



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

Bakalářská práce

Výuková počítačová hra,
její tvorba a využití při opakování
terminologie laboratorního vybavení

Vypracovala: Kristýna Čechová

Vedoucí práce: doc. RNDr. Lubomír Svoboda, Ph.D.

České Budějovice 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 11/1998 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 záznamu 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:

Na začátku bych ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce doc. RNDr. Lubomíru Svobodovi, Ph.D. za trpělivost, vedení, odborné konzultace a pomoc při tvorbě této práce.

Dále bych chtěla poděkovat vedení Státního zámku Dačice za umožnění nafocení interiéru zámku a také svému manželovi za pomoc s editací fotografií.

Čechová, K.: Výuková počítačová hra, její tvorba a využití při opakování terminologie laboratorního vybavení. Bakalářská práce.

Anotace:

Bakalářská práce je zaměřena na tvorbu a využití počítačové hry (adventury) při výuce terminologie laboratorního vybavení především u žáků druhého stupně základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií. Cílem této adventury je žáky motivovat, aktivizovat a rozvíjet mezipředmětové vztahy. Výuková hra je lokalizována do prostředí zámku v Dačicích. Atraktivní formou se zde seznamují nejen s přírodovědnými poznatky, ale i s historií, památkami a kulturou této oblasti.

Klíčová slova:

Didaktická hra, počítačová hra, adventura, laboratorní vybavení, Wintermute engine, motivace ve výuce

Čechová, K.: Educational computer game, its creation and use for practise of terminology of laboratory equipment. Bachelor's thesis.

Abstract:

The bachelor's thesis is focused on the creation and use of a computer game for chemistry equipment teaching especially for students of the second grade of elementary and lower grades of multi-year grammar school. The aim of this adventure game is to motivate, activate and develop inter-subject relationships. The educational computer game is situated in the Dačice castle. Students get information not only about science, but also about the local history, monuments and culture.

Key words:

Education game, computer game, adventure, laboratory equipment, Wintermute engine, study motivation

Obsah

1. Úvod	1
2. Rozbor řešené problematiky	2
3. Křivka zapomínání	6
4. Cíle práce	8
5. Herní koncept	9
6. Seznam herních lokací.....	11
6.1 Úvodní scéna.....	11
6.2 První scéna – vchod do zámku.....	12
6.3 Druhá scéna – nádvoří.....	13
6.4 Třetí scéna – dolní arkáda.....	14
6.5 Čtvrtá scéna – sál předků.....	15
6.6 Pátá scéna - schodiště.....	16
6.7 Šestá scéna – schodiště.....	17
6.8 Sedmá scéna – horní arkáda.....	18
6.9 Osmá scéna – horní arkáda.....	19
6.10 Devátá scéna – nádvoří.....	20
6.11 Desátá scéna – enfiláda.....	21
6.12 Jedenáctá scéna – obraz Františka Kupky.....	22
6.13 Dvanáctá scéna – velká knihovna.....	23
6.14 Třináctá scéna – myslivecké trofeje.....	24
6.15 Čtrnáctá scéna – schodiště.....	25
6.16 Poslední scéna – východ ze zámku.....	26

7.	Laboratorní vybavení.....	27
7.1	Analytické váhy.....	27
7.2	Büchnerova nálevka a odsávací baňka	27
7.3	Byreta.....	27
7.4	Dělicí nálevka.....	27
7.5	Erlenmeyerova baňka	28
7.6	Exsikátor	28
7.7	Hasicí přístroj.....	28
7.8	Chladič	28
7.9	Kádinka	29
7.10	Lékárnička	29
7.11	Nálevka.....	29
7.12	Odměrná baňka	29
7.13	Odměrný válec.....	30
7.14	Ochranné brýle.....	30
7.15	Petriho misky	30
7.16	Pipeta.....	30
7.17	Plynový kahan	31
7.18	Prachovnice	31
7.19	Promývací baňka.....	31
7.20	Stojan.....	31
7.21	Stříčka	32
7.22	Třecí miska s tloučkem	32
7.23	Varná baňka.....	32
7.24	Zkumavka.....	32

8. Návrh začlenění do výuky	33
8.1 Laboratorní práce: Filtrace.....	34
8.2 Laboratorní práce: Titrace.....	36
8.3 Laboratorní práce: Destilace	38
9. Závěr	40
10. Seznam použité literatury	41

1. Úvod

„Slyším a zapomínám, vidím a pamatuji si, dělám a rozumím.“

čínská lidová moudrost

Výhodou moderních počítačových technologií je možnost zvýšení motivace žáků k prohloubení poznatků v oblasti chemie i jiných přírodních věd. Existuje řada aktivizujících výukových metod, které se snaží žáky více zapojit do výuky. Mezi tyto formy patří mimo jiné i didaktické hry. Hlavním cílem je předávat učivo inovativním způsobem. Zařazení těchto her nám také umožňuje zkvalitnění výukového procesu, zapamatování dané problematiky a jejímu porozumění.

Předkládaná didaktická hra slouží jako doplňková učební pomůcka pro opakování terminologie týkající se laboratorního vybavení. Poskytuje možnost se bezpečně seznámit s laboratorními pomůckami před praktickým využitím. Také se zaměřuje na rozvoj logického myšlení žáka a bonusem je atraktivní formou seznámit hráče s místopisnými reáliemi města Dačice.

2. Rozbor řešené problematiky

Bakalářská práce je věnována tvorbě a využití didaktické hry při výuce laboratorní chemie. Východiskem řešení bylo vypracování literární rešerše zaměřené na využití počítačem podporované výuky laboratorní techniky. Cílem těchto studií bylo především zkvalitnění výukového procesu, zvýšení motivace žáků a zefektivnění výuky laboratorní chemie pomocí technologických prvků.

Wolski a Jagodziński (2019) ve své práci použili senzor Kinect od společnosti Microsoft k identifikaci pohybů a gest uživatele. Rozhraní použili při výuce chemie na střední škole při vývoji virtuální laboratoře. Ovládání je založeno na snímání pohybů rukou. Autoři analyzovali gesta a pohyby uživatele virtuální chemické laboratoře, aby zjistili, jak se zvýší účinnost poznávacího postupu. Dosažené výsledky dokládají prokazatelné zkvalitnění učebního procesu. Bylo ověřeno kvalitnější zapamatování nových informací, jejich porozumění i uplatnění žakovské zkušeností v situacích řešení problémových úloh, které jsou jim známé ze školy.

Su a Cheng (2019) představili studii, která se zaměřila na hry využívající prostředí virtuální reality. Zkoumali kvalitu navrženého učebního modelu s ohledem na jeho výsledky při užití žakovské kreativity a úrovně strategického myšlení. Uživatelé byli vybráni z nejrůznějších cílových skupin, které mají zájem o aplikaci her k jiným účelům, než je pouhá zábava. Práce je věnována udržitelnému modelu zážitkového učení pomocí virtuální chemické laboratoře k zlepšení učebního procesu. Výsledky ukazují, že zážitkové učení významně ovlivňuje motivaci k učení. Studenti získali kvalitnější poznatkovou strukturu chemických pojmů.

Penn a Ramnarain (2019) zkoumali postoje studentů 3. ročníku bakalářského studia k výuce chemie. Nejprve byl proveden pre-test, který obsahoval 30 položek. Dále následovala fáze 5 týdenní výuky pomocí virtuálních simulací. Následně byl proveden post-test, který prokázal signifikantně vyšší průměrné skóre a pozitivnější přístup k výukové metodě založené na využití virtuální reality. Po kvantitativní fázi následovala fáze kvalitativní. Ta zhodnotila zkušenosti studentů pomocí polostrukturovaných rozhovorů. Studenti hodnotili výuku velmi kladně, zároveň však uváděli, že virtuální simulace nemohou v plné míře nahradit práci ve skutečných

laboratořích. Výsledky této studie ukazují, že virtuální simulace poskytují kvalitní doplňkový nástroj výuky chemie.

