



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra aplikované chemie

Diplomová práce

Vzdělávací počítačová hra, její tvorba a využití při výuce geochemie

Vypracovala: Bc. Jenifer Bartůšková
Vedoucí práce: doc. RNDr. Lubomír Svoboda, Ph.D.
České Budějovice 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:**Podpis studenta:**

Poděkování:

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce, doc. RNDr. Lubomíru Svobodovi, Ph.D., za cenné rady a trpělivost při sestavování této práce.

Poděkování patří také všem žákům, kteří se zúčastnili výzkumného šetření.

Bartůšková, J.: Vzdělávací počítačová hra, její tvorba a využití při výuce geochemie

Diplomová práce

Anotace:

Diplomová práce je zaměřena na tvorbu a využití vzdělávací počítačové hry při výuce geochemie na druhém stupni základních škol. Cílem této hry je žákům atraktivní formou zprostředkovat odpovídající znalosti, rozvíjet mezipředmětové vztahy, jejich vnitřní motivaci a klíčové kompetence. Děj hry je zasazen do známých šumavských lokalit, s jejichž zeměpisnými a historickými zajímavostmi je hráč v průběhu hry seznámen.

Teoretická část je zpracována na základě analýzy odborné literatury. Tyto poznatky jsou teoretickým rámcem pro navazující praktickou část, ve které je výuková hra vytvořena a ověřena v praxi. Výzkumné šetření proběhlo online formou a jeho výsledky jsou v závěrečné části práce diskutovány. Na základě zpětné vazby žáků byly navrženy možné úpravy testovací verze hry.

Klíčová slova:

Didaktická hra, počítačová hra, geochemie, geologie, mezipředmětové vztahy, Wintermute engine, motivace ve výuce, klíčové kompetence

Bartůšková, J.: Educational computer game, its creation and use in teaching geochemistry
Diploma thesis

Abstract:

This diploma thesis is focused on the creation and use of educational computer games in teaching geochemistry at the second grade of primary school. The aim of this game is to pass on appropriate knowledge to students in an attractive way, to develop interdisciplinary relations, their internal motivation and key competences. The game is localized in well-known places of Šumava and the player is informed about its local geographical and historical attractions.

The theoretical part is based on analysis of professional literature. Findings of this analysis are the theoretical framework of knowledge for the following practical part, in which the educational game is created and verified in practice. The research was conducted online and its results are discussed in the final part of the work. Based on the feedback from the students, possible modifications of the test version of the game were suggested.

Key words:

Education game, computer game, geochemistry, geology, interdisciplinary relations, Wintermute engine, study motivation, key competences

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Teoretický rozbor.....	2
2.1	Geochemie jako vědní obor.....	2
2.1.1	Geologie a geochemie.....	2
2.1.2	Stručná historie geochemie.....	2
2.1.3	Přehled oborů geochemie.....	4
2.2	Výuka geochemie v rámci RVP ZV.....	6
2.2.1	RVP ZV.....	6
2.2.2	Klíčové kompetence dle RVP ZV.....	7
2.2.3	Průřezová témata RVP ZV.....	11
2.2.4	Začlenění geochemie do výuky na 2. stupni ZŠ.....	13
2.2.5	Cíle a metody výuky geochemie.....	16
2.2.6	Počítačové hry při výuce geochemie.....	23
2.3	Přírodovědné poznatky zařazené do scénáře vzdělávací hry.....	26
2.3.1	Fyzikální vlastnosti minerálů.....	26
2.3.2	Chemické vlastnosti minerálů.....	31
3	Cíl práce.....	34
4	Tvorba hry.....	35
4.1	Popis hry.....	35
4.2	Scénář hry.....	36
4.2.1	Rozcestí hry – mapa Šumavy.....	38
4.2.2	Úvodní scéna – Hauswaldská kaple.....	39
4.2.3	Scéna 1 – Archeopark v Prášilech.....	43
4.2.4	Scéna 2 – Turnerova chata.....	44
4.2.5	Scéna 3 – Srní.....	45
4.2.6	Scéna 4 – Oblík.....	46
4.2.7	Scéna 5 – Prášílské jezero.....	47
4.2.8	Scéna 6 – Vchynicko-tetovský plavební kanál.....	48
4.2.9	Scéna 7 – řeka Vydra.....	49
4.2.10	Scéna 8 – Poledník.....	50
4.2.11	Scéna 9 – Tříjezerní slat'.....	51

4.2.12	Scéna 10 – Rechle u Modravy	52
4.2.13	Závěr hry	53
4.3	Hledání chyb v textu lexikonu.....	56
5	Ověření v pedagogické praxi	58
5.1	Metodologie výzkumu.....	58
5.2	Výzkumná zjištění	60
5.3	Diskuze výsledků	65
6	Závěr	67
7	Seznam literatury	68
8	Přílohy.....	70

1 Úvod

„Pro život, ne pro školu se učíme.“

Lucius Annaeus Seneca

Tradiční pojetí výuky, které je založené na pouhém předávání již hotových poznatků žákovi, je v důsledku moderních požadavků kladených na znalosti a schopnosti absolventa základní školy nedostačující. V dnešní podobě školství lze zaznamenat značný rozvoj konstruktivistického pojetí výuky, které ctí přirozené procesy poznávání a učení žáka a k žákovi přistupuje jako k aktivnímu činiteli pedagogického procesu. I přes svou značnou popularitu je tato teorie v praxi často kritizována pro svou bezbřehost a nízkou efektivitu vzdělávání, která se promítá nejen ve vzdělávacích výsledcích žáků.

Využívání moderních technologií ve výuce je jedním z nevyhnutelných důsledků této modernizace vzdělávání. Takový krok kupředu vyžaduje pečlivou přípravu všech složek výchovně-vzdělávacího procesu, jinak může dojít k jeho celkovému selhání. Stejně tak výukové počítačové hry mohou být zajímavým zpestřením výuky, pokud jsou vhodně použity a odpovědně řízeny.

Interaktivní prostředí počítačové hry může být s výhodou využito k didaktické transformaci poznatků tematických celků, které nejsou žáky považovány za příliš atraktivní a jsou obtížně propojitelné s praktickým aspektem. Z toho důvodu byla zvolena didaktická transformace poznatků z geochemie. Nabízí se též možnost využít digitální prostředí k rozvoji interdisciplinárních vztahů, typických pro zmíněné přírodopisné učivo.

2 Teoretický rozbor

2.1 Geochemie jako vědní obor

2.1.1 Geologie a geochemie

Pro začátek si definujme klíčové pojmy této práce. Geologie je dle obecně přijímané definice věda o Zemi. Zkoumá její složení, stavbu a vývoj. Jedním z ústředních témat geologie je popis tzv. geologických dějů, tedy procesů probíhajících vně i uvnitř zemského tělesa. Jedná se o velmi obsáhlý obor, který studuje a popisuje obrovské množství poznatků. Z tohoto důvodu je geologie dále členěna na specializované podobory, které se zabývají již užším okruhem poznatků.

Tarbuck a Lugens (2002) rozděluje geologii na fyzickou a historickou. Fyzická geologie studuje materiály, ze kterých se skládá Země. Snaží se porozumět a vysvětlit procesy, které probíhají pod povrchem i na povrchu Země. Cílem historické geologie je pochopit původ Země a její vývoj v čase. Snaží se vytvořit jakési chronologické uspořádání fyzikálních a biologických změn, ke kterým došlo v geologické minulosti Země. Studium fyzikální geologie logicky předchází studiu historické chemie, protože je třeba nejprve pochopit, jak Země funguje, teprve pak se pokusit objevit její minulost.

Jedním z nejvýznamnějších příbuzných oborů geologie je právě geochemie, která je typickou mezioborovou vědní disciplínou. Slovo geochemie je složeninou slov geologie a chemie, z čehož lze logicky odvodit téma zájmu tohoto odvětví. Geochemie se zabývá chemickým složením Země a na geologické děje pohlíží z hlediska chemického. Studuje množství a distribuci chemických prvků a jejich izotopů v minerálech, horninách, půdách, vodách i atmosféře. Dále se zabývá právě koloběhem těchto prvků (izotopů) v přírodě.

2.1.2 Stručná historie geochemie

Většina chemických prvků byla objevena až v druhé polovině 18. století a v 19. století. Z toho je zřejmé, že také geochemie se mohla začít vyvíjet teprve v této době. Termín geochemie se poprvé objevuje v roce 1838 zásluhou švýcarsko-německého chemika profesora Christiana Friedricha Schönbeina (1799-1869) (Bouška a kol., 1980).

Na vzniku geochemie se též podílel švédský chemik Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), který se svými žáky shromáždil hlavní údaje o chemickém složení nerostů a hornin. Od dob prvních geochemických objevů až do 30. let 19. století existovalo značné napětí mezi tzv. neptunisty a plutonisty. Vědci té doby se nemohli shodnout na způsobu vzniku hornin tvořících povrch Země. Gustav Bischof (1792-1870) byl jednou z hlavních postav neptunismu. Ve svém díle *Lehrbuch der physikalischen und chemischen Geologie*, které je považováno za první knihu o geochemii vůbec, vysvětluje všechny geologické děje působením vody za nízké teploty (Bouška a kol., 1980). Neptunisté měli představu, že původní Země byla tvořena pouze vodou s velkým obsahem materiálu, který se v průběhu času postupně usazoval a tím vytvářel jednotlivé vrstvy Země včetně jádra. Plutonisté oproti tomu vyznávali názor, že tyto horniny vznikly vysokoteplotními magmatickými procesy (Solárová, 2000). Dnešní moderní teorie můžeme považovat za výsledek jakéhosi „sloučení“ vybraných poznatků z obou těchto směrů.

V následujících letech došlo k objasnění dalších geochemických jevů. Významnou měrou k tomu přispěli němečtí vědci Gustav Kirchhoff (1824-1887) a Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) objevem spektrální analýzy v roce 1859. Bylo tak možné podrobněji studovat prvky v nerostech, horninách i jiných materiálech. Sám Bunsen obohatil obor geochemie o další poznatky při své cestě na Island. Jako první definoval magma jako roztok a podal důkazy o krystalizaci hornin.

V druhé polovině devatenáctého století dochází k rychlému rozvoji geochemie díky vytvoření periodického zákona Dmitrijem Ivanovičem Mendělejevem (1834-1907), který mimo jiné vysvětlil spoustu neobjasněných geochemických teorií a „navrhl“ teorie nové. Jednu z těchto teorií rozvinul francouzský fyzik a nositel Nobelovy ceny Henri Becquerel (1852-1908), který v roce 1896 objevil radioaktivitu. Tento objev byl plně doceněn až o několik desítek let později.

Těmito objevy byly položeny základy geochemie. Ve 20. století pokračoval intenzivní výzkum chemického složení geologických materiálů a nositeli nových myšlenek byly dle Boušky a kol. (1980) tři hlavní školy s uvedeným zaměřením:

- norská škola – rudní ložiska, fyzikálně chemické prostředí magmatu, distribuce chemických prvků v geologických materiálech
- americká škola – fyzikální geochemie: rovnováhy v taveninách, hydrotermální a vysokotlaké systémy, kvantitativní průzkum chemického složení geosféry

- ruská škola – vývoj geosféry, dynamika geochemických procesů v přírodě, radioaktivní procesy

V poválečném období dochází k rychlému rozvoji geochemie, který je spjatý s rozvojem analytických metod. Velkého rozvoje dosáhla geochronologická a izotopová analýza. Geochemie, tak jak ji známe nyní, je schopná řešit nejrůznější aktuální problémy související s životním prostředím nebo je využita k hledání nových přírodních surovinových zdrojů (Bouška a kol., 1980).

2.1.3 Přehled oborů geochemie

Fyzikálně chemické základy geochemie

Podstatou všech geochemických jevů jsou fyzikální, chemické i biochemické procesy, které určují chování hmoty v přírodě. Toto téma studuje strukturu látek a chemickou vazbu, izotopy, skupenství látek, termodynamiku geochemických procesů, geochemickou rovnováhu a kinetiku.

Kosmochemie

Kosmochemie nebo kosmická geochemie je vědním oborem, který se zabývá chemickým složením celého Vesmíru a geochemickými procesy, které v něm probíhají. Konkrétními tématy kosmochemie jsou nukleární chemie, vývoj vesmíru, množství prvků ve vesmíru, vznik galaxií a vesmírných těles včetně sluneční soustavy.

Endogenní geochemie

Endogenní geochemie studuje stavbu Země a její fyzikálně chemické vlastnosti a snaží se o vytvoření tzv. energetické bilance Země. Studuje také chemické procesy, které probíhají v zemské kůře a plášti – především magmatické a metamorfní procesy.

Exogenní geochemie

Exogenní geochemie zkoumá destrukce a přeměny zemské kůry zejména díky působení vody a větru. Zajímá se též o vznik sedimentů, o faktory, které sedimentaci řídí, a o biogeochemické procesy.

Geochemický vývoj Země

Nedílnou součástí geochemie je podrobné studium geochemického vývoje Země. Detailně popisuje, jakými procesy vznikl pevný obal Země – tzv. geosféra, dále vznik atmosféry, hydrosféry nebo biosféry. Zvláště pak studuje utváření uhlí a ropy.

Ekologická geochemie

V dnešní době, kdy je kladen důraz na udržitelnost rozvoje, se prosazuje obor ekologické (nebo také environmentální) geochemie. Člověk, jako součást zemské biosféry, významně ovlivňuje všechny geochemické procesy v biosféře. Předmětem pozornosti ekologické geochemie jsou právě tyto změny vyvolané činností člověka, ke kterým patří především znečištění životního prostředí toxickými a jinak nebezpečnými látkami.

Podoborů geochemie je nesčetné množství a většinou se jedná o mezioborové disciplíny. Další nevyjmenované obory se zabývají nejčastěji praktickým využitím geochemie, např. izotopická geochemie (jaderná geochronologie) nebo technogeneze (těžba chemických prvků a jejich redistribuce průmyslovou činností).

2.2 Výuka geochemie v rámci RVP ZV

2.2.1 RVP ZV

Rámcový vzdělávací plán základního vzdělávání dále označuji obecně známou zkratkou RVP ZV. Pro účely této práce vycházím z RVP ZV z roku 2017. Jedná se o dokument vydávaný ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Tento kurikulární dokument definuje v České republice nejvyšší úroveň vzdělávání na státní úrovni společně s Národním programem pro rozvoj vzdělávání – tzv. Bílou knihou. Právě z myšlenek Bílé knihy, především z myšlenky autonomie škol, dále vycházejí rámcové vzdělávací programy. Podle rámcových vzdělávacích programů si školy tvoří své vlastní školní vzdělávací programy (dále označováno jako ŠVP), které obsahují učební osnovy a učební plány, tak jak jsou předepsány RVP, ale jsou přizpůsobeny „na míru“ škole a jejím specifickým (Zormanová, 2014). Každý učitel si pak dle ŠVP vytváří vlastní učební plán předmětu, který vyučuje. Tento vzdělávací plán obsahuje rozdělení učební látky na celý rok. Každé téma je zde podrobněji popsáno včetně přidělené časové dotace.

RVP ZV je výsledkem reformy kurikula a soustředí se na klíčové kompetence žáka, nikoliv na pouhé soubory poznatků, jak tomu bylo předtím. V tomto směru je RVP pokrokový. Na druhou stranu se nový vzdělávací program potýkal s problémy při implementování svých cílů a metod do konkrétních dílčích cílů výuky (Kalhous a Obst, 2002). Zásadním problémem byl často samotný „přepis“ RVP do ŠVP, který vykonávali učitelé nad rámec svých povinností a bez kvalitní metodické i finanční podpory.

Pešková a kol. (2018) zkoumali, jak se změnil postoj učitelů ke kurikulární reformě od doby jejího zavedení. Jednalo se o kvalitativní výzkum polostrukturovaných rozhovorů s učiteli základních škol. Výsledkem byla značná rozmanitost učitelů v postojích k zavedení kurikula. Učitele tak rozdělila na tři části. „Fandící“ učitelé, kteří se ztotožňují s cíli reformy a její výsledky nadšeně využívají ve své výuce. Tito učitelé oceňují především svou autonomii při výuce a tvorbě kurikula. Z výzkumu vyplynulo, že do této skupiny „fandících“ učitelů patří dokonce ti učitelé, kteří ohledně reformy měli negativní nebo neutrální očekávání. Tzv. „balancující“ učitelé i nyní zastávají neutrální postoj k zavedení kurikula. Důvodem bývá buď jejich celková nevyhraněnost postojů

nebo jakýsi konflikt mezi přesvědčeními a pocity. Zmiňován je formalismus při zavádění dokumentů reformy. Neutrální učitelé povětšinou chápou tuto reformu jako „nutné zlo“. „Rozčarování“ učitelé zastávají negativní postoj vůči zavedenému kurikulu. Jedná se však o nejméně zastoupenou skupinu. Tito učitelé kritizují průběh a podmínky reformy a hledají viníka, který je za selhání implementace reformy odpovědný. Patří sem také učitelé, kteří měli od reformy velmi pozitivní očekávání, která bohužel nebyla naplněna. Zmiňují zejména nedostatečnou metodickou podporu pro implementaci, chybějící spolupráci mezi učiteli na školách nebo časovou náročnost nových povinností. Od zavedení kurikula však negativních přístupů učitelů s časem a zkušenostmi ubývá.

Základní vzdělávání na 2. stupni ZŠ pomáhá dle RVP ZV (2017) žákům získat nové vědomosti, návyky a dovednosti, díky čemuž se dokáží samostatně učit a utvářet si hodnoty a postoje, které vedou k uvážlivému a kultivovanému chování, k zodpovědnému rozhodování a respektování práv a povinností občana našeho státu i Evropské unie. Důležitá je provázanost vzdělávání a života školy se životem mimo školu. Během základního vzdělávání si žáci osvojují nové kvality osobnosti, které jim umožní pokračovat ve studiu, stále se zdokonalovat ve své profesi, vzdělávat se během celého svého života a aktivně se podílet na životě společnosti (Jeřábek a Tupý, 2017). RVP ZV si klade za cíl utvářet a rozvíjet u žáků klíčové kompetence a poskytnout žákům spolehlivý základ všeobecného vzdělání, které je orientováno spíše na praxi a situace, se kterými se v životě pravděpodobně setkají.

2.2.2 Klíčové kompetence dle RVP ZV

Klíčové kompetence jsou kompetence základní a podstatné a musí být pro každého jedince i pro celou společnost prospěšné a nezbytné. V aktuálním pojetí představují dynamickou kombinaci znalostí, dovedností a postojů, které musí studující jedinci rozvíjet v průběhu celého života již od raného věku (Hajerová a Slavík, 2020).

Klíčové kompetence, tak jak je chápe RVP ZV (2017), představují souhrn vědomostí, schopností, postojů a hodnot pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. Cílem (nejen) základního vzdělávání je tak rozvíjet u žáků tyto kompetence na úroveň, která je pro ně dosažitelná. Tato úroveň však není konečná – v navazujícím studiu mohou klíčové kompetence dále rozvíjet. V této kapitole popisují jednotlivé kompetence tak, jak je definuje RVP ZV (2017). Je však potřeba zmínit, že se nejedná

o izolované cíle, ale že jednotlivé kompetence jsou mezi sebou provázány a je tak možné je získat jako výsledek celkového procesu vzdělávání. Následuje popis jednotlivých klíčových kompetencí pomocí výsledků, dosažených žákem na konci základního vzdělávání. Ke každé kompetenci navíc uvádím konkrétní příklady z výuky chemie.

Kompetence k učení

Žák umí pro efektivní učení využívat různé metody a strategie. Učení si umí naplánovat a zorganizovat a projevuje ochotu dále se vzdělávat. Žák umí kriticky vyhledávat a třídit informace a vhodně je využívat. Žák operuje s obecně užívanými termíny, znaky a symboly, uvádí věci do souvislostí, propojuje do širších celků poznatky z různých vzdělávacích oblastí a na základě toho si vytváří komplexnější pohled na matematické, přírodní, společenské i kulturní jevy. Žák také samostatně pozoruje a experimentuje a výsledky experimentů je schopen kriticky zhodnotit a vyvodit z nich odpovídající závěry, které lze v budoucnu využít. Žák má v neposlední řadě pozitivní vztah k učení, je schopen posoudit svůj vlastní pokrok, určit překážky, které mu brání v učení a navrhnout, jak tyto překážky překonat.

Ve výuce chemie potažmo geochemie je tato kompetence ideálně rozvíjena neustále. Laboratorní cvičení je z tohoto hlediska velmi efektivní, jelikož přispívá k systematizaci poznatků a podporuje myšlení v souvislostech. Žák si také upevňuje užívání odborné terminologie při manipulaci s laboratorním vybavením či chemikáliemi. Výsledky svého pozorování nebo experimentu si pak zaznamenává např. do pracovního listu a kriticky je posuzuje. Žák také uvažuje o možných aplikacích konkrétních laboratorních metod v praxi. Dalšího rozvíjení kompetence k učení je možné dosáhnout prací s literaturou a jinými zdroji, učením, jak s těmito zdroji správně zacházet, jak posoudit věrohodnost poskytovaných informací a jak dále tyto informace zpracovávat. Žák si také utváří komplexní pohled na chemii jako na přírodní vědu.

