

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie



DIDAKTICKÉ HRY VE VÝUCE CHEMIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:	Sabina Tvarůžková
Studijní obor:	Chemie pro vzdělávání (maior) – Biologie pro vzdělávání (minor)
Typ studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	Mgr. Peter Antal, Ph.D.

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci sepsala samostatně pod dohledem vedoucího bakalářské práce a že jsem uvedla všechnu použitou literaturu na konci práce. Prohlašuji, že jsem v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce neporušila autorská práva.

Souhlasím s tím, aby byla tato práce přístupná v knihovně katedry anorganické chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci dne 30. 4. 2024

.....

Sabina Tvarůžková

Poděkování

Ráda bych tímto odstavcem chtěla vyjádřit velké poděkování vedoucímu mé bakalářské práce, Mgr. Peteru Antalovi, Ph.D. za jeho ochotu a otevřenost tomuto tématu, za odborné rady, věcné připomínky, trpělivost a čas strávený v průběhu tvorby této práce, čehož si velmi vážím.

Další poděkování patří především mým rodičům, ale také celé mé rodině, za jejich vytrvalou podporu během celého mého bakalářského studia.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Sabina Tvarůžková

Název práce: Didaktické hry ve výuce chemie

Typ práce: Bakalářská

Pracoviště: Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta,
Univerzita Palackého v Olomouci

Vedoucí práce: Mgr. Peter Antal, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2024

Abstrakt:

Tato bakalářská práce je zaměřena na využití alternativních výukových metod – konkrétně didaktických her ve výuce chemie.

V teoretické části je vypracována literární rešerše, ve které jsou charakterizovány výukové metody, aktivizační výukové metody a hra obecně. Dále je blíže popsána didaktická hra, proces efektivního začlenění této hry do výukového procesu, výhody a nevýhody tohoto začlenění a v neposlední řadě také její dopad na žáky při jejím použití ve výuce chemie. V poslední části je krátce okomentována také dostupnost různých typů her s chemickou tematikou na českém trhu.

Praktická část obsahuje popis jednotlivých kroků při výrobě didaktické hry „Chemické kvarteto“, která byla vytvořena jako součást této práce. Účelem hry je zábavným způsobem obohatit výuku anorganické chemie na středních školách.

Klíčová slova: výuka chemie, aktivizační metody, didaktické hry, kvarteto, Krita

Počet stran: 64

Jazyk: Čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Sabina Tvarůžková

Title: Didactic games in teaching chemistry

Type of thesis: Bachelor

Department: Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Science,
Palacký University Olomouc, Czech Republic

Supervisor: Mgr. Peter Antal, Ph.D.

Year of presentation: 2024

Abstract:

This bachelor's thesis focuses on the use of alternative teaching methods, specifically, didactic games in teaching chemistry.

The theoretical part includes a literature review that characterizes teaching methods, activation teaching methods, and games in general. It also describes the didactic game, the process of integrating these games into the teaching process, the advantages and disadvantages of this integration, and its impact on students when used in teaching chemistry. The last part briefly comments on the availability of various types of games with a chemical theme in the Czech market.

The practical part outlines the steps involved in creating the didactic game „Chemical Quartet“, designed to enrich the teaching of inorganic chemistry in secondary schools in a fun and interactive way.

Keywords: teaching chemistry, activating methods, didactic games,
quartet game, Krita

Number of pages: 64

Language: Czech

Obsah

1	ÚVOD	8
2	CÍLE PRÁCE.....	9
3	TEORETICKÁ ČÁST.....	10
3.1	Vymezení základních pojmů (výuka, vyučování, učení)	10
3.2	Výukové metody.....	11
3.2.1	Klasifikace výukových metod.....	12
3.2.2	Výběr vhodné výukové metody.....	14
3.3	Aktivizující metody výuky, motivace	17
3.4	Hra	17
3.4.1	Klasifikace her.....	18
3.5	Didaktická hra.....	20
3.5.1	Klasifikace didaktických her.....	21
3.6	Využití her ve výuce na SŠ	21
3.6.1	Metodická příprava k efektivnímu začlenění didaktických her do výuky.....	22
3.6.2	Výhody a nevýhody začlenění her do výuky z pohledu učitele	23
3.6.3	Vliv didaktické hry na žáka	24
3.6.4	Dostupnost her s chemickou tematikou na českém trhu.....	26
4	PRAKTICKÁ ČÁST.....	29
4.1	Použitý software a příslušenství	29
4.2	Pracovní postup při výrobě jednotlivých karet	30
4.2.1	Výběr obrázku.....	30
4.2.2	Samotná kresba motivu.....	36
4.2.3	Finalizace karet.....	40
4.2.4	Zadní strana karet.....	43
4.3	Úvodní karta	44
4.4	Krabička	45
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	46
5.1	Využití aktivizačních prostředků a her ve výuce.....	46
5.2	Přínos didaktické hry „Chemické kvarteto“ jako vzdělávacího materiálu.....	46
5.3	Distribuce didaktické hry „Chemické kvarteto“	46
5.4	Srovnání s dostupnými karetními hrami s chemickou tematikou na českém trhu	47
5.5	Náročnost tvorby Chemického kvarteta	48
6	ZÁVĚR	51
7	POUŽITÁ LITERATURA.....	52

8	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
9	SEZNAM TABULEK	62
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	63
11	SEZNAM PŘÍLOH	64

1 ÚVOD

Z výsledků PISA 2015 vyplývá, že se „*podíl českých patnáctiletých žáků s nedostatečnou úrovní přírodovědné gramotnosti zvýšil o 5 %*“ ve srovnání s rokem 2006. (1) Je také všeobecně známo, že přírodovědné předměty nepatří mezi žáky do kategorie oblíbených, zejména kvůli jejich abstraktnosti, logičnosti či obecné náročnosti. Přesto z Česka pochází takoví velikáni, jako například Jaroslav Heyrovský, Otto Wichterle nebo Emil Votoček.

Historie nám ukázala, že dokážeme vychovat úspěšné vědce, chemiky, biology či lékaře. A právě u výchovy a vzdělání vše začíná. Na druhou stranu ale také mnozí z nás ze své vlastní zkušenosti ví, že stačí jen pár negativních připomínek vyslovených vyučujícím, které vedou k nenávisti vůči vyučovanému předmětu či dokonce až ke změně našeho směřování v dalším studijním a profesním životě.

Domnívám se, že by vzdělání nemělo být trestem, ba naopak. Mělo by žáky motivovat k další touze po nových informacích, rozvíjet badatelskou mysl a radost z vlastního úspěchu při získávání nových dovedností a znalostí. Věřím, že každý malý krok tímto směrem je důležitý, proto jsem při volbě své bakalářské práce zvolila didaktický směr.

Jako učitelé dokážeme svým stylem vyučování ovlivnit spoustu žáků. Cílem této práce je seznámit čtenáře s problematikou didaktických her a jejich zařazením do výuky chemie jako vhodného prostředku posilující aktivizaci, motivaci i výsledky učení žáků.

Ne vždy má však pedagog, byť se snaží sebevíc, dostatek času a prostředků na vytváření zajímavých učebních pomůcek. Za tímto účelem byla v praktické části této práce vytvořena didaktická hra s názvem „Chemické kvarteto“, jejímž cílem je žáky vzdělat zábavnou a interaktivní formou. Spojují se v ní znalosti názvosloví chemických prvků, jejich vzájemných vztahů v rámci periodické tabulky prvků i jejich praktického využití či vlastností. Část tohoto textu je také věnována pracovnímu postupu při výrobě této didaktické hry.

2 CÍLE PRÁCE

1. Cílem teoretické části této bakalářské práce je vypracovat literární rešerši týkající se výukových her jako prostředku aktivizace studentů ve výuce chemie na středních školách.
2. V praktické části se jedná o návrh a praktickou realizaci didaktické hry pro výuku chemie.

3 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část bakalářské práce je věnována literární rešerši zaměřené na využití didaktických her jako prostředku aktivizace studentů ve výuce chemie na středních školách.

Nejprve jsou vymezeny základní pojmy týkající se výuky, vyučování a učení. Na ty pak navazují výukové metody, mezi kterými najdeme i metody aktivizační. Do nich patří didaktické hry, jejichž použití ve výuce bylo hlavním námětem této práce, a je blíže popsáno v navazujících kapitolách.

3.1 Vymezení základních pojmů (výuka, vyučování, učení)

Výukový proces představuje druh lidské činnosti umožňující rozvoj jedince. K tomuto rozvoji dochází skrze vzájemnou interakci a komunikaci aktérů. (2) Vzhledem k tomu, že je mnoho pedagogických pojmů využíváno širokou veřejností, významy pojmů **výuka** (výukový proces) a **vyučování** (vyučovací proces) se často překrývají a užívají se jako synonyma.

Kantorová vymezuje vyučování jako systematické, záměrné působení, během kterého si žák osvojuje nové poznatky, získává dovednosti či schopnosti. Mění se také žákovy návyky, postoje a dochází k osvojování si sociálních norem. (3) Maňák definuje výuku jako změny systémů, jevů a věcí, které na sebe navazují, mají postupný průběh a jsou vnitřně spojeny. (4)

V pedagogickém slovníku najdeme následující definici:

„Vyučování znamená druh lidské činnosti spočívající v interakci učitele a žáků, jejímž základem je záměrné působení na žáky tak, aby docházelo k učení.“ (5)

Termín výuka je v něm objasněn v širším smyslu, a to jako:

„Systém, který zahrnuje jak proces vyučování, tak především cíle výuky; obsah výuky; podmínky, determinanty a prostředky výuky; typy výuky; výsledky výuky.“ (5)

Jedná se tedy o interakce vyučujícího a žáka, během kterých dochází k vnitřním změnám, čímž se uskutečňuje naplnění stanoveného výukového cíle.

Na **výukové cíle** je možno nahlížet z více pedagogických směrů a dělit je dle různých kritérií. Společným rysem je však snaha o dosažení jakéhosi ideálu. Ideálem je jedinec disponující takovými vlastnostmi a dovednostmi, aby byl schopen fungovat ve společnosti a byl jí prospěšný. (3) Pro výukové cíle je také možné použít označení výchovně-vzdělávací cíle.

(6) Dosažení výchovných cílů je zprostředkováno **výchovnými prostředky**. Je složité je přesně definovat, neboť se jedná o jakékoliv jevy, skutečnosti či činnosti, které vedou k dosažení těchto cílů, a tak v literatuře neexistuje jednotné pojetí. Například můžeme výchovné prostředky dělit na:

- a) instituce,
- b) metody,**
- c) formy,
- d) pomůcky. (3)

Vzhledem k tomu, že jak proces výchovy, tak i proces vyučování mohou probíhat současně, můžeme hovořit o metodách a formách výchovy i vyučování ve stejném slova smyslu. (3) Ostatně školu považujeme za instituci výchovně-vzdělávací. (4)

Učení označuje činnost žáka, do které se zapojují kognitivní procesy (pozornost, paměť, aj.). Důležité je také zmínit, že je tato aktivita doprovázena emocemi a dochází při ní k osvojování dovedností, názorů či rozvoji schopností. (4)

Také jej můžeme definovat jako proces, kterým dochází k rozvoji psychických funkcí, získávání poznatků či ke změnám v chování. Může k němu docházet díky působení předcházející zkušenosti či po opakování dané činnosti. (7)

Pokud se na učení podíváme z biologického hlediska, jde o stimulaci skupiny neuronů na základě mentálních či motorických podnětů. Pokud dochází k opakované stimulaci, tyto neurony následně vytvářejí větší množství dendritů a tím je posilována tato dráha. Postupem času jsou tak neurony schopny reagovat i při slabších signálech, proto nám stačí vykonávat menší úsilí k dosažení stejného cíle. (8)

3.2 Výukové metody

Výukovou metodu nelze chápat jako pouhou činnost učitele organizujícího práci žáků, ani výhradně jako učební aktivity žáka. Metoda zprostředkovává žákům učivo, bere zřetel k osamostatňování žáka, umožňuje jedincům poznávat obklopující realitu, a zároveň zajišťuje dosažení edukačních cílů. Jedná se tedy o efektivní nástroj, který zajišťuje kontinuitu jednotlivých etap rozvoje jedince. Z výše uvedeného vyplývá, že výukovou metodu můžeme vymezit jako spojení učebních aktivit žáků se systematickou vyučovací činností učitele směřující k naplnění výchovně-vzdělávacích cílů. Je tedy zřejmé, že výukové metody nejsou izolovaným prvkem, naopak jsou prvkem komplexním a aktivně vstupují do interakce s ostatními prvky výuky. (4)

Výuková metoda disponuje následujícími funkcemi:

- a) zprostředkování vědomostí a dovedností,
- b) aktivizační – jejím úkolem je žáky motivovat,
- c) komunikační – předpokládá efektivní pedagogické interakce. (4)

3.2.1 Klasifikace výukových metod

Výukové metody je možné dělit dle různých aspektů. Jedná se např. o aspekt logický, procesuální, organizační, interaktivní, psychologický či didaktický. Maňák poskytuje svou známou klasifikací kombinovaný pohled. Rozlišuje metody dle stupňující se komplexnosti edukačních vazeb do tří kategorií:

- a) klasické výukové metody
 - a. metody slovní – vyprávění, vysvětlování, přednáška, práce s textem a rozhovor,
 - b. metody názorně-demonstrační – předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž,
 - c. metody dovednostně-praktické – napodobování, manipulování, laborování a experimentování, vytvářená dovedností a produkční metody,
- b) aktivizující výukové metody
 - a. diskusní,
 - b. heuristické, řešení problémů,
 - c. situační,
 - d. inscenační,
 - e. **didaktické hry**,
- c) komplexní výukové metody
 - a. frontální výuka,
 - b. skupinová a kooperativní výuka,
 - c. partnerská výuka,
 - d. individuální a individualizovaná výuka, samostatná práce žáků,
 - e. kritické myšlení,
 - f. brainstorming,
 - g. projektová výuka,
 - h. výuka dramatem,
 - i. otevřené učení,

- j. učení v životních situacích,
- k. televizní výuka,
- l. výuka podporovaná počítačem,
- m. sugestopedie a superlearning,
- n. hypnopedie. (4)

Petty dělí výukové metody dle hlavního aktivního účastníka taktéž do tří hlavních kategorií:

a) metody orientované na učitele

- a. výklad,
- b. umění vysvětlování,
- c. umění názorné demonstrace,
- d. tážení otázek,
- e. poskytnutí psaného shrnutí učiva žákům,

b) aktivní metody

- a. procvičování žákem za dohledu učitele,
- b. diskuse,
- c. skupinová práce a výklad podaný žákem,
- d. hraní rolí, drama a simulace,
- e. hry pro výuku jazyků a komunikačních dovedností,
- f. semináře,
- g. ukládání do paměti: opakování a vybavování si,
- h. interaktivní výuka celé třídy: asertivní pokládání otázek,

c) metody orientované na žáka

- a. četba a práce s textem,
- b. samostudium a domácí úkoly,
- c. zadané práce a projekty,
- d. eseje a referáty,
- e. objevování s průvodcem: tážení otázek,
- f. kreativita, tvorba a vynalézavost,
- g. učení skrze vlastní zkušenost,
- h. vizuální a kinestetické metody,
- i. nezávislé učení,
- j. samořízené učení. (9)

3.2.2 Výběr vhodné výukové metody

Z výzkumu Tikalské vyplývá, že mezi nejoblíbenější výukové metody žáků patří právě hry a soutěže. V těsném závěsu následuje práce s počítačem, pokusy a práce s interaktivní tabulí a kreslení. Mezi těmi naopak nejméně oblíbenými se objevují slohové práce, dramatizace, samostatné práce nebo laboratorní práce následovány prací s učebnicí a výkladem. Učitelé naproti tomu nejčastěji využívají tradiční výukové metody, jako vyprávění, vysvětlování, metody názorně demonstrační či práci s učebnicí. (10)

Výběr výukové metody by neměl být náhodný. Při výběru je potřeba objektivně zhodnotit více aspektů. Je zřejmé, že každý učitel preferuje a ovládá pouze určité metody. K některým inklinuje více, některé používá méně často. Mohli bychom říci, že vyučuje svým specifickým stylem. Stejně tak se liší přístup žáků k učení. V tomto případě hovoříme o tzv. stylu učení.

3.2.2.1 Styly učení

I přes to, že se pojem „styl učení“ často používá ve spojení s žáky ve školních lavicích, jedná se o důležitou individuální charakteristiku všech učících se jedinců. Určitý styl učení má každý z nás. Využívá ho v každodenním životě, kdy dochází k učení.