Wu a kol. (2019) vytvořili simulaci pro nácvik titrace. Uživatel se pomocí brýlí pro virtuální realitu učí provádět titrační experiment. Tohoto výzkumu se zúčastnily dvě skupiny žáků, přičemž jedna prováděla experiment pomocí virtuální reality a druhá klasickou metodou. Výsledky naznačily, že virtuální laboratoř by mohla posílit sebedůvěru uživatelů a zlepšit praktickou laboratorní dovednost.

Achuthan a kol.(2018) se zabývali metodologií navrženou k užití alternativních výukových koncepcí molekulární symetrie a dopadu prostředí virtuální laboratoře na nápravu miskoncepčních představ. Dosažené výsledky dokládají významné statistické zlepšení po použití metody založené na platformě virtuální laboratoře. Tato studie poukazuje na unikátnost pochopení struktury chemických sloučenin se zvláštním ohledem na přítomné vazebné úhly a prostorové zobrazení.

Dood a kol. (2018) provedli didaktickou sondu užití laboratorních kurzů pro zkvalitnění výuky na vysokých školách. Laboratorní kurzy obecné, organické chemie a biochemie byly přepracovány tak, aby se daly provádět především pomocí elektronické formy. Výsledky naznačují, že tento program přinesl zlepšení profesní přípravy zdravotního personálu.

Rowe a kol. (2018) ve své studii zhodnotili zkušenost studentů s online laboratorními kurzy s cílem zlepšit dovednosti posluchačů distanční formy vzdělávání. Zjistili, že testovaná výuková metoda zlepšila porozumění pojmům prezentovaných na přednáškách.

Al-Khalifa (2017) prezentuje návrh a realizaci virtuálního chemického laboratorního systému s názvem Chemotion, který využívá technologii snímání gest pro ovládání virtuální laboratoře. Software pracuje na principu simulátoru LeapMotionController. Systém poskytuje řadu experimentů, které doplňují zábavné kvízy a tutoriály. Předběžné hodnocení použitelnosti systému ukazuje vysokou úroveň zájmu žáků o používání takového systému a pozitivní zpětnou vazbu.

Sanchez a kol. (2017) uvádějí význam estetického zpracování virtuální chemické laboratoře. Zdůraznili význam komplexnosti smyslového vnímání pro motivaci žáků k učení.

Winkelmann a kol. (2017) provedli výzkum, který se týkal laboratorní výuky chemie prostřednictvím virtuální reality. Zaměřili se na simulaci experimentální činnosti. Zjistili, že úroveň poznatkové struktury byla u klasické i nově navržené metody srovnatelná.

Bortnik a kol. (2017) vytvořili model vysokoškolského laboratorního kurzu, který zahrnoval virtualitu jako nástroj autonomního učení. Dosažené výsledky ukázaly, že přístup, který kombinuje virtuální i praktickou laboratorní výuku, má potenciál zlepšit dovednostní postupy studentů.

Ramos a kol. (2016) představili virtuální laboratoř s názvem VirtuaLabQ s předdefinovanými experimenty chemických přeměn. Studie se zaměřila na vysokoškoláky z technických oborů, kteří navštěvují kurz základů chemie. Byly provedeny dvě sady laboratorních experimentů, v nichž studenti nejprve prováděli online aktivity ve VirtuaLabQ a poté v praktické laboratoři. Výsledky naznačují, že integrace virtuálních experimentů do bakalářského studia chemie pomáhá zkvalitnit praktickou laboratorní výuku, a tím zlepšuje učební proces studentů.

Krupnova (2016) se zabývala užitím virtuální laboratorní metody v chemickém vzdělávání na fakultách, které byly zaměřeny na výuku odborné a technologické chemie. Studenti mohli simulovat experimentální činnost prostřednictvím počítačů. Virtuální prostředí bylo užito k e-learningu jako příprava studentů na praktickou výuku v chemické laboratoři. Jednou z výhod této přípravy je, že studenti získají základní dovednosti a znalosti pro práci bez rizika incidentů. Tato forma výuky je založena na metodě aktivního učení. Výsledky ukazují, že ve srovnání s tradičními vyučovacími metodami, aplikace virtuální laboratoře pozitivně ovlivnila výsledky studentů a došlo ke zvýšení zájmu o výuku chemie.

Burchett a kol. (2016) se zaměřili na zjištění efektivity výukové metody založené na virtuální laboratoři na Missouri University of Science and Technology. Studenti kurzu obecné chemie měli možnost provádět laboratorní práce jak tradiční, tak inovativní metodou. Autoři konstatovali, že zavedením virtuálních simulací došlo ke zlepšení výsledků učebního procesu.

Almazaydeh a kol. (2016) představili virtuální prostředí, které pomáhá jednotlivým studentům zlepšit praktickou výuku základů chemie. Pomocí virtuální

reality měli studenti možnost simulovat práci v laboratořích. Výsledky prokázaly, že studenti metodu hodnotili pozitivně.

O'Malley a kol. (2015) prezentovali analýzu získaných zkušeností s užitím e-learningu v úvodním kurzu fyzikální chemie. Projekt byl jedinečný v tom, že umožnil studentům provádět experimentální měření pomocí virtuální laboratoře vytvořené pomocí videa a simulací. Autoři dospěli k závěru, že i experimentální kurzy chemie mohou být efektivně prováděny pomocí online e-learningového způsobu výuky. Mají potenciál poskytnout cenný doplněk k výuce chemie zejména na vysokoškolské úrovni.

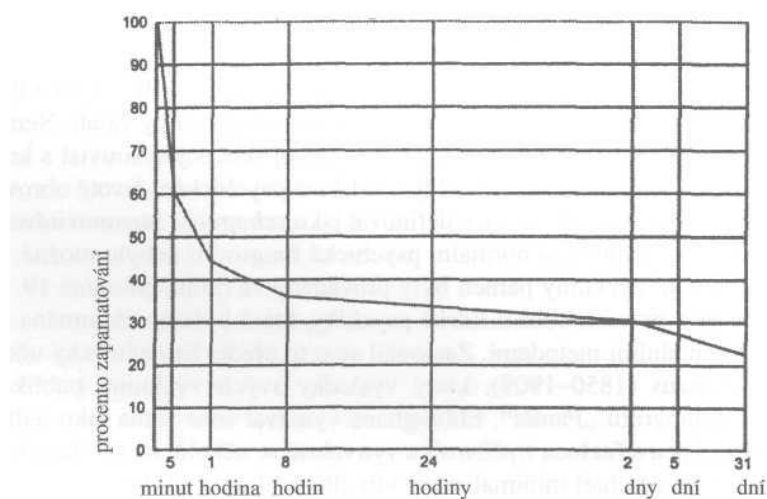
Hawkins a Phelps (2013) se zaměřili na využití virtuálních laboratoře ve výuce jako doplnku nebo úplné náhrady praktických laboratorních cvičení. Důvodem byla úspora finančních prostředků. Pro zjištění účinnosti didaktické metody ve výuce elektrochemie využili jak virtuální, tak laboratorní postup. Studenti byli rozděleni do dvou skupin. Jedna skupina pracovala v standardním formátu laboratorního cvičení, u druhé bylo užito animací virtuální laboratoře. Pro vyhodnocení výsledků byl použit pre-test a post-test. U obou variant nebyly zjištěny významné rozdíly. Analýza testů však odhalila významný rozdíl v pochopení funkce solných můstků.

Rutten a kol. (2012) hodnotili efekt zařazení počítačových simulací do přírodovědné výuky. Důraz byl kladen na zlepšení tradičního vzdělávání pomocí elektronických zařízení. Autorský tým došel k závěru, že navržené inovace mohou obohatit tradiční výukové postupy, zejména pokud jde o laboratorní činnosti.