Kompetence k řešení problémů

Žák pozná problémovou situaci, pochopí, jaký je hlavní problém, jaká je jeho příčina a jak je možné jej vyřešit. Žák k vyřešení problému využívá vlastních zkušeností a vlastního úsudku, a pokud nemá dostatek informací, pak je schopen je vyhledat a vhodně je použít. Žák řeší problémy samostatně a pro jejich řešení využívá postupy logické, matematické i empirické. Žák následně ověřuje správnost řešení problému

a tento postup pak aplikuje při řešení podobných situací. Žák je též schopen obhájit svá rozhodnutí a uvědomuje si zodpovědnost, kterou za svá rozhodnutí má.

Tato kompetence je v chemii rozvíjena zejména při řešení problémových úloh. Nejčastější problémové úlohy jsou výpočty v chemii a praktické úkoly v chemické laboratoři. Chemické výpočty nepředstavují z matematického hlediska velký problém, pro studenty je však často obtížné rozpoznat v zadání klíčové informace a zvolit optimální způsob řešení úlohy pomocí dílčích výpočtů. V laboratoři žák samostatně pozoruje a vyvozuje závěr experimentálních cvičení, vybírá z různých alternativ způsobu řešení dané úlohy a promýšlí pracovní postup, jak bude tyto úlohy řešit.

Kompetence komunikativní

Žák je schopen formulovat a vyjádřit své myšlenky a názory. Umí se vyjádřit zřetelně a souvisle v písemném i ústním projevu. Žák umí naslouchat druhým, porozumět jim a vhodně reagovat. Účinně se zapojuje do diskuze, umí obhájit svůj názor a vhodně argumentovat. Žák rozumí různým typům textů, obrazovým materiálům, grafům, běžně užívaným gestům, zvukům a dalším informačním prostředkům. Žák se aktivně zapojuje do společenského dění a využívá komunikační prostředky a technologie pro kvalitní a účinnou komunikaci s ostatními. V neposlední řadě žák využívá získané komunikativní dovednosti k pěstování dobrých vztahů.

Kompetence komunikativní je rozvíjena v chemii např. při obhajobě a argumentaci zjištěných výsledků laboratorního nebo jiného pozorování. Žák naslouchá výsledkům svých spolužáků, které porovnává a snaží se přijít na případné chyby nebo jiná řešení, která následně ověřuje. Tuto kompetenci lze rozvíjet při zařazení různých aktivizačních metod do výuky chemie, kdy je zapotřebí vzájemné komunikace spolužáků – např. diskuze ve dvojicích nebo skupinách nad zadaným problémem, skupinové práce v laboratoři, brainstorming nebo didaktické hry založené na vzájemné interakci žáků.

Kompetence sociální a personální

Žák spolupracuje ve skupině a podílí se na skupinové práci, ve které je přínosem. Žák se podílí na utváření přívětivé atmosféry ve třídě nebo v dané pracovní skupině, je ohleduplný vůči druhým, podílí se na upevňování dobrých mezilidských vztahů a je schopen adekvátně pomoci druhým v nouzi. Žák přispívá k diskuzi, oceňuje zkušenosti druhých a respektuje jejich názory. Vytváří si pozitivní představu o sobě samém, což podporuje jeho sebedůvěru a osobní rozvoj.

Chemie nepatří mezi předměty, ve kterých je dostatečný prostor pro efektivní rozvoj této kompetence. I přesto ji lze začlenit do různých aktivit, které výuku doprovázejí, např. do didaktických her založených na komunikaci a interakci s ostatními nebo diskuzí ve dvojicích či v celé třídě. Diskutovat lze např. nad výhodami a nevýhodami jednotlivých typů elektráren nebo nad problematikou znečištění životního prostředí apod. V tomto případě zastává učitel funkci „moderátora“ a diskuzi pouze usměrňuje. Žáci si sami vyhledávají informace, snaží se argumentovat, ale i naslouchat druhým. Na závěr se učitel společně s žáky pokusí shrnout veškeré důležité informace a názory do několika tezí, které jsou podstatné a žáci si je z výuky odnesou.

Kompetence občanské

Žák respektuje ostatní i jejich názory a přesvědčení, váží si jich a je schopen se vcítit do jejich životních situací. Žák odmítá útlak a hrubé zacházení a je schopen se postavit proti psychickému a fyzickému násilí. Žák chápe a respektuje společenské normy a zákony a uvědomuje si svá práva a povinnosti ve škole i mimo školu. Žák umí poskytnout pomoc a chová se zodpovědně v krizových nebo nebezpečných situacích. Žák respektuje a umí ocenit naši kulturu a tradice, má pozitivní postoj k uměleckým dílům, smysl pro kulturu a tvořivost. Aktivně se zapojuje do společenského a kulturního dění a účastní se sportovních aktivit. Uvědomuje si základní ekologické problémy a snaží se přispívat k trvale udržitelnému rozvoji společnosti.

Z chemického hlediska je tato kompetence rozvíjena při osvojení základních zásad práce v laboratoři, práce s chemikáliemi a laboratorním vybavením. Žák by měl znát zásady první pomoci, kterou umí druhým poskytnout, a chová se zodpovědně v krizových situacích. Základní ekologické souvislosti a environmentální problémy jsou pomocí průřezových témat zařazeny přímo do výukových osnov chemie. Žáci se v rámci nich učí o znečištění životního prostředí, problémech klimatu nebo o trvalé udržitelnosti rozvoje. Získané znalosti mohou být upevňovány diskuzí žáků na tato témata nebo využitím vhodných didaktických her.

Kompetence pracovní

Žák bezpečně a účinně používá nástroje, materiály a vybavení a dodržuje daná pravidla. Žák dbá na ochranu svého zdraví i zdraví druhých, chrání životní prostředí, kulturní i společenské hodnoty. Žák využívá své znalosti a zkušenosti, které získal,

v přípravě na své budoucí zaměstnání. Žák má přehled o tom, co je třeba k uskutečnění podnikání, chápe jeho realizaci, podstatu, cíl i jeho riziko.

V rámci chemie mluvíme z hlediska kompetence pracovní zejména o bezpečnosti práce v laboratoři. Žák bezpečně a účinně používá laboratorního vybavení i chemikálií a je schopen optimalizovat pracovní postup své práce nejen při experimentálních činnostech.

Chupáč (2008) zdůrazňuje důležitost a efektivitu využívání problémových učebních úloh k rozvoji daných klíčových kompetencí. Domnívá se, že právě řešením problémových učebních úloh si jedinec osvojuje návyky a dovednosti potřebné nejen pro jeho další osobní rozvoj, ale vůbec pro celý jeho život.

Závěrem této kapitoly bych vyzdvihla důležitost praktických cvičení (nejen) při výuce chemie. Praktická cvičení jsou nezaměnitelnou a podstatnou součástí výuky chemie. Svou návazností na teoretickou výuku žákům přibližují možná praktická využití a rozvíjí u nich vyjmenované klíčové kompetence. Z tohoto důvodu je jejich zařazení do výuky důležité nejen z hlediska plnění požadavků RVP ZV.

2.2.3 Průřezová témata RVP ZV

Další součástí obsahu RVP ZV (2017) je definování tzv. průřezových témat, která zahrnují vyučování aktuálních problémů současného světa. Využitím průřezových témat ve výuce má silně výchovný aspekt a napomáhá k budování zdravého sebevědomí žáků. Žáci si při výuce vytváří určité postoje a hodnoty a rozvíjí klíčové kompetence. Průřezová témata jsou povinnou součástí základního vzdělávání. V rámci RVP ZV jsou rozpracována na jednotlivé tematické okruhy, z nichž každý okruh obsahuje nabídku různých témat. Výběr témat a způsob jejich zpracování a začlenění do výuky je plně v kompetenci školy. Následuje výčet všech průřezových témat a možná aplikace některých z nich do výuky chemie.

- Osobnostní a sociální výchova
- Výchova demokratického občana
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
- Multikulturní výchova
- Environmentální výchova
- Mediální výchova

Osobnostní a sociální výchova

Osobnostní a sociální výchova si klade za cíl rozvíjet osobnostní, sociální i morální stránku žáka. Pomáhá mu porozumět sám sobě i druhým a lépe ho začlenit do dnešní společnosti. Ve výuce chemie se toto průřezové téma uplatní zejména při utváření pozitivních postojů a praktických dovedností vůči ochraně životního prostředí. Formou aktivizačních metod (diskuze, didaktická hra apod.) lze též do výuky zařadit analýzu vlastních i cizích postojů a hodnot na konkrétní téma.

Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech

Žáci jsou prostřednictvím tohoto průřezového tématu vychováváni k evropské identitě. Rozšiřují si své znalosti v evropském i globálním měřítku a jsou seznámeni s tím, co jim tento prostor poskytuje. Je zde kladen důraz na humanismus, morálku, osobní zodpovědnost nebo kritické myšlení. Toto téma nabízí propojení téměř se všemi obory a je úzce spjaté s ostatními průřezovými tématy. Lze ho tak snadno zahrnout do výuky. V chemii má také své místo – zejména při výkladu problematiky životního prostředí a globálních změn klimatu. Žák by si měl uvědomit potřebu ochrany životního prostředí.

Environmentální výchova

Díky environmentální výchově žák pochopí komplexnost a složitost vztahů člověka a životního prostředí. Značný vliv má na utváření hodnot žáka, mezi které patří uvědomění si odpovědnosti nebo snaha o udržitelný rozvoj. V rámci tématu jsou vysvětlovány jevy, které ovlivňují klima Země – např. skleníkový efekt, ozonová díra nebo znečištění životního prostředí. Žák chápe význam těchto jevů a uvědomuje si, jak činnost člověka ovlivňuje klima Země. Zvláštní částí tohoto tématu je problematika provozu elektráren a získávání obnovitelných zdrojů surovin a energie. Toto průřezové téma je chemii a potažmo geochemii nejbližší a lze je tak zařazovat do výuky téměř v každé vyučovací hodině. Z tohoto důvodu navíc uvádím tematické okruhy environmentální výchovy dle RVP ZV (2017):

- ekosystémy (les, pole, vodní zdroje, moře, tropický deštný les, lidské sídlo jako umělý ekosystém, kulturní krajina)
- základní podmínky života (voda, ovzduší, půda, ekosystémy, energie, přírodní zdroje)
- lidské aktivity a problémy životního prostředí (zemědělství a životní prostředí, ekologické zemědělství, doprava a životní prostředí, průmysl a životní

prostředí, odpady a hospodaření s odpady, ochrana přírody a kulturních památek, změny v krajině, dlouhodobé programy pro růst ekologického vědomí společnosti)

- vztah člověka k prostředí (naše obec, náš životní styl, aktuální lokální ekologický problém, prostředí a zdraví, nerovnoměrnost života na Zemi)

2.2.4 Začlenění geochemie do výuky na 2. stupni ZŠ

RVP ZV (2017) definuje vzdělávání na ZŠ pomocí tří hlavních charakteristik. Dvě z nich jsem již zmínila a jsou to průřezová témata a klíčové kompetence. Nicméně také samotný vzdělávací obsah je třeba přehledně rozčlenit a z toho důvodu bylo vytvořeno devět vzdělávacích oblastí:

- Jazyk a jazyková komunikace
- Matematika a její aplikace
- Informační a komunikační technologie
- Člověk a jeho svět
- Člověk a společnost
- **Člověk a příroda**
- Umění a kultura
- Člověk a zdraví
- Člověk a svět práce

Z hlediska výuky geochemie je pro nás klíčovou vzdělávací oblastí právě *Člověk a příroda*, kam se řadí výuka předmětů chemie, fyziky, přírodopisu a zeměpisu. V rámci této vzdělávací oblasti jsou žáci seznámeni se základními přírodními zákonitostmi, přírodu zkoumají a snaží se ji lépe pochopit. Poznávají svět kolem sebe a uvědomují si propojenost všech jeho částí. Součástí je též osvojení dovedností – jak správně pozorovat, zkoumat, měřit, experimentovat, vytvořit a ověřit hypotézu a vyvozovat závěry. Žáci zkoumají příčiny, souvislosti a důsledky určitých přírodních procesů a kladou si otázky, na které se snaží najít odpovědi. Další částí je problematika ochrany životního prostředí a s tím související zařazení průřezového tématu environmentální výchovy. Vzdělávací oblast *Člověk a příroda* navazuje na vzdělávací oblast *Člověk a svět*, která je vyučována na 1. stupni ZŠ.

Geochemie neexistuje jako samostatný předmět na základních školách a díky své interdisciplinaritě se obvykle vyučuje v rámci více předmětů, jako je chemie, zeměpis, fyzika nebo přírodopis. Určitá volnost ve zpracování učebních osnov nám umožňuje učivo geochemie sjednotit a zařadit je jako samostatný celek do výuky chemie – např. v závěru 9. ročníku. Je však pravdou, že geochemické poznatky jsou úzce provázány s jednotlivými tématy chemie a oddělovat je zvláště tak nemá své opodstatnění. Dále uvádím možné zařazení geochemických poznatků do konkrétních témat jednotlivých předmětů podle RVP ZV (2017).

Fyzika

V úvodním tématu LÁTKY A TĚLESA se žák seznamuje s atomem a hmotou a jejich vlastnostmi, což je základem pro pochopení další učební látky, zejména fyzikálních vlastností minerálů. Následuje POHYB TĚLES A SÍLY, kde je vysvětlován princip gravitace a magnetismu a jaké mají tyto síly vliv na běžný život na Zemi. Další geochemické poznatky jsou zařazeny v bloku MECHANICKÉ VLASTNOSTI TEKUTIN – konkrétně hydrostatický a atmosférický tlak a jakou má atmosférický tlak souvislost s některými procesy v atmosféře.

Další kapitola ENERGIE je z hlediska pochopení geochemie klíčová. Žák se zde naučí, jaké formy energie existují a jak se mezi sebou přeměňují. Seznámí se s jadernou energií, štěpnou reakcí, radioaktivitou, ale také se změnami skupenství, díky kterým lépe pochopí koloběh některých prvků v přírodě nebo krystalizaci minerálů z magmatu. Součástí je i téma obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie tak, aby byl splněn klíčový výstup *F-9-4-05 zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí*. Hledisko vlivu na životní prostředí je uplatňováno také v dalším tématu ZVUKOVÉ DĚJE, kde žák posuzuje riziko nadměrného hluku a hledá řešení, jak jej omezit. Kapitola ELEKTROMAGNETICKÉ A SVĚTELNÉ DĚJE žákovi poskytuje základní informace o měření elektrického proudu, elektromagnetismu a vlastnostech světla. Tyto informace využije též v geochemii.

Posledním blokem je VESMÍR. Z hlediska geochemie se jedná o kosmochemii. Žák umí popsat gravitační sílu, která hýbe vesmírnými tělesy. Zná složení naší planety a Slunce. Umí odlišit hvězdu od planety na základě vlastností.

Chemie

Do výuky chemie lze poznatky z geochemie zařadit snadno. Geochemie je komplexní věda, a proto je pro její pochopení zásadní si nejprve osvojit základní chemické zákonitosti. Výuka obvykle začíná v 6. třídě blokem POZOROVÁNÍ, POKUS A BEZPEČNOST PRÁCE. Jelikož také v geochemii žák provádí pokusy, je třeba, aby se nejprve seznámil s bezpečností práce, zásadami práce v laboratoři a poskytováním první pomoci. Naučí se, jak správně provádět jednotlivé fáze chemického pokusu. Dále je seznámen se základními vlastnostmi látek jako je hustota, hmotnost, rozpustnost, tepelná a elektrická vodivost apod.

ČÁSTICOVÉ SLOŽENÍ LÁTEK A CHEMICKÉ PRVKY je dalším důležitým tématem a poskytuje žákům informace ohledně složení hmoty, o atomu a molekule. Tento základ již pravděpodobně žáci mají z hodin fyziky, takže je zde prostor pro opakování a vysvětlení případných nejasností. Zde se také žák poprvé seznamuje s periodickou soustavou prvků, která se pro něj stává nezbytným základem pro další studium chemie. Žák rozlišuje mezi kovy a nekovy a popisuje jejich vlastnosti, zná druhy chemické vazby a uvádí její příklady. Veškeré poznatky daného bloku využije při studiu a popisu minerálů, hornin a krystalografických soustav. Navazuje blok CHEMICKÉ REAKCE, kde jsou probírány chemické rovnice, veličiny a zákony s nimi související. Žák rozlišuje základní chemické reakce a popisuje faktory, které ovlivňují jejich rychlost, což využije např. pro vysvětlení některých jevů v atmosféře a litosféře, zejména chemických přeměn minerálů a hornin, např. při důkazných reakcích.

Následuje téma ANORGANICKÉ SLOUČENINY obsahující podstatné informace pro učivo geochemie, zejména mineralogie. Žák se naučí chemické složení nejznámějších minerálů a hornin a z toho vyplývající vlastnosti. Seznámí se s vlastnostmi anorganických kyselin, hydroxidů, solí a oxidů. Klade se důraz na objasnění vlivu těchto sloučenin na životní prostředí, zejména pak na vznik a vliv kyselých dešťů. V neposlední řadě se naučí měřit pH. Z ORGANICKÝCH SLOUČENIN je pro výuku geochemie nejzajímavější tvorba a využívání fosilních paliv jako zdroje energie a zpracování ropy. Do tohoto celku je dále možné zařadit výuku biogeochemických cyklů vybraných prvků (zejména kyslíku, uhlíku a dusíku). V závěrečném bloku CHEMIE A SPOLEČNOST je žák seznámen s chemickým průmyslem v České republice, s průmyslovými hnojivými, pesticidy a insekticidy a naplňuje očekávaný výstup *CH-9-7-01 zhodnotí využívání prvotních a druhotných surovin z hlediska trvale udržitelného rozvoje na Zemi.*

Přírodopis

Ve výuce přírodopisu se žáci seznamují s živou a neživou přírodou. Pro geochemii je jistě zásadním blokem NEŽIVÁ PŘÍRODA (vyučovaná obvykle v 9. třídě ZŠ) a jednotlivá témata: stavba a vznik Země, minerály a horniny, geologické procesy, půdy, geologický vývoj Země, podnebí, počasí, znečištění životního prostředí a mimořádné události způsobené přírodními vlivy. Učitel přírodopisu by měl mít dostatečné znalosti také z chemie, aby dokázal toto téma s chemií propojit a vhodně tak rozvíjet mezipředmětové vztahy a znalosti žáků. Navazující téma ZÁKLADY EKOLOGIE rozebírá problematiku ochrany přírody a životního prostředí a nezbytným tématem je též PRAKTICKÉ POZNÁVÁNÍ PŘÍRODY, kdy žáci získají nové dovednosti – např. práce s mikroskopem, geologickou lupou, určovacími klíči a atlasy. Tyto dovednosti mimo jiné využijí právě při určování nerostů a zkoumání jejich chemických a fyzikálních vlastností.

Zeměpis

Zeměpis jako věda o Zemi nabízí spoustu prostoru pro zařazení nejrůznějších geochemických faktů. Z tohoto hlediska jsou klíčovými bloky PŘÍRODNÍ OBRAZ ZEMĚ se základními geologickými informacemi o Zemi (tvar, stavba, pohyby) a ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ o vztazích mezi přírodou a společností.

Některé školy nabízí pro žáky na druhém stupni ZŠ geologický nebo mineralogický kroužek. Zájemci o geologii a mineralogii si tak mohou rozvíjet své znalosti a dovednosti v tomto oboru i mimo povinnou výuku. Takové kroužky si obvykle kladou za cíl zvyšovat zájem žáků o přírodní vědy, především o neživou přírodu. Žáci se seznámí se světem minerálů, hornin a fosilií, naučí se sbírat jejich vzorky v terénu a následně je zkoumat a porovnávat. Vhodné je též zařazení chemických a fyzikálních pokusů se vzorky v laboratoři.