Styl učení označuje individuálně specifický způsob, který preferujeme při zpracování informací. Je spojen s určitým kognitivním stylem, tedy způsobem myšlení, řešení problémů či vnímání. I přes to, že se jedná o relativně ustálený soubor činností, je možné jej měnit v důsledku působení výchovy i sebevýchovy. (11)

Felder definuje styl učení jako charakteristické silné stránky a preference způsobů, kterými vnímáme a zpracováváme informace. (12)

Odborná literatura poskytuje velké množství klasifikací učebních stylů. Jedno z nejjednodušších uspořádání je založeno na mozkových hemisférách. Dominance pravé hemisféry je typická nonverbálním myšlením i cítěním, založeným na intuici. Souvisí proto s uměleckým stylem kognitivním, vyučovacím i učebním. Tito žáci se soustředí spíše na celkový obraz než na detaily, využívají vzorů či analogií. Naproti tomu při dominanci levé mozkové hemisféry je preferována logika, systém a struktura. Je spojena s vědeckým (či racionálním) stylem, a také s psanou i mluvenou řečí. (11)

Obecně se dají styly učení kategorizovat do tří hlavních kategorií:

- a) kognitivní – zahrnuje analytický/globální, oborově závislý či nezávislý, impulzivní/reflektivní, Kolbův model stylů učení, Ehrmanův a Leaversův konstrukt,

- b) osobnostní (psychologický) – extrovertní/introvertní, náhodně-intuitivní/konkrétně-sekvenční či orientovaný uzavřeně/otevřeně,
- c) senzorický či smyslový – obsahuje podtypy: vizuální, hmatový/kinestetický a sluchový. (13)

3.2.2.2 Styly vyučování

Za analogii ke stylu učení žáků můžeme považovat styl vyučování učitele. Vyučovacím stylem rozumíme určitý individuálně specifický způsob vyučování, který je v daném kontextu a období pedagogem preferován. Spadá pod něj volba strategií, organizačních forem výuky, vyučovacích metod či preference některých didaktických prostředků a komunikačních schémat. Vychází taktéž z kognitivního stylu jedince, nicméně je flexibilnější oproti učebnímu stylu. (11)

Přesto, že se jedná o určitou preferenci, je důležitou rolí učitele umět vhodně vyhodnotit situaci ve výuce a být schopen přizpůsobit svůj styl vyučování tak, aby bylo vyučování efektivní a aby tento styl vyhovoval především jeho žákům.

Některé z klasifikací se taktéž vztahují k mozkovým hemisférám. V tomto případě se jedná o styl pravoemisférový a levoemisférový. Setkáme se zde s pojmy „učitel-umělec“ a „učitel-racionalista“, dle preferované oblasti rozvoje jeho žáků. (11)

Tři přístupy učitelů k výuce vymezují Fenstermacher a Soltis:

- a) manažerský (exekutivní) – učitel je v roli manažera komplikovaných procesů a dějů ve třídě, disponuje nejnovějšími technikami, metodami i připravenými materiály,
- b) facilitační – klade velký důraz na přínos žáka do třídního kolektivu a na jeho předchozí zkušenosti, učitel je pak typicky empatickým člověkem, který věří v pomoc ostatním v jejich rozvoji a opírá se např. o humanistickou psychologii,
- c) liberální (pragmatický) – vidí učitele jako někoho, kdo otevírá mysl žáků, a zároveň je podporuje v cestě stát se všeobecně rozvinutým, informovaným a morálním člověkem. (14)

Jak propojit styl učení žáků s vyučovacím stylem učitele? V odborné literatuře zatím nenajdeme jednoznačný přístup. Jednou z možností je podřídít se kognitivnímu stylu žáků a tvořit dle těchto kritérií homogenní třídy. Nevýhodami tohoto přístupu je vytvoření stereotypních pohledů žáků na jejich možnosti poznávání světa, zvyšování rozdílů a segregace žáků. Flexibilitu na druhé straně podporují alternativní přístupy. Žáci jsou vedeni k využívání

většího spektra kognitivních stylů a k získávání dovedností rozmanitějšími cestami. Žádný ze stylů není vyvyšován, ani znevýhodněn. Tohoto rozvoje je možné dosáhnout:

- pokládáním otázek stimulujících různé úrovně myšlení,
- spojováním nových myšlenek s již známými skutečnostmi,
- poskytnutím dostatečného času,
- objasňováním účelu daných činností,
- použitím aktivizujících technik jako např. brainstorming, **didaktická hra** či soutěž,
- zapojením co nejvíce smyslů při učení,
- používáním rozmanitých druhů zpětné vazby, která je popisná a konkrétní. (11)

Můžeme tedy konstatovat, že je při výběru metody vhodné zhodnotit vlastní schopnosti učitele, ale také brát ohled na vlastnosti žáků. Toto tvrzení podporuje Maňák, který vyzdvihuje právě aktuální stav a možnosti žáků či očekávanou úroveň osvojených dovedností. (4)

Přidává se i Zormanová, která jako kritéria výběru výukové metody uvádí taktéž osobnost učitele i žáka. Dalším velmi důležitým kritériem jsou cíle a obsah výuky, kterým je také potřeba použité metody přizpůsobit. (15)

Kromě již výše zmíněných udává Petty také prostředí učebny, dostupné vybavení i tzv. emoční klima. Při výběru metody považuje za žádoucí si položit účelné otázky, např.: „*Nudili se žáci v minulé hodině?*“, „*Využíval/a jsem v poslední době často práci ve skupině?*“ či „*Připadají žákům pracovní listy nudné a únavné?*“, které napomáhají zhodnocení aktuální situace. (9)

Je také nutno poznamenat, že se tyto metody od sebe liší jak časem potřebným na přípravu či provedení, tak i svou efektivností. Díky použití některých metod je možné zlepšit známky žáků z testu až o dva stupně a zvýšit tak úspěšnost o více, než 30 %. Zajímavým zjištěním je také fakt, že při použití nejlepších metod nezáleží na věku žáků ani na vyučovaném předmětu a efektivita těchto metod je při použití v různých kontextech zhruba stejná. Jaké jsou charakteristiky těch nejúspěšnějších metod?

Ty nejefektivnější metody:

- a) představují pro žáky výzvu – nejedná se o lehce splnitelné úkoly, ale o aktivity zapojující mysl do hloubky,
- b) žáci i učitelé od sebe dostávají zpětnou vazbu týkající se průběhu úkolů,
- c) jsou tzv. konstruktivistické, tedy vyžadují, aby žák danému tématu spíše porozuměl do hloubky, než si informace pouze memoroval. (9)

3.3 Aktivizující metody výuky, motivace

Aktivizací rozumíme zapojení žáků do výchovně-vzdělávacího procesu, při kterém se zaměřujeme na komplexní rozvoj jejich osobnosti. (16)

Aktivizující metody podněcují větší angažovanost žáka do výukových aktivit. Klade se důraz na řešení problémových úloh a situací, čímž dochází k rozvoji tvořivého myšlení. Mezi další výhody aktivizujících metod patří jejich dopad na rozvoj zodpovědnosti, samostatnosti a osobnosti žáka. Respektují také individuální učební styly či úroveň kognitivního rozvoje žáků. (4)

Vznik aktivizujících metod souvisí se změnou pohledu na pozici žáka ve výchovně-vzdělávacím procesu. Na začátku 20. století je kritizováno autoritativní postavení učitele, nadměrné množství učiva, nedostatečné propojení školy se životem, a také právě nedostatečný přístup k individualitě žáků a uniformita. (3) Vznikají tak výukové metody, které považujeme za inovativní, ze kterých se postupně vyvinuly metody aktivizující. (16)

Motivaci definujeme jako proces, při kterém se soustředíme na určitý cíl, a díky kterému zahajujeme danou aktivitu či v ní setrváváme. (17) Podobnou definici nám poskytují Simpson a Balsam, kteří motivaci považují za energii, která pohání chování ve snaze dosáhnout daného cíle. Motivace vychází jak z vnitřních potřeb, tak i z podmínek, které nám vytváří okolí. Dřívější teorie naznačují, že je motivace spojena s biologickými potřebami tak, aby byla zvýšena šance organismu na přežití. Později byla motivace rozdělena na dvě složky – jednu orientovanou na cíl a druhou aktivační. (18) Obecně můžeme říci, že motivace vychází z určité potřeby, touhy po uspokojení. Tuto potřebu nazýváme **motivem**. Roli vnitřních a vnějších faktorů zmiňuje i Nakonečný. (19)

Proč je motivace důležitou složkou učení a je potřeba ji brát v potaz? Pokud žák disponuje motivací, dochází k procesu učení velmi rychle. Rychlost procesu je umocněna také tím, pokud má podnět pro žáka i emocionální význam. (11)

3.4 Hra

Hrou rozumíme činnost jedince vykonávanou dobrovolně za cílem individuálního či skupinového potěšení. Je významnou součástí kognitivního, emočního a sociálního rozvoje dětí (20). Podobnou definici uvádí také Maňák, kdy zmiňuje důležitost této specifické aktivity zejména v rané fázi vývoje jak člověka, tak i vyšších živočichů. Také zdůrazňuje aspekt svobodné volby a absence vyššího účelu, kdy hra obsahuje hodnotu i cíl sama v sobě. (4).

V pedagogickém slovníku najdeme následující definici:

„Většina her má podobu sociální interakce s explicitně formulovanými pravidly (danými dohodou aktérů nebo společenskými konvencemi).“ (5)

Rozsáhlejší vymezení tohoto termínu poskytuje Gray, který charakterizuje hru jako aktivitu splňující následující atributy:

- a) jedná se o dobrovolně vybranou činnost jedincem samým,
 - b) výběr je hnán vnitřní motivací uskutečnit tuto aktivitu (bez vidiny externí odměny), pozornost je spíše zaměřena na proces než na její cíl – samotný průběh je v tomto případě cílem i odměnou,
 - c) obsahuje určitá pravidla respektována všemi hráči, je strukturovaná, ale zároveň dovoluje jedinci se kreativně zapojit,
 - d) zahrnuje alespoň částečné oproštění se od reality, dává prostor představivosti a fantazii,
 - e) aktivně při ní jedince zapojuje svou mysl a ostražitost, ale protože výsledek hry nemá závažné důsledky v realitě, může jedinec aktivitu vykonávat bez relativní dávky stresu.
- (21)

3.4.1 Klasifikace her

Fakt, že definice hry zahrnuje poměrně široké spektrum lidských činností, se odráží také při kategorizaci jednotlivých her. Každý z autorů, který nám poskytuje systém či rozdělení her, se zaměřuje pouze na určité aspekty, podle kterých je následně klasifikace sestavena.

Mezi tyto aspekty můžeme zahrnout například místo či prostředí, kde se daná aktivita realizuje (hry v přírodě, učebně nebo klubovně, na hřišti, ve městě, ...). Dále je to počet hráčů (individuální, párové, týmové a skupinové), či soubor dovedností, u kterých dochází během hry k největšímu rozvoji (pohyb, intelekt, sebepoznání). (22)

Příhoda poskytuje poměrně širokou klasifikaci her. Toto rozdělení umožňuje srovnání her s ohledem na stupeň vývoje lidské psychiky. Dělí hry do čtyř hlavních kategorií, a to na:

1. Hry instinktivní:
 - a) experimentační – uchopení předmětu, kousání,
 - b) lokomoční – zahrnují pohyb, jako např. skákání či plavání,
 - c) lovecké – honičky aj.,
 - d) agresivní a obranné – škádlení, hra na schovávanou,

- e) sexuální – dvoření, upejpání,
 - f) sběratelské – sbírání známek,
2. Hry senzomotorické:
- a) dotykové a haptivní – lechtání, olizování apod.,
 - b) motorické – házení, lezení na stromy, manipulace s předměty,
 - c) sluchové – bubnování, pokřikování, hry hudebně rytmické,
 - d) zrakové – hra s paprskem či krásnohledem, prohlížení obrázků,
3. Hry intelektuální:
- a) funkční – přelévání vody, přesypání písku, hrabání tunelů,
 - b) námětové – předstírající lidské povolání (lékař) nebo např. zvíře,
 - c) napodobivé – mytí nádobí, kouření,
 - d) fantastické – hovor s vymyšlenou osobou, užití předmětů na něco jiného, než k čemu byly vyrobeny,
 - e) konstruktivní – zatloukání hřebíků, děláni mýdlových bublin,
 - f) hlavolamné a skládací – skládání obrazců z kostek,
 - g) kombinační – šach, dáma, řešení křížovek,
4. Hry kolektivní:
- a) soutěživé – míčové, akrobatické aj.,
 - b) pospolité – turnaje, hry na školu, hry dramatické,
 - c) rodinné – hra na tatínka a na maminku či na domov,
 - d) **stolní – domino, karetní hry nebo také ping-pong. (23)**

Další zajímavé rozdělení her nám nabízí Chvoj. Ve své publikaci spojuje teorii her jako součást teoretické matematiky s každodenními situacemi. Hry dělí do následujících kategorií:

- a) kooperativní a nekooperativní hry – týkají se otázky, zda hráči během hry musí uzavírat vynutitelné dohody či nikoliv,
- b) jednokolové a vícekolové hry – pokud je hra koncipovaná tak, aby se hrála pouze jedenkrát, hráči jsou si tohoto faktu vědomi a využívají jej, při hře na více kol mohou hráči po každém kole měnit své strategie; projevuje se tak zde i schopnost plánování do budoucna,
- c) symetrické a asymetrické hry – při symetrických hrách hráč volí ze stejné množiny strategií, u asymetrických her se projevuje nerovnocenné postavení hráčů,
- d) hry s nulovým a nenulovým součtem – souvisí s tím, zda je hra postavena na modelu „co jeden hráč získá, druhý ztrácí“ či nikoliv,

- e) hry s úplnou a částečnou informací – při úplné informací mají hráči jasný přehled o všech situacích, které v průběhu hry mohou nastat, naproti tomu u hry s částečnou informací se objevují prvky, které se objevují až v průběhu hry, např. poodhalení strategie protihráčů,
- f) nekonečně dlouhé hry – mají nekonečný počet kol,
- g) konečné, diskrétní a spojité hry – mají daný počet kol,
- h) simultánní hry a sekvenční hry – u simultánních her všichni hráči postupují současně, u sekvenčních her mohou hráči využít strategií protihráčů, protože si je volí postupně. (24)

3.5 Didaktická hra

Při vymezení pojmu „**didaktická hra**“ využíváme definice samotné hry, tedy že se jedná o činnost či aktivitu, kterou chce jedinec zrealizovat dobrovolně. Dochází při ní k seberealizaci či uplatnění zájmů žáka. Je však potřeba konkretizovat „didaktický“ aspekt. Didaktická hra by měla rozvíjet sociální, kognitivní a další kompetence žáků. Tato aktivita je tak přizpůsobena pedagogickým cílům, což ji odlišuje od hry obecně, kdy je cílem aktivita sama. (4)

Můžeme ji také definovat jako aktivitu, pomocí které dochází k fixaci učební látky. Děje se tak díky aktivizaci žáků, zvýšení jejich motivace a rozvoji myšlení či tvořivosti. (6).

Někteří z autorů nám místo jasné definice předkládají spíše seznam kritérií, která podle nich aktivita jako taková musí splňovat, abychom ji mohli nazývat didaktickou hrou. Podle těch nejobecnějších kritérií je didaktická hra aktivitou, jež obsahuje:

- a) didaktický cíl,
- b) jasná pravidla,
- c) obsah či motivační činnost. (25)

Botturi a Loh tento výčet rozšiřují. Didaktická hra podle těchto autorů disponuje následujícími atributy:

- a) dochází při ní k interakci – mezi jedinci nebo např. mezi člověkem a počítačem,
- b) je ohraničená – při hře dochází k vytvoření „volné zóny“ či fiktivního světa, do kterého se hráči ponoří, a zároveň dochází k potlačení vnějších vlivů (známkování, povinná práce),
- c) je dobrovolná – každý z hráčů se dobrovolně rozhoduje, zda se do aktivity zapojí,
- d) obsahuje pravidla, které hráči vstupením do hry přijímají,

- e) existuje diverzita mezi jednotlivými typy – v každém typu hry je nastavená určitá dynamika a dotýká se jiného aspektu rozvoje, každý z hráčů preferuje jiný typ hry,
- f) vyžaduje kreativitu a svobodnou volbu. (26)

3.5.1 Klasifikace didaktických her

Mezi didaktické hry řadíme rozmanité aktivity. Můžeme je dělit dle doby trvání, převládající činnosti nebo hodnocení. Další klasifikace podle cílů a obsahu dělí hry na:

- a) **interakční hry – do těchto her řadíme např. společenské hry, sportovní hry, strategické hry či učební hry,**
- b) **simulační hry – využívají situací z reálného světa, hraní rolí nebo využití loutek,**
- c) **scénické hry – navazují na hry divadelní. (4)**

Dále můžeme didaktické hry dělit dle obsahu na hru:

- a) jazykovou,
- b) logicko-matematickou,
- c) vědeckého poznání,
- d) pohybovou,
- e) esteticko-hudební,
- f) organizačně-řídící.