3. Křivka zapomínání

Paměť je velmi důležitý předpoklad, který umožňuje lidem schopnost učit se a zaznamenávat životní zkušenosti. Právě tímto procesem se zabýval známý německý filosof a psycholog Hermann Ebbinghaus (1850 – 1909). Výsledky své práce uveřejnil v monografii „Paměť“. Při jeho výzkumu vzal sám sebe jako pokusnou osobu a jeho cílem bylo naučit se řadu slabik, které neměly žádný smysl. Zaměřil se na různé druhy paměti a došel k závěru, že pokud chce něco uchovat pouze v krátkodobé paměti, dokáže si zapamatovat 5 – 7 slabik při jediném opakování.

Problém nastal v případě, kdy bylo potřeba zapamatovat si mnohem více prvků. Znamenalo to mnohem více opakování a v daných časových intervalech tento proces zintenzivnit. Důvodem častějšího opakování dané látky je slabá stránka paměti, a to zapomínání. Ebbinghaus tak díky svým poznatkům zkonstruoval křivku zapomínání (viz obr. 1), která má velmi zajímavý vývoj.



Obr. 1: Průběh Ebbinghausovy křivky zapomínání (Plháková, 2004)

Tato křivka nemá lineární průběh, dala by se spíše přirovnat ke křivce logaritmické. Na začátku, v prvních minutách, je zapomínání extrémně rychlé, člověk zapomene cca 40 % naučeného obsahu do 5 minut. Poté ale dojde ke zpomalení, což znamená, že to, co si člověk zapamatuje s odstupem jednoho dne od učení, se příliš neliší v den následující. Po uplynutí 1 měsíce zůstává v paměti uloženo pouze něco málo přes 20 % z naučené látky. (Plháková, 2004)

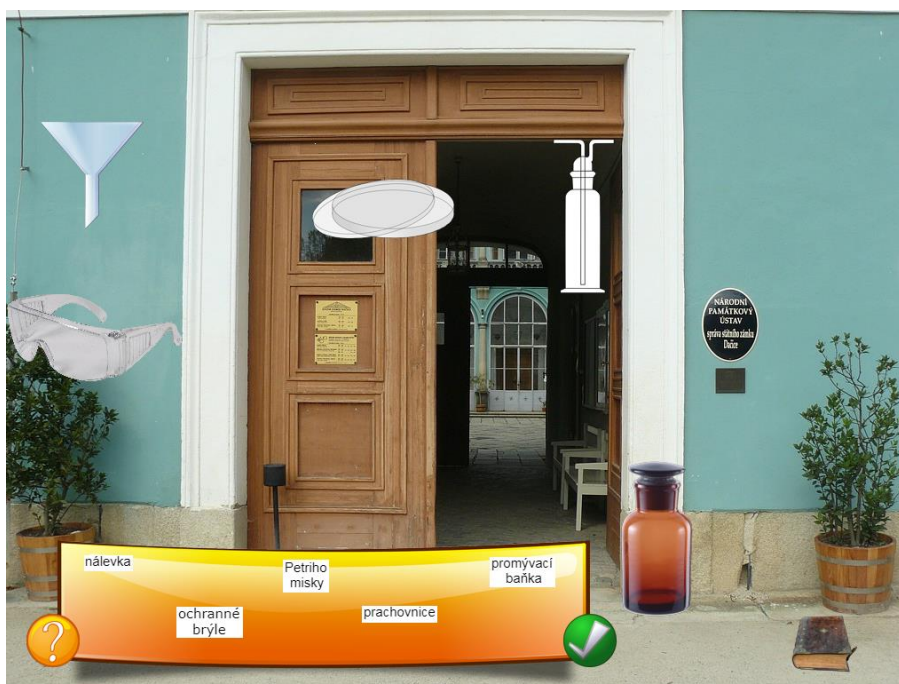
Zapamatování různých informací je také ovlivněno řadou faktorů, jako je např. obtížnost dané látky, předešlé zkušenosti a znalosti dané problematiky a mimo jiné i stres a spánek. Pokud je záměrem uchování informací do dlouhodobé paměti, je potřeba učení podpořit pravidelným opakováním.

4. Cíle práce

Primárním cílem práce bylo vytvořit didaktickou počítačovou hru typu *point and click* aventura, která by byla vhodná pro osvojení odborné terminologie z oblasti laboratorní techniky. Dále by měl být hráč rovněž seznámen s vybranými reáliemi Dačic. Plánované užití hry bylo především pro upevňovací fázi předložených poznatků v domácí přípravě.

Sekundárním cílem bylo proto navrhnout výukový postup, který by vhodným způsobem propojil školní práci s mimoškolní přípravou.

5. Herní koncept

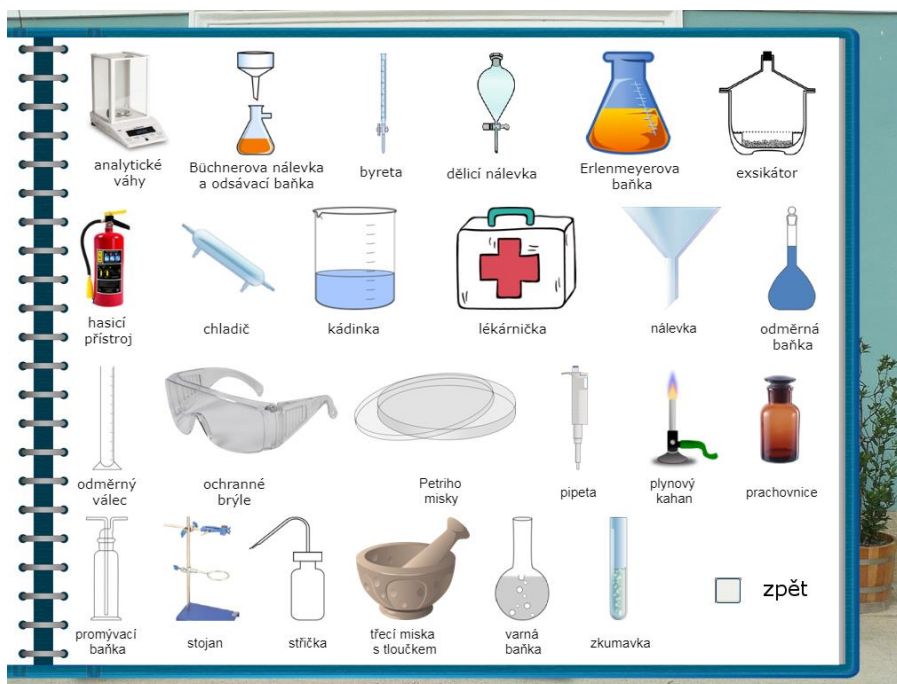


Obr. 2: Ukázka počátečního stavu herní lokace

V úvodní scéně vítá hráče alchymista Antonicus na zámku v Dačicích a prosí ho, aby mu pomohl posbírat laboratorní vybavení, které mu rozfoukala meluzína po celém zámku.

Herní koncept je proto založen na vyhledávání dvojic: text – odpovídající obrázek (viz obr. 2). Hráč má za úkol v každé lokalitě vyhledat 5 správně uspořádaných dvojic, které vždy představují běžné laboratorní vybavení. K seřazování má možnost využít nápovědu, která se skrývá pod tlačítkem otazníku. Díky této možnosti se hráči zobrazí přehled laboratorního vybavení (viz obr. 3), které se ve hře může objevit a je tedy potřeba jej poznat. Samotný přehled je také interaktivní a rozkliknutím libovolného obrázku se hráč může dozvědět základní informace o daném vybavení. Po usprádaní dvojic je hráči umožněno postoupit ve hře dále a navštívit tak další lokaci.

Opětovná hratelnost je podpořena tak, že pro každou scénu byl naprogramován algoritmus, který vždy náhodně vylosuje zobrazené pomůcky společně s jejich odpovídajícími názvy.



