsledku způsobené zaokrouhlením jsou přípustné.

Pokud byla vaše odpověď chybná, запиšte si X.
Pokračujte na další kartu.



Karta č. 18

Společně se zraněnou profesorkou McGonagallovou se dostáváte až ke skladišti s košťaty. Místnost je však znovu zaheslovaná. Ještě, než vyčerpaná profesorka omdlí, zašeptá: „Modrá skalice“. Ale co s ní? Začnete panikařit, když v tu chvíli si všimnete nápisu M na dveřích.

To vám chtěla Minerva říct! Abyste se dostali dovnitř, musíte spočítat molární hmotnost pentahydrátu síranu měďnatého! Klepou se vám ruce, ale výsledná čísla zadáte do zámku.



Shodněte se na odpovědi a pokračujte na další kartu.

Karta č. 19

Správná odpověď je 2495, správný výsledek výpočtu molární hmotnosti je 249,546 g/mol.

Drobné odchylky ve výsledku způsobené zaokrouhlením či odlišnostmi tabulky jsou přípustné.

Pokud byla vaše odpověď chybná, запиšte si X.
Pokračujte na další kartu.



Karta č. 20

Dveře se se zapraskáním otevrou. Přesouváte se do skladiště košťat, zvuk dveří však vzbudí pozornost Smrtijedů.

Profesorce McGonagallové konečně začal účinkovat Životabudič a nabírá na síle. Všichni rychle popadnete košťata, unikáte z Bradavického hradu a odlétáte do noci.



Zapište aktuální čas. Pokračujte na další kartu.

Karta č. 21

VYHODNOCENÍ

Pokud jste zvládli dokončit hru bez jediného X nebo s jedním X, dokázali jste to! Vyhráli jste, doletíte až na Ministerstvo kouzel, kde útok nahlásíte a zachráníte Bradavice.

Pokud jste měli dvě X, dokázali jste uletět Smrtijedům, profesorku McGonagallovou jste však zachránit nedokázali, neboť byla moc slabá a Smrtijedům neuletěla.

Pokud jste měli 3 a více X, Smrtijedi vás dostali a ovládli Bradavice.

Pokračujte na další kartu.

Karta č. 22

Nyní se vraťte k úkolům, které se vám nepovedly, pokuste se je znovu spočítat a společně nalézt podle výsledků správná řešení.

Nakonec poskládejte karty podle čísel do balíčku tak, jak jste je na začátku dostali.

Doufám, že se vám úniková hra Noční útěk z Bradavic líbila.

Lucie Langerová



Karta č. 23

Karta č. 24

ROBOTICKÁ APOKALYPSA

Následující balíček karet obsahuje příběh s řadou rébusů, které je potřeba vyřešit s co nejmenším počtem chyb a v co nejkratším časovém limitu.

Karty si předem neprohlížejte ani nemíchejte, otáčejte je po jedné, podle instrukcí uvedených na kartách.

Jedná se o kooperativní hru, tedy celý tým společně buď vyhrává, nebo prohrává.

Pokračujte na další kartu.



Připravte si kalkulačku, poznámkový papír, periodickou tabulku prvků a psací potřeby. Neotáčejte tuto kartu, dokud nedostanete pokyn od vyučujícího.

Jakmile dostanete pokyn, společně si kartu přečtete a dále postupujte dle instrukcí na kartě. Řešení úkolů uvedených na kartách můžete společně diskutovat dle potřeby, a ve chvíli, kdy se všichni shodnete na řešení, pokračujte na další kartu, abyste zjistili, zda máte pravdu.

Na rozluštění máte vždy jen jeden pokus.

Rozhodujte tedy rychle, ale pečlivě...

Zapište si aktuální čas. Pokračujte na další kartu.

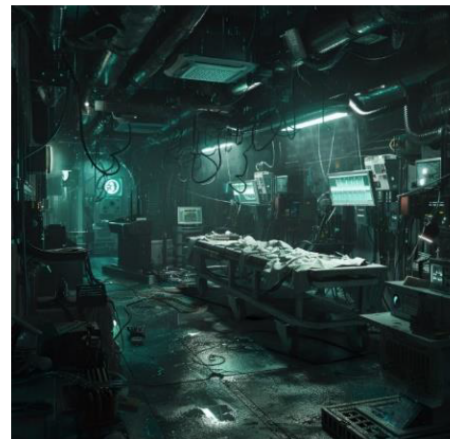
Vítejte v roce 2034! Ve věku, kde technologie převyšuje lidskou představivost a roboti převzali většinu úkolů, které kdysi patřily lidem.