Také se můžeme zaměřit na klasifikaci těchto her podle specifického kognitivního procesu, který daná hra rozvíjí. Jedná se o rozvoj:

- a) senzorické oblasti (smysly),
- b) paměti,
- c) myšlení,
- d) komunikace,
- e) tvořivosti,
- f) kooperace. (27)

3.6 Využití her ve výuce na SŠ

Dle Sochorové může být didaktická hra prostředkem:

- a) instrumentálním – slouží jako nástroj učení,
- b) diagnostickým – z pohledu učitele,
- c) existenciálním – rozvíjení komunikačních a sociálních dovedností žáka. (27)

3.6.1 Metodická příprava k efektivnímu začlenění didaktických her do výuky

Je samozřejmostí, že metodická příprava k efektivnímu začlenění těchto her do výukového procesu musí respektovat obecné didaktické zásady. Při její přípravě a realizaci je však potřeba se také přizpůsobit specifickým hlediskům, které hra vyžaduje. Pro efektivní začlenění těchto her do výuky je potřeba:

- a) vytyčit cíle hry – je nutné znát důvody, proč byla vybrána konkrétní hra, a také vytyčit cíle – kognitivní, sociální nebo např. emocionální,
- b) provést diagnostiku připravenosti žáků – zanalyzovat, jakými vědomostmi či dovednostmi žáci aktuálně disponují a dle zjištěných informací zvolit přiměřenou náročnost hry,
- c) ujasnit pravidla hry – hráči musí pravidla znát a respektovat, popřípadě vědět, v jakých situacích může dojít k jejich obměně,
- d) vymezit úlohu vedoucího hry – konkrétně řízení této aktivity, hodnocení apod., je také možné svěřit tuto funkci žákům, nicméně je potřeba nejdříve získat zkušenosti,
- e) stanovit způsob hodnocení – můžeme využít diskuze či pokládat otázky na průběh hry a subjektivní pocity po jejím skončení,
- f) zajistit vhodnou místnost či prostor – vhodně uspořádat učebnu či upravit venkovní terén,
- g) zajistit materiální vybavení – ať už se jedná o vytištění pravidel, přípravu karet, obrázků či dalších pomůcek,
- h) určit časový limit hry – vhodně rozvrhnout časový průběh hry, brát v potaz časové možnosti hráčů,
- i) promyslet možné scénáře – můžeme zde zahrnout různé modifikace hry, nečekanou iniciativu žáků, ale také přítomnost rušivých elementů, které by mohly hladký průběh hry ohrozit. (4)

Čemu je potřeba při zařazení didaktické hry do výuky věnovat zvýšenou pozornost a jakým situacím se vyvarovat? Nejdůležitější je následující:

- a) zabránit nechtěné improvizaci – sestavit jasný harmonogram, sdělit žákům jasná pravidla, princip, cíle i způsob hodnocení,
- b) při soutěži týmů zajistit takový způsob výběru jednotlivých členů, aby nedocházelo k nevyváženosti týmů (počet členů, znalosti a dovednosti),
- c) při hře kontrolovat dodržování pravidel všemi hráči,

- d) poskytnout žákům prostor pro diskusi a zpětnou vazbu, zhodnotit průběh hry,
- e) zajistit spravedlivé a objektivní hodnocení. (25)

Didaktické hry můžeme začlenit do různých fází vyučovacího procesu. Hojně se využívají jako nástroj opakování učiva. (28 – 31) Pomocí těchto her je však možné také představit učivo nové. (32) Zajímavým pojetím může být i využití didaktických her jako modifikace domácího úkolu. (33)

Jak budou tyto hry fungovat v rámci výukového procesu, jejich edukační využití i efektivitu však ovlivňuje učitel sám dle svých možností a schopností. Pro učitele je velmi výhodné mít o dostupných didaktických hrách přehled a vytvořit si jakýsi „soubor her“, které může ve výuce využívat, a které zároveň odpovídají jeho individuálnímu vyučovacímu stylu. (4)

3.6.2 Výhody a nevýhody začlenění her do výuky z pohledu učitele

Benefity, které vnímají učitelé při použití didaktických her ve výuce, se většinou vztahují k dopadům, jaké mají tyto hry na žáky. Dle učitelů hry posilují týmového ducha, rozvíjí sebekontrolu a logické myšlení, zvyšují motivaci žáků či vnášejí do hodin zábavný aspekt. Mezi další zmiňované výhody patří podpora vzájemného učení žáků a předávání zpětné vazby, aktivní učení či zvýšení vnitřní motivace. (80) Jiní učitelé využívají hry ve výuce kvůli zvýšení zájmu, pozornosti a motivace během výuky či kvůli obohacení a zatraktivnění svých hodin. (35)

Nesmíme však opomenout ani hru jako diagnostický nástroj učitele. Pozorování žáků při hře dává učitelům možnost zanalyzovat, jak se daný žák chová, v čem vyniká, co mu naopak nejde či jak se projevuje v kolektivu. (27)

Jaké jsou naproti tomu překážky, které zařazení didaktických her do výuky učitelům ztěžují? Jedná se například o problémy při managementu třídy a času během takovéto hodiny. Hry mohou vyústit v chaos ve třídě, kdy je pro učitele náročné sledovat a kontrolovat práci žáků. (36) Také se obtížně hodnotí proces učení a množství či kvalita dosažených znalostí. Dále je to relevance z hlediska kurikula, kdy se hry dotýkají důležitých témat pouze okrajově. (34) Při použití online her se jedná o problémy s nedostatkem prostředků či nestabilní internetové připojení a s tím související technické potíže. (35) Mezi další nevýhody patří časová náročnost přípravy, pokud didaktickou hru tvoří sám vyučující. Při přípravě vlastní hry je potřeba

zahrnout všechny aspekty – promyslet obsah, hru připravit, načrtnout časové rozvržení, zajistit materiální pomůcky apod. (27)

3.6.3 Vliv didaktické hry na žáka

Co dokáže dobře vybraná didaktická hra? Může se jednat o prolomení ledů mezi žákem a učitelem, vytvářet flexibilnější vztahy mezi žáky, ovlivnit energii žáků, zvýšit koncentraci žáků, či umožnit procvičování velké škály myšlenkových dovedností. (8)

Žáci také vidí přínos v usnadnění porozumění probírané látce, zatraktivnění výuky a ve větším zapojení do výukového procesu. Také mnohem více ocenili takto nabyté znalosti a považují didaktické hry za vhodný způsob zlepšení výuky chemie. (37)

3.6.3.1 Dopady využití her ve výuce chemie – Česká republika

Přestože se s rozvojem moderních technologií zvětšuje i dostupnost aktivizačních metod, různých her a pomůcek ve výuce chemie, počet uskutečněných výzkumů z praxe o použití těchto metod je poněkud limitován. Vzhledem k nedostatku dat je těžké zhodnotit, zda čeští vyučující aktivizační metody při výuce chemie nepoužívají, nebo se tato skutečnost pouze neodráží v množství provedených výzkumů.

Mají žáci středních škol vůbec zájem o využívání didaktických her během výuky chemie?

Roštejnská a Klímová modifikovaly pro zodpovězení této otázky hry AZ-kvíz a Jeopardy! obsahující biochemická témata. Tyto hry byly poté využity při výuce sedmi středoškolskými učiteli chemie. AZ-kvíz konkrétně se 117 žáky, Jeopardy! celkem se 76 žáky. Po použití těchto her ve výuce byl žákům předložen dotazník, ve kterém měli na pětibodové stupnici zhodnotit design hry, srozumitelnost či náročnost otázek, a také vyjádřit jejich postoj k opakovanému použití podobných typů her ve výuce chemie. Z výsledků výzkumu vyplývá kladné hodnocení obou her po grafické i obsahové stránce, a také nadšení a otevřenost žáků k použití podobných her jak ve výuce chemie, tak i v ostatních předmětech. (38)

Kladný vztah žáků gymnázia v Hradci Králové i Kazašské školy informačních technologií v Karagandě k různým interaktivním aplikacím a hrám typu Kahoot! v hodinách chemie vyvstává i z výzkumu Sadykova, Čtrnáctové a Kokibasove. Přes 70 % zúčastněných žáků považuje využití interaktivních aplikací k řešení úkolů zajímavější než použití tradičních metod. Žáci si práci s těmito aplikacemi užívali, což pozitivně ovlivnilo jejich postoj k chemii. (39)

Černá zkoumala použití didaktických her ve výuce chemie na šesti základních školách České republiky, a to ve městech Liberec, Pardubice a Česká Třebová. Celkem se do výzkumu zapojilo 394 žáků devátých ročníků, tedy ve věku 14-15 let. Vždy byly vybrány dvě paralelní třídy vyučované jedním kantorem. Ve všech třídách byl nejprve zadán pretest, který sloužil k ověření vstupních znalostí žáků. Následně probíhala výuka tematického okruhu „Názvosloví anorganických sloučenin“. V kontrolních skupinách bylo toto téma procvičováno „tradičním“ způsobem (tj. psaním na tabuli, ústním zkoušením), v experimentální skupině pak žáci učivo procvičovali pomocí didaktických her. Byly vybrány hry křížovka, osmisměrka, Poznej prvek!, Skrývačka, Bingo a Černý Petr. Z porovnání zjištěných dat o počtu chyb v pretestu a v testu po ukončení experimentu je patrné, že žáci experimentálních skupin si v závěrečném testu vedli lépe v porovnání s kontrolními skupinami, a to na všech šesti školách. (28)

3.6.3.2 Dopady využití her ve výuce chemie – zahraničí

Rastegarpour a Marashi provedli experimentální studii, při které pozorovali dopad využití her při výuce chemického názvosloví na 105 středoškolských žáků ve věku 16-17 let. Nejprve byli žáci testováni na toto téma, následně byli náhodně rozděleni do 3 skupin. První skupina byla kontrolní (látka byla vyučována pomocí tradičních metod). Druhá skupina využívala k výuce názvosloví karetní hru připravenou samotnými autory této studie. Třetí skupina využívala modifikovanou počítačovou hru. Po třech týdnech výuky následovalo finální testování, během kterého bylo potvrzeno, že jak využití karetní, tak využití počítačové hry výrazně zlepšilo výsledné skóre žáků při testování v porovnání s využitím tradičních metod. Výsledky neukázaly žádný výrazný rozdíl mezi použitím karetní a počítačové hry. (29)

Pro studii autorů Antunes, Pacheco a Giovanela byla vytvořena desková hra týkající se geometrie molekul, polarity a intermolekulárních vazeb. Tato hra byla implementována v kurzu chemie 19 studentů prvního ročníku převážně inženýrství (ve věku přibližně 18 let). 29 studentů stejného kurzu sloužilo jako kontrolní, druhá skupina. Studie potvrzuje lepší výsledky testů skupiny, ve které byla využita právě tato hra. Jsou nicméně zdůrazněny také další benefity: kromě oživení výuky vedla hra k diskusi a větší interakci mezi spolužáky, což studenti velmi oceňovali. Vzhledem k tomu, že hra obsahovala vzájemné pokládání otázek na dané téma mezi hráči, mohli tak studenti navzájem zodpovídat nejasnosti týkající se tématu, které během hry vyvstaly. Posledním, neméně důležitým benefitem, je rozvoj dovedností učitele při implementaci hry, mezi které můžeme zařadit: oceňování chyb studentů při hře jako nástrojů

učení, vedení studentů k vzájemné spolupráci, posílení zapojení studentů v procesu učení či posílení týmové spolupráce mezi pedagogy při vývoji hry. (30)

Piyawattanaviraj, Maleesut a Yasri zkoumali postoj studentů k využití karetní hry ve výuce chemie. Druhou otázkou výzkumu pak bylo, zda existuje statisticky významný rozdíl ve výsledcích testů po použití této karetní hry. Účastníky byli žáci 10. stupně (věk 15 let a více) zaměřeni na studium přírodních věd a matematiky, kteří se dobrovolně rozhodli hrát karetní hru týkající se periodické tabulky prvků (konkrétně 54 karet s názvy prvků, jejich symboly a atomovými čísly s pravidly podobnými hře UNO). Výsledky poukazují na lepší testové skóre po použití hry, i na pozitivní postoj žáků k této aktivitě. Zmiňují zlepšení kognitivních schopností – porozumění tématu i ukládání informací do paměti díky opakování karet při hře. Důležitým aspektem byla také výzva při kontrolování správnosti vyložených karet spoluhráčů a spolupráce s kamarády, která vedla k nadšení z této aktivity. (31)

Pozitivní postoj žáků k výuce chemie po použití didaktických her vyplývá i z výzkumu Najdi a Sheikh. Do tohoto experimentu bylo zapojeno 85 studentů 8. ročníku (věk 13-14 let), kteří byli rozděleni do tří skupin. V každé skupině byl využit jiný typ didaktických her. V první skupině se jednalo o „tradiční hry“ založené na tzv. „flashcards“, paměťové hry, či praktické činnosti jako stíhání, vybarvování nebo stavba modelů. Druhé skupině byly přiděleny dva typy počítačových her, či spíše interaktivních webových stránek. Třetí skupina využívala hádanky a hlavolamy. Po skončení experimentu byl každému ze studentů předložen dotazník týkající se jejich postoje k výuce chemie tímto způsobem. Tématem výuky byly fyzikální vlastnosti a periodická soustava prvků. Z výzkumu vyplývá, že využití didaktických her ve výuce chemie má vliv na zmírnění strachu a napjaté atmosféry, které často hodiny přírodovědných předmětů doprovází. V tomto případě byla vytvořena atmosféra plná zábavy, pohody a kooperace mezi žáky. Ukázalo se, že didaktické hry dokáží propojit výuku chemie s učením se dalších kompetencí, jako např. rozvoj vůdčích schopností, spolupráce při učení a respektování názorů ostatních. Nicméně se nepovedlo odbourat strach z tohoto předmětu u všech žáků, ani zvýšit touhu po řešení dalších přírodovědných problémů. Tato skutečnost však může mít spojitost s krátkým trváním výzkumu. (40)

3.6.4 Dostupnost her s chemickou tematikou na českém trhu

Bezpochyby existuje značné množství příruček, knih či internetových zdrojů zabývajících se hrou, jejími ukázkami či návrhy. Nejen hry, ale i mnoho dalších aktivit a tipů, jak obohatit výuku, obsahuje publikace P. Ginnise „Efektivní výukové nástroje pro učitele“.

Několik aktivizačních metod obsahuje také kniha „Konec školní nudy“ autorky Dagmar Siegllové. Nesmíme opomenout ani „Moderní didaktiku“ Roberta Čapka, ve které se skrývá mezi širokou škálou výukových metod také několik her. Soubor her týkající se přímo chemie obsahuje známá kniha R. Šulcové „Chemie se nezbavíme“.

Jak je to ale s hrami zaměřujícími se přímo na chemická témata? Jaké hry s chemickou tematikou jsou na českém trhu dostupné?

a) Deskové hry

Různé varianty deskových her s chemickou tematikou nabízí na českém trhu společnost MULTIP. Disponují více než deseti deskovými hrami pokrývajícími vybrané kapitoly z anorganické, organické i obecné chemie. Komplikací pro učitele může být vyšší pořizovací cena, která se při koupi sady pro celou třídu (8 hracích polí s příslušenstvím) vyšplhá až na hodnotu kolem 4 000 Kč. (41)

Zajímavým výstupem dvou slovenských studentů je desková hra ChemPlay, která nabízí několik kategorií (začátečník, pokročilý a expert) dle hloubky znalostí anorganické chemie. Hru testovalo téměř 300 žáků základních škol a gymnázií Slovenské republiky a 60 dětí škol Česka, oblíbili si ji však i dospělí. Její varianty je možné zakoupit ve více cenových kategoriích podle počtu hráčů, nabízena je také sleva pro učitele. (42)

b) Karetní hry

Hry Chemický postřeh či Chemické kvarteto nabízí k prodeji na stránkách prirodovedci.cz také Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. (43, 44)

c) Počítačové hry a aplikace

Hru k procvičení tématu názvosloví anorganické chemie poskytuje společnost TERASOFT. (45) Rychlou interaktivní karetní hru „Věk chemie“ najdeme také na webových stránkách projektu VŠCHT. (46)

Z uvedeného výčtu her je zřejmé, že nabídka těchto produktů na trhu není nijak rozmanitá, ba spíše naopak. Je otázkou, zda o hry s chemickou tematikou není zájem z pohledu vyučujících i široké veřejnosti, zda je jejich výroba složitá a nákladná či chybí kreativci, kteří by hry vytvářeli.