Obr. 3: Přehled laboratorního vybavení

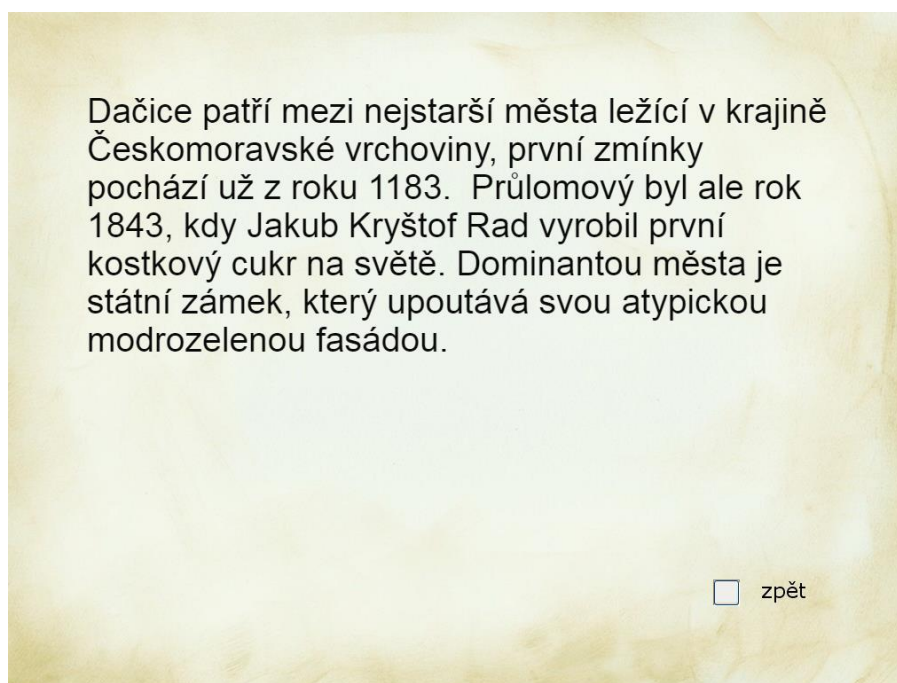
Ve většině scén se také objevuje symbol lexikonu, po jehož rozkliknutí má hráč možnost seznámit se s reáliemi, které odpovídají dané lokaci. Hlavní motivací pro uvedený design scén byla snaha o cílené působení na socio-kulturní složku žákovy osobnosti, resp. na utváření vědomí národní identity. Pedagogické cíle obsahují tedy jak složku vzdělávací, tak výchovnou. V následující kapitole jsou prezentovány herní lokace včetně příslušných textů lexikonu.

6. Seznam herních lokací

6.1 Úvodní scéna

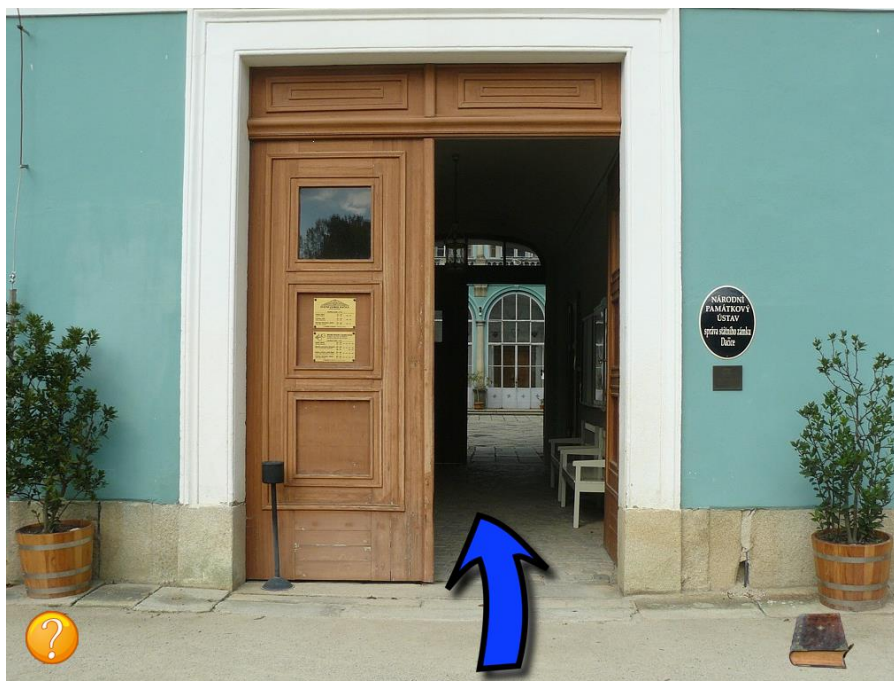


Obr. 4: Úvodní scéna

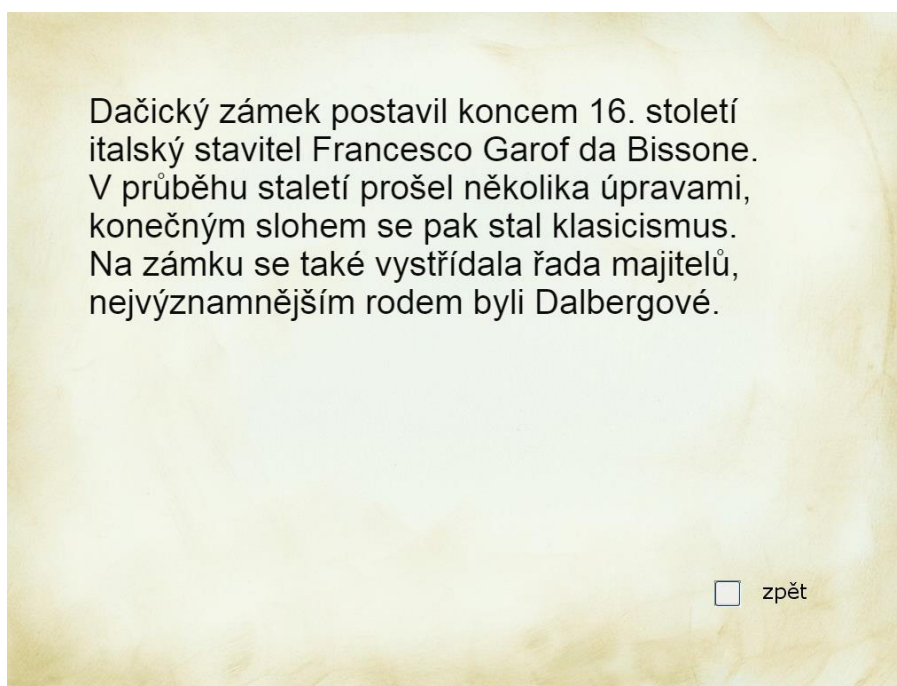


Obr. 5: Lexikon – úvodní scéna

6.2 První scéna – vchod do zámku



Obr. 6: První scéna – vchod do zámku



Obr. 7: Lexikon – první scéna

6.3 Druhá scéna – nádvoří



Obr. 8: Druhá scéna – nádvoří

Nádvoří zámku má čtvercový půdorys. Hlavní dominantou jsou renesanční arkády, které byly nejprve otevřené, ale časem došlo k jejich zasklení. Okna, která můžeme vidět nyní, jsou z roku 1909.