2.2.5 Cíle a metody výuky geochemie

Výuka geochemie je na základní škole problematická, jelikož se jedná o poměrně komplexní vědu zahrnující poznatky z několika školních předmětů. Je tak obtížné zařadit ji do výuky, jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole 2.2.4. Pro žáky také bývá vyučování geochemie nezáživné a nezajímavé. Lze tak s výhodou využít hloubkového přístupu k učení dle Maňáka a Švece (2003):

- **motivace** – žáky učení a učivo baví, chtějí se učením dozvědět něco nového, porozumět věcem, lidem a jevům, mají z učení radost, učí se proto, že vidí možnost uplatnění jejich poznatků v dalším životě
- **postup při učení** – smysluplné učení (žáci dávají učivu osobní smysl), učení z více zdrojů (nejen z učebnice a z poznámek v sešitě), pokusy nalézat vztahy mezi poznatky a souvislosti mezi učivem a jejich životními zkušenostmi, nejen vytváření, ale přetváření poznatků
- **výsledek učení** – porozumění učivu, objasnění učiva vlastními slovy, dovednost argumentovat, odlišit podstatné od nepodstatného, zaujmout k učivu vlastní stanovisko

K definování výukových cílů oboru geochemie lze využít rozšířenou Bloomovu taxonomii vzdělávacích cílů, která byla navržena výchovným psychologem Benjaminem Bloomem v roce 1951. Bloom klasifikuje proces učení do tří sfér. Každá sféra rozvíjí různé schopnosti a dovednosti žáka a popisuje, jak by měl být žák vzdělávacím procesem přetvářen. Petty (2008) ve své knize zjednodušeně popisuje tyto sféry:

Kognitivní doména

- znalosti – žák umí popsat, vybavit si, vyjmenovat, rozeznat, vybrat, reprodukovat, nakreslit (např. žák umí vyjmenovat nerosty Mohsovy stupnice tvrdosti)
- porozumění – žák umí vysvětlit, popsat důvody, rozpoznat příčiny, doložit (např. žák umí vysvětlit, proč jsou některé nerosty tvrdší než jiné)
- aplikace – žák umí použít, aplikovat, sestavit, vyřešit, vybrat (např. žák umí pomocí roztoku kyseliny chlorovodíkové detekovat kalcit/vápenec)
- analýza – žák umí uvést podrobnosti, specifikovat, vyjmenovat části celku, přirovnat, porovnat, rozlišit mezi (např. žák umí rozpoznat a rozlišit různé druhy chemické vazby mezi atomy)
- syntéza – žák umí shrnout, zobecnit, dokázat, utřídit, navrhnout, sestavit, vysvětlit důvody (např. žák na základě osvojených dovedností a znalostí navrhne způsob, jak v přírodě odlišit křemen a vápenec)
- hodnocení – žák umí posoudit, vyhodnotit, uvést argumenty pro a proti, podrobit kritice (žák umí posoudit, zda zkouška kyselinou chlorovodíkovou postačí k detekci vápence)

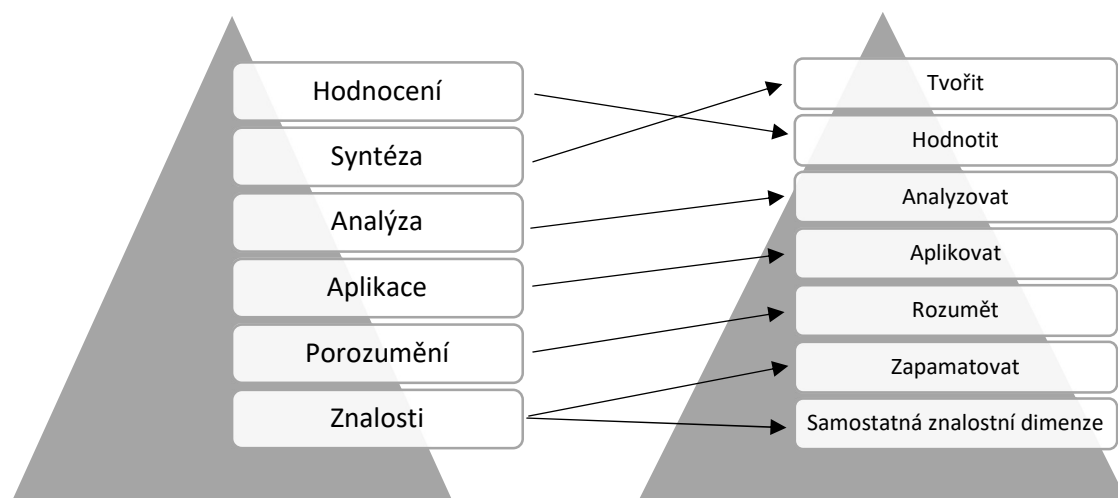
Afektivní doména

- žák umí naslouchat, ocenit důležitost, získat o něčem povědomí, citově na něco reagovat, vnímat estetickou hodnotu, vidět morální dilema (např. žák si uvědomuje ekologické riziko kyanidové těžby zlata)

Psychomotorická doména

- žák si osvojil některou ze senzomotorických dovedností – činnosti týkající se smyslového vnímání, pohybů a vzájemné koordinace vjemů s pohyby (např. žák umí čichem rozeznat vybrané chemické látky)

Od roku 1951, kdy byla Bloomova taxonomie navržena, došlo k určitému vývoji edukačních procesů. I dnes je velmi využívána, avšak s drobnými úpravami, jelikož některé cílové roviny nelze touto taxonomií dobře postihnout. Zásadní změnu přinesla revize z roku 2001, které se ujal tým pod vedením amerického pedagogického psychologa Davida Krathwohla (1921-2016). Úprava kognitivní domény dle revize je přehledně znázorněna na obr. 1. Revidované pojetí klade důraz na kognitivní doménu, kterou podrobně rozebírá. Autoři považují kategorii znalostí za nejrozsáhlejší, a tak pro ni vyčlenili samostatnou dimenzi. Kategorie „syntéza“ byla nahrazena kategorií „tvořit“, která navíc zahrnuje důležitý tvůrčí prvek a jelikož je její součástí též hodnocení, je zařazena na vrchol pyramidy. Revize Bloomovy taxonomie nelpí na dodržování posloupností jednotlivých cílů. U některých aktivit v hodinách tak může docházet ke spontánnímu prolínání jednotlivých kategorií. Je tak dosaženo vyšší komplexity a efektivity vyučování.



Obr. 1: Srovnání původní a revidované Bloomovy taxonomie

Cíle a metody vyučování jsou mezi sebou úzce spjaté. Je zřejmé, že způsob učení žáků lze ovlivnit vyučovací činností učitele. To znamená, že vhodným výběrem vyučovacích metod lze dosáhnout vyšší efektivity žákova učení. Kalhous a Obst (2002) uvádějí, že výuková metoda je cesta k dosažení stanovených výukových cílů.

Metody slovní jsou podstatnou částí téměř každé výuky. Jsou založeny na vnímání a chápání řeči posluchači, kteří si osvojují nové poznání (Skalková, 1999). Slovo je pro učitele nástroj nejefektivnějšího a nejrychlejšího přenosu požadovaných informací (Kalhous a Obst 2002). Při výuce geochemie využijeme zejména metodu vysvětlování, když je třeba osvojit si některé pojmy nebo porozumět konkrétním chemickým jevům či procesům. Lze též využít metodu dialogickou, kdy dochází k rozhovoru mezi učitelem a žákem nebo mezi žáky navzájem. Touto metodou lze žáky významně aktivizovat a podporovat jejich komunikační a kognitivní schopnosti.

Mezi metody názorně demonstrační a praktické patří pozorování nebo laboratorní práce žáků, které mají ve výuce geochemie jistě své místo. Jedná se především o práci s přírodninami a lze tak využít školní geologickou sbírku, pokud se na škole nachází. Geochemie je práce s nerosty a horninami a žáci tak mohou v laboratoři pozorovat jejich typické vlastnosti a chování.

Výuku geochemie je možné oživit prací s určovacím klíčem či atlasem. Z hlediska výukových metod se jedná o práci s textem. Tato metoda by měla vést k osvojení technických i metodických dovedností a k vytvoření pozitivního postoje a vztahu ke knize (Maňák a Švec, 2003). Uplatníme ji například při samostatné práci založené na pozorování fyzikálních a chemických vlastností nerostů.

Nabízí se také využití exkurzí jako jedné z organizačních forem vyučování, která se realizuje v mimoškolním prostředí. Její význam v souvislosti s modernizací vyučování neustále vzrůstá. Exkurze podporuje názornost vyučování, prohlubuje společenskovední, přírodovědné, technické i pracovní znalosti žáků, ukazuje praktický význam osvojování poznatků a jejich využití a posiluje motivaci a zájem. Didaktická účinnost exkurze ale do značné míry závisí na její důkladné a promyšlené přípravě (Skalková, 1999). Avšak lze jen těžko nahradit její nejdůležitější aspekt – a to, že do učení a vyučování vstupuje skutečný svět (Petty, 2008).

Exkurzi můžeme uspořádat např. do čistíren pitných a odpadních vod, krasových oblastí, naučných geologických stezek nebo do elektráren. V Jihočeském kraji lze navštívit např. grafitový důl v Českém Krumlově, slatě na Šumavě, jadernou elektrárnu Temelín, cestu drahokamů v Písku, Veselské pískovny, Chýnovskou jeskyni, mineralogickou lokalitu u Křemže, geologické expozice v Rokytě nebo Pod Klokoty u Tábora, kde také nalezneme známou granátovou skálu.

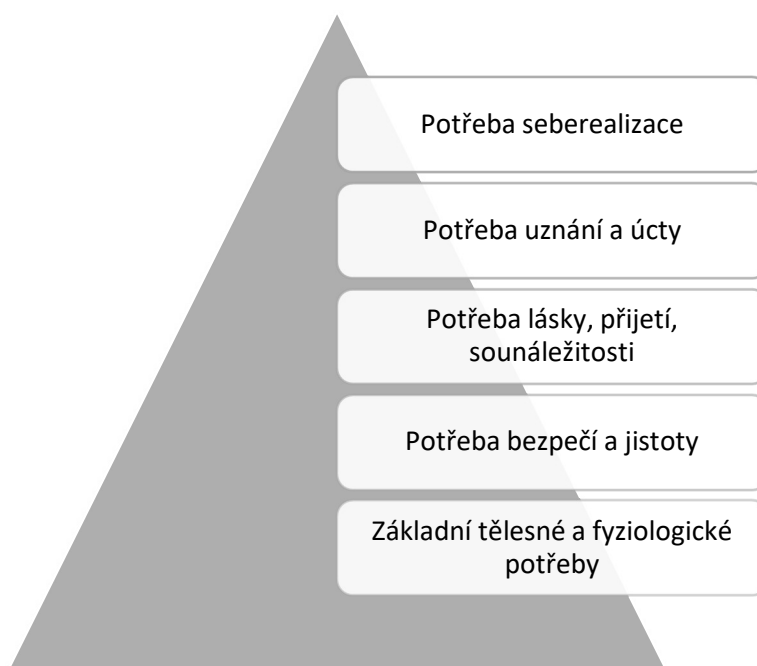
Metody aktivizační mohou být doplňkem výuky geochemie. Maňák a Švec (2003) chápou aktivizující metody jako postupy, které vedou výuku tak, aby se výchovně-vzdělávacích cílů dosahovalo především na základě vlastní učební práce žáků. Důraz by se měl klást na myšlení a řešení problémů. Aktivizující metody mohou rozvíjet osobnost žáka, jeho samostatnost, tvořivost či zodpovědnost. Zormanová (2012) považuje za další přínos těchto inovativních metod rozvoj logického myšlení žáků, jejich představitivosti, kooperace, komunikace, ale i zvýšení sebevědomí nebo zvýšení zájmu žáků o daný obor. Na druhou stranu někteří autoři a výzkumná šetření upozorňují na jisté nebezpečí a rozpory při využívání aktivizačních metod. Kotrba (2007) jmenuje tyto problémy spojené se zaváděním aktivizačních metod do výuky:

- **Překážky na straně učitele** – psychologické zábrany učitele k použití nových metod, nedostatek zkušeností s vytvářením podkladů, neochota učitele zavádět nové výukové metody
- **Překážky na straně studenta** – rozpačité reakce žáků na zavedení nové metody, ostých studentů aktivně se podílet na výuce, chápání nové formy výuky jako úlevy z tradiční formy výuky
- **Překážky na straně vedení školy** – striktní vyžadování klasického průběhu výuky, neocenění učitele zavádějícího nové vyučovací metody
- **Překážky materiální a technické povahy** – nedostatek speciálního vybavení učebny a pomůcek (počítač, dataprojektor, interaktivní tabule apod.)
- **Překážky časové a organizační** – nedostatek času v hodinách, nutnost organizace
- **Překážky finanční** – materiální a technické zabezpečení, finanční odměny za podporu a zlepšení průběhu výuky

Tyto překážky však lze po určitém úsilí překonat a s výhodou využívat rozmanité aktivizační metody, které obohatí běžnou výuku. Tyto metody mohou být využívány také

ve výuce geochemie. Běžně používané jsou didaktické hry, kdy žáci prostřednictvím herních situací řeší i složité učební úlohy a stávají se tak pro ně silným motivačním podnětem ve výuce. Zormanová (2012) definuje didaktickou hru jako dobrovolně volenou aktivitu, jejímž produktem je osvojení či upevnění učební látky, která aktivizuje žáky a rozvíjí jejich myšlení a poznávací funkce. Učitelé využívají nejčastěji vědomostní kvízy, křížovky, otázkové hry nebo tematicky zaměřené filmové ukázky (Kotrba a Lacina, 2007).

Právě motivace je při výuce geochemie (a obecně při výuce chemie) velmi důležitým faktorem. Herron a Eubanks (1996) uvádějí, že pokud chceme pracovat s motivací žáka, musíme nejprve rozpoznat, jaké jsou důvody jeho nezájmu. Ty se odráží v Maslowově pyramidě potřeb, jenž je zobrazena na obr. 2. Lidské potřeby jsou zde seřazeny podle priority. Pokud jsou níže položené základní potřeby uspokojeny, pak se naše pozornost zaměřuje na výše položené, které jsou méně naléhavé.



Obr. 2: Maslowova pyramida potřeb

Výuka předmětů však spadá do té nejsvrchnější kategorie – jedná se o potřebu seberealizace. Žáci se jen těžko zaměří na výuku, pokud např. jsou hladoví, něčeho se bojí, cítí se být nemilovaní nebo bezcenní. Je zřejmé, že není v moci učitele dopodrobna se zabývat problémy žáka, ale určitá míra empatie a citlivosti učitele může v podobných situacích pomoci (Herron a Eubanks, 1996).

Rolí motivace, obecně ve výuce chemie, se zabývali Zusho a kol. (2002) z Michiganské univerzity. Popisují čtyři základní složky motivace. První z nich je sebevědomí, které lze v tomto kontextu popsat jako úsudek žáků o svých vlastních schopnostech a dovednostech. Další součástí motivace je přesvědčení studentů o užitečnosti a významu vzdělávacího obsahu. Pokud budou přesvědčeni, že nové znalosti, schopnosti a dovednosti v budoucnu využijí v praxi, projeví o ně vyšší zájem a snadněji si je osvojí. Třetí složkou motivace je žákova orientace na cíl, kterou lze definovat jako jeho účelné jednání, zapojování se a reagování na dané podmínky tak, aby dosáhl úspěchu. Vhodné je podporovat cíle hodnotové a cíle k osvojení nových schopností a dovedností. Naopak cíle výkonnostní působí na motivaci žáka negativně. Poslední složkou motivace je afekt – tedy aktuální emoční rozpoložení žáka, které jej bezprostředně ovlivňuje. Tento problém již byl rozebrán v souvislosti s Maslowovou pyramidou potřeb v předešlých odstavcích. Při zohlednění všech těchto čtyř složek motivace žáka k učení lze dosáhnout viditelně lepších výsledků vzdělávacího procesu.

Také Gulacar a kol. (2020) předložili důkaz, že právě souvislost vyučovaného obsahu s osobním životem žáků, jejich budoucností nebo s budoucností společnosti, je klíčovým motivačním prvkem při výuce. Metoda jeho výzkumu spočívala ve využití programu Prezi pro tvorbu výukové prezentace, ve které žáky seznámil se strukturou a vlastnostmi fosfátů, jejich využitím a zejména s problematikou jejich udržitelnosti, která je demonstrována na konkrétních příkladech a vědeckých studiích. Žáci, kteří byli v následném testu úspěšnější také uvedli, že jsou si vědomi vážnosti daného problému a vidí zde souvislost vyučované teorie s reálným životem. Naopak žáci, kteří v testu dosahovali horších výsledků uvedli, že nevidí žádný smysl ve vyučovaném obsahu. Jeden z těchto žáků dokonce poznamenal, že nechápe, jakým způsobem mu tato vyučovací hodina může pomoci při zvládnutí závěrečných zkoušek. Toto tvrzení upozorňuje na fakt, že jsou žáci často motivováni především ke zvládnutí zkoušek, a nikoliv k praktickému zvládnutí učiva.

Motivace může být skutečně účinná pouze tehdy, pokud žák vidí odpovídající výsledky svého úsilí. Čím mladší žák je, tím více potřebuje okamžitou odezvu (Mokrejšová, 2009). Proto je třeba jejich práci hodnotit co nejdříve a nenechat je dlouhou dobu čekat na výsledky. Mokrejšová (2009) dále zmiňuje, že právě z tohoto důvodu jsou počítačové hry a videohry tolik návykové. Výsledek se při nich totiž dostavuje okamžitě.

Silnou motivací při výuce geochemie mohou být konkrétní témata, která žáky přirozeně zajímají. Jedná se především o barvy různých prvků a sloučenin nebo chemické pokusy doprovázené nějakým smyslovým efektem. K tvorbě poutavé a motivačně nabitě výukové hodiny lze využít kreativitu učitele. Právě toto si klade za cíl příručka *Tvořivý učitel chemie* (Solárová, 2003), která byla sepsána jako studijní materiál pro distanční výuku v rámci pregraduální přípravy učitelů chemie středních a základních škol. Stejně dobře tak může posloužit stávajícím učitelům, kteří by se rádi přizpůsobili novým, progresivním a netypickým metodám výuky a rozvíjeli tak svou tvořivost ve výuce. Příručka obsahuje teorii, akční úkoly i cvičení pro vyzkoušení v praxi.

2.2.6 Počítačové hry při výuce geochemie

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, výuku geochemie lze realizovat tradičním vysvětlováním a výkladem tématu, ale lze též s výhodou využít didaktických her motivačního charakteru. Mezi nejmodernější didaktické hry patří právě výukové počítačové hry a mobilní aplikace, které splňují informační i motivační stránku vzdělávání. Počítače jsou ve výuce běžně a široce používány. Někteří učitelé jsou však v tomto ohledu skeptičtí (Petty, 2008). Učitel si musí dávat pozor na několik problémů při využívání počítače ve výuce. Měl by si dle Zormanové (2014) uvědomit:

- na co konkrétně chce vzdělávací program používat
- jaká je úroveň znalostí žáků a jejich věk a snažit se vybrat výukový program, který je jim přiměřený
- zda vzdělávací program naplňuje cíle vyučovaného předmětu
- zda má vzdělávací program jasné a přehledné instrukce a jednoduché ovládání, nebo alespoň zda jsou instrukce vzdělávacího programu a ovládání přiměřené věku a znalostem žáků

Vhodně využívané počítačové hry tak mohou mít silný vliv na motivaci žáků pro další studium. Touto tematikou se zabývá několik zahraničních výzkumů.

Partovi a Razavi (2019) zkoumali vliv výukových her na motivaci žáka. Jejich statistická skupina obsahovala 256 836 studentů základních škol. Studenti byli náhodně rozděleni na dvě skupiny – na skupinu experimentální a kontrolní. Kontrolní skupina byla po dobu výzkumu vyučována pomocí klasických vyučovacích metod. Experimentální skupina využívala speciální počítačový software s multimediální podporou.

Jednalo se o online učebnice s výukou základních školních předmětů (především matematiky a jazyků) pomocí poutavých textů a obrázků. Software též uměl přečíst text, což bylo využíváno zejména při psaní diktátů. Žáci hodnotili využití tohoto softwaru velice kladně a pomocí závěrečného testu a dotazníku bylo zjištěno, že právě žáci z experimentální skupiny byli více motivováni, vykazovali lepší výsledky v testu a měli větší zájem o další studium než žáci ze skupiny kontrolní.

Důkaz, že výuka pomocí počítačových her má kladný vliv také na žákovy kompetence, předložili Vanbecelaere a kol. (2020). Výzkum také probíhal na základě experimentální a srovnávací skupiny žáků základních škol. Experimentální skupina byla po dobu 8 týdnů vyučována s využitím počítačových her a multimédií. Srovnávací skupina byla vyučována běžným způsobem. Autoři pozorovali, jaký vliv má herní výuka na schopnosti a kompetence žáka – zejména v oblasti matematiky a čtení. Žáci experimentální skupiny zlepšili oproti kontrolní skupině své čtenářské dovednosti a práci s číselnými řadami. Naopak žádný rozdíl nebyl pozorován v ostatních matematických kompetencích nebo v úzkostlivosti při četbě nahlas před třídou. Autoři výzkumu doporučují učitelům a rodičům obezřetnost při výběru a používání výukových počítačových her v praxi. Zejména kvalita provedení her je podle nich velmi důležitá – konkrétně obsah instrukcí, díky kterým bude žák schopen hru snadno ovládat.