Překážkou by také mohla být finanční stránka při koupi hry ze strany vyučujícího. Problém s vysokou cenou řeší různé webové stránky podporující sdílení materiálů mezi vyučujícími, kde je možné již připravené hry stáhnout, materiály vytisknout a zařadit do výuky. Jedním z takových webů jsou např. webové stránky „Společenské karetní hry s chemickou

problematikou“, na kterých je možno najít několik karetních her volně ke stažení. Nevýhodou tohoto projektu je rok publikace 2003, tudíž většina poskytnutých her postrádá moderní poutavý design, který je jedním z důležitých aspektů těchto her. (47) Další takovou stránkou obsahující několik her je studiumbiochemie.cz, na které najdeme hry Dobble, Dračí války, Ethene nezlob se, AZ-kvíz, Riskuj a dvě únikové hry. (48) Přes 80 různých her bylo vytvořeno uživateli stránky studiumchemie.cz. Často se jedná o variace her Riskuj!, pexeso, křížovka, aj. Zajímavou hrou je „The Big Bang Theory“ obsahující otázky z oboru chemie na náměty stejnojmenného známého komediálního seriálu z prostředí života vědců Leonarda, Howarda, Rajeshe a Sheldona (v českém překladu: „Teorie velkého třesku“). (49)

4 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem praktické části této bakalářské práce bylo navrhnout a prakticky zhotovit didaktickou hru pro výuku chemie. Tato část mé bakalářské práce je proto zaměřena na popis celého procesu výroby Chemického kvarteta.

4.1 Použitý software a příslušenství

Pro tvorbu karet samotných prvků, úvodní karty i krabičky byla využita aplikace **Krita** ver. 5.1.0. (50) Jedná se o veřejně dostupný profesionální počítačový program určený grafikům, ilustrátorům či karikaturistům. Dříve sloužil pouze jako aplikace, pomocí které bylo možné digitálně upravovat obrázky (podobně jako v programech Photoshop či GIMP), od roku 2009 se však její vývojáři zaměřují výhradně na digitální malbu a na poskytování co nejlepšího prostředí pro digitální umělce po celém světě. Z velké části je Krita vyvíjena a zlepšována samotnými uživateli a dobrovolníky, financována je pak z darů jejich uživatelů či příspěvků různých sponzorů. (51)

Pro použití tohoto programu je potřeba stolního PC či notebooku disponujícího operačním systémem Windows 8.1 (či vyšším), macOS 10.12 nebo Linux. Dále je doporučeno minimálně 4 GB paměti RAM, optimum je však 16 GB RAM. Nesmí chybět ani grafická jednotka OpenGL 3.0 (či vyšší) nebo Direct3D 11. Jako poslední je doporučen grafický tablet kompatibilní s použitým operačním systémem, jak uvádí web aplikace. (52)

Tento program byl pro tvorbu Chemického kvarteta vybrán ze dvou hlavních důvodů. Prvním důvodem byla jeho cenová dostupnost, jelikož se jedná o program, který je možné pořídit kompletně zdarma, na rozdíl např. od konkurenčního Photoshopu. Druhým důvodem byla má osobní předešlá zkušenost a také velká spokojenost při práci s tímto programem, což proces tvorby karet výrazně usnadňovalo a snižovalo jeho časovou náročnost.

Dále byl použit grafický tablet značky **XP-PEN**, konkrétně model XP-PEN Deco 01 (v2). (53) Jedná se o grafický tablet patřící do cenově příznivé kategorie (jeho cena se pohybuje do 2.000 Kč), avšak poskytující všechny potřebné funkce s jednoduchým ovládáním. Příslušenství tabletu obsahuje grafické pero se stojánkem a náhradními špičkami, které se kreslením opotřebovávají a je potřeba je měnit. Dále pak rukavici pro pohodlnou manipulaci ruky při užívání a kabel s USB-C a USB-A konektory pro propojení s PC.

Vzhledem k tomu, že tento grafický tablet nedisponuje displejem, bylo vše propojeno pomocí stolního notebooku značky HP.

4.2 Pracovní postup při výrobě jednotlivých karet

4.2.1 Výběr obrázku

Nejdříve bylo potřeba vybrat, jaký motiv či obrázek bude na každé kartě prvku znázorněn. Vzhledem k tomu, že se jednalo o didakticky nejdůležitější část každé karty, bylo nutné se pečlivě seznámit s vlastnostmi a využitím daných prvků. Bylo též potřeba brát v potaz fakt, že se jedná o didaktickou hru, proto by měly být výsledné obrázky výstižné a jednoduché na pochopení pro všechny hráče.

Na výsledných kartách se opakují 3 hlavní motivy. Jedná se o znázornění:

- a) využití prvku,
- b) specifické vlastnosti prvku,
- c) názvu prvku.

Proces výběru finálního motivu, zobrazeného na kartách, byl následující:

- Motiv, zobrazený na kartě, reprezentuje primárně využití prvku. U karet se specifickým využitím byl výběr jednoznačný (např. osmium), u karet se širokým využitím bylo preferováno spíše zajímavé či neobvyklé využití (např. měď, železo). Pokud prvek nemá praktické využití (mimo výzkum), byla preferována jeho vlastnost (např. aktinium). Pokud se jednalo o prvky bez specifických vlastností či využití, byl použit jako námět místo či osoba, po kterých je prvek pojmenován (prvky 7. periody).
- Aby se zabránilo nedorozumění během hry, má každá karta odlišný motiv, i když mají některé prvky podobné využití či se dokonce často využívají současně.
- U některých karet bylo nakresleno motivů hned několik. Finální motivy pak byly vybrány s ohledem na estetické a na praktické důvody (např. karta seaborgium či meitnerium).
- Vzhledem k tomu, že některé motivy byly mnohem komplexnější než jiné, byl k některým prvkům přidán motiv druhý, aby se karty esteticky vyrovnaly.

Vysvětlení motivů na kartičkách pro jednotlivé prvky je následující.

3. skupina (skandium, yttrium, lanthan, aktinium)

U **skandia** byly vytvořeny tři různé verze karet. První znázorňovala baseballovou pálku, jelikož je skandium spolu s hliníkem využíváno v některých z nich. (54) Další dvě byly spojeny s původem názvu prvku, který pochází z lat. *Scandia*, což označuje Skandinávii. (55) Jedna

obsahovala mapu a vlajky skandinávských států, na další je vyobrazen viking. Z estetických důvodů bylo rozhodnuto zachovat ve finální verzi karty podobiznu vikinga.

U smíšených oxidů barya, mědi a **yttria** (tzv. „YBCO“) se využívá jejich supravodivých vlastností. Mezi další využití patří yttrito-hlinité granáty (tzv. „YAG“). Tyto granáty jsou součástí velmi výkonných laserů, které se využívají pro měření vzájemné vzdálenosti Země-Měsíc. Laserový paprsek se odráží od reflektorů přítomných na povrchu Měsíce. (54) Právě jeden z těchto přístrojů je graficky znázorněn na kartě yttria společně s Měsícem. Vzhledem k tomu, že tyto lasery vyzařují v IR oblasti, byla růžová barva paprsku zvolena pouze z estetických důvodů. (56)

Na kartě **lanthanu** je vyobrazeno křesadlo, ve kterém se společně s dalšími prvky lanthan vyskytuje. (54)

Název **aktinia** je odvozen od řec. *actinos*, v překladu paprsek. Jednou z vlastností tohoto prvku je také modrá záře, která vzniká v důsledku excitace okolního vzduchu kvůli intenzivní radioaktivitě. (57) Právě z těchto důvodů je na kartě znázorněn prvek obklopen modrou září.

4. skupina (titan, zirkonium, hafnium, rutherfordium)

Titan je prvek se širokým spektrem využití. Najdeme jej v leteckém či raketovém průmyslu, kde je součástí tryskových motorů, jeho oxid se využívá jako bílý pigment. (54, 58, 59) Své místo má také v medicíně jako součást kyčelních kloubů či zubních implantátů, vzhledem k dobrému spojení s okolní kostí a biokompatibilitou. (60) Tryskové motory jsou součástí karet jiných prvků, proto jsme se rozhodli právě pro vyobrazení zubního implantátu.

Více, než 90 % produkovaného **zirkonia** se využívá v jaderné energetice. Zirkonium má vysokou propustnost pro neutrony, proto se slitiny zirkonia využívají pro konstrukci jaderných reaktorů a obaly palivových tyčí. (54, 58, 59, 61, 62)

Oproti tomu **hafnium** dokáže neutrony velmi efektivně absorbovat (až 600x více než zirkonium). Využívá se proto jako materiál, ze kterého jsou tvořeny kontrolní tyče jaderných reaktorů. (58, 63) Karta zirkonia proto obsahuje červeně zvýrazněné palivové tyče reaktoru, na kartě hafnia je kladen důraz červenou barvou na kontrolní tyče jaderného reaktoru.

Rutherfordium je radioaktivním prvkem, který vzhledem k jeho krátkému poločasu rozpadu (nejstabilnější známý izotop, ^{263}Rf , $\tau_{1/2} = 10 \text{ min}$) nemá praktické využití. Na kartě rutherfordia je proto znázorněn Ernest Rutherford, na počest kterého byl tento prvek pojmenován. (64)

5. skupina (vanad, niob, tantal, dubnium)

Vanad je hojně využíván při výrobě nástrojové oceli (asi 80 % produkovaného vanadu), proto je na kartě tohoto prvku znázorněn maticový klíč. (54, 65) Některé organismy dokáží kumulovat vanad ve svých tělech, jako jejich zástupce byla zvolena muchomůrka. (66)

Niob najdeme ve slitinách používaných pro konstrukci proudových motorů a raket, kde zvyšuje jejich pevnost. Raketový motor je tak znázorněn i na kartě niobu. (54)

Jedním z hlavních využití **tantalu** je výroba elektronických součástek (tantalových kondenzátorů) nacházejících se např. v mobilních telefonech, laptopech, fotoaparátech či stolních počítačích. (67) Z toho důvodu je na kartě zobrazen mobilní telefon.

Na kartě **dubnia** je znázorněna část mapy Ruska, na které je zdůrazněno město Dubna. Právě tady totiž sídlí Spojený Ústav Jaderného Výzkumu. Logo tohoto institutu, ve kterém bylo dubnium poprvé syntetizováno, je taktéž vyobrazeno na kartě. (68)

6. skupina (chrom, molybden, wolfram, seaborgium)

Chrom se využívá při výrobě nerezové oceli i k výrobě slitin. Oxid chromitý se využívá jako zelený pigment v umění, pro barvení bankovek a přípravu zelené glazury na keramické výrobky. Typickým znakem 50. a 60. let minulého století jsou však lesklé části automobilů (disky kol, nárazníky apod.), kdy se chrom využíval k povrchové úpravě právě těchto částí. Na kartě chromu proto vidíme přední část automobilu s důrazem na pochromované lesklé kolové disky. (54, 58, 59)

Molybden nejčastěji najdeme jako součást slitin, ve kterých zvyšuje pevnost, tvrdost či odolnost. Také se uplatňuje při výrobě nástrojů jako např. vrtáky a pilové kotouče. Právě pilový kotouč je proto znázorněn na kartě molybdenu. (54, 59, 69)

I přes to, že se **wolfram** využívá spíše v automobilovém, leteckém či těžebním průmyslu a od wolframových žárovek se kvůli jejich neefektivitě upouští, rozhodli jsme se znázornit na kartě prvku žárovku obsahující wolframové vlákno, jakožto tradiční představení využití tohoto prvku. (70)

Na kartě **seaborgia** je zobrazen jeden z osmi vědců výzkumného týmu, který se zasloužil o objev prvku 106. S názvem tohoto prvku je spojená kontroverze, nicméně po několika letech bylo rozhodnuto, že tento prvek ponese název „seaborgium“ po americkém jaderném chemikovi Glenu Seaborgovi, který je vyobrazen na kartě. (71, 72)

7. skupina (mangan, technecium, rhenium, bohrium)

Manganová ocel vykazuje vysokou odolnost proti opotřebení, dlouhou životnost a především pevnost. Těchto vlastností se využívá při výrobě vlakových kolejnic, hlavní pušek, věžeňských mříží nebo trezorů. Proto byl právě trezor námětem karty manganu. (73) Chameleon, držící se trezoru, pak poukazuje na širokou škálu oxidačních stavů, ve kterých se mangan vyskytuje. (74)

Technecium nachází využití při snímkování v medicíně a při terapii nádorů. (54, 59) Jeden takový snímek je reprezentován i na kartě technecia.

Hlavní využití **rhenia** najdeme v leteckém průmyslu. Používá se pro výrobu tzv. superslitin, které se vyznačují vysokou chemickou a tepelnou stabilitou. Tyto slitiny se používají pro konstrukci součástí motorů letadel, který je znázorněn na kartě. (75)

Bohrium bylo pojmenováno po dánském fyzikovi Nielsi Bohrovi, který je vyobrazen na kartě. (76) V pozadí je pak zobrazeno schéma Bohrova modelu atomu.

8. skupina (železo, ruthenium, osmium, hassium)

Železo má velmi široké použití. Používá se pro výrobu oceli (legované, nerezové apod.). Dále se používá ve stavebnictví (např. železobeton), v ložiskách, na výrobu chirurgických nástrojů, potrubí, či jako katalyzátor chemických reakcí. Právě kvůli širokému použití bylo obtížné vybrat, jaká věc využití železa reprezentuje nejvíce. Proto bylo nakonec preferováno zobrazení spíše zajímavého a nevšedního využití oproti tomu nejčastějšímu. Z tohoto důvodu bylo nakonec vybráno právě rytířské brnění. (77, 78)

Ruthenium má velké využití při výrobě elektroniky, jako katalyzátor a také ho najdeme jako součást fotochemických článků v solárních panelech. Na kartě jsou proto vyobrazeny solární panely. (79)

Osmium má naopak možností využití poněkud méně. Používá se pro výrobu tvrdých slitin, ze kterých se vyrábějí hroty plnicích per a gramofonových jehel nebo elektrické kontakty spínačů. Také nachází využití jako katalyzátor chemických reakcí. Jako nejvhodnější obrázek bylo proto vybráno plnicí pero se zvýrazněným osmiovým hrotem. (54, 80)

Hassium bylo pojmenováno po spolkové zemi Německa – Hesensku, kde byl poprvé syntetizován jeho izotop ^{265}Hs . Na kartě je vyobrazena mapa Německa s důrazem na tuto spolkovou zemi společně s jejím znakem. (81)

9. skupina (kobalt, rhodium, iridium, meitnerium)

Kobalt je součástí velmi silných magnetů (tzv. kobalt-samariové magnety). Jeho soli se po staletí využívají k barvení porcelánu, skla a keramiky na modro. Na kartě tak najdeme zobrazen kobaltový magnet a skleněnou vázu. (54, 82)

Rhodium najdeme v automobilovém průmyslu, kde se využívá jako katalyzátor. Také se však využívá při výrobě zrcadel pro světlomety aut, které jsou zdůrazněny na kartě rhodia. (54)

Iridium patří k nejvzácnějším prvkům na Zemi. Většina iridia se na Zem dostala v podobě meteoritů, proto je na kartě znázorněn meteor a planeta Země. (83)

Na kartě **meitneria** je vyobrazena rakouská fyzička Lise Meitner, po které je tento prvek pojmenován. V pozadí vidíme reakci štěpení uranu, kterou společně se svým synovcem, Otto Frischem, jako první teoreticky popsali. (84, 85)

10. skupina (nikl, palladium, platina, darmstadtium)

Nikl se využívá při pokovování jiných kovů k jejich ochraně, dále pak k výrobě slitin (nerezová ocel), k pancéřování (niklová ocel), v lopatkách lodních hřídelí a v bateriích. Má však také dlouhou historii používání jako mincovní kov. Nachází se v 1eurové a v 2eurové minci, v amerických 50 centech, 5 centech (tzv. „niklák“) a najdeme jej i v českých mincích – koruna, dvoukoruna a pětikoruna vyrobená z oceli pokovované niklem. Na kartě je vyobrazena 2 eurová mince poukazující na jeho využití, a kopřiva poukazující na jeho přítomnost v některých rostlinách, ale také na fakt, že nikl je nejčastější příčinou kontaktní dermatitidy. (86 – 91)

Palladium se osvědčilo jako katalyzátor v automobilovém průmyslu, také se využívá ve šperkařství. Vzhledem k tomu, že pro automobilový katalyzátor jsme se rozhodli u dalšího prvku této skupiny, **platiny**, bylo potřeba poohlédnout se po dalším využití palladia, které by jej vhodně reprezentovalo. (54) Palladium se využívá při konstrukci některých elektronických součástek, konkrétně paměti RAM. Vzhledem k rozvoji umělé inteligence v posledních letech je žádoucí vyvíjet součástky, které mají potenciál ukládat data rychleji a efektivněji. K tomu by mohly sloužit právě sloučeniny palladia. (92) Proto je palladium znázorněno právě v podobě paměti RAM.

Darmstadtium je pojmenováno po německém městě Darmstadt, ve kterém bylo poprvé syntetizováno. (93) Toto město je společně s jeho erbem znázorněno na kartě prvku. Vzhledem k tomu, že je hassium a darmstadtium vyobrazeno na kartách velmi podobně (obrys Německa,

důraz na místo pojmenování, erb), bylo upuštěno od barev německé vlajky promítajících se na obrysu země, aby tak nedocházelo k častým záměnám karet v průběhu hry.