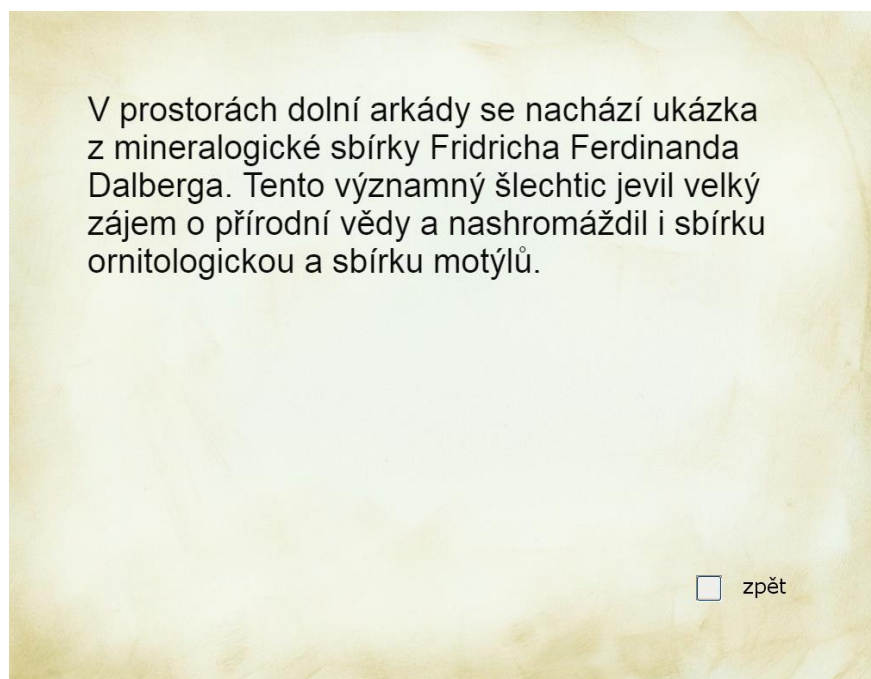
zpět

Obr. 9: Lexikon – druhá scéna

6.4 Třetí scéna – dolní arkáda



Obr. 10: Třetí scéna – dolní arkáda



Obr. 11: Lexikon – třetí scéna

6.5 Čtvrtá scéna – sál předků

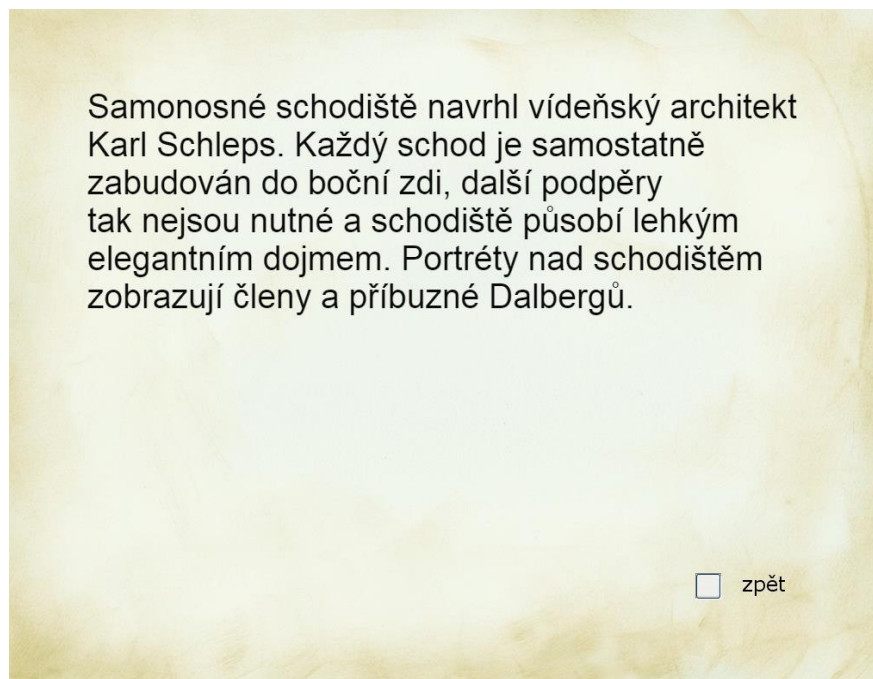


Obr. 12: Čtvrtá scéna – sál předků

6.6 Pátá scéna – schodiště



Obr. 13: Pátá scéna – schodiště

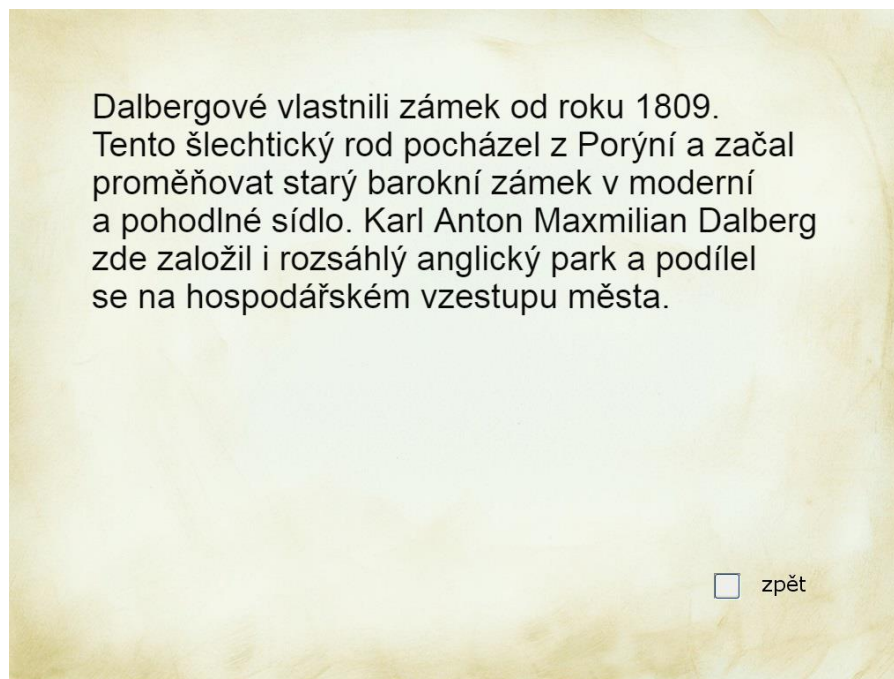


Obr. 14: Lexikon – pátá scéna

6.7 Šestá scéna – schodiště



Obr. 15: Šestá scéna – schodiště

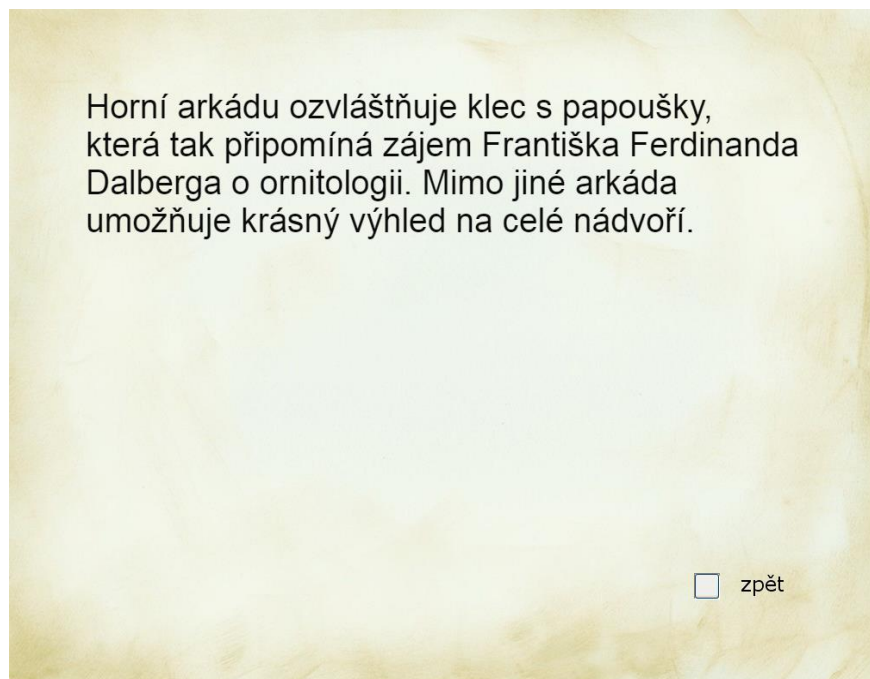


Obr. 16: Lexikon – šestá scéna

6.8 Sedmá scéna – horní arkáda



Obr. 17: Sedmá scéna – horní arkáda



Obr. 18: Lexikon – sedmá scéna

6.9 Osmá scéna – horní arkáda

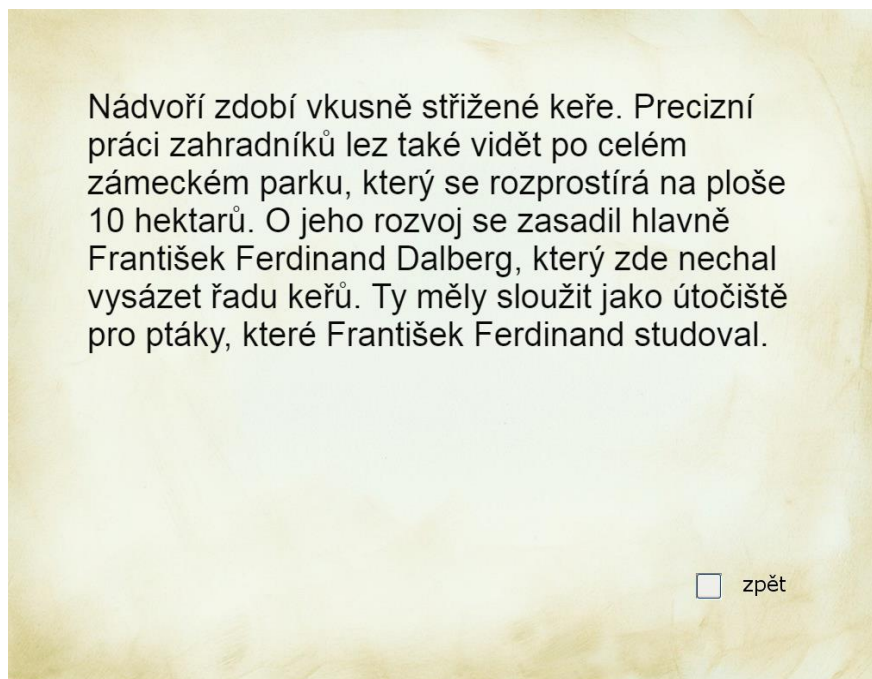


Obr. 19: Osmá scéna – horní arkáda

6.10 Devátá scéna – nádvoří



Obr. 20: Devátá scéna – nádvoří

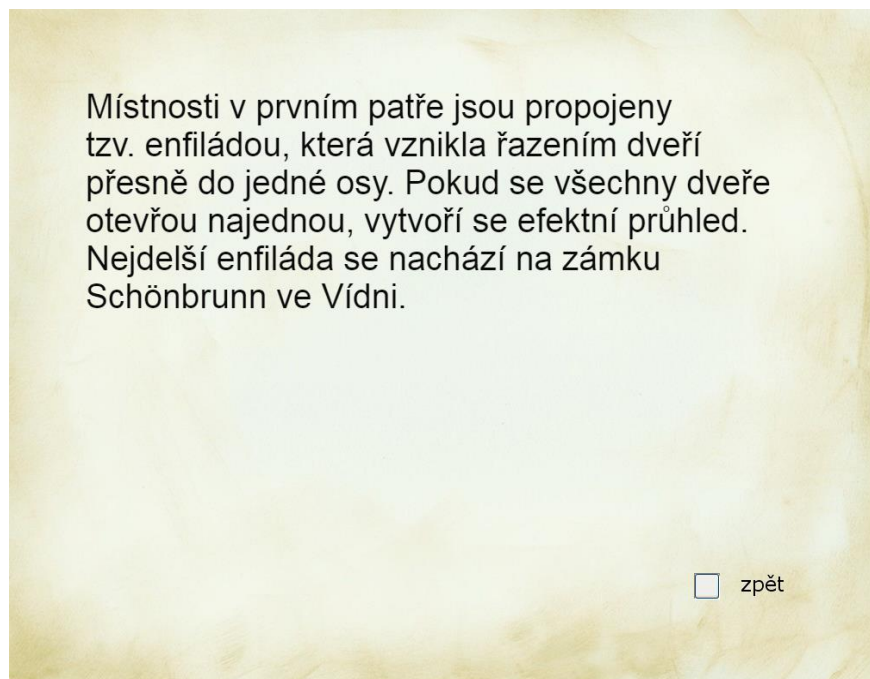


Obr. 21: Lexikon – devátá scéna

6.11 Desátá scéna – enfiláda

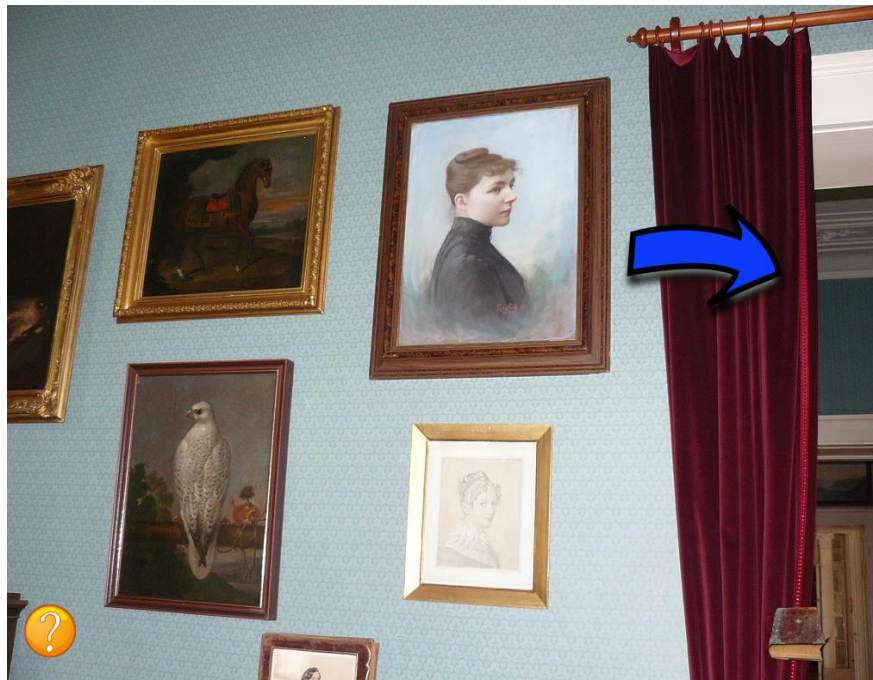


Obr. 22: Desátá scéna – enfiláda

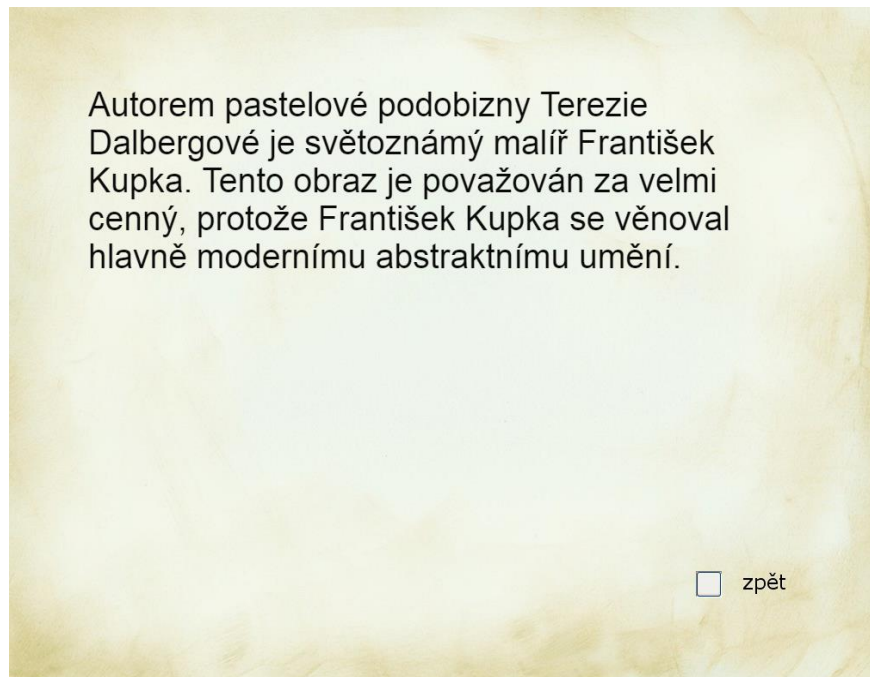


Obr. 23: Lexikon – desátá scéna

6.12 Jedenáctá scéna – obraz Františka Kupky



Obr. 24: Jedenáctá scéna – obraz Františka Kupky



Obr. 25: Lexikon – jedenáctá scéna

6.13 Dvanáctá scéna – velká knihovna

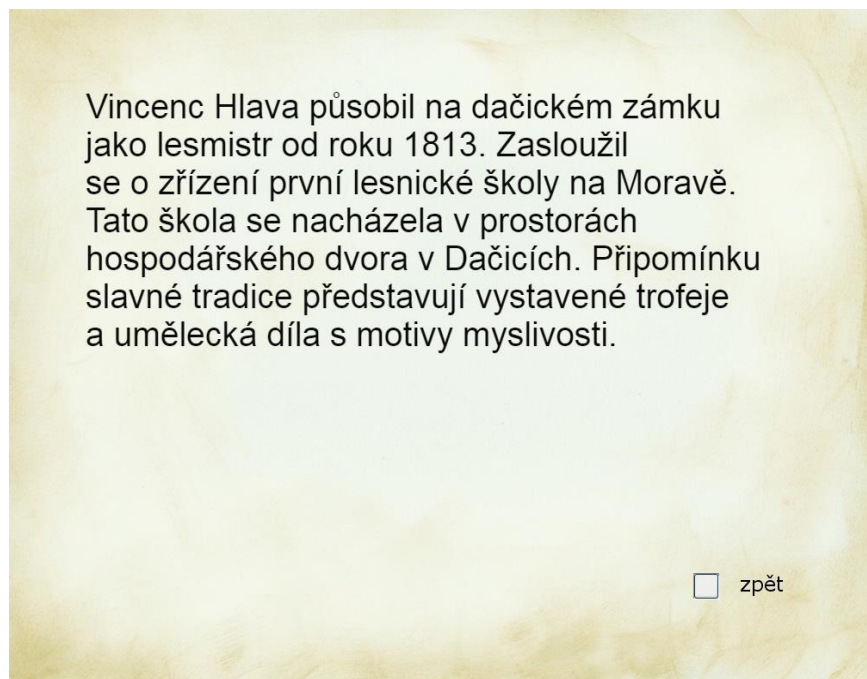


Obr. 26: Dvanáctá scéna – velká knihovna

6.14 Třináctá scéna – myslivecké trofeje



Obr. 27: Třináctá scéna – myslivecké trofeje