Saini-Edukat a kol. (2002) ze Státní univerzity v Severní Dakotě se zabývají vývojem počítačových her na bázi geologie a geochemie. Vyvíjejí online freewareový výukový program, který se odehrává na imaginární planetě Oit, na které mohou studenti pomocí virtuálních pomůcek provádět geologický výzkum a další akce. Prostředí hry je navrženo tak, aby studentům poskytlo autentický zážitek. Hráč prozkoumává planetu, řeší praktické problémy, plánuje a rozhoduje se dle svého uvážení a pozoruje důsledky svých rozhodnutí. Účastní se též geologického mapování nebo řeší různé vědecké problémy. Autoři tohoto projektu tvrdí, že využití virtuálního prostředí a simulačních her může být velice efektivní výukovou metodou, je však zapotřebí docílit toho, aby samotné hraní hry a postup ve hře přispíval k pochopení principů reálného světa. Saini-Edukat a kol. (2002) zmiňují další výhody obdobných virtuálních „laboratoří“. Tvrdí, že mohou pomoci vyřešit problémy, kterým v současné době vzdělávání čelí – především problém distanční výuky, učení se bez porozumění nebo rozmanitosti stylů učení studentů.

Propojením počítačových her a tematiky geochemie se zabývají také následující vybrané projekty.

The Geology Game je tahová počítačová hra na téma geologie. Hráč v průběhu hraní objeví více než 600 geologických nálezů v 70 světových zemích. K dispozici má virtuální muzeum, do kterého umísťuje nalezené artefakty, fosilie, minerály a horniny a učí se tak jejich názvy a funkce. Osvojuje si poznatky zejména z paleontologie, mineralogie a historie vzniku Země. Zároveň musí závodit proti konkurenčním muzeím ostatních hráčů, což přidává na akčnosti a zajímavosti hry.

Universe Sandbox je důkladně propracovaná simulační PC hra, jejímž herním prostředím je Vesmír, který lze prozkoumávat. Hráč může měnit chemické složení planet a jejich atmosfér a pozorovat vyvolané změny. Lze též interagovat s gravitací nebo černými děrami, pozorovat z Vesmíru zatmění Slunce, kolizi dvou planet nebo zánik zvolené hvězdy. Hráč si může vytvořit svou vlastní planetu nebo celou galaxii. Tato hra je velmi poutavá a pro žáky silně motivační, mohou si zde osvojit poznatky především z kosmochemie a astrofyziky.

Bezplatné vzdělávací stránky s geochemickým obsahem lze najít na adrese www.planeta42.com. Jedná se o krátké online hry zaměřené vždy na konkrétní téma týkající se přírodních věd. Zmínila bych zejména hry *Earth structure* nebo *Earth's atmosphere structure*, kdy hráč přiřazuje objekty charakteristické pro každou z vrstev planety Země nebo vrstev atmosféry. Jelikož se jedná především o interakci s obrázky, není anglické provedení této hry limitujícím pro česky mluvící žáky. Na tomto portále najdeme také mini-hry na procvičování přeměn skupenství, chemického názvosloví, pH nebo také na složení půdy.

Závěrem bych ráda zmínila jednu z nejzajímavějších Android aplikací na toto téma pro chytré telefony *The Geologist* dostupnou přes službu Google Play. Jedná se o arkádovou hru s prvky geochemie. Cílem této hry je pomoci hráči nalézt „pravdu o Zemi“ díky zajímavým objevům, které hráč ve hře učiní. Hráč přichází na to, že „dívat se na minerál na molekulární úrovni je jako popsat úplně nový svět“.

2.3 Přírodovědné poznatky zařazené do scénáře vzdělávací hry

Hlavním tématem vytvořené výukové hry jsou chemické a fyzikální vlastnosti minerálů. Jedná se o téma, které je z oboru geochemie na základních školách nejčastěji vyučováno. Výhodou tohoto obsahu je možnost jeho propojení s praktickou činností žáků, což má značný důsledek na motivaci žáků. Právě prostředí Šumavy, která byla zvolena jako herní lokalita, je pro výuku mineralogie ideální.

2.3.1 Fyzikální vlastnosti minerálů

Základní fyzikální vlastnosti minerálů jsou vzhled krystalu (morfologie), vlastnosti mechanické, optické, tepelné, magnetické nebo elektrické. Vybrané vlastnosti jsou podrobněji rozebrány v následujících odstavcích.

Morfologie

Při určování nerostu lze zprvu pozorovat samotný tvar nerostu. Může se ale také jednat o minerál amorfní, tedy beztvary. Typickými představiteli jsou opál, rtuť nebo různé druhy přírodních skel. U krystalického nerostu lze rozlišit sedm základních typů krystalografických soustav, ve kterých v ideálním případě krystalizují. Každá soustava je charakterizována středovými, osovými či rovinnými souměrnostmi a je typická pro určitou skupinu minerálů. Například soustava trojklonná je charakteristická pro modrou skalici, kosočtverečná soustava pro olivín nebo klencová soustava pro hematit. Reálné krystaly jsou však téměř ve většině případů vyvinuty nedokonale. Krystal potřebuje pro svůj dokonalý růst dostatek prostoru a ideální teplotní, tlakové a další podmínky. Tyto podmínky téměř nikdy nebývají přesně splněny. Výsledný tvar tak většinou neodpovídá ideální krystalické struktuře a bývá různě deformován nebo je spojen s jinými krystaly za vzniku agregátů, které se v přírodě vyskytují velmi často.

Optické vlastnosti

Propustnost světla je jednou ze základních optických vlastností minerálu. Průhledné minerály propouští světlo velmi dobře, i pokud se jedná o silnou vrstvu tohoto nerostu. Typickým zástupcem je křišťál, skrz který lze bez problémů přečíst například tento text. Průsvitné minerály, jako je například růženín nebo ametyst, také propouští světlo, ale už o dost hůře. Pokud se podíváme skrz průsvitný minerál, nevidíme tvary,

hrany či konkrétní předměty, ale pouze světlo v různé intenzitě. A konečně neprůhledné minerály (tzv. opakní) světlo nepropouští vůbec. Patří sem třeba pyrit, grafit či stříbro.

Také barva nerostu a jeho vrypu jsou typickými optickými vlastnostmi pro konkrétní minerály. Například odrůdy křemene se rozlišují právě podle své charakteristické barvy. Křemen nebo diamant se vyznačují svou bezbarvostí. Pro barevné minerály bývá určující jejich chemické složení – konkrétně obsah určitých chemických prvků ve struktuře. Těmito prvky bývají nejčastěji přechodné kovy vanad, titan, chrom, mangan, železo, kobalt, nikl nebo měď. Je potřeba zmínit, že obsah stejného prvku ve dvou různých nerostech neznamená vždy jejich stejné zbarvení. Typickým příkladem je vliv mědi na barvu azuritu, kupritu a malachitu. V azuritu způsobuje měď modré zbarvení, v kupritu červené zbarvení a v malachitu zbarvení zelené. Záleží totiž i na krystalické struktuře nebo na valenci prvku a dalších faktorech. Barva také nemusí být určena konkrétními prvky, ale vzniká selektivní absorpcí světla na elektronech pohybujících se krystalovou strukturou. Tento jev je typický pro kovy a polokovy. Alochromatické minerály se projevují zbarvením, které bývá způsobené nějakou vzorcem nevyjádřenou příměsí prvku. Tak je tomu například u rubínu, k jehož červené barvě přispívá obsah chromu, nebo u akvamarínu, kde právě železo vyvolává ono modrozelené zbarvení. Dalším příkladem alochromatických minerálů mohou být odrůdy křemene nebo berylu, které se liší právě svým různým zbarvením na základě různých příměsí. V některých případech může být zbarvení minerálu pouze zdánlivé, a tedy způsobené například lomem světla, jeho ohybem nebo interferencí světelných paprsků. Tzv. iridiscence je jev způsobující duhové zbarvení albitu. Opalescence je typická pro opály, kdy dochází k rozptylu světla a ke vzniku perleťového či mléčného vzhledu minerálu. Speciálním jevem je tzv. alexandritový efekt, který se projevuje u nerostu alexandritu, ale také někdy u fluoritu či pyropu. Alexandrit je schopen měnit svou barvu na základě různého spektrálního složení světla, které jím prochází. Na denním světle se jeví jako zelený, při umělém osvětlení je až červený.

Dále pozorujeme barvu vrypu minerálu – buď rozetřením minerálu na porcelánové destičce nebo pouhým rýpáním nožem či jiným nástrojem. Barva vrypu minerálu s kovovým vzhledem bývá často tmavší než jeho normální barva. Naopak je tomu u průhledných či průsvitných minerálů. Nejznámějším příkladem odlišnosti barvy vrypu od barvy nerostu je minerál hematit, který se jeví jako černý, ale barva jeho

vrypu je červenohnědá. Určování barvy vrypu bývá spolehlivějším ukazatelem než samotná barva nerostu.

Pozorovat lze také lesk, jenž je vlastností povrchu minerálu a vzniká při odrazu a rozptylu světla. Nejznámějším je kovový lesk typický pro ryzí kovy a některé sulfidy a oxidy. Dále lesk polokovový (hematit, sfalerit), diamantový (diamant, zirkon), skelný (křemen, kalcit, fluorit), mastný (mastek, apatit), perleťový (slída, sádrovec), hedvábný (azbest, sádrovec) nebo matný (kalcit, halit).

Štěpnost a lom

Štěpnost je schopnost nerostu se štípat podle přesně vymezených štěpných ploch. Dle obecné definice se jedná o krystalograficky orientované minimum soudržnosti. Plochy štěpnosti bývají často rovnoběžné s některými krystalovými plochami a jsou odrazem krystalické struktury látky. Směr štěpnost je pak závislý na nejslabších vazbách ve struktuře nerostu. Kvalitu štěpnosti můžeme subjektivně charakterizovat podle množství, délky a zřetelnosti štěpných trhlin na povrchu nerostu. Jedná se o štěpnost:

- velmi dokonalou – krystal se velmi dobře dělí podle krystalových ploch, nejčastěji na lístečky nebo šupinky (muskovit, biotit, kalcit, sádrovec)
- dokonalou – krystal se vesměs rozpadá na částičky ohraničené štěpnými plochami (kalcit, galenit, baryt, amfibol)
- dobrou – není vždy zřetelně rozlišená štěpnost, štěpné plochy nejsou rovné (živce, amfiboly, pyroxeny, fluorit)
- nedokonalou – štěpné plošky jsou vidět jen zřídka (apatit, síra, olivín, beryl)
- velmi nedokonalou – štěpné plochy prakticky chybí, objevují se jen výjimečně (korund, magnetit, zlato, granát)

Nedostatek štěpnosti se projevuje jako lom, který je typický zejména pro amorfní nerosty. Pevnost vazeb těchto minerálů bývá ve všech směrech přibližně stejná, takže pokud na ně působíme odpovídající silou, pak vzniknou lomné plochy bez jakéhokoliv krystalografického směru. Podle tvaru lomných ploch rozlišujeme např. lom lasturnatý (opál, vulkanická skla), rovný (některé odrůdy chalcedonu) nebo nerovný (pyrit).

Tvrдост

Tvrдост minerálu znamená míru jeho odolnosti vůči vnikání cizího tělesa. Pro určení tvrdosti se sleduje reakce krystalové struktury na působící tlak, aniž by vznikl

lom. Tvrdost minerálu tak závisí především na jeho struktuře – tedy na povaze vazeb, atomů, iontů a jejich vzdáleností. Tvrdost je také významně ovlivněna poruchami krystalové struktury.

Relativní tvrdost minerálu je založena na srovnávání, zda nerost rýpe do jiného nerostu, nebo zda odolává rýpání různými pomůckami (nejčastěji nožem). K určení této tvrdosti se již tradičně využívá *Mohsovy stupnice tvrdosti*, kterou sestavil německý geolog a mineralog Friedrich Mohs (1773-1839). Jedná se o stupnici deseti úrovní tvrdosti s tím, že každý stupeň je charakteristický pro konkrétní minerály. Pokud určujeme tvrdost podle této stupnice, musíme pamatovat na několik zásad:

- Každý následující minerál v řadě rýpe do předchozího, ale sám se předchozím rýpat nedá.
- Rýpe se vždy do čerstvého lomu, protože starší plocha již může být produktem různých přeměn a vykazovat tak nižší tvrdost.
- Ostré hrany minerálu bývají o něco tvrdší než samotné jeho plochy.
- Tvrdost je vektorová veličina a záleží tak na směru rýpání. Např. u kyanitu nalezneme tvrdost 4,5 i 7.

Mohsova stupnice tvrdosti je tak pouze orientační pomůckou, nicméně lze s její pomocí rozeznat některé obtížně určitelné nerosty. Zde uvádím seznam tvrdosti minerálů tak, jak ho sestrojil Friedrich Mohs, doplněný o další minerály s obdobnou tvrdostí.

1. Mastek – grafit
2. Sádrovec – halit, síra, hořčík, azbest, alabastr
3. Kalcit – měď, slída, zlato, jantar, galenit, antracit
4. Fluorit – platina, siderit, malachit, magnezit, sfalerit
5. Apatit – lazurit, tyrkys, mangan
6. Ortoklas – magnetit, hematit, pyrit, vltavín, kasiterit, rutil
7. Křemen – opál, olivín, granát, osmium
8. Topaz – zirkon, turmalín, beryl, spinel
9. Korund – chrom, karborundum
10. Diamant

Tvrdost zjišťujeme buď jednoduše v terénu pomocí dostupných pomůcek (nehet, nůž, mince, sklo) nebo v laboratoři tvrdoměry s ocelovými či diamantovými hroty.

Zajímavostí je, že existují materiály, které jsou ještě tvrdší než diamant. Jedná se zejména o různé modifikace uhlíku, které jsou buď výsledkem laboratorních experimentů, ale nejsou již považovány za nerosty (např. karbyn a fullereny), nebo se nacházely/nacházejí v místech dopadů velkých meteoritů nebo asteroidů (např. minerály lonsdaleit a karmeltazit).

Hustota

Hustota minerálů je dána jejich chemickým složením a strukturou. V mineralogii se hustota nerostu definuje číslem, které určuje, kolikrát je daný objem minerálu těžší než stejný objem destilované vody při 4 °C (tehdy má voda nejvyšší hustotu). Většina minerálů spadá do intervalu hustot 2,5-7,5. K určení hustoty se využívají nejrůznější metody. Volumetrická metoda spočívá v prostém využití vah, odměrného válce, vody a úlomku nerostu, který nepřesahuje rozměr 1 cm – počítá se tak hmotnost a objem úlomku, z čehož lze pomocí vzorce vypočítat hustotu. Využívána je též hydrostatická metoda, založená na využití Archimédova zákona a hydrostatických vah, které lze v laboratoři snadno sestavit úpravou klasických laboratorních vah. Jedním z nejpřesnějších měření hustoty minerálů je využití pyknometrické metody. Pomůckami jsou při tomto měření pyknometr a přesné laboratorní váhy. Metoda vychází ze skutečnosti, že poměr hmotností stejného objemu určované a kontrolní kapaliny je stejný jako poměr jejich hustot. Moderní technologie však umožňují využití plně automatizovaných přístrojů pro měření hustoty – tzv. denzimetrů, které mohou být stolní pro využití v laboratoři nebo přenosné pro využití v terénu.

Další fyzikální vlastnosti

Další fyzikální vlastností minerálů je magnetismus. Z tohoto hlediska se rozlišují feromagnetické minerály, které zesilují vnější magnetické pole a chovají se jako permanentní magnety. Patří sem např. železo nebo magnetit. Diamagnetické minerály pole mírně zeslabují a v magnetickém poli jsou slabě odpuzovány. Jedná se např. o zlato, stříbro, topaz, křemen nebo halit. Paramagnetické minerály pole mírně zesilují a jsou v něm slabě přitahovány. Příkladem jsou siderit, beryl, rutil nebo turmalín.

Piezoelektrický jev lze pozorovat např. u monokrystalického křemene. Pokud je krystal mechanicky namáhán, vytvoří se na jeho povrchu elektrické napětí. Dodnes se tohoto jevu využívá například v zapalovačích.

Při luminiscenci absorbuje minerál konkrétní formu energie, kterou poté vyzáří v podobě viditelného světla. Pokud je tento jev vyvolán mechanickým působením (drcením, třením, úderem), pak je nazýván triboluminiscencí. Můžeme ji pozorovat např. při drcení zrn karborunda, krystalů cukru, sfaleritu nebo křemene. Termoluminiscenci vyvolává teplo nejčastěji v rozmezí 50-100 °C a fotoluminiscenci vyvolává viditelné záření (světlo), záření UV, RTG a další. Rozlišují se také dva druhy fotoluminiscence. Fluorescence trvá jen po dobu působení budícího záření, oproti tomu u fosforescence pokračuje vyzařování i po odeznění budícího záření. Fluorescenci lze nejlépe pozorovat u kalcitu pomocí UV-záření.

2.3.2 Chemické vlastnosti minerálů

Dle obecné definice jsou chemické vlastnosti minerálů určeny jejich chemickým složením a krystalovou strukturou. Reálné krystaly však neodpovídají přesnému chemickému vzorci a jedná se často o velmi složité směsi, které obsahují i řadu dalších prvků, které vzorcem vyjádřené nejsou. Při zkoumání chemických vlastností nerostu tak nelze spoléhat pouze na jedinou zkoušku a je třeba vyhodnotit co nejvíce rozlišovacích znaků.

Vzorek pro chemické pokusy se volí obvykle z místa uvnitř minerálu, nikoliv z jeho povrchu. Doporučuje se též vyhnout částem minerálu, které se zdají být nehomogenní nebo dokonce přeměněné. Vzorek se drtí na menší části nebo roztírá pomocí třecí misky (achátové) na prášek.

Žihání

Často je využívána metoda žihání minerálu ve zkumavce, na jejíž dno je vzorek nanesen a zahříván v nesvítivém plamenu. Následně lze pozorovat určité změny v žihaném vzorku. Pokud je vzorek roztaven, pravděpodobně se jedná o nerost s velice nízkou teplotou tání, např. o síru či antimon. Pokud se kousky vzorku rozstřelí na menší částice se slyšitelným praskáním, pak se pravděpodobně jedná o některý z dobře štěpitelných minerálů o nízké tvrdosti – např. baryt, galenit nebo kalcit. Tvorba sublimátu po stěnách zkumavky je typická pro síru, která sublimuje např. z pyritu či markazitu. Pokud je sublimát stříbrný a kovově lesklý, pak se nejspíš jedná o tzv. rtuťové zrcátko, utvořené rtuťí pocházející z cinabaritu. Malý tenký kousek vzorku lze také žihat pomocí pinzety přímo v plamenu a poté opět pozorovat roztavení a rozstřelení na menší částičky, nebo pomalé „mizení“ vzorku (cinabarit, arzen), hoření vzorku (síra, pyrit, markazit),

změnu barvy či lesku vzorku (nejčastěji sulfidy) anebo se vzorek téměř nijak nezmění (nejčastěji oxidy, sírany, fosforečnany či silikáty).

Barvení plamene

Tenký úlomek minerálu – tzv. tříška – je vložena do nesvítivé části plamene a je pozorováno její zbarvení. Pokud není možné minerál rozdělit na tenké třísky, využívá se jeho rozetření v achátových miskách na prášek, který je poté nanesen na platinový drátek namočený do kyseliny chlorovodíkové. Kyselina chlorovodíková se s výhodou využívá i tehdy, pokud vzorek plamen nebarví a je tak zapotřebí jej chemicky rozrušit. Vznikající chloridy kovů jsou pak obvykle snadno těkavé.

Je třeba zmínit značnou nespolehlivost této metody, konkrétně u vzorků, které jsou významně znečištěné obsahem sodíku. Jedná se o velmi častý jev. Sodík barví plamen intenzivně žlutě. Tato barva je pak schopná překrýt jiná zbarvení. Někdy je obsah sodíku malý a po chvíli žlutá barva plamene zeslábne. Někdy je však jeho obsah značný a žlutou barvu delším žiháním odstranit nelze. V tomto případě může opticky posloužit modré kobaltové sklo k odfiltrování žluté barvy plamene.

Boraxové perličky

Principem této metody je reakce boraxu s některými kovy přítomnými ve vzorku za vzniku boraxové perličky o charakteristické barvě. K tomu je opět využíván plamen a platinový drátek. Zbarvení perličky je pozorováno za horka i po vychladnutí. Dále je srovnáváno zbarvení perličky utvořené plamenem oxidačním i redukčním. Výsledkem jsou pak čtyři druhy barev, které se porovnávají s výsledky v analytických tabulkách.

Rozpustnost ve vodě

Rozpustnost minerálů ve vodě lze zjistit jednoduchým pokusem, kdy je malý vzorek či jeho prášek vložen do zkumavky a zalit menším množstvím destilované vody. Následně je pozorováno, zda se vzorek rozpouští či nikoliv. Pokus se nejprve provádí ve studené vodě, poté v horké – zahřáté nad kahanem k bodu varu. U vzorků ve vodě rozpustných nebo částečně rozpustných lze dále určovat jejich obsah pomocí dalších analytických důkazů. Většina reálných vzorků je však ve vodě nerozpustná.