11. skupina (měď, stříbro, zlato, roentgenium)

Kvůli širokému využití **mědi** (šperkařství, mince a medaile, slitiny, trubky či kabely, elektrické vodiče, galvanické pokovování aj.) bylo náročné vybrat vhodné znázornění prvku. (54, 59) U této karty jsme proto spíše hledali zajímavé a nevšední využití oproti tomu nejběžnějšímu. Z tohoto důvodu je na kartě mědi znázorněna socha svobody. V době její stavby se totiž jednalo o největší využití mědi v jedné konstrukci vůbec. (94)

Stříbro má také široké využití. Je součástí mincí, některých zrcadel či baterií s velkou kapacitou. (54, 59) Na kartě je vyobrazen svícen znázorňující využití stříbra v podobě ozdobných předmětů. (59)

Zlato se hojně využívá ve šperkařství, ale také v elektronice. (54, 58) Námětem pro kartu byl tedy šperk. Zlato je od nepaměti symbolem bohatství a dokonalosti, proto se využívá při výrobě mnohých korunovačních klenotů. Proto jsou na kartě zlata znázorněny korunovační šperky. (95)

Roentgenium bylo pojmenováno po Wilhemu Röntgenovi, který je vyobrazen na kartě tohoto prvku. V jeho pozadí vidíme znázornění slavného prvního rentgenového snímku ruky jeho ženy s prstenem. (96)

12. skupina (zinek, kadmium, rtuť, kopernicium)

Zinek se využívá ve slitinách, k pozinkování mincí či šroubů nebo jako součást zinkových anod. (54) Je však také důležitým biogenním prvkem nezbytným pro aktivitu více než 300 enzymů v lidském těle. (97) Vzhledem k tomu, že se většina karet opírá spíše o průmyslové využití daných prvků, byl u zinku vybrán obrázek zobrazující doplněk stravy, který poukazuje na důležitost tohoto prvku pro lidský organismus.

Většina v současnosti vyráběného **kadmia** (až 80 %) se používá k výrobě dobíjitelných nikl-kadmiových baterií, proto byl tento motiv vybrán pro jeho zobrazení. (98)

I přes to, že má **rtuť** i jiné využití (pigment, v UV výbojkách, fungicidech), byl zvolen rtuťový teploměr, jakožto příklad typického využití rtuti. (54, 59)

Kopernicium bylo pojmenováno po astronomu Mikuláši Koperníkovi, který je na kartě prvku zobrazen společně s částí sluneční soustavy. (99)

4.2.2 Samotná kresba motivu

Pro každou kartu byl vždy vytvořen samostatný soubor formátu .kra (Krita Image Document) v programu Krita o rozměrech 3720 x 5197 pixelů, s rozlišením 300 PPI.

Tento formát (.kra) umožňuje pracovat v jednotlivých vrstvách. Tyto vrstvy jsou zachovány i po ukončení a opětovném spuštění programu, což bylo vzhledem k potřebě možných pozdějších úprav velmi důležité.

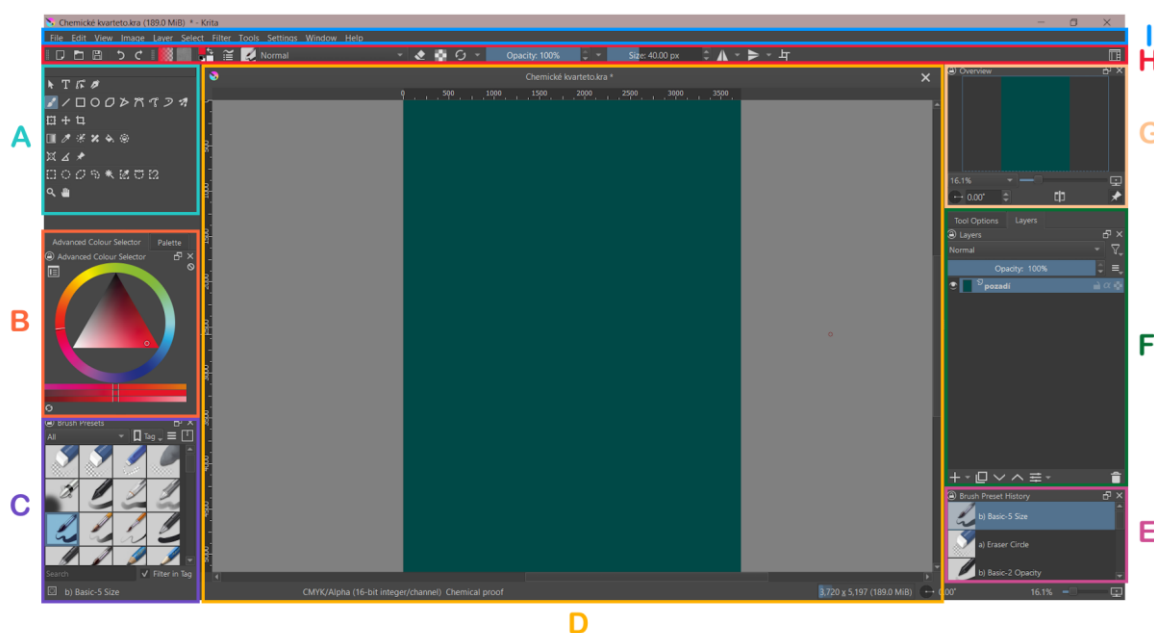
Rozměry souboru byly zvoleny tak, aby jejich poměr odpovídal poměru velikostí stran standardních karet Pokeru (63 x 88 mm). (100) Pokerová velikost karet byla zvolena hned z několika důvodů. Tento formát je poměrně široký, což umožňuje větší prostor pro manipulaci a umístění všech nezbytných částí karet, nejen pouhého obrázku. Dalšími důvody jsou praktičnost při případné výrobě a distribuci kvarteta. Použití standardní velikosti zaručuje větší možnosti výběru případného výrobce karet. Naproti tomu standardní velikost karet Kvarteta se hledá těžce, protože se liší téměř u každého výrobce. Pokerové hry také využívají balíčky s počtem 52 karet, nikoli 32 karet, jak je tomu u běžného kvarteta. Vzhledem k tomu, že je vytvořené Chemické kvarteto zasazeno do periodické soustavy prvků, jedná se o nestandardní počet 40 karet prvků + 1 úvodní karta s pravidly. V případě potenciální komerční distribuce karet tohoto pokerového rozměru je tak menší pravděpodobnost nutné redukce na 32 karet, při které by hra Chemického kvarteta nebyla kompletní. Další výhodou těchto rozměrů je případný tisk jednotlivých karet samostatně v různých formátech (velikosti až A3), např. jako plakátů.

Karty jsou kresleny v rastrové grafice, což znamená, že je plocha rozdělena na jednotlivé pixely a každý z nich obsahuje informaci o jedné barvě, kterou obsahuje. Při velkém zvětšení souboru rastrové obrázky ztrácejí svou kvalitu a objevují se jednotlivé pixely. Tomu lze zabránit použitím vektorů a vektorové grafiky, kdy si obrázky i po zvětšení zachovávají svou ostrost a kvalitu, jelikož křivky vektorů popisují matematické rovnice, nikoliv jednotlivé pixely. Nevýhoda takto velkého formátu pak spočívá ve zpomalení programu i PC při využití velkého množství vrstev souboru.

Rozlišení 300 PPI je považováno za standard při digitálních grafických pracích, které jdou následně do tisku. Zajišťuje jejich ostrost a kvalitu. Pro srovnání např. optimální rozlišení obrázků pro použití na webu je 72 PPI, což zaručuje kompromis mezi zachováním kvality a rychlým načítáním webu. (101)

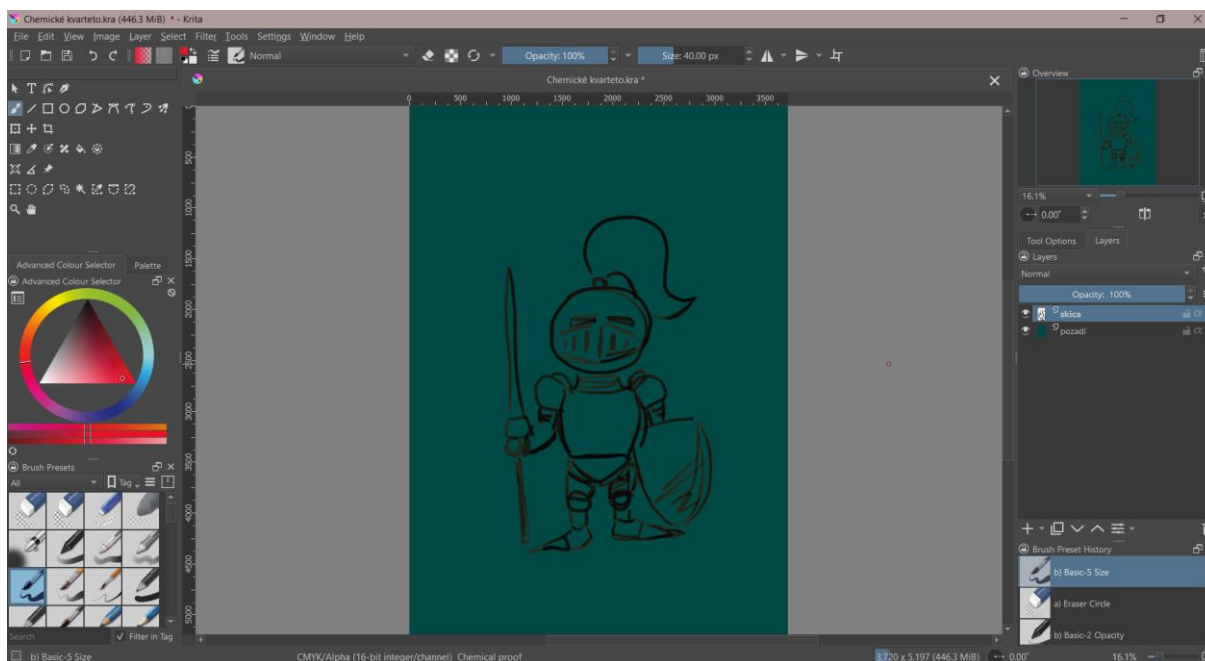
Pozadí obrázků bylo zvoleno nejprve pro všechny karty stejné, po finalizaci všech obrázků bylo pak upraveno na jinou barvu pro každou skupinu periodické tabulky.

Na Obr. 1 můžeme vidět prostředí programu Krita s vytvořeným základním souborem pro kartu Chemického kvarteta, konkrétně se jedná o prvek železa. Části, které jsou na obrázku zvýrazněny barevnými obdélníky, se nazývají „doky“ a je možno si je uzpůsobit dle svých potřeb. Druhů těchto doků, které je možné zobrazit a používat, je více než 30. Jde je přesouvat či seskupovat. Musím podotknout, že takto připravená plocha je mou osobní preferencí a může se lišit od výchozí plochy po novém stažení programu. Anglické názvy doků jsou taktéž osobní preferencí, jelikož má Krita i prostředí v českém jazyce.



Obrázek 1 – Pracovní plocha programu Krita rozdělená do několika částí: A – nástroje, B – sektor barev a barevná paleta, C – výběr štětců, D – hlavní pracovní plocha se souborem karty kvarteta, E – historie použitých nástrojů, F – ovládání vrstev, G – malý náhled, H – ovládání plochy a nástrojů, I – nabídka programu.

Krokem, který následoval po přípravě souboru, bylo nakreslit jednoduchou **skicu** motivu dle vybraných předloh. Účelem skici je v relativně krátkém čase rozvrhnout prostorové poměry obrázku a znázornit ty největší celky. Protože se jedná pouze o jednoduché znázornění obrázku, byla tato část procesu také nejméně časově náročná a nezabrala více než jednotky až desítky minut na jednu kartu, viz Obr. 2. Skica je nakreslena do nové vrstvy souboru, aby bylo možné ji později skrýt či smazat. Štětce i barvy použité při tvorbě skici byly voleny dle mých aktuálních preferencí a potřeb. Vzhledem k tomu, že se jedná pouze o náčrt, a tato vrstva je později skryta či vymazána, nepovažuji za nutné ji popisovat podrobněji.

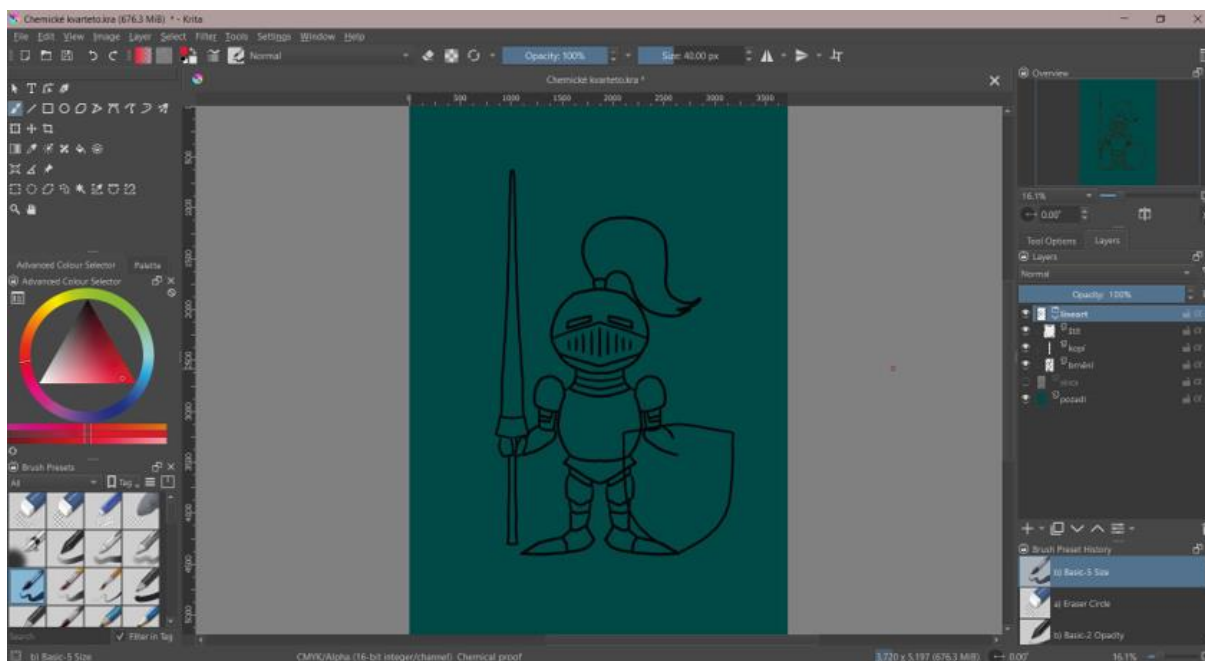


Obrázek 2 - Skica karty železa znázorňující rytířské brnění

Skicu bylo potřeba následně upravit do tzv. **line-artu**, který byl nakreslen do nové vrstvy souboru, viz Obr. 3. Během této části procesu dochází k umazání přebytečných čar původní skici, zdůraznění hlavních linií a vytvoření finálních obrysů celého obrázku. To je také důvod, proč se jednalo o časově nejnáročnější část celého procesu. U nejjednodušších obrázků byla tato verze hotová asi za 30 minut, u těch nejnáročnějších (skandium, měď, yttrium apod.) bylo potřeba každé kartě v této fázi procesu věnovat cca 2-3 hodiny čistého času.

V tomto kroku bylo také nutné kontrolovat použití stejného štětce o konstantních rozměrech, aby obrázky všech prvků vypadaly soudržně. Byl použit štětec Basic-1, vel. 40 px s malými úpravami v nastavení (přítlak aj.). Při kreslení detailů byla použita velikost štětce 20 px. Pro všechny finální line-arty byla použita černá barva, aby všechny karty vypadaly soudržně.

V tomto kroku bylo možné využít nástrojů „elipsa“, „čára“, „polygon“ či „čtverec“, a postavit tak obrysy z geometrických objektů, aby měly čáry čistý vzhled, kruhy v každé části stejný poloměr apod. Tyto nástroje byly využity pouze jako vodítka, nejsou součástí finálních karet. Důvodem je záměr obrázkům zachovat osobitost a hravost. Je tak přiznáno, že jsou obrázky nakresleny lidskou rukou, i když jsou vytvářeny v digitální podobě.