Obr. 28: Lexikon – třináctá scéna

6.15 Čtrnáctá scéna – schodiště



Obr. 29: Čtrnáctá scéna – schodiště

6.16 Poslední scéna – východ ze zámku



Obr. 30: Poslední scéna – východ ze zámku

7. Laboratorní vybavení

V kapitole je uveden souhrn vzdělávacích textů, které jsou doplněny vyobrazením laboratorního vybavení. Obrázky v herních lokacích a v nápovědě jsou identické.

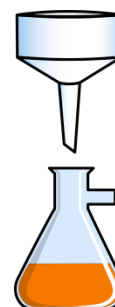
7.1 Analytické váhy

Analytické váhy slouží k vážení látek obvykle do 100 g s citlivostí 0,0001 g. Navažovaná látka se nepokládá přímo na misky vah, ale na navažovací lodičku či hodinové sklo. U vah se vždy sedí!



7.2 Büchnerova nálevka a odsávací baňka

Büchnerova nálevka je zvláštním typem nálevky, který se používá při filtraci za sníženého tlaku. Je vyrobena z keramického materiálu a má dírkované dno. Přes filtrační papír se kapalná fáze jímá do odsávací baňky.



7.3 Byreta

Byrety patří mezi odměrné sklo. Mohou mít rovný nebo zahnutý kohout. Jsou kalibrovány na „vylítí“ (EX) a slouží k procesu zvaný titrace, při kterém se stanovuje koncentrace neznámého vzorku.



7.4 Dělicí nálevka

Dělicí nálevky se řadí mezi technické sklo. Používají se k dělení dvou navzájem nemísitelných kapalných fází. Při vypouštění oddělených vrstev nesmí být dělicí nálevka uzavřena zátkou!



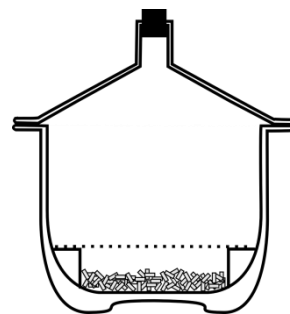
7.5 Erlenmeyerova baňka

Erlenmeyerova baňka se řadí mezi varné sklo. Někdy se označuje jako baňka kuželová, jelikož má zúžené hrdlo a rozšířené dno.