Rozpustnost v kyselinách

Minerály, které se ve vodě nerozpouští, lze někdy rozložit pomocí kyselin. Nejčastěji se pak využívá kyselina chlorovodíková, dusičná či fluorovodíková. Rozpustnost kyselinami se opět zkouší ve zkumavce zalitím vzorku kyselinou – nejprve za studena, poté po zahřátí. Nejznámějším využitím tohoto jevu je důkaz přítomnosti uhličitany ve vzorku pomocí zředěné kyseliny chlorovodíkové. Takto lze snadno v terénu dokázat např. kalcit nebo vápenec, který může být zaměněn s křemenem – křemen s kyselinou totiž nijak nereaguje. Tato zkouška má své opodstatnění pouze tehdy, pokud již nebyl křemen od kalcitu odlišen zkouškou tvrdosti. Reakce vzorku minerálu se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou jsou přehledně zpracovány v následujícím odstavci.

- Vzorek sice nešumí, ale je rozpouštěn kyselinou na roztok (magnetit, limonit, apatit).
- Vzorek sice nešumí, ale je kyselinou viditelně rozkládán na pevný zbytek ve formě gelu či prášku (olivín, některé silikáty, foidy, zeolity).
- Vzorek se rozkládá za doprovodu šumění a lze cítit unikající sirovodík (galenit, antimonit, pyrhotin).
- Vzorek se rozkládá za doprovodu šumění a lze cítit unikající chlor (oxidy manganu).
- Vzorek se rozkládá za doprovodu šumění, ale bez zápachu (uhličitany).
- Vzorek se v kyselině nerozkládá (pyrit, cinabarit, většina silikátů a oxidů).

Silikáty a některé oxidy lze následně dokázat kyselinou fluorovodíkovou. Vzorek je v teflonové nádobce několikrát zaléván koncentrovanou kyselinou fluorovodíkovou a po každém zalití je nechán na vodní lázni odpařit do sucha. Pokud se poté v nádobce vyskytuje bílý zbytek, pak se jedná o fluoridy kovů, které vzorek obsahoval. Tyto kovy lze dále prokazovat jinými analytickými metodami (např. plamenovou zkouškou).

3 Cíl práce

Cílem diplomové práce je analyzovat tematický celek geochemie, který je na základních školách vyučován zejména v rámci chemie, přírodopisu a zeměpisu. Předpokladem je fakt, že toto téma není pro žáky příliš atraktivní především díky velkému množství předávaných informací bez hlubšího pochopení a aplikace v praxi.

Na základě teoretických poznatků předešlé kapitoly a výsledků předcházející bakalářské práce byla v rámci diplomové práce vytvořena didaktická počítačová hra „Šumava II“ z cyklu „Putování alchymisty Antonica“, kterou lze využít k opakování tematického celku geochemie na druhém stupni základních škol. Hráči je atraktivním způsobem zprostředkováno pojmosloví geochemie, základní fyzikální a chemické vlastnosti minerálů, místopisné a historické zajímavosti spjaté s prostředím hry.

Vytvořená hra je lokalizována v prostředí Šumavy, zejména v okolí obcí Prášily, Srní a Modrava. Z důvodu geochemické zajímavosti byly taktéž zařazeny následující lokality – povodí řeky Vydry, geologická expozice v Rokytě, vrchol Oblíku, Tříjezerní slat' nebo Prášilské jezero.

Díky interaktivitě hry je žák aktivně vtažen do pedagogického procesu a upevňuje si své znalosti. Cílem této výukové hry však není pouze předat hodnotné informace, ale též rozvíjet jejich kritické a logické myšlení, vnitřní motivaci, kreativitu a propojovat předávané poznatky s praktickým aspektem. Splnění těchto cílů je ověřováno autorským výzkumem v kapitole 5. Poskytnutá zpětná vazba žáků bude následně využita k vylepšení testovací verze hry.

4 Tvorba hry

4.1 Popis hry

Vzdělávací počítačová hra ze série cyklu „Putování alchymisty Antonica“ – díl „Šumava II“, byla vytvořena pomocí programu Wintermute Engine Project Manager. Úprava grafických prvků proběhla pomocí programů GIMP 2.10.8 a PhotoFiltre Studio X.

Základní prostředí hry tvoří autorské snímky šumavských lokalit a vlastnoručně kreslené obrázky, které byly převedeny do digitální podoby a v PNG formátu vloženy do hry. Všechny tyto grafické prvky lze i s popisem nalézt v následující kapitole 4.2.

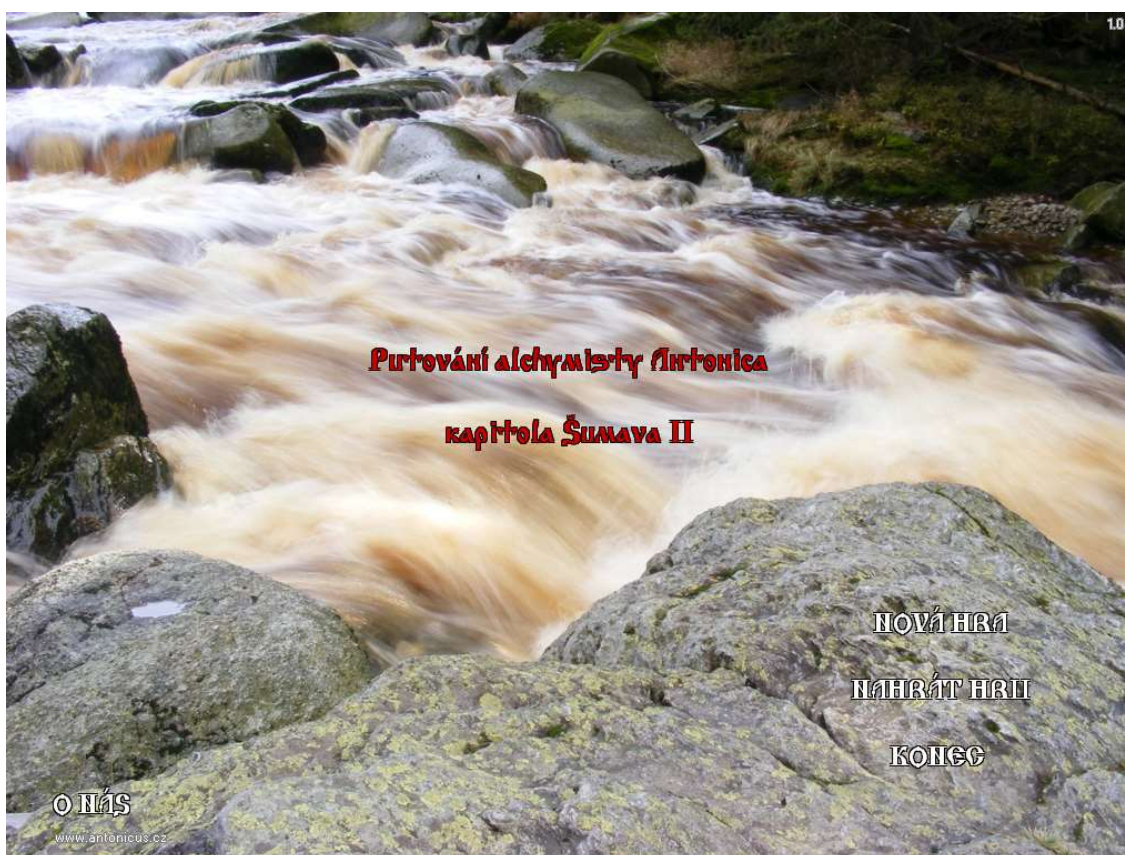
Zvukové pozadí hry tvoří audiozáznamy z internetových stránek www.soundimage.org.

4.2 Scénář hry

V této kapitole je podrobně rozepsán samotný scénář hry. Celkový koncept hry je postaven na příběhu, který hráče uvádí do kontextu a provede ho celou hrou. K úspěšnému dokončení hry je třeba splnit úkol v každé šumavské lokalitě. Tento úkol představuje vyhledávání chybných částí vět v textu, který souvisí s geochemickými poznatky. Navíc se v každé lokalitě dozvídá místní přírodovědné i historické zajímavosti.

Základních herních lokalit s úkoly je ve hře celkem 10. Za splnění úkolu v každé lokalitě hráč obdrží jeden minerál do inventáře. V závěru hry tak bude vlastnit všech 10 minerálů Mohsovy stupnice tvrdosti, které budou správně seřazeny. Ve hře se ještě nachází úvodní lokalita, která hráče uvádí do hry a poslední lokalita, kde se příběh uzavírá a hra končí.

Po spuštění hry se objeví úvodní menu zobrazené na obr. 3 a začne hrát hudba.



Obr. 3: Úvodní menu



Kliknutím na tlačítko „nová hra“ se hra spustí. Postup ve hře je možné kdykoliv uložit a nahrát z tlačítka „nahrát hru“.

Hráči je představena ústřední postava hry – duch zesnulého geologa Friedricha Mohse, který hráči zadává hlavní úkol hry – zjednodušeně: získat všech 10 minerálů z jeho stupnice tvrdosti, které jsou ukryté v jednotlivých šumavských lokalitách. Celý příběh si lze přečíst na obr. 4.

Zdravím Tě! Jsem duch zesnulého německého geologa **Friedricha Mohse**. Ve svém životě jsem studoval fyzikální vlastnosti minerálů, zejména jejich tvrdost, podle které jsem seřadil minerály do stupnice od 1 do 10. Ta je pojmenovaná podle mě „Mohsova stupnice tvrdosti“.

Všech 10 nerostů jsem za svého života ukryl na různá místa po Šumavě, aby je našel jen ten, kdo rozluští hádanku umístěnou na mém náhrobku. Bohužel jsem skonal dříve, než jsem stačil hádanku vymyslet. A tak tu bloudím už skoro 200 let a čekám na jedinou živou duši, která mne spatří a které mohu napovědět, kde minerály hledat.

A konečně jsi tu! Tvým úkolem je navštívit zobrazené šumavské lokality a minerály najít. Až je budeš mít všechny, vezmi je za mnou na Rokytu. Jedině tak má duše konečně nalezne klid. Minerály si pak můžeš na důkaz vděku nechat. S hledáním Ti pomůže můj kamarád duch alchymisty Antonica.

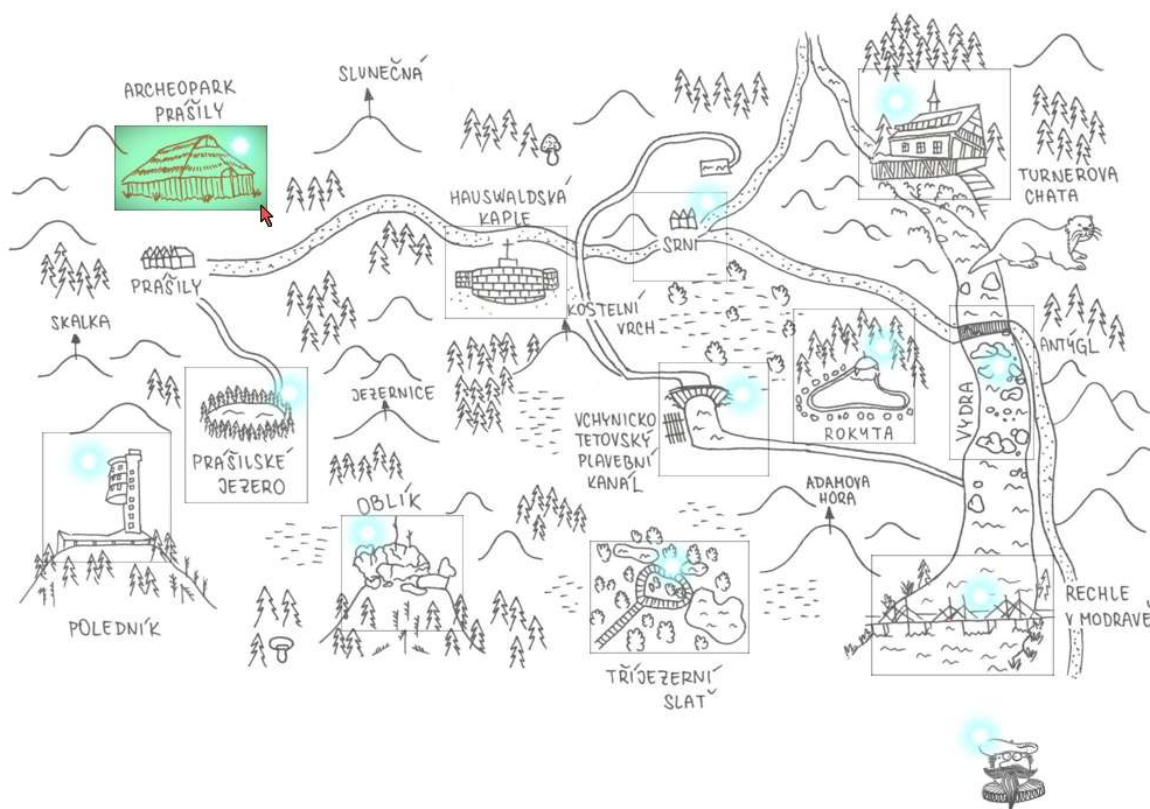


Obr. 4: Uvedení do příběhu hry ústřední postavou

Po odkliknutí modré šipky se hráč dostane na první scénu, která je znázorněna a popsána v kapitole 4.2.2.

4.2.1 Rozcestí hry – mapa Šumavy

Než se seznámíme s jednotlivými scénami hry, je vhodné si nejprve ukázat rozcestí, ke kterému se hráč v průběhu hry několikrát vrací. Jedná se o ručně kreslenou mapu části Šumavy (obr. 5), na které lze spatřit jednotlivé lokality, do kterých hráč vstupuje. Místa, která stále nejsou splněná, poznáme podle modře blikajícího světýlka.



Obr. 5: Mapa Šumavy jako rozcestí hry

Po kliknutí na ducha Antonica, umístěného v pravém dolním rohu mapy, hra vygeneruje text:

„Až najdeš všech deset minerálů, vydej se na Rokytu.“

Hráč tak musí projít všemi lokalitami, včetně té úvodní u Hauswaldské kaple, kde minerály získá a na závěr hry je přinese Mohsovi do místa geologické expozice v Rokytě. Tato událost je popsána na závěr scénáře, v kapitole 4.2.13.

4.2.2 Úvodní scéna – Hauswaldská kaple



Obr. 6: Úvodní scéna – Hauswaldská kaple

Úvodní scéna u Hauswaldské kaple je zobrazena na obr. 6 a poslouží nám jako modelový příklad pro plnění lokality.

V pozadí každé scény lze pozorovat autorskou fotografii pořízenou v dané šumavské lokalitě. Vždy je též přítomen duch Antonica, který hráče doprovází a který je na obr. 6 označen červeným rámečkem. Toto označení slouží pouze k teoretickému popisu jednotlivých scén a v samotné hře se nezobrazuje.

Kliknutím na ducha Antonica se hráči otevře text o místních přírodovědných či historických zajímavostech (obr. 7). Součástí této stránky je vždy vlastnoručně kreslený obrázek, který se vztahuje k obsahu textu.

Po odkliknutí šipky na konci textu se dostaneme zpět na scénu, kde se nově zobrazí lexikon (červeně označený na obr. 8).

Hauswaldská kaple

Nedaleko obce Srní pod Kostelním vrchem můžeš navštívit historické poutní místo, které je opředené mnoha legendami. Zdejší obyvatelé prý v těchto místech zažili různá zjevení Panny Marie a další nadpřirozené jevy, které byly pozitivně laděné. Aby vyjádřili svůj vděk vůči tomuto místu, nechali zde vystavět kapli, kde se konaly poutní mše.

Později se zde postavily další dvě kaple, ale bohužel byly zničeny československou armádou při budování vojenského prostoru. Dnes jsou zde vidět pouze půdorysy původních kaplí a rekonstruovaný „záračný“ pramen, který můžeš vidět na fotografii. Toto místo je dnes často označováno jako malé šumavské Lurdy.

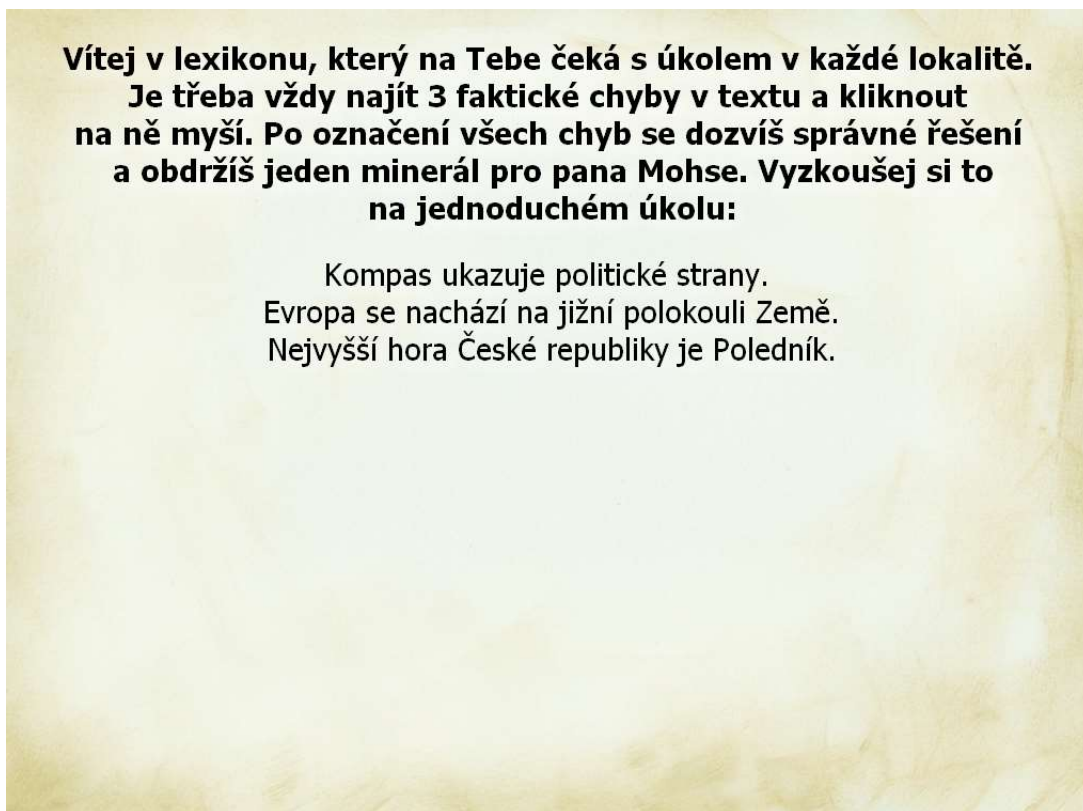


Obr. 7: Místní zajímavosti – Hauswaldská kaple



Obr. 8: Úvodní scéna s lexikonem

Po kliknutí na lexikon se hráč přenese na úkol (obr. 9). Jelikož je tato scéna ve hře zařazená jako první, lexikon pouze hráči vysvětluje, jakým způsobem úkoly řešit. Hráč si pak vše vyzkouší na jednoduchém úkolu.



Obr. 9: První úkol lexikonu

Principem hry je v textu najít tři chybně uvedená slova. Na ně musí hráč kliknout a se zvukovým efektem se slovo automaticky označí červeným křížkem (obr. 10). Při správném označení všech tří chyb je možné odpovědi porovnat se správným řešením. Po kliknutí na modrou šipku se hráč dostává zpět na základní mapu, kde si vybírá další lokalitu.

Za splnění úkolu hráč obdrží vždy jeden minerál, který se umístí do jeho inventáře. Toto však neplatí pro popisovanou úvodní scénu, která je pouze vzorová.

Text, ve kterém žák vyhledává chyby, je vždy obsahově laděn k minerálu, který za splnění úkolu získá.

**Vítej v lexikonu, který na Tebe čeká s úkolem v každé lokalitě.
Je třeba vždy najít 3 faktické chyby v textu a kliknout
na ně myší. Po označení všech chyb se dozvíš správné řešení
a obdržíš jeden minerál pro pana Mohse. Vyzkoušej si to
na jednoduchém úkolu:**

Kompas ukazuje pol~~x~~ické strany.
Evropa se nachází na ji~~x~~ní polokouli Země.
Nejvyšší hora České republiky je Pol~~x~~dník.

Kompas ukazuje světové strany.
Evropa se nachází na severní polokouli Země.
Nejvyšší hora České republiky je Sněžka.