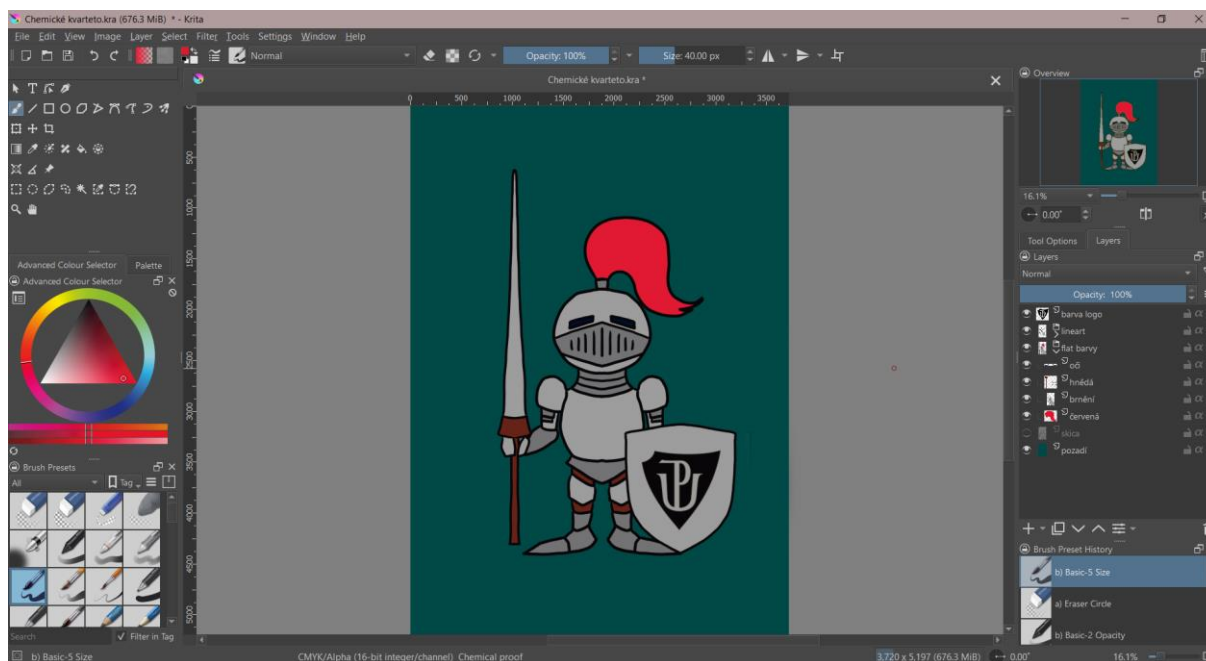
Obrázek 3 - Line-art karty železa znázorňující rytířské brnění

Po finalizaci line-artu následovalo **přidání barev**. Barvy byly voleny tak, aby korespondovaly s barevnou paletou, kterou jsem sestavila již před začátkem tvorby jednotlivých karet. Tato původní paleta barev byla postupně upravována. Byly do ní přidávány barvy v závislosti na změnách motivů karet tak, aby se jednalo o co nejdokladnější znázornění. Finální verze palety obsahuje celkem 30 barev (Obr. 4).



Obrázek 4 - Finální barevná paleta Chemického kvarteta

Samozřejmostí bylo také barevně zvolit co nejvěrohodnější znázornění daných prvků, obzvláště kovů. Pro každou barvu byla zvolena nová vrstva obrázku, což usnadňovalo barvy rychle měnit v případě potřeby, viz Obr. 5. Časově se v této části pohybujeme v rozmezí několika minut až hodiny, v závislosti na komplexnosti a počtu barev daného obrázku.



Obrázek 5 - Vybarvená karta železa znázorňující rytířské brnění

Finálním krokem tvorby motivu bylo **přidání odlesků a detailů**, pokud to bylo u daného prvku potřeba. Protože se jedná o didaktickou hru, byla zvolena 2D podoba všech motivů. Nebylo tedy potřeba stínování obrázků, ani přechodů barev, které by byly časově i prakticky mnohem náročnější na realizaci.

Celý tento proces byl u některých karet realizován pouze jednou, některé z karet byly vyhotoveny ve 2-3 verzích a následně pak byla vybrána nejvhodnější z nich.

4.2.3 Finalizace karet

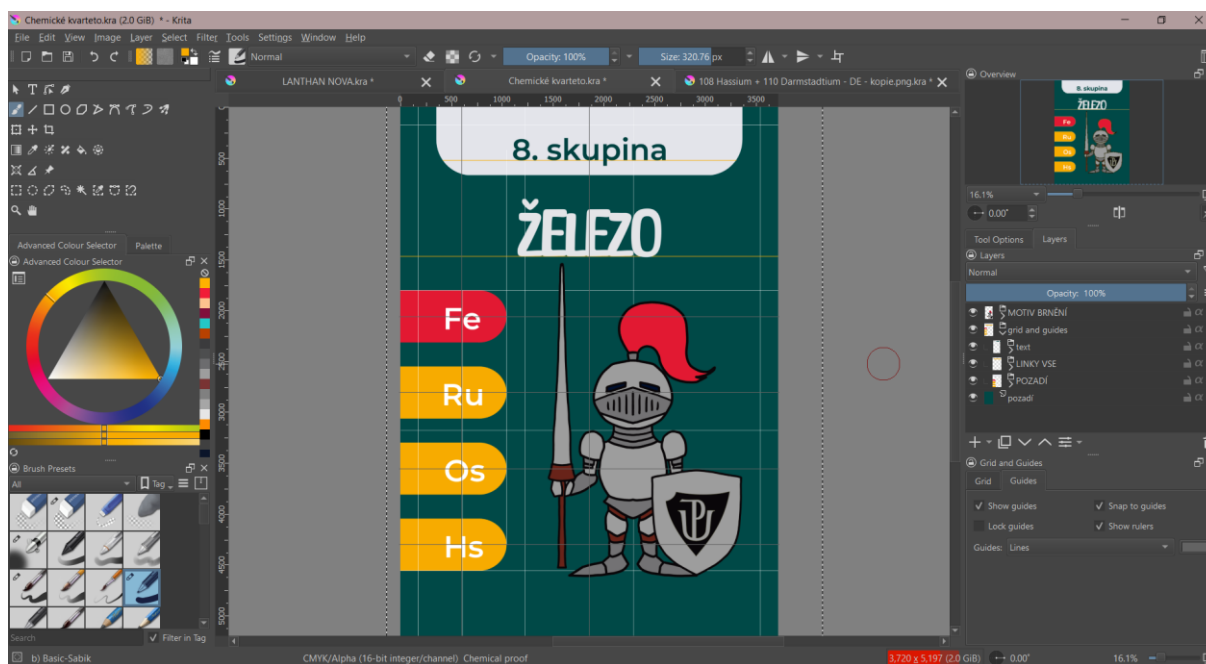
Po nakreslení všech motivů bylo potřeba přidat také popisy všech karet, aby byly karty úplné. Konkrétně se jednalo o název prvku, skupinu, ve které se tento prvek nachází a zkratky zbývajících prvků dané skupiny. Toto rozmístění také prošlo revizemi.

Na finálních verzích karet byl zvolen název prvku a číslo skupiny, které se nachází vždy v horní části karty. V levé části karty jsou pak svisle znázorněny zkratky jednotlivých prvků skupiny tak, aby jejich rozmístění korespondovalo s umístěním v periodické tabulce prvků.

Pro názvy prvků byl zvolen nevšední font Ambery Garden, který je volně dostupný ke stažení a využití. (102) Na označení skupiny a zkratk prvků byl využit font Montserrat SemiBold, který zachovává malá a velká písmena. Tento font je také volně dostupný ke stažení a využití. (103) Ukázku najdeme na Obr. 6.

Pozadí značek prvků bylo zvoleno dle estetických preferencí z barev již zmiňované palety. Odlišné barevné pozadí za značkou prvku, jehož název je v horní části karty, slouží k přehlednější orientaci během hry.

Přidávání těchto popisů bylo jednou z náročnějších částí celého procesu, neboť bylo potřeba, aby měly všechny karty stejné rozvržení, velikosti písma a další parametry. Nejprve jsem musela vše správně vyměřit a rozvrhnout. Abych nemusela vše komplikovaně vyměřovat u každé karty znovu, vytvořila jsem si šablonu obsahující rozkreslení a vodítka. Proces tvorby této šablony byl sice náročný a trval asi 3 hodiny, nicméně následnou práci velmi výrazně usnadňoval a splnil tak svůj účel.



Obrázek 6 - Ukázka rozpracované karty železa s vodítky

Přidání těchto popisů pak zabralo u každé karty kolem 10-15 minut. Vzhledem k tomu, že se jednalo o poslední krok v celém procesu, bylo také potřeba karty zkontrolovat. Byly proto zkontrolovány všechny vrstvy a upraveny malé drobnosti, šmouhy, přetahy a jiné nedokonalosti. U pozdějších motivů se jednalo pouze o zběžnou kontrolu a většinou nebyly opravy potřeba vůbec. Naproti tomu u karet, které byly tvořeny jako první, zabraly opravy až

hodinu času. Je to způsobeno tím, že během několika měsíců, v rámci kterých byla tato hra vytvářena, jsem se naučila spoustu nových dovedností týkajících se ovládání programu Krita, a chtěla jsem odevzdat všechny karty v uspokojivé kvalitě. Finální podobu karty znázorňuje Obr. 7.



Obrázek 7 - Hotová karta železa

4.2.4 Zadní strana karet

Zadní strana všech karet prvků má design, který je zobrazen na Obr. 8. Vzhledem k tomu, že bylo záměrem směřovat pozornost na přední strany karet a na vyobrazené motivy, je zadní strana velmi jednoduchá. Obsahuje pouze jednoduchou mřížku a název hry.

Font, který byl použit pro tvorbu názvu, je také již zmiňovaný Ambery Garden. Nejprve byl pomocí textového editoru vytvořen název do nové vrstvy obrázku. Následně byla vrstva zkopírována a upravena na obrys textu.



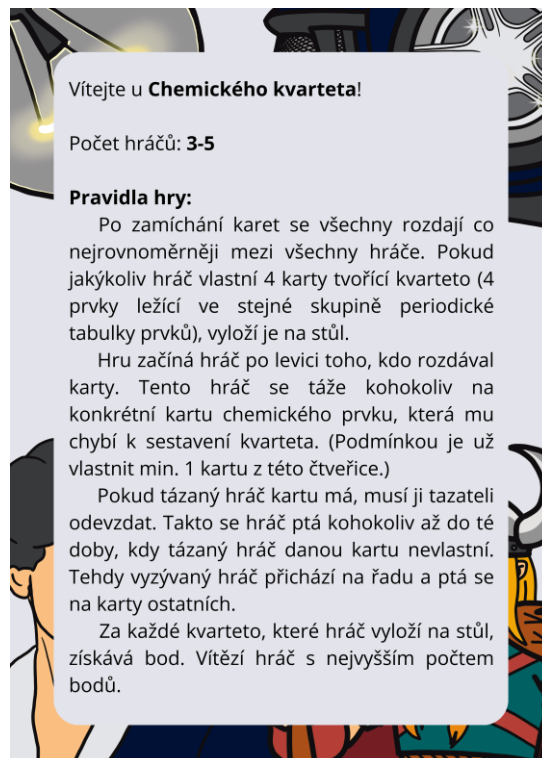
Obrázek 8 - Zadní strana hracích karet

4.3 Úvodní karta

Pro úvodní stranu karet bylo vytvořeno několik návrhů. Finální návrh obsahuje název hry „Chemické kvarteto“ společně se čtyřmi motivy obsaženými také na kartách prvků a je zobrazen na Obr. 9 a Obr. 10. Dva z nich jsou technické, na dvou jsou lidské postavy. Tento design koresponduje s designem krabičky. Na zadní straně této karty se nachází krátký úvod a pravidla hry. Tvorba této karty zabrala asi 90 minut.



Obrázek 9 - Přední strana úvodní karty



Obrázek 10 - Zadní strana úvodní karty s pravidly

4.4 Krabíčka

Součástí této hry je také krabíčka, viz Obr. 11. Ta byla vytvořena následujícím způsobem. Nejprve bylo potřeba propočítat základní rozvrhy, tedy výšku a šířku korespondující s rozměry karet. Tloušťka krabíčky byla zvolena odhadem založeném na několika baleních karet her, které vlastním. Odvíjí se totiž od tloušťky papíru, na kterém jsou jednotlivé karty vytištěny. Po rozměření všech nezbytných částí tak, aby bylo možné krabíčku složit, byl narýsován její návrh na papír. Ten byl následně oskenován a vložen do nového souboru programu Krita. V tomto programu byly překresleny obrysy původní papírové verze. Poté byly na krabíčku vloženy motivy prvků a byl tak vytvořen finální design. Celý tento proces zabral 4 hodiny.



Obrázek 11 - Finální návrh krabíčky ke hře Chemické kvarteto

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Využití aktivizačních prostředků a her ve výuce

Aktivizující výukové metody jsou účinným prostředkem ke zvýšení motivace a zapojení žáků do výukového procesu. Při jejich implementaci dochází k rozvoji zodpovědnosti, samostatnosti a celkové osobnosti žáka. Respektují také individuální učební styly žáků. (4)

Využití didaktických her ve výuce má mnoho výhod, z nichž můžeme zmínit např. posílení týmového ducha, podporu vzájemného učení žáků či jejich logického myšlení. (34) Mimo to, patří mezi velmi oblíbené výukové metody žáků. (10, 38) Slouží také učiteli jako nástroj pedagogické diagnostiky. (27) Jejich nevýhodou je náročnost managementu třídy i času a možný chaos ve třídě během jejich realizace. (36) Při tvorbě didaktické hry samotným pedagogem se pak jedná hlavně o časovou náročnost celého procesu. (27)

I přes rozvoj technologií se karetní hry ukazují ve výuce chemie stejně efektivní, jako hry počítačové. Při výuce pomocí těchto didaktických her žáci dosahují lepších testových výsledků v porovnání s využitím tradičních metod. (29) To potvrzuje i výzkum Černé, která využila karetních her Kvarteto, Penteto či Černý Petr. (28) Lepšího testového skóre dosahovali i žáci při použití karetní hry s pravidly podobnými známé hře UNO. (31)

5.2 Přínos didaktické hry „Chemické kvarteto“ jako vzdělávacího materiálu

Hra „Chemické kvarteto“ je primárně určena žákům středních škol. Vzhledem k tomu, že propojuje znalosti chemického názvosloví, vztahů prvků v periodické soustavě prvků i jejich vlastností a využití, je vhodné ji využít jako prostředek opakování učiva obecné či anorganické chemie. Konkrétně se jedná o podporu očekávaných výstupů *„žák předvídá vlastnosti prvků a jejich chování v chemických procesech na základě poznatků o periodické soustavě prvků“* v obecné chemii a *„žák charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí“* v anorganické chemii. Tyto výstupy jsou součástí RVP gymnázií. (104)

Mimo školní lavice je však možné hru využít všemi nadšenci chemie. Může být využita také jako aktivita v chemických kroužcích či pedagogy volného času.

5.3 Distribuce didaktické hry „Chemické kvarteto“

S využitím hry – ať už učiteli, či veřejností, se také pojí její distribuce. Mým přáním je, aby byla hra využita i mimo rámec této bakalářské práce. Jednou z možností, jak hru Chemické kvarteto rozšířit mezi co největší počet lidí, je zavěsit všechny karty na vzdělávací web „Chemie

žije“ a zpřístupnit je tak všem, kteří na tyto webové stránky zavítají. Tato cesta se jeví jako praktická a časově nenáročná. Bude však vyžadovat seznámení se s prostředím této stránky. Na druhou stranu po zavěšení na web není možné kontrolovat, v jaké kvalitě je hra šířena dále.

Druhou z možností je pokusit se o směr komerční výroby a distribuce do škol. Velmi mne inspiroval příběh slovenských studentů Ivany Kravárové a Adriána Hegedúše, kteří svůj původní nápad chemické deskové hry dokázali během několika let zrealizovat a zpřístupnit tak hru „ChemPlay“ vyučujícím chemie po celé (nejen) Slovenské republice. (42)

Tato cesta představuje mnohem větší výzvu, nicméně je pro mě milníkem, kterého bych jednou chtěla dosáhnout. Jak ukazuje příběh slovenských studentů – nejedná se o nemožný úkol.

5.4 Srovnání s dostupnými karetními hrami s chemickou tematikou na českém trhu

Karetních her s chemickou tematikou, dostupných na českém trhu, není mnoho. Určitě je potřeba zmínit Chemické kvarteto, které bylo připraveno Knihovnou chemie PřF UK. Hru je možno zakoupit z webu prirodovedci.cz za částku 140 Kč. Hrací balíček obsahuje karty znázorňující první čtyři prvky 1., 2. a 13.-18. skupiny periodické tabulky. (44)

Uprostřed karet je vyobrazeno schéma slupek atomového obalu s vyznačenými valenčními elektrony a značkou prvku. Levý horní roh obsahuje znovu značku prvku společně s jeho atomovým číslem. V pravém horním rohu nalezneme číslo skupiny tohoto prvku. Karty mají jednoduchý elegantní vzhled. Hráč nicméně nemá informaci o tom, jaké další prvky leží ve stejné skupině s prvkem znázorněným na kartě. To můžeme považovat jak za výhodu, pokud je naším cílem starší publikum se znalostí vztahů v periodické soustavě prvků, tak také jako nevýhodu, kdy bude hra náročnější pro mladší či méně znalé publikum. Další nevýhodou může být nekompletnost skupin – karty znázorňují pouze první čtyři prvky dané skupiny, aby bylo možné hru hrát dle pravidel kvarteta. Právě této skutečnosti jsem se chtěla při tvorbě vlastní hry vyvarovat, proto byly zvoleny prvky 3. – 12. skupiny periodické soustavy prvků.