7.6 Exsikátor

Exsikátor se používá k vysoušení preparátů. Tato nádoba má silné stěny a je dvoudílná, přičemž víko je zabroušené. Pro zvýšení účinnosti exsikátoru je zapotřebí snížit tlak. Nejběžnějším sušidlem je silikagel (pórovitá forma oxidu křemičitého).



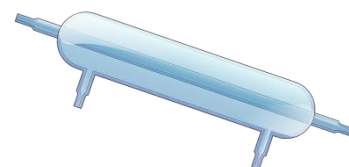
7.7 Hasicí přístroj

V každé laboratoři musí být hasicí přístroj, který se používá v případě vzniku požáru. Pokud k této události dojde, je třeba zachovat klid a zavolat hasiče na telefonní číslo 150.



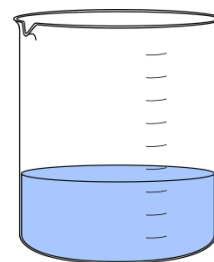
7.8 Chladič

Ke kondenzaci par se používají chladiče. Toto chemické nádobí může mít různý tvar a délku. Nejběžnější chladicí média jsou voda a vzduch.



7.9 Kádinka

Nádoba, která má rovné dno a na horním okraji vylévací hubičku, se nazývá kádinka. Je vyrobena z varného skla a může mít různý tvar i objem.



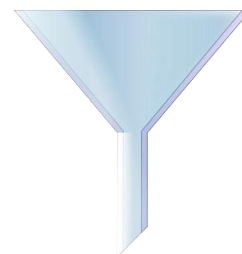
7.10 Lékárnička

Lékárnička je nedílnou součástí každé laboratoře. Musí být vždy náležitě vybavena zdravotnickými pomůckami. V případě úrazu či otravě je nezbytné zavolat rychlou záchrannou službu a to na telefonní číslo 155.



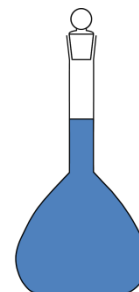
7.11 Nálevka

Nálevka se používá při filtraci, což je proces, při kterém se např. pomocí filtračního papíru odděluje kapalná fáze od fáze pevné. Stonek nálevky se musí dotýkat nádoby, do které se filtruje. Suspenze se na filtr vlévá pomalu po tyčince.