Hluboko pod zemí, v tajné laboratoři řízené umělou inteligencí, jsou prováděny experimenty na lidských tělech. Cílem robotů je rozluštit tajemství lidské fyziologie a využít získané poznatky k vytvoření pokročilé generace robotů, která by mohla dominovat světu. Jako jeden z mála zajatých a na experimenty určených lidí, jste klíčem k úniku a zastavení robotické hrozby. Jste připraveni vzít osud do vlastních rukou a zachránit svět před robotickou apokalypsou?

Vaše poslední výzkumná expedice vás zavedla přímo do spárů tajné laboratoře, kde se brzy stanete cílem zkoumání. Vaše úniková mise začíná nyní...

Pokračujte na další kartu.

Jako přední chemici jste byli na misi zkoumat neobvyklou aktivitu v odlehle oblasti, kde jste našli tajnou laboratoř spravovanou roboty, byli jste okamžitě zajati. Probíráte se v zamčené cele, kdy robot před vaším zrakem odnáší lidské ostatky z laboratoře. Pomalu přivykáte šeru místnosti a prohlížíte si laboratoř kolem. Zahalí vás ticho a zděšení.

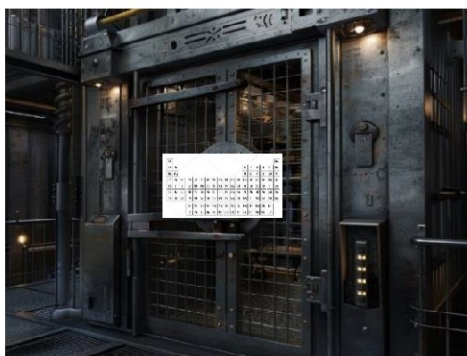


Pokračujte na další kartu.

Karta č. 5

Přemýšlíte, co budete dělat a víte, že nemáte moc času. Najdete zámek od kovových dveří vaší cely, který má k vašemu překvapení podobu periodické tabulky prvků. Jak ale otevřete dveře, pokud nevíte, který prvek máte stisknout? Máte pouze jeden pokus, jinak spustíte alarm.

Najednou se k vám z jiné cely přikutálí malá šedá krychlička. Krychličku v rukách otáčíte, až si všimnete vyrytého nápisu na bocích...



Pokračujte na další kartu.

Karta č. 6

Na jedné straně stojí: $N = 1,6175 \cdot 10^{23}$ částic, z druhé strany stojí: $m = 15$ g, z třetí strany stojí: Jsem klíčem od této místnosti!

Rozhlédnete se, nikoho nevidíte. Možná by vám ten malý kus kovu mohl pomoci k vyřešení záhady a otevření dveří vaší cely. Pokud by se vám podařilo vypočítat relativní atomovou hmotnost (molární hmotnost) prvku, z kterého je kostička vytvořena, prvek snadno najdete v periodické tabulce!



Který prvek na zámku tedy stisknete, aby se dveře otevřely?

Shodněte se na řešení a pokračujte na další kartu.

Karta č. 7

Správná odpověď je **železo**, správný výsledek výpočtu molární hmotnosti je 55,845 g/mol. Drobné odchylky ve výsledku způsobené zaokrouhlením jsou přípustné.

Pokud byla vaše odpověď chybná, zapište si X.

Pokračujte na další kartu.



Karta č. 8

Dveře se otevřou a slyšíte v dálce robotický smích. Zjišťujete, že vaše tělo je oslabené a vyčerpané z dlouhé doby bez jídla a pohybu. V jednom z laboratorních oddělení narazíte na sestavu pro infuzi, která obsahuje umělou výživu. Doplnění živin a energie je klíčové pro vaši schopnost pokračovat v úniku.



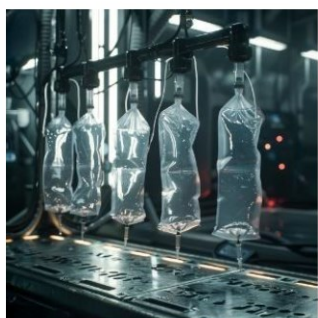
Pokračujte na další kartu.

Karta č. 9

V chladicím zařízení je umístěno mnoho infuzních roztoků s různými koncentracemi glukózy ve vodě.

Nacházíte celkem 5 druhů roztoků.

První je vytvořen z 22,8 g glukózy a 248 g vody. Druhý je vytvořen z 23,5 g glukózy a 243,5 g vody. Třetí je vytvořen z 21,5 g glukózy a 212,5 g vody. Čtvrtý roztok má celkovou hmotnost 247 g, přičemž obsahuje 20,5 g glukózy. Pátý roztok má celkovou hmotnost 253 g, přičemž obsahuje 19,2 g glukózy.