*Pan Mohs čeká na nerosty.
Vydejme se na cestu!*



Obr. 10: Správné řešení prvního úkolu

V následujících kapitolách jsou znázorněny a popsány další scény již bez úkolů z lexikonu. Všechny chybné texty jsou pro přehlednost vypsány dohromady v kapitole 4.3.

4.2.3 Scéna 1 – Archeopark v Prášilech




Obr. 11: Scéna 1 – Archeopark v Prášilech

Archeopark v Prášilech

Pokud Tě zajímá, jak se asi žilo v naší zemi před 2 tisíci lety, rozhodně zvaž návštěvu Archeoparku v Prášilech. Najdeš zde kompletně rekonstruovanou keltskou vesnici s typickými roubenými sruby – jeden z nich můžeš vidět na fotografii.

Sdružení Keltoi, které archeopark provozuje, každý rok pořádá různé zážitkové programy, letní tábory nebo školní výlety. Bohužel byl archeopark již dvakrát vážně poničen úmyslně založenými požáry.



▶

Obr. 12: Místní zajímavosti – Archeopark v Prášilech

4.2.4 Scéna 2 – Turnerova chata



Obr. 13: Scéna 2 – Turnerova chata

Turnerova chata

Pokud se vydáš z Antýglu po naučné stezce kolem řeky Vydry, můžeš se cestou občerstvit v Turnerově chatě. Jedná se o stylovou roubenou stavbu z konce třicátých let, která se zachovala v původní podobě. Je to jediná veřejně přístupná chata v I. zóně Národního parku Šumava.

Turnerova chata je také proslavená svým výběhem, ve kterém žijí ohrožené vydry říční.



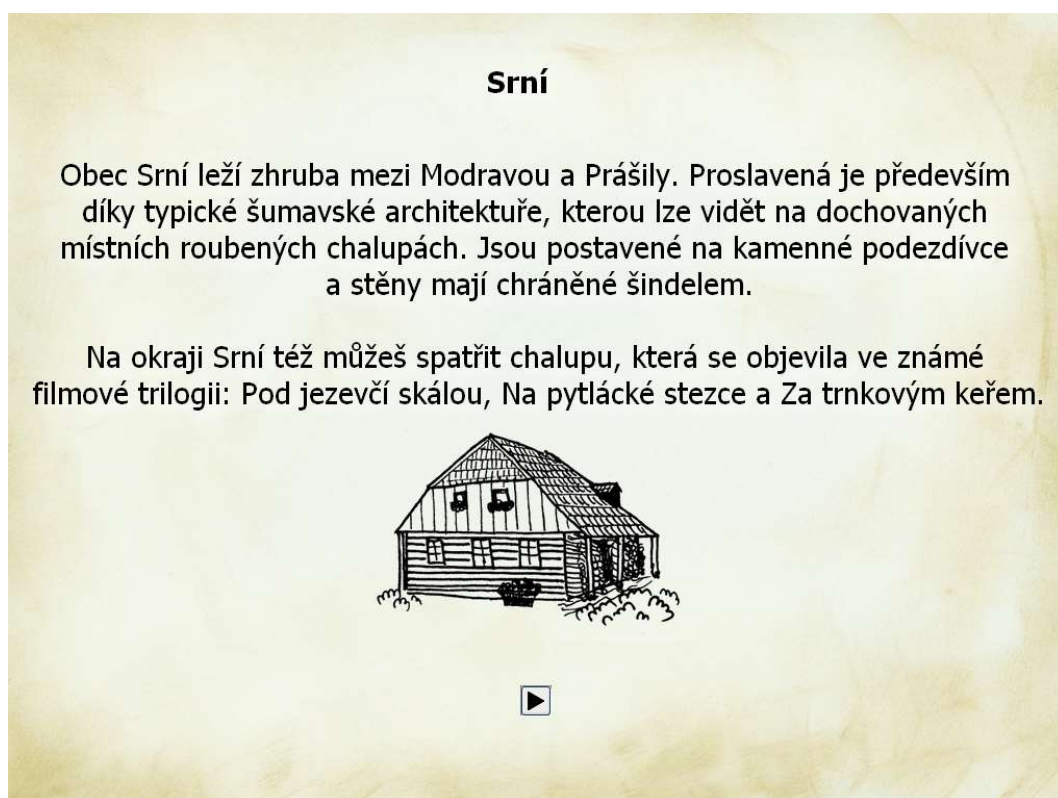
▶

Obr. 14: Místní zajímavosti – Archeopark v Prášilech

4.2.5 Scéna 3 – Srní



Obr. 15: Scéna 3 – Srní

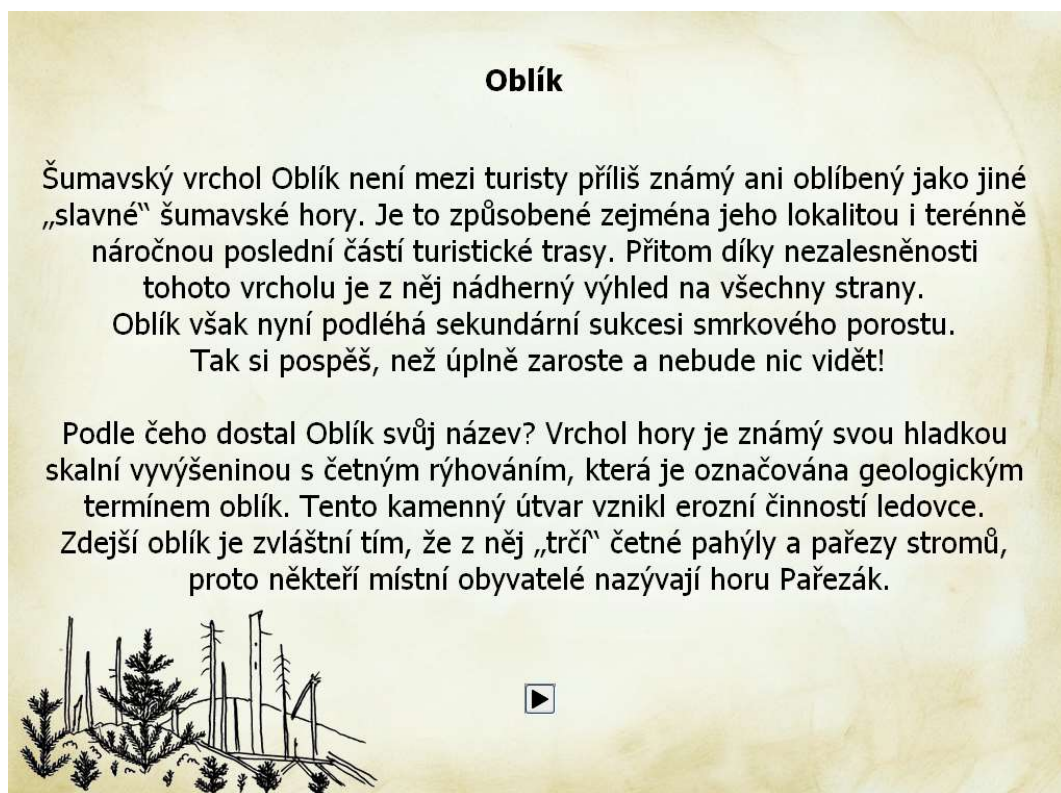


Obr. 16: Místní zajímavosti – Srní

4.2.6 Scéna 4 – Oblík



Obr. 17: Scéna 4 – Oblík



Obr. 18: Místní zajímavosti – Oblík

4.2.7 Scéna 5 – Prášílské jezero

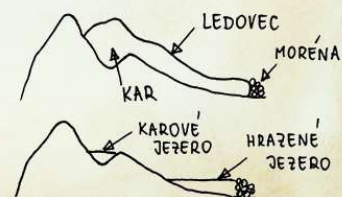


Obr. 19: Scéna 5 – Prášílské jezero

Prášílské jezero

Pokud se vydáš na výšlap na horu Poledník z města Prášil po červené, určitě se cestou zastavíš na svačinu u Prášílského jezera. Můžeš se pokochat krásným karovým ledovcovým jezerem, které má hloubku na některých místech až 15 metrů. Tento fakt podcenil student O. Kareis, který se v jezeře v roce 1927 utopil. Na jeho památku je zde postaven kamenný pomník.

Ledovcových jezer je na Šumavě celkem 5. Černé jezero, Čertovo jezero, Prášílské jezero, Plešné jezero a jezero Laka. Tato jezera vznikla erozní činností ledovce, který prohloubil zemský povrch, poté roztál a prohlubně vyplnil.



Obr. 20: Místní zajímavosti – Prášílské jezero

4.2.8 Scéna 6 – Vchynicko-tetovský plavební kanál



Obr. 21: Scéna 6 – Vchynicko-tetovský plavební kanál

Vchynicko-tetovský plavební kanál

Vchynicko-tetovský plavební kanál je uměle vytvořený vodní tok o délce cca 14 km. Severně od Modravy se odpojuje od řeky Vydry a za obcí Srní vtéká do říčky Křemelné.

Byl vybudován k plavení dřeva, které se těžilo v šumavských lesích a následně bylo zapotřebí jej dostat do níže položených vesnic a osad, kde se dále využívalo buď jako stavební materiál nebo jako palivo. Využití dobře splavných toků pak bylo pro dopravu dříví v tehdejší době velmi efektivním způsobem. V horní části toku se většinou plavily samostatné klády. V dolních rozšířených částech toku se ve vazištích klády svazovaly do vorů.

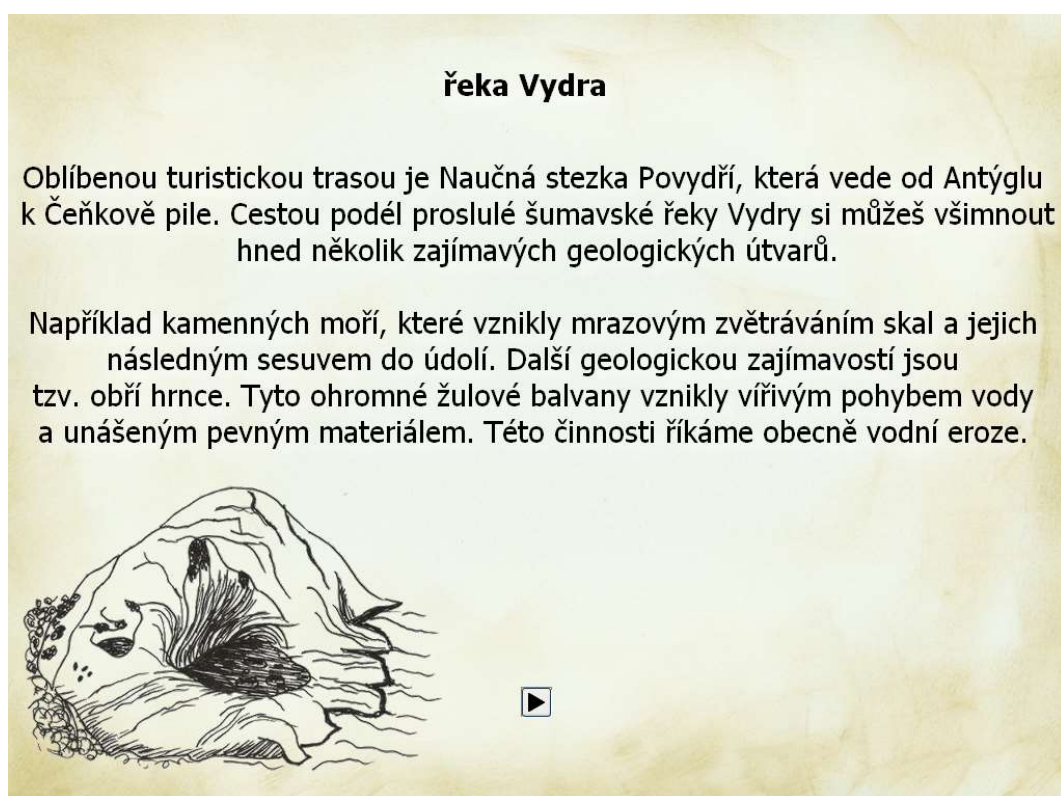
KŘEMELNÁ
SRNÍ
VYDRA
VCHYNICKO-TETOVSKÝ PLOVEBNÍ KANÁL
ANTYGL
MODRAVA

Obr. 22: Místní zajímavosti – Vchynicko-tetovský plavební kanál

4.2.9 Scéna 7 – řeka Vydra



Obr. 23: Scéna 7 – řeka Vydra

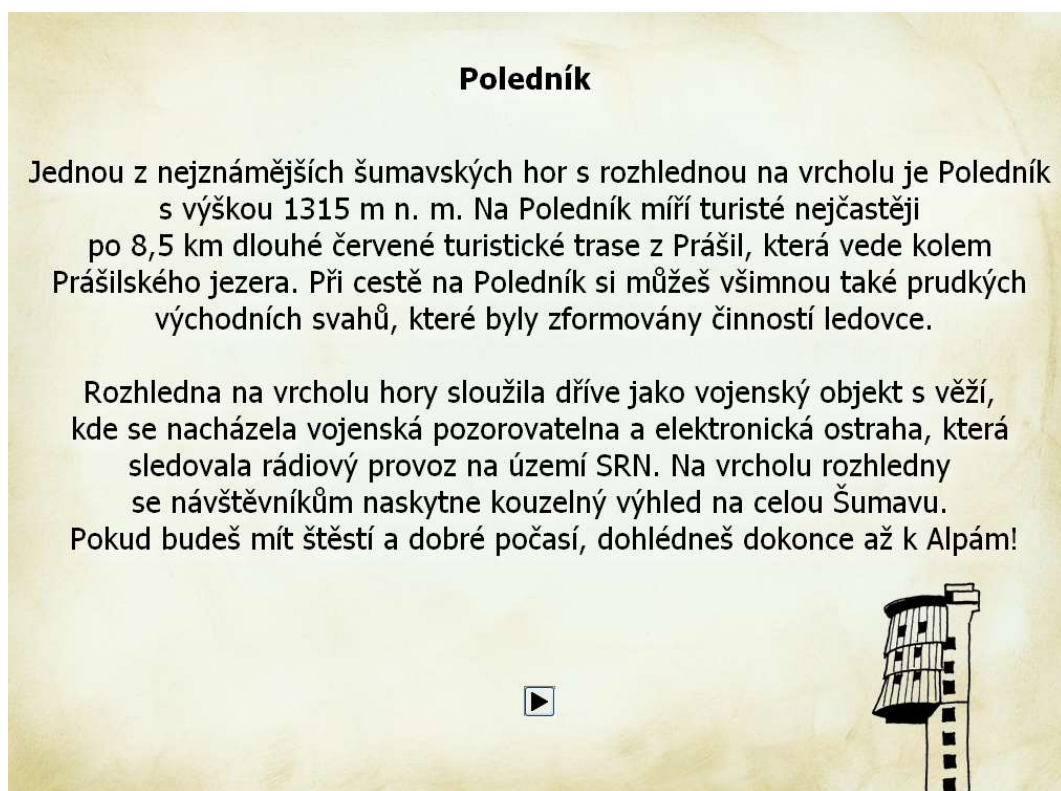


Obr. 24: Místní zajímavosti – řeka Vydra

4.2.10 Scéna 8 – Poledník



Obr. 25: Scéna 8 – Poledník



Obr. 26: Místní zajímavosti – Poledník

4.2.11 Scéna 9 – Tříjezerní slat'



Obr. 27: Scéna 9 – Tříjezerní slat'

Tříjezerní slat'

Tříjezerní slat' je známé šumavské rašeliniště nedaleko Modravy. Z Modravy se na ní také nejlépe dostaneš po turistické trase vedoucí mezi Adamovou horou a horou Oblík. Další možností je vydat se na slat' z Rokyty či Antýglu po zelené trase, která vede z části podél Vchynicko-tetovského plavebního kanálu.

Rašeliniště je pojmenované podle tří rašelinných jezírek. V současné době je však kvůli nedostatečnému vodnímu zásobení k vidění pouze jezírko jedno.

Slatí vede krátký povalový chodník s jedenácti zastaveními.

Můžeš si zde přečíst spoustu informací o místní flóře a fauně. K vidění je zde typická borovice kleč, suchopýr, bříza trpasličí, rosnatka okrouhlostá, sídlo rašelinné, žluťásek borůvkový, střevlík nebo vážka.



Obr. 28: Místní zajímavosti – Tříjezerní slat'

4.2.12 Scéna 10 – Rechle u Modravy



Obr. 29: Scéna 10 – Rechle u Modravy

Rechle u Modravy

Severně od Modravy se nachází hradlový most – tzv. rechle. Jedná se o 72 m dlouhý dřevěný most, který je replikou bývalého hradlového mostu. Tento most kdysi zachytával soustavou tyčí plavené dřevo a následně je směřoval do Vchynicko-tetovského plavebního kanálu. Tento kanál se zde odpojuje od řeky Vydry, která je v následujícím úseku pro dřevo nesplavná.

Dnes je zrekonstruovaný most pouhou připomínkou tehdejšího způsobu dopravy dřeva a turistickou atrakcí, jelikož zde začíná šestikilometrová trasa vedoucí podél plavebního kanálu.



Obr. 30: Místní zajímavosti – Rechle u Modravy

4.2.13 Závěr hry

Po dokončení všech deseti základních lokalit se hráči v inventáři zobrazí všech 10 posbíraných minerálů Mohsovy stupnice tvrdosti. Tyto minerály jsou patrné ve spodní části obr. 31.



Obr. 31: Posbírané minerály

Na obr. 31 lze též vidět, že poslední zbývající lokalita, která na mapě bliká, je geologická expozice v Rokytě. Ta je hráči přístupná po celou dobu hraní, avšak není ji možné dokončit bez požadovaných minerálů v inventáři. Tuto scénu lze spatřit na obr. 32. Po kliknutí na ducha Antonica se opět zobrazí zajímavosti o tomto místě (obr. 33).



Obr. 32: Závěrečná scéna – geologická expozice v Rokytě

geologická expozice v Rokytě

Geologická expozice v Rokytě je příjemným zpestřením výletů po Šumavě, zejména pro sběratele a obdivovatele minerálů a hornin. Na místě nalezněš horniny, které se vyskytují na Šumavě, rozmístěné do pomyslného kruhu. Každá hornina má svou cedulku s odborným popisem a vyleštěnou plošku, kde lze lépe pozorovat její složení a celkový vzhled po opracování.

Rokytu najdeš necelých 400 m od Antýglu.
Expozice je celoročně volně přístupná.



▶

Obr. 33: Místní zajímavosti – geologická expozice v Rokytě

Pokud hráč nemá všech deset minerálů, duch zesnulého geologa Friedricha Mohse promlouvá:

„Ještě jsi nenašel všechny nerosty. Na mapě stále svítí nějaká lokalita, kde na Tebe čeká hádanka. Vrať se, až budeš mít vše... A pospěš si, než minerály najde nějaký turista!“

Po objevení všech deseti minerálů je vygenerován odlišný text:

„Všechny minerály jsou konečně nalezeny. Za odměnu si je můžeš nechat.“

„Má duše je nyní volná. Můžu již sice odejít z tohoto světa, ale zde je to nadmíru zajímavé. Opět se proto zapojím do pracovního procesu. Průvodcovská brigáda místním geoparkem je pro mě jako stvořená.“

„Mimochodem, co hodláš podniknout se svým diamantem?“

Poté se zobrazí poslední scéna (obr. 34) a hra tak končí.



Obr. 34: Konec hry

4.3 Hledání chyb v textu lexikonu

Tato kapitola obsahuje všechny texty, ve kterých hráč v průběhu hry hledal chyby. Chybná slova jsou označena červeně a jejich správné ekvivalenty zeleně.

Mastek

Minerál mastek je opravdu na omak mastný. Obsahuje velké množství hořčíku, který při důkazu barví plamen do **modré růžové** barvy. Jedná se o jeden z **nejtvrdších nejměkčích** minerálů, proto se využívá ve výrobě uměleckých i užitných předmětů. Díky své **nízké vysoké** odolnosti vůči vysoké teplotě se také používá na vyzdívky.

Halit

Halit, sůl kamenná a chlorid **vápenatý sodný** označují minerál, který každý z nás běžně používá jako kuchyňskou sůl. Halit krystalizuje v **trojklonné krychlové** soustavě. V minulosti byly české země značně závislé na dovozu soli. K tomu byly využívány obchodní cesty zvané **Stříbrné Zlaté** stezky končící na Šumavě.

Kalcit

Kalcit je minerál pojmenovaný podle své základní stavební částice, kterou je uhličitán **kademnatý vápenatý**. Snadný důkaz kalcitu provedeme pomocí kyseliny chlorovodíkové, se kterou intenzivně **koroduje šumí**. V obrovském množství vzniká na **říčním mořském** dně sedimentací schránek mrtvých živočichů jako vápenec.