Dalším počinem Knihovny chemie PřF UK je hra Chemický postřeh. Tato stolní hra je tvořena kulatými „kartami“, na kterých najdeme různé obrázky pomůcek z prostředí chemické laboratoře. Laboratorní pomůcky byly pravděpodobně nakresleny na papír, a následně oskenovány a upraveny na plochu hracích karet. Cílem hry je být prvním člověkem, který postřehne symbol či obrázek opakující se na dvojici karet pouze jednou. Tuto hru je možné

pořídit taktéž z webových stránek prirodovedci.cz za částku 290 Kč. (43) Hra je pravděpodobně variací známé hry „Dobble“.

5.5 Náročnost tvorby Chemického kvarteta

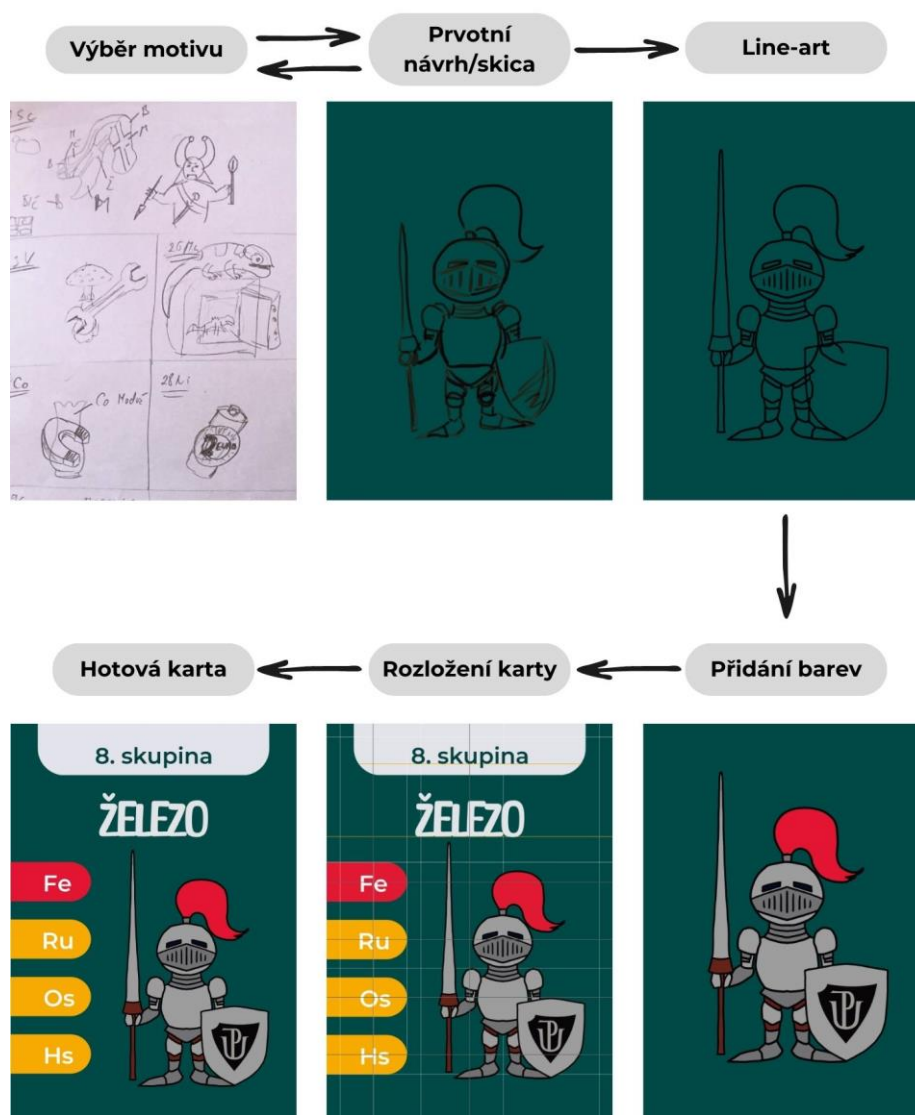
Mým záměrem bylo vytvořit didaktickou hru „Chemické kvarteto“ za použití co nejnižších nákladů, přesto co nejprofesionálněji. Byl proto použit program Krita ver. 5.1.0, který je zdarma dostupný. (50) Vybíraná písma na popis karet jsou taktéž volně dostupná a zdarma. (102, 103) Pokud do nákladů nezahrnuji notebook, který je při výrobě také potřebný, byl nejdražší položkou grafický tablet XP PEN Deco 01 (v2), jehož cena se pohybuje do 2.000 Kč. (53)

Náklady, které naopak vůbec nízké nejsou, jsou využitý čas a technické znalosti. Umění, kresbu a malbu mám v lásce už od malička. Digitální tvorbu jsem poprvé vyzkoušela až v roce 2021, kdy jsem se začala učit jak s výše zmíněným programem, tak i s grafickým tabletem. Ve výrobním procesu této hry tedy není započítán čas během zmíněných tří let, který byl věnován právě seznamování se s těmito prostředky. Pokud bych hru vytvářela v neznámém programu, se kterým bych se musela nejprve naučit zacházet a ovládat jej, dosahoval by výsledný čas výroby hry mnohem vyšších hodnot.

Výrobní proces karet se skládal ze šesti fází. V první fázi byly vybrány vhodné motivy odrážející využití, vlastnosti či názvosloví prvků. Byly také nakresleny prvotní návrhy. Druhým krokem bylo vytvoření samostatných souborů karet a načrtnutí jednoduché skici v grafickém programu Krita. Následovalo upravování těchto karet a tvorba tzv. line-artu, což patřilo mezi náročnější části celého procesu. Poté byly do obrázků vneseny barvy, korespondující s barevnou paletou, která byla pro tento projekt také připravena. Dalším důležitým krokem bylo rozvrhnutí všech částí karty zahrnující již nakreslený motiv, skupinu prvku, název prvku a značky ostatních prvků, nacházejících se ve stejné skupině periodické soustavy prvků. Při tomto kroku také došlo k drobným opravám a ke kontrole všech návrhů. Celý tento proces je znázorněn jednoduchým algoritmem na Obr. 12.

Pro karty byl také vytvořen design zadní strany. Ten obsahuje název hry s jednoduchým pozadím. Součástí bylo také vytvořit úvodní kartu s pravidly hry. Tato karta koresponduje s designem krabičky, která byla pro hru taktéž navržena.

Některé z karet i krabička byly během celého procesu také několikrát vytištěny na papír, aby bylo ověřeno, zda jsou všechny části dobře viditelné a čitelné i v malých rozměrech.



Obrázek 12 - Algoritmus znázorňující proces výroby karet

U každého kroku výrobního procesu (popsaných podrobněji v kapitolách 4.2 – 4.4) je zmíněn přibližný potřebný čas na jeho realizaci. V níže poskytnuté Tabulce 1 je uvedeno shrnutí časové náročnosti všech kroků.

Celkový výrobní čas jedné karty se pohyboval kolem 167,5 minut, což odpovídá 2,8 hodinám. Tvorba 40 karet tedy vyžadovala kolem 112 hodin. Tvorba krabičky zabrala celkem 4 hodiny. Do tohoto času nejsou zahrnuty konzultace, revize, změny motivů ani tvorba karet, které se nedostaly do finálního výběru. Celkový čas tvorby takovéto hry je tedy ještě o něco vyšší.

Tabulka 1 - Časová náročnost dílčích fází procesu výroby Chemického kvarteta

Fáze procesu výroby	Rozmezí časové náročnosti	Odhadovaný čas na jednu kartu (minuty)
Výběr vhodného motivu, bližší seznámení se s vlastnostmi a využitím všech prvků	5 h	7,5
Skica	5-20 minut	10
Line-art	30 minut – 3 h	90
Přidání barev	10 minut – 1 h	30
Tvorba mřížkové šablony a rozvržení karty	3 h	-
Přidání popisů	10-15 minut	10
Finální kontrola karet	5 minut – 1 h	20
Tvorba úvodní karty	90 minut	-
Tvorba krabičky	4 hodiny	-
Celkem	-	167,5

6 ZÁVĚR

Tématem předložené bakalářské práce byly didaktické hry ve výuce chemie. Teoretická část byla věnována literární rešerši týkající se výukových her jako prostředku aktivizace studentů ve výuce chemie na středních školách.

Nejprve byly definovány základní pojmy (výuka, vyučování, učení), výukové metody, aktivizační výukové metody a hra. Byl také krátce okomentován výběr vhodné výukové metody a s tím související styly učení a vyučování. Následně byly přiblíženy didaktické hry společně s metodickou přípravou k efektivnímu začlenění těchto her do výuky. Dále byly popsány výhody a nevýhody tohoto začlenění z pohledu učitele, a také vliv těchto her na žáka. Navazující kapitoly se věnují dopadům využití didaktických her ve výuce chemie v České republice i v zahraničí, dle kterých je možno považovat didaktické hry za efektivní nástroj výuky chemie. V poslední kapitole teoretické části je nastíněna dostupnost her s chemickou tematikou na českém trhu.

Cílem praktické části byl návrh a praktická realizace didaktické hry pro výuku chemie. V textu praktické části práce je nejprve popsán software a příslušenství, které byly využity k realizaci karetní hry Chemického kvarteta. Následuje popis všech fází celého výrobního procesu, který zahrnoval výrobu 40 hracích karet, jedné úvodní karty s pravidly a krabičky. Blíže jsou okomentovány důvody výběru motivů pro jednotlivé karty. Detailně je popsán také proces kresby těchto motivů.

V kapitole Výsledky a diskuze je okomentováno využití aktivizačních metod při výuce chemie, společně s možným přínosem vytvořené didaktické hry Chemického kvarteta ve výuce. Také je krátce zmíněna možná distribuce a srovnání s podobnými karetními hrami. Poslední část je věnována okomentování finanční, časové a technické náročnosti výroby této hry.

Věřím, že tuto hru využiji při výuce chemie nejen já ve své budoucí profesi, ale také další vyučující, kteří chtějí chemii učit hravě a interaktivně, čímž hra splní svůj účel. I přes to, že byl celý proces náročný, mnoho jsem se během jeho realizace naučila. Problematice chemických didaktických her bych se proto velmi ráda věnovala i v budoucnu.

7 POUŽITÁ LITERATURA

1. Výsledky PISA 2015 - úroveň patnáctiletých žáků ve vybraných gramotnostech. Online. Česká školní inspekce. 6. 12. 2016. Dostupné z: https://www.csicr.cz/cz/Aktuality/Vysledky-PISA-2015-uroven-patnactiletých-zaku-ve-v?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMATAAR13LC56rijfiHj-8CeMILRfvIs14oX7b3iqGwfTe-DpGFM02_DBBNylRk_aem_AdmDIcOr4bVlnrPxNRL04ZoHS1AQIEyOS8TgtO9ZCzkluQaIA9ObBDKVXevoyVywQEbp_26ARlkpoeTvx5pgxt-s. [cit. 2024-04-27].
2. ŠAFRÁNKOVÁ, Dagmar. *Pedagogika*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-2993-0.
3. KANTOROVÁ, Jana a GRECMANOVÁ, Helena. *Vybrané kapitoly z obecné pedagogiky II*. Olomouc: Hanex, 2010. ISBN 978-80-7409-030-1.
4. MAŇÁK, Josef a ŠVEC, Vlastimil. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.
5. PRŮCHA, Jan; MAREŠ, Jiří a WALTEROVÁ, Eliška. *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.
6. ZORMANOVÁ, Lucie. *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4590-9.
7. VÁGNEROVÁ, Marie. *Obecná psychologie: dílčí aspekty lidské psychiky a jejich orgánový základ*. Praha: Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3268-1.
8. GINNIS, Paul. *Efektivní výukové nástroje pro učitele: strategie pro zvýšení úspěšnosti každého žáka*. Praha: Čtení pomáhá, EDUKační LABoratoř, 2017. ISBN 978-80-906082-6-9.
9. PETTY, Geoff. *Teaching Today: A practical guide*. Cheltenham (United Kingdom): Nelson Thornes, 2009. ISBN 978-1-4085-0415-4.
10. TIKALSKÁ, Soňa. Jaké metody a organizační formy používají učitelé v současné době na našich školách? Online. *Metodický portál RVP*, 2008. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/s/Z/2588/%20JAKE-METODY-A-ORGANIZACNI-FORMY-POUZIVAJI-UCITELE-V-SOUCASNE-DOBĚ-NA-NASICH-SKOLACH.html>. [cit. 2024-04-19].
11. ŠKODA, Jiří a DOULÍK, Pavel. *Psychodidaktika: metody efektivního a smysluplného učení a vyučování*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3341-8.
12. FELDER, Richard M. Matters of style. Online. *ASEE Prism*, 1996, roč. 6, č. 4, s. 18-23. Dostupné z: <https://www.engr.ncsu.edu/wp->

- content/uploads/drive/11WH3ejjNgI3zYDbIRB6MSGhlQFYkxDIT/1996-LS-Prism.pdf.
[cit. 2024-04-19].
13. AKRAM AWLA, Hawkar. Learning Styles and Their Relation to Teaching Styles. Online. *International Journal of Language and Linguistics*. 2014, roč. 2, č. 3. ISSN 2330-0205. Dostupné z: <https://doi.org/10.11648/j.ijll.20140203.23>. [cit. 2024-04-19].
 14. FENSTERMACHER, Gary D. a SOLTIS, Jonas F. *Approaches to Teaching*. New York: Teachers College Press, 2004. ISBN 0-8077-4448-4.
 15. ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4100-0.
 16. MAŇÁK, Josef. Aktivizující výukové metody. Online. *Metodický portál RVP, 2008*. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/14483/AKTIVIZUJICI-VYUKOVE-METODY.html>. [cit. 2024-04-19].
 17. COOK, David A a ARTINO, Anthony R. Motivation to learn: an overview of contemporary theories. Online. *Medical Education*. 2016, roč. 50, č. 10, s. 997-1014. ISSN 0308-0110. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/medu.13074>. [cit. 2024-04-19].
 18. SIMPSON, Eleanor H. a BALSAM, Peter D. *Behavioral Neuroscience of Motivation*. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. ISBN 978-3-319-26933-7.
 19. NAKONEČNÝ, Milan. *Motivace chování*. 3., přeprac. vyd. Praha: Triton, 2014. ISBN 978-80-7387-830-6.
 20. Play. *APA Dictionary of Psychology*. Online. Dostupné z: <https://dictionary.apa.org/play>. [cit. 2024-04-23].
 21. GRAY, Peter. Definitions of Play. Online. *Scholarpedia*. 2013, roč. 8, č. 7. ISSN 1941-6016. Dostupné z: <https://doi.org/10.4249/scholarpedia.30578>. [cit. 2024-04-19].
 22. ZAPLETAL, Miloš. *Velká encyklopedie her*. 2. vyd. Praha: Leprez, 1995. ISBN 80-901826-6-6.
 23. PŘÍHODA, Václav. *Ontogeneze lidské psychiky: Vývoj člověka do patnácti let*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1963. ISBN 16-917-63.
 24. CHVOJ, Martin. *Pokročilá teorie her ve světě kolem nás*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4620-3.
 25. MAŇÁK, Josef. *Alternativní metody a postupy*. Brno: Masarykova univerzita, 1997. ISBN 80-210-1549-7.

26. BOTTURI, Luca a LOH, Christian Sebastian. *Games: Purpose and Potential in Education*. Boston, MA: Springer US, 2009. ISBN 978-0-387-09774-9.
27. SOCHOROVÁ, Libuše. Didaktická hra a její význam ve vyučování. Online. *Metodický portál RVP*, 2011. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/s/Z/13271/DIDAKTICKA-HRA-A-JEJI-VYZNAM-VEVYUCOVANI.html>. [cit. 2024-04-19].
28. ČERNÁ, Martina. Vliv her s chemickou tematikou na efektivitu výuky chemie. Online. *Biologie. Chemie. Zeměpis*. 2017, roč. 26, č. 3, s. 2-10. ISSN 2533-7556. Dostupné z: <https://doi.org/10.14712/25337556.2017.3.1>. [cit. 2024-04-19].
29. RASTEGARPOUR, Hassan a MARASHI, Poopak. The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. Online. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2012, roč. 31, s. 597-601. ISSN 18770428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.111>. [cit. 2024-04-19].
30. ANTUNES, Mariana; PACHECO, Anna Maria Rocco a GIOVANELA, Marcelo. Design and Implementation of an Educational Game for Teaching Chemistry in Higher Education. Online. *Journal of Chemical Education*. 2012, roč. 89, č. 4, s. 517-521. ISSN 0021-9584. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/ed2003077>. [cit. 2024-04-19].
31. PIYAWATTANAVIROJ, Poramin; MALEESUT, Thanakrit a YASRI, Pratchayapong. An Educational Card Game for Enhancing Students' Learning of the Periodic Table. Online. *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and Multimedia Technology – ICEMT 2019*. New York, USA: ACM Press, 2019, s. 380-383. ISBN 9781450372107. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/3345120.3345165>. [cit. 2024-04-19].
32. SAKHATOV, Miran. Didactic games as one of the forms of organization of cognitive activity of students in history lessons in high school. Online. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*. 2019, roč. 7, č. 12. ISSN 2056-5852. Dostupné z: <https://www.idpublications.org/wp-content/uploads/2019/11/Full-Paper-DIDACTIC-GAMES-AS-ONE-OF-THE-FORMS-OF-ORGANIZATION-OF-COGNITIVE-ACTIVITY-OF.pdf>. [cit. 2024-04-23].
33. METWALLY, Ahmed; YOUSEF, Ahmed Mohamed Fahmy a WANG, Yining. Investigating the effects of gamifying homework on students' perceived satisfaction, behavioral intention and intrinsic motivation. In: *The 3rd International GamiFIN Conference (GamiFIN 2019)*. Levi, Finland. 8. – 10. 4. 2019. Dostupné z: <https://ceur-ws.org/Vol-2359/paper5.pdf>. [cit. 2024-04-23].