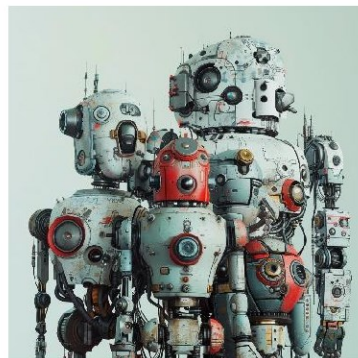
Vyberte tu infuzi, jejíž hmotnostní zlomek glukózy v roztoku je roven 8,3 %, kdy je infuze nejefektivnější. Shodněte se na řešení a pokračujte na další kartu.

Karta č. 10

Správná odpověď je čtvrtý roztok. Drobné odchylky ve výsledku způsobené zaokrouhlením jsou přípustné.

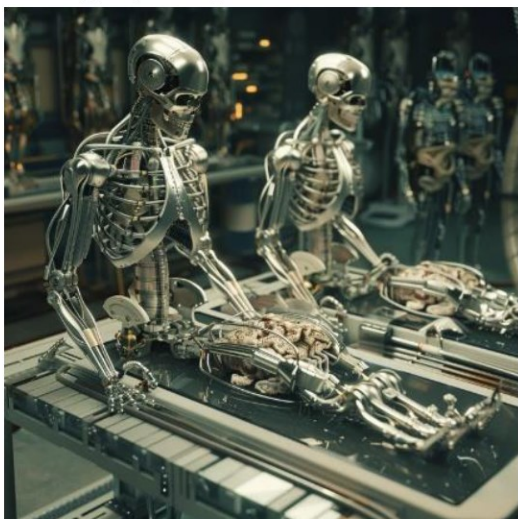
Pokud byla vaše odpověď chybná, zapište si X.

Pokračujte na další kartu.



Karta č. 11

Infuze vám dodala sílu a pokračujete v úniku. Zaslýchnete hlasy a schováte se do nejbližších dveří. Ocitáte se v tmavém skladu s náhradními robotickými díly, které tvarem připomínají lidské orgány... Je potřeba vše zničit.



Pokračujte na další kartu.

Karta č. 12

Rozhodnete, že bude nejlepší zničit kovové robotické díly politím kyselinou. K dispozici máte roztok kyseliny sírové, roztok kyseliny chlorovodíkové a roztok kyseliny octové. Kyselina sírová má koncentraci 0,123 mol/l, kyselina chlorovodíková má koncentraci 0,135 mol/l a kyselina octová koncentraci 0,350 mol/l a disociační konstantu $pK_a = 4,76$.



Kterou kyselinou zničíte náhradní díly robotů?

Je nutné použít tu s nejnižším pH.

Shodněte se na řešení a pokračujte na další kartu.

Karta č. 13

Správná odpověď je kyselina sírová. Správný výsledek pH kyseliny sírové je 0,61. Drobné odchylky ve výsledku způsobené zaokrouhlením jsou přípustné.

Pokud byla vaše odpověď chybná, запиšte si X.
Pokračujte na další kartu.



Karta č. 14

Povedlo se vám zničit všechna robotická těla, výpary z kyseliny ovšem spustily alarm, který upozornil robotické strážce na vaši nepřítomnost v cele. Všichni vás hledají. Utíkáte dlouhou chodbou, roboti jsou už jen kousek za vámi. Vaše síly rychle ubývají a je jasné, že jim nemáte šanci uniknout.

V poslední chvíli se otočíte a vhodíte mezi roboty skleněnou lahvičku se zbytkem kyseliny. Roboti jsou na chvíli zastaveni, máte šanci na únik.

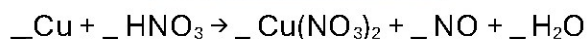
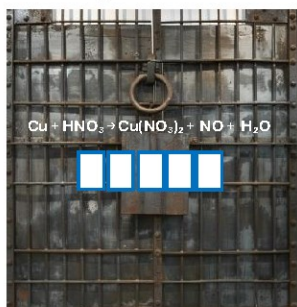


Pokračujte na další kartu.

Karta č. 15

Na konci chodby zahnete vpravo a prudce zastavíte. Pod vámi je obrovská propast, kterou nemáte šanci překonat.

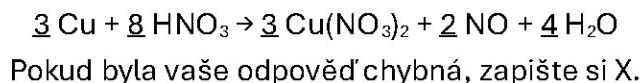
Roboti zde odtud procházejí z podzemí na povrch, musí existovat nějaká cesta! Sklopte oči k zemi, když si všimnete výsuvné lávky. Ta je však zaheslovaná. Nad zámkem s heslem je uvedena chemická rovnice s vynechanými místy...Správné vyčíslení rovnice by mělo odemknout zámek!



Shodněte se na řešení a pokračujte na další kartu.