Fluorit

Fluorit neboli kazivec je rozpustný v kyselině sírové za vzniku **chlorovodíku fluorovodíku**, který leptá sklo. Využívá se v hutnictví jako tavidlo, protože **zvyšuje snižuje** teplotu tání a tím usnadňuje zpracování rudy. Má mnoho barevných variant, které jsou dány příměsí nebo poruchou v **amorfní krystalické** mřížce.

Apatit

Apatit se v chemickém průmyslu využívá k výrobě fosforu a jeho sloučenin. Nejznámější je kyselina **fosforová fosforečná** nebo umělé hnojivo NPK, kde se fosfor vyskytuje společně s dusíkem a **kobaltem draslíkem**. Apatit vzniká krystalizací z magmatu, což je směs roztavených hornin a plynů **nad pod** povrchem země.

Ortoklas

Žula je **povrchová hlubinná** vyvřelina, která je často používána jako stavební kámen. Na jejím výbrusu lze vidět četné bílé plošky křemene, **zelené černé** plošky biotitu a růžové plošky živce. Přeměnou žuly za **nízkých vysokých** teplot a tlaků vzniká metamorfovaná hornina – ortorula.

Křemen

Křemen je **hornina minerál**, která se hojně vyskytuje v zemské kůře. Jeho chemický název je oxid **siřičitý křemičitý**. Zvláštní formou křemene je tzv. pazourek, který sloužil jako **palivo nástroj** pravěkých lidí.

Topaz

Topaz je drahý kámen obsahující hliník ve formě **hliničitých hlinitých** iontů. Nalezneme ho například jako součást hornin v oblasti **šumavské krušnohorské** obce Cínovec. Jak název obce napovídá, v minulosti se zde těžily rudy **železa cínu**. Dnes je lokalita Cínovce známá především pro své obrovské zásoby lithia.

Korund

Korund je velmi tvrdý minerál, který má několik známých odrůd, například **modrý červený** rubín nebo **červený modrý** safír. Safíry, společně se smaragdy a spinely, zdobí Svatováclavskou korunu. Korund je také součástí horniny zvané smirek, která se používá jako **svařovací brusný** materiál.

Diamant

Uhlík je **kovový nekovový**, stálý a málo reaktivní prvek. V přírodě se vyskytuje ve dvou základních formách – grafit a **apatit diamant**. Grafit se využívá jako náplň do tužek. Postupné odlupování tuhy při psaní způsobuje **iontová vrstevnatá** struktura grafitu.

5 Ověření v pedagogické praxi

5.1 Metodologie výzkumu

Cílem výzkumné části diplomové práce je prakticky ověřit využití vytvořené počítačové hry ve výuce chemie na 2. stupni základních škol a zjistit postoje žáků k této podobě výuky.

Pro účely této práce byl zvolen design kvalitativního výzkumu. Ten je podle Švaříčka a Šedřové (2007) vhodný k získání detailních a komplexních informací o studovaném jevu. Je založen na induktivní metodě usuzování, jelikož jeho závěr značně přesahuje informace obsažené ve východiscích. V tomto výzkumném směru není cílem sledovat četnosti a síly jevů, jak je tomu zvykem u výzkumu kvantitativního. Jelikož je naším primárním cílem ověřit výukovou hru v praxi, zjistit případné nesrovnalosti či vady softwarového charakteru a obdržet od žáků hodnotnou zpětnou vazbu, je design kvalitativního výzkumu vhodnou volbou.

V kvalitativně orientovaném výzkumu se nejčastěji využívá hloubkového polostrukturovaného rozhovoru a pozorování jako metody sběru dat. Typický je pro něj též menší počet respondentů. Kritika kvalitativního výzkumu pramení z faktu, že skutečnost lze interpretovat různými způsoby. Proto je vhodné zvýšit důvěryhodnost výzkumu. V tomto případě byla zvolena průběžná reflexe kolegů, resp. prezentace a diskuze nad úvahami tohoto výzkumu s kolegy a následná vzájemná korekce.

Pro práci s žáky 9. třídy základní školy byla využita beta verze výukové počítačové hry z cyklu „Putování alchymisty Antonica“ – díl „Šumava II“. Nejedná se o pokračování dílu „Šumava I“ vytvořeného v rámci bakalářské práce, nýbrž o samostatný ucelený příběh odehrávající se pouze v jiné části Šumavy.

Výzkumné šetření proběhlo na online platformě MS Teams ve dvou třídách devátého ročníku ZŠ Dukelské v Českých Budějovicích. Celkový počet respondentů byl 39. Žáci byli formou krátkého vstupu seznámeni s informacemi o průběhu a významu šetření. Byly jim zadány instrukce ke stažení výukové hry do počítače a k jejímu následnému absolvování ve svém volném čase, tj. mimo dobu distanční výuky. Následovala krátká ukázka spuštění a ovládání hry. Společně s PC hrou obdrželi též dvě

varianty pracovních listů k ověření osvojených znalostí z obsahu hry. Obsahují úlohy k procvičení geochemického pojmosloví a dalších přírodovědných, geografických, literárních i historických faktů. Podobu pracovních listů lze nalézt v kapitole 8 (Příloha 1–8).

Žákům byl též poskytnut e-mailový a telefonický kontakt pro případné dotazy, nejasnosti či připomínky. Pro úspěšné dokončení hry a vyplnění pracovních listů byl společně s žáky smluven termín jednoho týdne.

Na základě hlasování skrze online platformu www.survio.com vyplynulo, že z celkového počtu žáků si hru zahrálo 42 z nich. Tito žáci byli následně v platformě MS Teams rozděleni do čtyřech skupin a ve smluvené časy v nich postupně proběhly čtyři zhruba 1,5hodinové videohovory. Jelikož 3 žáci na smluvené online schůzky nedorazili, zúčastnilo se výzkumného šetření celkem 39 respondentů.

V jednotlivých videohovorech byly formou skupinového rozhovoru a zúčastněného pozorování zjišťovány odpovědi na následující výzkumné otázky: Jak žáci hodnotí grafické zpracování hry? Do jaké míry je pro ně obsah hry smysluplný? Jaké vědomosti obsažené ve hře jim utkvěly v paměti? Objevili ve hře chybu či narazili na překážku? Jak by hru vylepšili? Jak byla hra časově náročná? Jaký zaujímají postoj k využití výukových her ve výuce?

Aby bylo docíleno přehlednosti během rozhovoru, vždy mluvil jen ten, kdo se na platformě přihlásil nebo byl vyvolán. Diskuze proběhla přirozenou vzájemnou interakcí všech účastníků. Součástí byla též argumentace názorů a sdílení emotivních dojmů jednotlivých účastníků. Online besedy vždy skončily poděkováním všem účastníkům a nabídkou ke stažení dalších obdobných výukových her na stránkách www.antonius.cz.

Všechny videorozhovory byly s vědomím účastníků nahrávány a následně autorkou analyzovány stejně jako výsledky vyplněných pracovních listů, které žáci zaslali naskenované či vyfocené na poskytnutou e-mailovou adresu. Výsledky výzkumného šetření jsou rozebrány v následující kapitole.

5.2 Výzkumná zjištění

Grafická podoba hry

Názory žáků na grafickou podobu hry byly téměř ve všech případech pozitivního charakteru. V tomto směru byla nejvíce zmiňována *vlastnoručně kreslená mapa*, která sloužila jako velké rozcestí ve hře: „Moc se mi líbila ta mapa, ta byla teda jako vymakaná. Já jsem se pak koukal na mapy.cz jestli vám to všechno sedí a fakt jo. Modrava, Poledník, jak teče Vydra a tak... To je přesný.“; „Mapka ve hře byla hezká. Líbí se mi, že to vypadá jako nakreslený. Ale lepší by byla, kdyby byla vybarvená. Nebo kdyby se vždycky vybarvila ta část mapy, která je už splněná.“; „Mně se líbilo, jak se na mapě vždycky označila ta část, přes kterou jsem přejel myší. Takže bylo jasné, kam mám klikat.“.

Z grafických prvků byly dále zmíněny *fotografie Šumavy*, které tvořily základní prostředí hry. Z výpovědí žáků bylo zřejmé, že spousta herních lokalit již ve své minulosti navštívili a vyvolalo to v nich silné vzpomínky. Zmíněny byly zejména lokality Modrava, Tříjezerní slať, Poledník a řeka Vydra s Turnerovou chatou. Žáci měli často tendenci vyprávět příběhy spojené s návštěvou těchto míst. Naopak některá místa vůbec neznali a projevíli zájem je v budoucnosti navštívit: „S rodičema máme celou Šumavu projetou na kole, ale horu Oblík teda ještě neznám... Právě mě zaujal i ten popis, kde se píše, že je tam náročný terén, a proto tam moc nikdo nechodí. Takže to je určitě výzva.“; „Já bych si chtěla projít tu stezku kolem plavebního kanálu a pak se chci znovu zajít podívat na Turnerovu chatu. Minule jsme tam toho Vydrýska vůbec neviděli.“ Dva žáci zmínili, že na Šumavě nikdy nebyli a že je výlety do přírody příliš nebaví.

Co se týče dalších grafických prvků, výpovědi žáků naznačují, že si povšimli *kreslených předmětů a osobností*, které celou hru doprovázeli. Nejvíce byla zmiňována postava Friedricha Mohse, kterého žáci neznali: „Vypadá jako sympatickej pán. Ale teda nepochopil jsem, co to má v ruce, ty čísla 1, 2, 3, 4 a tak dál.“ Podobná nepochopení některých prvků hry byla také v diskuzi řešena. Preferován byl přístup vzájemné korekce jednotlivých žáků před opravou autorky. V tomto případě zareagovala spolužačka: „No to je přece ta stupnice kamenů, kterou on vymyslel. Ty kameny, co jsi sbíral, se tam přece dole v té hře řadily. Myslím si, že to bylo podle toho, jak jsou tvrdý. Jo. Jednička je jakoby nejměkčí kámen a úplně vpravo jsi měl desítku – diamant. Ten je nejtvrdší.“ Samotné *grafické znázornění minerálů*, které v průběhu hry žáci sbírali, bylo hodnoceno

velice kladně. Většina žáků oceňovala, že předměty a postavy ve hře jsou *vlastnoručně kreslené*.

Smysluplnost obsahu

Výpovědi žáků na toto téma odhalily, že informace byly ve hře sice *smysluplně a zajímavě podány*, na druhou stranu jich však bylo *velké množství* a žáci tak některé texty nedočítali do konce. Zmiňován byl často *delší charakter textů v lexikonu*: „Některý ty články byly dost dlouhý a když hrajete hru, tak prostě nechcete číst stránky z encyklopedie.“; „Já jsem ty texty vůbec nečetl. Pardón. (smích)“. Na druhou stranu byl též zmíněn jejich *atraktivní obsah*: „Já si myslím, že v těch textech byly vybrané opravdu hezké zajímavosti o tom místě. Takže když to místo člověk nezná, může se o něm něco nového dovědět. Nebo třeba u té Vydry, že jsou v ní ty velké kameny. Tak to jsem věděla, protože jsem tam už několikrát byla, ale že se tomu říká obří hrnce jsem teď slyšela poprvý. Je to docela vtipný název. (smích)“. Dále byl zmíněn argument související se samotným *žánrem hry*: „Já bych řekl, že je to něco mezi adventurou a textovou hrou. A v textovkách je normálně spousta textu a nikomu to nevádí.“ Po následné diskuzi se nakonec téměř všichni z dané skupiny shodli, že u výukové počítačové hry není důležitá pouze zábavná složka, ale především ta *informační a vzdělávací*.

Dále se žáci vyjadřovali ke smysluplnosti „chybných textů“, které hráč řešil v každé lokalitě. Žáci hodnotili jejich *obtížnost jako průměrnou až těžší*. Zjevný byl značný rozdíl v obtížnosti mezi jednotlivými úkoly. Text o diamantu byl označen za nejjednodušší. Naopak za nejtěžší byl považován text o kalcitu kvůli náročnému vyhledávání chyb. Samotný herní koncept byl žáky považován za vhodný a přiměřený jejich znalostem a dovednostem.

Osvojené znalosti

Z výpovědi žáků bylo ověřeno, že si pamatují velké množství informací z obsahu hry. Konkrétní zmíněná fakta byla kodifikována do následujících kategorií, seřazených podle své četnosti – od nejčastěji zmiňovaných po nejméně zmiňovaná fakta.

1. *zeměpisné zajímavosti lexikonu* (zejména informace o jednotlivých šumavských lokalitách)
2. *názvy a vlastnosti minerálů*
3. *využití minerálů* (šperky, sběratelství, brusivo – smírek, kuchyňská sůl, grafit – tuha)

4. *princip řazení minerálů v Mohsově stupnici tvrdosti*
5. *historické zajímavosti lexikonu* (Svatováclavská koruna, Zlatá stezka, historie Hauswaldské kaple, tragická nehoda u Prášilského jezera, plavení dřeva)

Co se týče samotné Mohsovy stupnice tvrdosti, která byla ústředním prvkem příběhu hry, žáci spíše rozuměli principu, podle kterého se minerály řadí. Vyjmenovat jednotlivé minerály stupnice dle správného pořadí však nedovedli. Správně byly většinou zařazeny diamant a korund jako nejtvrdší minerály a mastek se solí kamennou jako nejměkčí minerály. Naopak křemen byl často chybně řazen mezi měkké a kalcit mezi tvrdé minerály.

Často bylo akcentováno propojení geochemických faktů s praktickým životem a zkušeností žáka. Někteří se svěřili, že doma mají *vlastní sbírku minerálů* a jmenovali názvy nerostů ve sbírce. V souvislosti s praktickým využitím minerálů bylo zejména dívkami zmíněno *nošení šperků z minerálů*: „Já mám doma přívěšek s růženínem ve tvaru kapky, který mi nosí štěstí.“; „Se ségrou jsme si u moře koupily náramek, který je z takových střípků fialového minerálu.“

Geochemické znalosti žáků, které byly prezentovány v průběhu videohovoru, byly někdy nepřesné nebo chybné. Jak již bylo zmíněno, preferován byl přístup opravy samotnými žáky navzájem. Nicméně v několika případech bylo třeba vše uvést na pravou míru. Žáci často pracovali s názvy ametyst, růženín, křišťál, aniž by si uvědomovali, že to jsou pouze barevné odrůdy křemene: „...ve sbírce mám ametyst a křemen...“; „...křemen je takový bílý a průhledný...“. Problém dělalo i základní pojmosloví – zejména rozlišení horniny od minerálu: „Kalcit je hornina...“; „...horniny řadíme podle tvrdosti...“.

Chyby, překážky a vylepšení hry

Konkrétní faktické chyby hry žáci nezmiňovali. Poukázali však na *náročnost některých úloh* s hledáním chybných slov. Na základě některých přiznání bylo zjištěno, že ve hře je možné do jisté míry „podvádět“: „...nemohl jsem žádnou chybu najít, tak jsem to proklíkal a ty chyby se označily samy...“.

Na podobná zjištění žáci aktivně reagovali formou různých doporučení či možných vylepšení hry, se kterými souhlasili téměř všichni z dané skupiny. Jejich výroky byly kodifikovány do těchto kategorií:

1. *Časová penalizace za chybné označení slov v úlohách*
2. *Celkový dabing hry (a tím i méně textu)*
3. *Zařazení rozmanitějších úloh*
4. *Barevné označení správných odpovědí v úlohách*

Časová náročnost

Žáci na otázku týkající se časové náročnosti odpovídali různě. Většina měla hru odehranou do 30 minut. Žák, který vyřešil chybné texty metodou „pokus-omyl“, měl hotovo za cca 15 minut. Dvěma žákům hra trvala kolem 45 minut. Tito žáci odůvodnili své zdržení především pozastavením se u některých náročnějších úloh a delším čtením průvodních textů.

Využití hry ve výuce

K řešení této otázky byla využita samostatná diskuze ve dvojicích. Jeden z dvojice měl za úkol obhajovat didaktické počítačové hry ve výuce, druhý byl oponentem. Rozdělení proběhlo náhodně pomocí platformy. Jednotlivé dvojice byly postupně navštěvovány a pozorovány autorkou. Poté prezentovaly své úvahy celé skupině.

Nejvíce akcentovanými argumenty v souvislosti s využitím počítačových her ve výuce byly *názornost* („vidím, jak ty minerály skutečně vypadají“; „díky obrázkům si to líp zapamatuju“), *propojení znalostí s praktickým aspektem* („líp se mi učí, když si čtu různé zajímavosti a třeba i to využití minerálů“; „třeba že sůl je halit jsem vůbec nevěděl“) a *obohacení klasických vyučovacích metod* („normální vyučování mě moc nebaví“; „jsem rád, když můžeme jít i z jiných předmětů na počítače“; „je to příjemná změna“). Současně byly uvedeny argumenty související s aktuální situací pandemie a *distanční výukou*: „Myslím si, že se časem přejde úplně k online vzdělávání a že počítačové aplikace se budou používat čím dál tím víc...“; „Kdyby na každý předmět byly takovýhle hry, to by mně konečně bavilo se učit! (smích)“.

Na otázku „Proč si myslíte, že ve výuce některého tématu v chemii by byla lepší počítačová hra než klasická výuka s prezentací, výkladem a pracovními listy?“ žáci odpovídali různě. Byly uvedeny následující důvody: „víc se soustředím“; „baví mě to“;

„můžu se srovnávat s ostatními“; „je to líp uspořádaný“; „informace si můžeme přečíst několikrát a jde se k nim vracet“; „mám větší pohodlí“; „nejsem tak v napětí“; „odpočinu si od nudného poslouchání“, ale také „můžu přitom brouzdat na Facebooku“; „nemusíme toho moc dělat“.

Argumenty proti využívání počítačových her lze rozlišit do kategorií: *zdraví škodlivé* („neměli bychom se moc dlouho dívat do monitoru – kazí to oči“; „někdo se u toho hrbí“; „určitě je lepší sportovat než pořád sedět u počítače“), *neplnění úkolů a nekázeň* („kluci u počítačů furt kecaj a paní učitelka je musí napomínat“; „skoro každý má na pozadí otevřený Facebook“) a *technický aspekt* („jméno spolužačky) mně pořád otravuje, protože sedím vedle ní a ona je úplnej počítačovej antitalent, tak jí musím pořád radit“).

Na základě zmíněných názorů byli žáci vyzváni k návržení opatření, díky kterým by byla výuka formou počítačové hry efektivní. Nejvíce zmínili *nutnost řízení výuky učitelem, propracovanost samotné hry, blokace sociálních sítí na počítačích a výuku v menší skupině žáků*. Zmíněna byla též alternativa využití obdobných her *pro domácí přípravu a opakování*.

Pracovní listy

Zatímco diskuze se zúčastnilo všech 39 respondentů, vyplněné pracovní listy zaslalo pouze 32 z nich. Z analýzy odpovědí bylo zjištěno, že žáci správně odpověděli na většinu otázek jen s drobnými chybami. Mezi nejfrekventovanější chyby patří:

- záměna šídlatky jezerní za šídlo rašelinné
- nepřesný až částečně chybný popis geologické činnosti, kterou vznikla ledovcová jezera
- nesprávné přiřazení provazovky a troudatce v poznávačce
- chybný zápis chemického vzorce dichromanu draselného

Naopak správně byly vyplněny zejména úlohy související se zeměpisnými a historickými zajímavostmi šumavských lokalit a cvičení s doplňováním chemických vzorců prvků a binárních sloučenin.

5.3 Diskuze výsledků

Konečné číslo respondentů se významně lišilo od předpokládaného, neboť celý výzkum musel být z důvodů distanční výuky realizován v online podobě. Nebylo tedy možné zajistit účast všech žáků vybraných paralelních tříd.

Při práci s jednotlivými skupinami byl patrný značný vliv kolektivu a složení dané skupiny. Žáci některých skupin byli otevřenější, upřímnější a aktivně reagovali i bez pobízení. Tito žáci mluvili přirozeně o svých pocitech a navzájem se podporovali. Právě díky tomu bylo možné získat velmi detailní a podstatné informace, které mohou být na první pohled skryté. V jedné ze skupin bylo očividné mírné napětí a zdrženlivost. Celkově se však žáci snažili spolupracovat a každý se ve větší či menší míře vyjádřil ke všem položeným otázkám. V této skupině byli žáci více dotazováni a podněcováni k odpovědím. Jejich výpovědi byly dále rozvíjeny a diskutovány, aby bylo možné získat co nejpřesnější fakta jako u předchozích skupin.

Celkově lze výpovědi žáků ohledně výukové hry považovat za pozitivní. Nejvíce oceňovali grafické zpracování hry (zejména autorské obrázky a fotografie), promyšlenost herního konceptu, zajímavosti vztažené k jednotlivým scénám a možnost zopakovat si některé školní poznatky neobvyklým způsobem. Negativní kritika hry byla vesměs konstruktivního charakteru a nenaznačovala žádné vážné chyby či nepřesnosti v obsahu hry. Tato inspirativní kritika bude autorským týmem využita k následnému vylepšení testovací verze hry.