34. ZSOLDOS-MARCHIS, Iuliana a JUHÁSZ, Anna. Board-games in the primary classroom: teachers' practice and opinion. Online. In: *14th International Technology, Education and Development Conference*. Valencia, Spain. 2. – 4. 3. 2020. Dostupné z: <https://doi.org/10.21125/inted.2020.2041>. [cit. 2024-04-26].
35. DEMIRBILEK, Muhammet; TALAN, Tarik a ALZOUEBI, Khadeegha. An Examination of the Factors and Challenges to Adopting Gamification in English Foreign Language Teaching. Online. *International Journal of Technology in Education*. 2022, roč. 5, č. 4, s. 654-668. ISSN 2689-2758. Dostupné z: <https://doi.org/10.46328/ijte.358>. [cit. 2024-04-26].
36. STOJKOVIĆ, Miljana K. a JEROTIJEVIĆ, Danica M. Reasons for Using or Avoiding Games in an EFL Classroom. In: *1st International Conference on Foreign Language Teaching and Applied Linguistics*. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina 5.-17. 5. 2011. Online. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/153447295.pdf>. [cit. 2024-04-26].
37. FRANCO-MARISCAL, Antonio Joaquín; OLIVA-MARTÍNEZ, José María a ALMORAIMA GIL, M. L. Students' Perceptions about the Use of Educational Games as a Tool for Teaching the Periodic Table of Elements at the High School Level. Online. *Journal of Chemical Education*. 2015, roč. 92, č. 2, s. 278-285. ISSN 0021-9584. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/ed4003578>. [cit. 2024-04-26].
38. ROŠTEJNSKÁ, Milada a KLÍMOVÁ, Helena. Biochemistry Games: AZ-Quiz and Jeopardy!. Online. *Journal of Chemical Education*. 2011, roč. 88, č. 4, s. 432-433. ISSN 0021-9584. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/ed100231r>. [cit. 2024-04-19].
39. SADYKOV, Timur; ČTRNÁCTOVÁ, Hana a KOKIBASOVA, Gulmira T. Students' opinions toward interactive apps used for teaching chemistry. Online. *Bulletin of the Karaganda University. „Chemistry“ series*. 2021, roč. 103, č. 3, s. 103-114. ISSN 2518718X. Dostupné z: <https://doi.org/10.31489/2021Ch3/103-114>. [cit. 2024-04-19].
40. NAJDI, Samir a SHEIKH, Randa El. Educational Games: Do They Make a Difference? Online. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2012, roč. 47, s. 48-51. ISSN 18770428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.612>. [cit. 2024-04-19].
41. *Experimentální sady pro chemii*. Online. Dostupné z: <https://www.multip.cz/experimentalni-sady-pro-chemii#!/experimentalni-sady-pro-chemii>. [cit. 2024-04-26].
42. *Hra ChemPlay*. Online. Dostupné z: <https://spst.sk/pribeh/>. [cit. 2024-04-26].

43. *Chemický postřeh*. Online. Dostupné z: <https://www.prirodovedci.cz/eshop/kategorie/hry/produkt/chemicky-postreh/>. [cit. 2024-04-26].
44. *Chemické kvarteto*. Online. Dostupné z: <https://www.prirodovedci.cz/eshop/kategorie/hry/produkt/chemicke-kvarteto/>. [cit. 2024-04-26].
45. *Elektronický obchod Terasoft, a. s.* Online. Dostupné z: <https://www.terasoft.cz/obchod.htm>. [cit. 2024-04-26].
46. *Věk chemie – interaktivní karetní hra*. Online. Dostupné z: <https://step.vscht.cz/hry/vek-chemie-interaktivni-karetni-hra>. [cit. 2024-04-26].
47. *Společenské karetní hry s chemickou problematikou*. Online. Dostupné z: <https://www.ped.muni.cz/wchem/hry1.htm>. [cit. 2024-04-26].
48. *Další materiály vhodné (nejen) do výuky chemie*. Online. Dostupné z: <http://www.studiumbiochemie.cz/dobble.html>. [cit. 2024-04-26].
49. *Výukové materiály*. Online. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/material/>. [cit. 2024-04-26].
50. *Krita 5.1.0*. Online. Dostupné z: <https://download.kde.org/Attic/krita/5.1.0/>. [cit. 2024-04-26].
51. *Krita – History*. Online. Dostupné z: <https://krita.org/en/about/history/>. [cit. 2024-04-26].
52. *Krita – System Requirements*. Online. Dostupné z: <https://krita.org/en/download/>. [cit. 2024-04-26].
53. *XP-PEN Deco 01 (v2)*. Online. Dostupné z: <https://www.xppen.tech/deco-01-2/>. [cit. 2024-04-26].
54. GRAY, Theodore. *The elements: A Visual Exploration of Every Known Atom in the Universe*. New York: Black Dog & Leventhal, 2009. ISBN 978-1-57912-814-2.
55. *Scandium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/21/scandium>. [cit. 2024-04-20].
56. MSE Supplies Admin. *Yttrium Aluminum Garnet (Y₃Al₅O₁₂, YAG) crystals, substrates, and powders*. Online, webový příspěvek. 24. 8. 2020. Dostupné z: <https://www.msесupplies.com/blogs/news/yttrium-aluminum-garnet-y3al5o12-yag-crystals-substrates-and-powders>. [cit. 2024-04-20].
57. *Actinium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/89/actinium>. [cit. 2024-04-20].

58. GREENWOOD, Norman Neill a EARNSHAW, Alan. *Chemie prvků*. Praha: Informatorium, 1993. ISBN 80-85427-38-9.
59. ANTAL, Peter; BÁRTOVÁ, Iveta a SMÉKAL, Zdeněk. *Cvičení z anorganické chemie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2021. ISBN 978-80-244-5829-8.
60. *Titanium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/22/titanium>. [cit. 2024-04-20].
61. HOLDEN, Norman E.; COPLEN, Tyler B.; BÖHLKE, John K.; TARBOX, Lauren V.; BENEFIELD, Jacqueline et al. IUPAC Periodic Table of the Elements and Isotopes (IPTEI) for the Education Community (IUPAC Technical Report). Online. *Pure and Applied Chemistry*. 2018, roč. 90, č. 12, s. 1833-2092. ISSN 1365-3075. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/pac-2015-0703>. [cit. 2024-04-20].
62. *Zirconium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/40/zirconium>. [cit. 2024-04-20].
63. *Hafnium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/72/hafnium>. [cit. 2024-04-20].
64. *Rutherfordium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/104/rutherfordium>. [cit. 2024-04-20].
65. *Vanadium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/23/vanadium>. [cit. 2024-04-20].
66. BRAEUER, Simone; VALENTA, Martin; STEINER, Lorenz a GOESSLER, Walter. Determination of the naturally occurring vanadium-complex amavadin in *Amanita muscaria* with HPLC-ICPMS. Online. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2021, roč. 36, č. 5, s. 954-967. ISSN 0267-9477. Dostupné z: <https://doi.org/10.1039/D0JA00518E>. [cit. 2024-04-29].
67. PADILLA, Abraham J. a NASSAR, Nedat T. Dynamic material flow analysis of tantalum in the United States from 2002 to 2020. Online. *Resources, Conservation and Recycling*. 2023, roč. 190. ISSN 09213449. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106783>. [cit. 2024-04-20].
68. Live Science Staff. *Facts About Dubnium*. Online, webový příspěvek. 21. 10. 2013. Dostupné z: <https://www.livescience.com/40586-facts-about-dubnium.html>. [cit. 2024-04-20].
69. *Molybdenum*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/42/molybdenum>. [cit. 2024-04-21].

70. *Tungsten*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/74/tungsten>. [cit. 2024-04-21].
71. SEABORG, Eric. *Seaborgium*. Online, webový příspěvek. 2003. Dostupné z: <https://pubsapp.acs.org/cen/80th/seaborgium.html?> [cit. 2024-04-21].
72. RAYNER-CANHAM, Geoff a ZHENG, Zheng. Naming elements after scientists: an account of a controversy. Online. *Foundations of Chemistry*. 2008, roč. 10, č. 1, s. 13-18. ISSN 1386-4238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10698-007-9042-1>. [cit. 2024-04-21].
73. *Manganese*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/25/manganese>. [cit. 2024-04-21].
74. GHOSH, Sujit Kumar. Diversity in the Family of Manganese Oxides at the Nanoscale: From Fundamentals to Applications. Online. *ACS Omega*. 2020, roč. 5, č. 40, s. 25493-25504. ISSN 2470-1343. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c03455>. [cit. 2024-04-21].
75. BRUNNING, Andy. *IYPT 2019 Elements 075: Rhenium: Superalloys and making lead-free petrol*. Online, webový příspěvek. 6. 10. 2019. Dostupné z: <https://www.compoundchem.com/2019/10/06/iypt075-rhenium/>. [cit. 2024-04-22].
76. BRUNNING, Andy. *IYPT 2019 Elements 106 & 107: Seaborgium & Bohrium*. Online, webový příspěvek. 17. 12. 2019. Dostupné z: <https://www.compoundchem.com/2019/12/17/iypt106sg-107bh/>. [cit. 2024-04-22].
77. WILLIAMS, Alan R. The Manufacture of Mail in Medieval Europe: A technical note. Online. *Gladius*. 1980, roč. XV, s. 105-134. ISSN 1988-4168. Dostupné z: <https://doi.org/10.3989/gladius.1980.135>. [cit. 2024-04-22].
78. NORRIS, Michael. *Arms and Armor in Medieval Europe*. Online, webový příspěvek. 10. 2001. Dostupné z: <https://www.compoundchem.com/2019/10/06/iypt075-rhenium/>. [cit. 2024-04-22].
79. TOMAR, Neeraj; AGRAWAL, Anupam; DHAKA, Vijaypal Singh a SUROLIA, Praveen K. Ruthenium complexes based dye sensitized solar cells: Fundamentals and research trends. Online. *Solar Energy*. 2020, roč. 207, s. 59-76. ISSN 0038092X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.06.060>. [cit. 2024-04-22].
80. *Osmium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/76/osmium>. [cit. 2024-04-22].

81. *Hassium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/108/hassium>. [cit. 2024-04-22].
82. *Cobalt*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/27/cobalt>. [cit. 2024-04-22].
83. *Iridium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/77/iridium>. [cit. 2024-04-22].
84. DRAKE, Rebecca; TERRY, Samantha Y. A. a LANGDON, Sophie. Lise Meitner, the Scientist Who Changed Medicine by Splitting Atoms. Online. *Frontiers for Young Minds*. 2022, roč. 10. ISSN 2296-6846. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/frym.2022.722112>. [cit. 2024-04-22].
85. CHODOS, Alan. *This Month in Physics History: December 1938: Discovery of Nuclear Fission*. Online, webový příspěvek. 12. 2007. Dostupné z: <https://www.aps.org/publications/apsnews/200712/physicshistory.cfm/>. [cit. 2024-04-23].
86. NESTLE, Frank O.; SPEIDEL, Hannes a SPEIDEL, Markus O. High nickel release from 1- and 2-euro coins. Online. *Nature*. 2002, roč. 419, č. 6903, s. 132-132. ISSN 0028-0836. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/419132a>. [cit. 2024-04-23].
87. BERNAU JR., Adam. *The Metal Composition of American Coins Since 1783*. Online, webový příspěvek. 26. 10. 2023. Dostupné z: <https://alansfactoryoutlet.com/the-metal-composition-of-american-coins-since-1783/>. [cit. 2024-04-23].
88. *Bankovky a mince - 1 Kč*. Online. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/bankovky-a-mince/mince/1-kc/>. [cit. 2024-04-23].
89. *Bankovky a mince - 2 Kč*. Online. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/bankovky-a-mince/mince/2-kc/>. [cit. 2024-04-23].
90. *Bankovky a mince - 5 Kč*. Online. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/bankovky-a-mince/mince/5-kc/>. [cit. 2024-04-23].
91. MACHOVCOVÁ, Alena. Kontaktní dermatitidy. Online. *Medicína Pro Praxi*, 2008, roč. 5, č. 9, str. 325-328. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2008/09/11.pdf>. [cit. 2024-04-29].
92. DC, Mahendra; SHAO, Ding-Fu; HOU, Vincent D.-H.; VAILIONIS, Arturas; QUARTERMAN, P. et al. Observation of anti-damping spin-orbit torques generated by in-plane and out-of-plane spin polarizations in MnPd₃. Online. *Nature Materials*. 2023, roč. 22, č. 5, s. 591-598. ISSN 1476-1122. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41563-023-01522-3>. [cit. 2024-04-23].

93. *Darmstadtium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/110/darmstadtium>. [cit. 2024-04-23].
94. *From Concept to Construction to Installation - Facts & Figures*. Online. Dostupné z: https://copper.org/education/liberty/liberty_design3.php. [cit. 2024-04-23].
95. OTTIN, Teet. *The Oldest Crowns in the World*. Online. Dostupné z: <https://www.historyhit.com/the-oldest-crowns-in-the-world/>. [cit. 2024-04-23].
96. KEVLES, Bettyann Holtzmann. *Naked to the bone: Medical imaging in the twentieth century*. New Jersey: Rutgers University Press, 1997. ISBN 0-8135-2358-3.
97. MCCALL, Keith A.; HUANG, Chih-chin a FIERKE, Carol A. Function and Mechanism of Zinc Metalloenzymes. Online. *The Journal of Nutrition*. 2000, roč. 130, č. 5, s. 1437S-1446S. ISSN 00223166. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jn/130.5.1437S>. [cit. 2024-04-23].
98. *Cadmium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/48/cadmium>. [cit. 2024-04-23].
99. *Copernicium*. Online. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/112/copernicium>. [cit. 2024-04-23].
100. *Velikost a formáty karet*. Online. Dostupné z: <http://www.reklamnikarty.cz/poker.htm>. [cit. 2024-04-26].
101. *Our Guide to PPI (Pixels per Inch) and Pixel Density*. Online. Dostupné z: <https://www.adobe.com/uk/creativecloud/photography/discover/pixels-per-inch-ppi-resolution.html>. [cit. 2024-04-26].
102. *Ambery Garden Font*. Online. Dostupné z: <https://befonts.com/ambery-garden-font.html>. [cit. 2024-04-27].
103. *Montserrat Font Free Download*. Online. Dostupné z: <https://cofonts.net/montserrat-font/>. [cit. 2024-04-27].
104. *Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia*. Online. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>. [cit. 2024-04-28].

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Pracovní plocha programu Krita rozdělená do několika částí: A – nástroje, B – sektor barev a barevná paleta, C – výběr štětců, D – hlavní pracovní plocha se souborem karty kvarteta, E – historie použitých nástrojů, F – ovládání vrstev, G – malý náhled, H – ovládání plochy a nástrojů, I – nabídka programu.	37
Obrázek 2 - Skica karty železa znázorňující rytířské brnění.....	38
Obrázek 3 - Line-art karty železa znázorňující rytířské brnění.....	39
Obrázek 4 - Finální barevná paleta Chemického kvarteta	39
Obrázek 5 - Vybarvená karta železa znázorňující rytířské brnění	40
Obrázek 6 - Ukázka rozpracované karty železa s vodítky	41
Obrázek 7 - Hotová karta železa	42
Obrázek 8 - Zadní strana hracích karet	43
Obrázek 9 - Přední strana úvodní karty.....	44
Obrázek 10 - Zadní strana úvodní karty s pravidly	44
Obrázek 11 - Finální návrh krabičky ke hře Chemické kvarteto	45
Obrázek 12 - Algoritmus znázorňující proces výroby karet	49

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Časová náročnost dílčích fází procesu výroby Chemického kvarteta.....	50
---	----

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PPI	pixels per inch
px	pixel, nejmenší dostupná plocha rastrové grafiky; značí vzdálenost
RVP	rámcový vzdělávací program

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Karty ke hře Chemické kvarteto