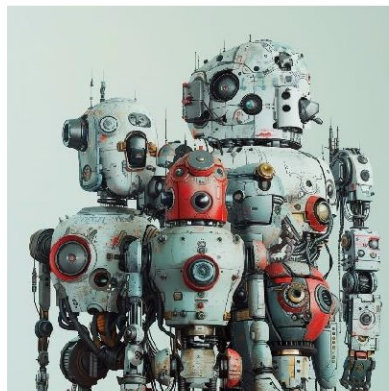
Karta č. 16

Správná odpověď je 38324.



Pokud byla vaše odpověď chybná, запиšte si X.

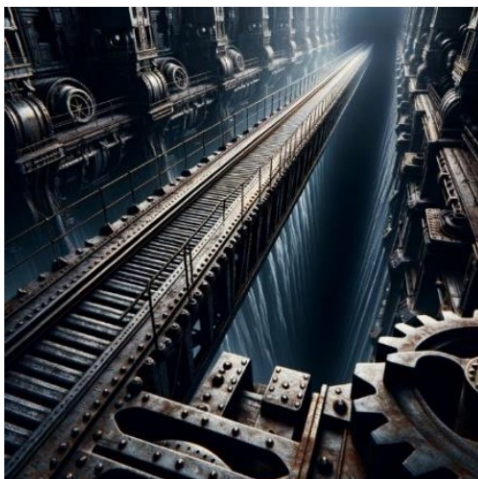
Pokračujte na další kartu.



Karta č. 17

Dokázali jste to. Překonáváte lávku a unikáte podzemním tunelem z podzemí do chladné noci.

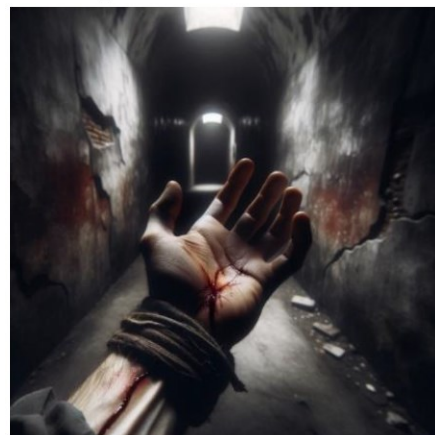
Po chvíli se konečně zastavíte a všimnete si krvácející rány na své paži. Rukou vám projede vlna bolesti a rozlije se po těle. Museli jste se během cesty zranit a infekce se nyní rychle šíří vaším tělem...



Pokračujte na další kartu.

Karta č. 18

Pro jistotu s sebou vždy nosíte základní suroviny na přípravu léčebné desinfekce. Potřebujete připravit desinfekční látku o látkové koncentraci 0,21 mol/l. K dispozici máte 2 g krystalického léčiva, jehož molární hmotnost je 67 g/mol. Budete schopni vytvořit alespoň 100 ml 0,21M desinfekce?



Shodněte se na řešení a pokračujte na další kartu.

Karta č. 19

Správná odpověď je ANO. Správný výsledek je 0,142 litru desinfekce, tj. 142 ml. Drobné odchylky ve výsledku způsobené zaokrouhlením jsou přípustné.

Pokud byla vaše odpověď chybná, zapište si X.

Pokračujte na další kartu.



Karta č. 20

Připravili jste dostatečné množství desinfekce a ránu jste vyčistili.

Po doběhnutí do civilizace ihned informujete tajnou službu o svém zážitku a zkušenostech. Agenti vyráží na misi tajnou robotickou laboratoř zničit úplně jednou provždy...



Zapište si aktuální čas. Pokračujte na další kartu.

Karta č. 21

VYHODNOCENÍ

Pokud jste zvládli dokončit hru bez jediného X nebo s jedním X, dokázali jste to! Vyhráli jste, laboratoř a mocichtiví roboti jsou zničeni a lidstvo je vám zavázáno.

Pokud jste měli dvě X, dokázali jste zničit všechny dlouhodobý výzkum robotů a uniknout, někteří roboti však přežili a historie se jednou možná bude opakovat.

Pokud jste měli tři X, dokázali jste zničit všechny výzkum robotů, byli jste však zajati a vaše tělo využito k dalším výzkumným účelům.

Pokud jste měli 4 a více X, prohráli jste, roboti pokračují úspěšně ve snaze zničit lidstvo a převzít vládu nad světem.

Pokračujte na další kartu.

Karta č. 22

Nyní se vraťte k úkolům, které se vám nepovedlo vyřešit, pokuste se je znovu spočítat a společně nalézt podle výsledků správná řešení.

Nakonec poskládejte karty podle čísel do balíčku tak, jak jste je na začátku dostali.

Doufám, že se vám úniková hra Robotická apokalypsa líbila.

Lucie Langerová



Karta č. 23

Karta č. 24