Ve výpovědích žáků na téma využitelnosti počítačových her ve výuce bylo možné spatřit značný vliv médií i názorů svých rodičů. Vzhledem k věkové kategorii žáků byla však patrná též typická kritika vůči těmto postojům. Většina žáků dokázala velmi dobře argumentovat na obě strany, což bylo pro náš výzkum velmi přínosné. Žáci si patrně uvědomovali, jaké výhody může do výuky přinést využití moderních technologií a zároveň dokázali posoudit i rezervy a míru nebezpečí s tím související. Také se jim podařilo navrhnout vhodná opatření k efektivní realizaci této výuky.

Časová náročnost hry, kterou žáci uvedli až na výjimky v průměru kolem 20 minut, vypovídá o její vhodnosti pro domácí i školní opakování. Ve vyučovací hodině lze s žáky během 20 minut hru odehrát, přičemž je nutné počítat s úvodním cca 5minutovým seznámením s herním prostředím. Po dokončení hry je třeba učební

výsledky ověřit a interpretovat. K ověření je možné využít přiložených pracovních listů. V této souvislosti lze zmínit, že výuková hra může být s výhodou využita při distančním vzdělávání.

Právě klíčové části pracovních listů byly ve výzkumné skupině vyplněné správně jen s malými chybami, což naznačuje, že velká část vědomostí byla v paměti žáků fixována. To bylo též možné ověřit z výpovědí žáků během videohovorů, kdy žáci přirozeně zmiňovali některé poznatky v souvislosti s diskutovanými výzkumnými otázkami.

Za další úspěch realizovaného výzkumu lze považovat rozvoj některých žákovských klíčových kompetencí – zejména kompetence k učení a řešení problémů. V závěrečné fázi argumentování byly též rozvíjeny kompetence komunikativní a sociální. V neposlední řadě je třeba zmínit též rozvoj vnitřní motivace, který je pravděpodobně spojen s atraktivitou této vyučovací metody a propracovaností samotné hry.

6 Závěr

Diplomová práce je zaměřena na analýzu a didaktickou transformaci poznatků geochemie pro deváté ročníky základních škol. Analyzovány byly zejména textové dokumenty, zabývající se teorií geochemie, motivací ve výuce a moderními vyučovacími metodami. Tyto analyzované poznatky tak poskytly teoretický rámec pro navazující praktickou část práce a též slouží k seznámení čtenářů se související problematikou. Jedním z hlavních úkolů bylo navrhnout a sestavit didaktickou počítačovou hru, skrze kterou by tyto poznatky byly žákům atraktivní formou zprostředkovány. Dalším úkolem bylo tuto hru ověřit v praxi při online výuce a na základě zpětné vazby žáků navrhnout její úpravy a vylepšení.

Ověření hry proběhlo formou kvalitativního výzkumu za využití platformy MS Teams a zúčastnilo se jí 39 respondentů ze ZŠ Dukelské v Českých Budějovicích. Žáci si hru zahráli a vyplnili zaslané pracovní listy. Součástí výzkumu bylo stanovení výzkumných otázek, na které byly hledány odpovědi v průběhu diskuzí vedených s žáky formou videohovorů v malých skupinkách.

V souvislosti s žakovským hodnocením hry byla nejvíce akcentována její grafická podoba a upevnění informací z oboru geochemie atraktivní formou. Diskutovaná vylepšení a rezervy hry budou autorským týmem zapracovány do její nové verze.

Stanovených cílů diplomové práce bylo většinově dosaženo. Zásadním přínosem této práce je též samotná výuková hra, která je k dispozici zdarma ke stažení na stránkách www.antonius.cz. Tato hra může být na základních školách vhodně využita k opakování geochemických poznatků. Nabízí se též možnost využití v distanční výuce. Výsledky práce tak mohou být hodnotné pro odbornou i širokou veřejnost. Lze je využít ke zlepšení kvality výuky přírodovědných předmětů a jako základ pro navazující kvalifikační práce, které se zabývají využitím počítačových her ve výuce předmětů základních škol.

7 Seznam literatury

BOUŠKA, V., JAKEŠ P., PAČES T., POKORNÝ J. (1980): *Geochemie*. Praha: Academia. 556 s.

GULACAR, O., ZOWADA, CH., BURKE, S., NABAVIZADEH, A., BERNARDO, A., EILKS, I. (2020): Integration of a sustainability-oriented socio-scientific issue into the general chemistry curriculum: Examining the effects on student motivation and self-efficacy. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 15, DOI: 10.1016/j.scp.2020.100232.

HAJEROVÁ MÜLLEROVÁ, L., SLAVÍK, J. (2020) *Modelování kurikula*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-80-261-0903-7.

HERRON, J., EUBANKS I. (1996): *The chemistry classroom: formulas for successful teaching*. Washington, DC: American Chemical Society. ISBN 0-8412-3299-7.

CHUPÁČ, A. (2008): Rozvoj klíčových kompetencí žáka při řešení problémových učebních úloh v chemickém vzdělávání. *Pedagogická orientace*. 18(4), s. 72–81, ISSN 1211-4669.

JEŘÁBEK, J., TUPÝ, J. (2017): *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický.

KALHOUS, Z., OBST, O. (2002): *Školní didaktika*. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-571-4.

KOTRBA, T., LACINA, L. (2007): *Praktické využití aktivizačních metod ve výuce*. Brno: Společnost pro odbornou literaturu. ISBN 978-80-87029-12-1.

MAŇÁK, J., ŠVEC, V. (2003): *Výukové metody*. Brno: Paido. ISBN 80-7315-039-5.

MOKREJŠOVÁ, O. (2009): *Moderní výuka chemie*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-234-2.

PARTOVI, T., RAZAVI, M. (2019): The effect of game-based learning on academic achievement motivation of elementary school students. *Learning and Motivation*. 68, DOI: 10.1016/j.lmot.2019.101592.

PEŠKOVÁ, K., JANKO, T., JANÍK, T., SPURNÁ, M. (2018): Proměny postojů učitelů ke kurikulární reformě a jejímu zavádění. *Orbis scholae*. **12**(1), s. 69-93, DOI: 10.14712/23363177.2018.282.

PETTY, G. (2008): *Moderní vyučování*. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-427-4.

SAINI-EIDUKAT, B., SCHWERT, D., SLATOR, B. (2002): Geology explorer: virtual geologic mapping and interpretation. *Computers and Geosciences*. **28**(10), s. 1167–1176, DOI: 10.1016/S0098-3004(02)00036-5

SKALKOVÁ, J. (1999): *Obecná didaktika*. Praha: ISV. ISBN 8085866331.

SOLÁROVÁ, M. (2003): *Tvořivý učitel chemie*. Ostrava: Ostravská univerzita. ISBN 80-7042-885-6.

SOLÁROVÁ, M. (2000): *Vybrané kapitoly z historie chemie*. Brno: Paido, 2000. ISBN 80-85931-81-8.

ŠVAŘÍČEK, R., ŠEĐOVÁ, K. (2007): *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-313-0.

TARBUCK, E., LUGENS F. (2002): *Earth. An introduction to physical geology*. Upper Saddle River: Prentice-Hall. ISBN 0-13-092025-8.

VANBECELAERE, S., VAN DEN BERGHE, K., CORNILLIE, F., SASANGUIE, D., REYNVOET, B., DEPAEPE, F. (2020): The effects of two digital educational games on cognitive and noncognitive math and reading outcomes. *Computers and Education*. 143, DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103680.

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

ZORMANOVÁ, L. (2012): *Výukové metody v pedagogice*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4100-0.

ZUSHO, A., PINTRICH, P. R., COPPOLA, B. (2003). Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*. **25**(9), s. 1081–1094, DOI: 10.1080/0950069032000052207.

8 Přílohy

V rámci přílohy jsou uvedeny oba pracovní listy, které byly využity při ověření didaktické počítačové hry v praxi, a jejich řešení.

Pracovní list č. 1

- ☛ Na Šumavě najdeme celkem **5 ledovcových jezer**. Na které z nich se díváme?



- a) Černé jezero
- b) Čertovo jezero
- c) Plešné jezero
- d) Prášilské jezero
- e) Laka

- ☛ Které z těchto **ledovcových jezer** je:

- největší svou rozlohou (cca 19 ha): _____
- nejmenší svou rozlohou (cca 2 ha): _____
- v blízkosti hory Poledník: _____

- ☛ Jakým **geologickým procesem** vznikla tato ledovcová jezera?

- ☛ Šumavské slatě, rašeliniště i ledovcová jezera jsou lokality s extrémními životními podmínkami – zejména pak v zimním období. I přesto tu trvale žijí některé **významné živočišné i rostlinné druhy**. Dokážeš je správně pojmenovat?

Nabídka: šidlatka jezerní, rašelínik, borovice kleč, břıza trpasličí, šídlo rašelinné, brusnice brusinka, žluťásek borůvkový, rosnatka okrouhlostá



Příloha 2: Pracovní list I. (strana 2)

- ☛ Na fotografii můžeš vidět **umělý plavební kanál**, který vede od Modravy přes Antýgl, Mechov až k Srní. Je dlouhý 14,4 km a byl vybudován v letech 1799–1801.



Jak se tento plavební kanál nazývá?

K čemu dříve sloužil? (obrázek napoví)

- ☛ Na začátku tohoto plavebního kanálu, asi 2 km od Modravy se nachází tzv. „**rechle**“. K čemu tato stavba sloužila?



- ☛ Doplň následující text. K dispozici máš slova v základním tvaru.

Nabídka: vydry říční, kamenná moře, eroze, Vydra, obří hrnce

Oblíbenou turistickou trasou je Naučná stezka Povydří, která vede od Antýglu k Čeňkově pile. Cestou podél proslulé šumavské řeky _____ si můžeš všimnou hned několik zajímavých geologických útvarů. Například _____, která vznikla mrazovým zvětráváním skal a jejich následným sesuvem do údolí. Na fotografii můžeš vidět další geologickou zajímavost – tzv. _____. Tyto ohromné žulové balvany vznikly vířivým pohybem vody s unášeným pevným materiálem. Této činnosti říkáme obecně vodní _____. Cestou se můžeme občerstvit u Turnerovy chaty, která je proslavená svým výběhem, ve kterém žijí



- ☛ „**V ráji šumavském**“ je román popisující životní strasti šumavských sedláků v druhé polovině 19. století, jejichž lesy byly zasaženy vichřicí a poté kůrovcovou kalamitou. Jak se jmenuje autor tohoto díla, který je se Šumavou neodmyslitelně spjat?

Pracovní list č. 1 – řešení

- Na Šumavě najdeme celkem 5 ledovcových jezer. Na které z nich se díváme?



- a) Černé jezero
- b) Čertovo jezero
- c) **Plešné jezero**
- d) Prášilské jezero
- e) Laka

- Které z těchto ledovcových jezer je:

- o největší svou rozlohou (cca 19 ha): **Černé jezero**
- o nejmenší svou rozlohou (cca 2 ha): **Laka**
- o v blízkosti hory Poledník: **Prášilské**

- Jakým geologickým procesem vznikla tato ledovcová jezera?

Ledovcová jezera vznikla v průběhu poslední doby ledové (asi před 15 tisíci lety) prohloubením zemského povrchu ledovcem. Ten eroduje pevninu, poté roztaje a vyplní prohlubeň, kterou vytvořil.

- Šumavské slatě, rašelinisté i ledovcová jezera jsou lokality s extrémními životními podmínkami – zejména pak v zimním období. I přesto tu trvale žijí některé významné živočišné i rostlinné druhy. Dokážeš je správně pojmenovat?

Nabídka: šidlatka jezerní, rašeliník, borovice kleč, bříza trpasličí, šídlo rašelinné, datlík tříprstý, žluťásek borůvkový



Příloha 4: Pracovní list I. (strana 2) – řešení

- Na fotografii můžeš vidět **umělý plavební kanál**, který vede od Modravý přes Antýgl, Mechov až k Srní. Je dlouhý 14,4 km a byl vybudován v letech 1799–1801.



Jak se tento plavební kanál nazývá?

Vchynicko-tetovský plavební kanál

K čemu dříve sloužil? (obrázek napoví)

Sloužil k dopravování velkého množství dřeva ze Šumavy (tzv. plavením). V širší části kanálu se klády svazovaly do menších vorů.

- Na začátku tohoto plavebního kanálu, asi 2 km od Modravý se nachází tzv. „**rechle**“. K čemu tato stavba sloužila?

Most zachytával plavené dřevo pomocí soustavy tyčí a směřoval je dále do plavebního kanálu. Tento hradlový most odděluje řeku Vydru od Vchynicko-tetovského plavebního kanálu.



- Doplň následující text. K dispozici máš slova v základním tvaru.

Nabídka: vydry říční, kamenná moře, eroze, Vydra, obří hrnce

Oblíbenou turistickou trasou je Naučná stezka Povydí, která vede od Antýglu k Čeňkově pile. Cestou podél proslulé šumavské řeky **Vydry** si můžeš všimnout hned několik zajímavých geologických útvarů. Například **kamenných moří**, která vznikla mrazovým zvětráváním skal a jejich následným sesuvem do údolí. Na fotografii můžeš vidět další geologickou zajímavost – tzv. **obří hrnce**. Tyto ohromné žulové balvany vznikly vířivým pohybem vody a unášeným pevným materiálem. Této činnosti říkáme obecně vodní **eroze**. Cestou se můžeme občerstvit u Turnerovy chaty, která je proslavená svým výběhem, ve kterém žijí **vydry říční**.



- „**V ráji šumavském**“ je román popisující životní strasti šumavských sedláků v druhé polovině 19. století, jejichž lesy byly zasaženy vichřicí a poté kůrovcovou kalamitou. Jak se jmenuje autor tohoto díla, který je se Šumavou neodmyslitelně spjat?

Karel Klostermann

Pracovní list č. 2

- ☛ Na Šumavě se nachází jedna z **nejvýznamnější lesnických lokalit v Evropě**. Jedná se o přírodní rezervaci, která se nachází na úbočí velmi známé šumavské hory s rozhlednou na vrcholu. Nachází se zde **stromy, které jsou 400 až 500 let staré**. Jak se tato přírodní rezervace nedaleko Horní Vltavice jmenuje?



- ☛ Při procházce šumavskými lesy si můžeš všimnout **popadaných a tlejících stromů**, které jsou přirozenou součástí obnovy lesa. Toto „mrtvé dřevo“ má v krajině hned několik **velmi důležitých úloh**. Zamysli se a zkus přijít alespoň na tři:



- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____

- ☛ Podívej se na obrázek tlejícího dřeva v lese. Dokážeš pojmenovat všechny **organismy, které tu žijí nebo zde mají svůj úkryt**? Využij názvy z nabídky.

Nabídka: stonožka, lýkožrout smrkový, datlík tříprstý, provazovka, troudinatec, svinka, mravenec, kuna lesní, kulíšek nejmenší, tesařík čtyřskvrnný, semenáček smrku, sýkora parukářka



Příloha 6: Pracovní list II. (strana 2)

● Historie Šumavy je významně spjatá s **těžbou zlata**. Odpověz správně na otázky:

- Zlato je prvek s chemickou značkou:
 - a) Ag
 - b) Au
 - c) Zn
- Z jakých míst na Šumavě bylo zlato získáváno?
 - a) z velkých podzemních ložisek zlata
 - b) ze zlatých žil, které vedly skrze žulové masivy
 - c) z vodních toků



● Na Šumavě najdeme spoustu obcí, které ve svém názvu **nesou slovo „hut“**. Např. Kubova Hut', Filipova Hut', Hrabčcí Hut' nebo Michlova Hut'. Jaký je historický význam tohoto pojmenování?



● Přítomnost velké spousty dřeva a dalších surovin potřebných k výrobě skla na Šumavě stála za rozmachem sklářství v této lokalitě. Pojďme se společně podívat, jak taková **výroba skla** probíhala. Doplň text chemickými vzorci:

Výroba začíná přípravou sklářského kmene. Základními materiály jsou tzv. sklářské pisky, tvořené z velké části oxidem křemičitým a dřevo, které se používalo jako palivo do sklářských pecí. Na Šumavě byl dostatek obou těchto surovin. Další složky sklářského kmene většinou sloužily ke snížení jeho teploty tání. Jednalo se zejména o vápenec – uhličitán vápenatý , sodu – uhličitán sodný nebo potaš – uhličitán draselný . Do této hmoty se dále ještě přidávaly skleněné střepy a pomocné přísady, které hmotu zbavovaly nečistot, bublinek nebo zákalu.

Do sklářského kmene se také často přidávaly různé barvicí látky k obarvení skla do potřebného odstínu. Oxid kobaltnatý barví sklo do modré barvy, oxid měďnatý do modrozelené, fosfor do bílé, oxid nikelnatý do šedivé, dichroman draselný do zelené, síra do hnědé a selen , kadmium a zlato do barvy červené.

Sklářský kmen se pak taví ve sklářských pecích při teplotě kolem 1500 °C. Takto roztavená hmota se dále zpracovává a tvaruje např. foukáním pomocí sklářské pišťaly, lisováním, litím nebo tažením.



Pracovní list č. 2 – řešení

- ☛ Na Šumavě se nachází jedna z **nejvýznamnější lesnických lokalit v Evropě**. Jedná se o přírodní rezervaci, která se nachází na úbočí velmi známé šumavské hory s rozhlednou na vrcholu. Nachází se zde **stromy, které jsou 400 až 500 let staré**. Jak se tato přírodní rezervace nedaleko Horní Vltavice jmenuje?



Boubínský prales

- ☛ Při procházce šumavskými lesy si můžeš všimnout **popadaných a tlejících stromů**, které jsou přirozenou součástí obnovy lesa. Toto „mrtvé dřevo“ má v krajině hned několik **velmi důležitých úloh**. Zamysli se a zkus přijít alespoň na tři:



- 1) **zadržuje vodu v krajině**
- 2) **poskytuje ochranu semenáčkům a malým vzrůstajícím stromkům**
- 3) **žije zde mnoho druhů rostlin, živočichů i hub (spoustu ohrožených druhů)**

- ☛ Podívej se na obrázek tlejícího dřeva v lese. Dokážeš pojmenovat všechny **organismy, které tu žijí nebo zde mají svůj úkryt**? Využij názvy z nabídky.

Nabídka: stonožka, lýkožrout smrkový, datlík tříprstý, provazovka, troudnatec, svinka, mravenec, kuna lesní, kulíšek nejmenší, tesařík čtyřskvrnný, semenáček smrku, sýkora parukářka



Příloha 8: Pracovní list II. (strana 2) – řešení

☉ Historie Šumavy je významně spjatá s těžbou zlata. Odpověz správně na otázky:

- Zlato je prvek s chemickou značkou:
 - a) Ag
 - b) Au**
 - c) Zn
- Z jakých míst na Šumavě bylo zlato získáváno?
 - a) z velkých podzemních ložisek zlata
 - b) ze zlatých žil, které vedly skrze žulové masivy
 - c) z vodních toků**



☉ Na Šumavě najdeme spoustu obcí, které ve svém názvu nesou slovo „hut“. Např. Kubova Hut', Filipova Hut', Hrabčcí Hut' nebo Michlova Hut'. Jaký je historický význam tohoto pojmenování?

V těchto lokalitách se nacházely továrny s pecemi, v nichž se tavením vyráběly různé suroviny. Na Šumavě se jednalo především o sklářské hutě – vyrábělo se zde sklo.



☉ Přítomnost velké spousty dřeva a dalších surovin potřebných k výrobě skla na Šumavě stála za rozmachem sklářství v této lokalitě. Pojďme se společně podívat, jak taková výroba skla probíhala. Doplně text chemickými vzorci:

Výroba začíná přípravou sklářského kmene. Základními materiály jsou tzv. sklářské písky, tvořené z velké části oxidem křemičitým SiO_2 a dřevo, které se používalo jako palivo do sklářských pecí. Na Šumavě byl dostatek obou těchto surovin. Další složky sklářského kmene většinou sloužily ke snížení jeho teploty tání. Jednalo se zejména o vápenc – uhličitán vápenatý CaCO_3 , sodu – uhličitán sodný Na_2CO_3 nebo potaš – uhličitán draselný K_2CO_3 . Do této hmoty se dále ještě přidávaly skleněné střepy a pomocné přísady, které hmotu zbavovaly nečistot, bublinek nebo zákalu.

Do sklářského kmene se také často přidávaly různé barvicí látky k obarvení skla do potřebného odstínu. Oxid kobaltnatý CoO barví sklo do modré barvy, oxid měďnatý CuO do modrozelené, fosfor P do bílé, oxid nikelnatý NiO do šedivé, dichroman draselný $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ do zelené, síra S do hnědé a selen Se , kadmium Cd a zlato Au do barvy červené.

Sklářský kmen se pak taví ve sklářských pecích při teplotě kolem 1500 °C. Takto roztavená hmota se dále zpracovává a tvaruje např. foukáním pomocí sklářské pišťaly, lisováním, litím nebo tažením.