7.12 Odměrná baňka

Odměrné baňky se využívají pro přípravu roztoků o dané koncentraci a přesném objemu. Při doplnění po rysku obsahují přesně dané množství kapaliny, jsou kalibrované na tzv. „dolítí“ (IN).



7.13 Odměrný válec

Odměrné válce se řadí mezi silnostěnné sklo, které se nesmí zahřívát. Zahřátí může způsobit deformaci, která se projeví změnou objemu. Toto nádobí má různou velikost a slouží pouze k orientačnímu odměřování objemu kapalin.



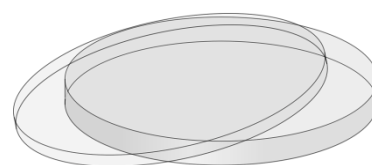
7.14 Ochranné brýle

Ochranné brýle se používají zejména při práci s kapalinami, aby nedošlo k poškození zraku. Tato ochranná pomůcka je velmi důležitá, protože poranění očí bývá často velmi bolestivé a závažné.



7.15 Petriho misky

Petriho misky jsou dvě skleněné misky, menší a větší, které do sebe zapadají. Využívají se především ke kultivaci mikroorganismů, dále k sušení, vážení či přenášení materiálu.



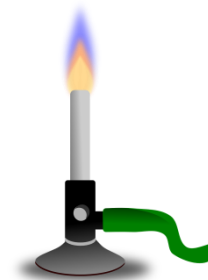
7.16 Pipeta

Pipety slouží k přesnému odměřování kapalin. Jsou kalibrovány na objem volně vyteklé kapaliny, na tzv. „vylití“ (EX). K nasátí kapaliny do pipety se využívá pipetovací nástavec či balónek. K odměření malého množství kapaliny se často používají automatické pipety.



7.17 Plynový kahan

Jako zdroj ohně se v laboratořích používá plynový kahan. Při zapalování musí být uzavřen přívod vzduchu, poté se otevře přívod plynu a unikající plyn se zapálí. Vznikne žlutý svítivý plamen a po zvětšení přívodu vzduchu se plamen změní v nesvítivý, jehož teplota je vyšší.



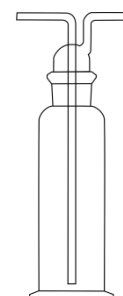
7.18 Prachovnice

Prachovnice je zásobní láhev. Může mít široké hrdlo a zabroušenou zátku. Tato nádoba může být z čirého nebo z tmavého skla. Tmavé prachovnice se využívají pro uchovávání látek, které podléhají rozkladu světlem.



7.19 Promývací baňka

Promývací baňka se řadí mezi tzv. technické sklo. Toto chemické nádobí se používá k jímání a sušení plynů. Dále se využívá k reakcím plynů s kapalinami.



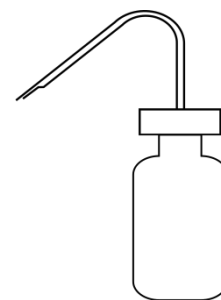
7.20 Stojan

Stojan je základním pilířem celé laboratorní aparatury. Je kovový a poměrně těžký a pomocí křížových svorek, držáků a kruhů na něj upevňujeme jednotlivé části aparatury.



7.21 Stříčka

Stříčka je nádoba ze skla nebo z polyethylenu. Používá se k přípravě roztoků nebo k vymývání nádobí. Zatímco plastové stříčky se plní studenou nebo vlažnou vodou, skleněné lze naplnit i vodou horkou.



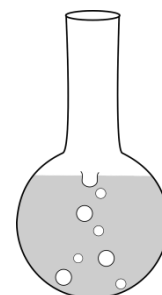
7.22 Třecí miska s tloučkem

Třecí miska i tlouček jsou vyrobené z keramiky. Používají se k roztírání a drcení pevných látek. Pro zlepšení práce je hlavice tloučku a vnitřní stěna misky zdrsňena.



7.23 Varná baňka

Varné baňky jsou vyrobené z borosilikátového skla. Musí snášet náhlé teplotní změny a lze je zahřívat přímo nad plamenem. Mezi nejvýznamnější české výrobky patří varné sklo značky Simax.



7.24 Zkumavka

Zkumavka se používá k přímému ohřívání malého množství kapaliny. Zkumavky se mohou také využít při provádění reakcí týkajících se analytických důkazů či stanovení.



8. Návrh začlenění do výuky

Hra by měla představovat pouze doplnění výuky laboratorní techniky. Bezprostředně po jejím dohrání by mělo následovat ověření poznatků v praxi. Proto byly v souladu se sekundárním cílem (viz kapitola 4. Cíle práce, str. 8) vytvořeny podklady pro laboratorní práce.

Pracovní list zaměřený na filtraci je inspirován praktickou úlohou, která je dostupná v učebnici *Základy chemie 1* (Beneš, Pumpr, Banýr, 2004). Pracovní listy týkající se titrace a destilace, jsou inspirovány skripty *Laboratorní technika* (Lichtenberg, Schmidtmayerová, 2003).

8.1 Laboratorní práce: Filtrace

Jméno a příjmení:

Datum:

Třída:

Úkol:

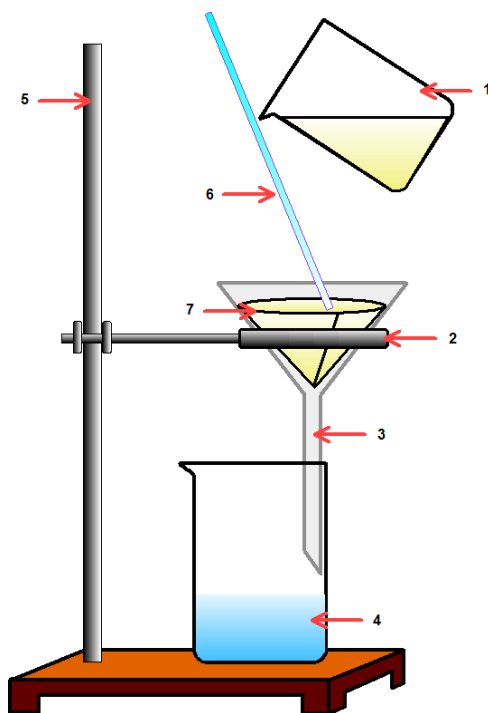
Porovnejte účinnost tří různých filtračních materiálů v procesu dělení složek suspenze. Sledujte čistotu filtrátu a zapište čas filtrace.

Pomůcky:

4 kádinky, skleněná tyčinka, filtrační nálevka, třecí miska s tloučkem, filtrační papír, vata, gáza (plátno), odměrný válec, stojan, filtrační kruh, hodinky (stopky na mobilu), křída, voda

Pracovní postup:

1. Podle obrázku vpravo sestavte filtrační aparaturu.
2. V třecí misce rozdrťte tloučkem kousek křída na jemný prášek a rozdělte jej na třetiny.
3. Do kádinky vsypte 1/3 prášku a přilijte 15 cm³ vody. Směs dobře promíchejte.
4. Do nálevky vložte gázu či plátno a nalévejte směs po tyčince. Změřte čas filtrace.
5. Stejným způsobem postupujte i při filtraci přes vatu a ve třetí variantě i přes filtrační papír.
6. Filtrační papír před filtrací jemně zvlhčete, aby přilnul k nálevce. Dávejte pozor na možné protržení.
7. Porovnejte čistotu filtrátu různých filtračních materiálů a výsledky zapište do tabulky (nejméně čistý, středně čistý, nejčistší).



Popis aparatury:

1.	5.
2.	6.
3.	7.
4.	

Výsledky pokusů:

použitý filtrační materiál	čas filtrace	čistota filtrátu
gáza (plátno)		
vata		
filtrační papír		

Úkoly a otázky na závěr:

1. Porovnejte rychlost filtrace přes jednotlivé materiály.
2. Jaký filtrační materiál poskytl nejčistší filtrát?

8.2 Laboratorní práce: Titrace

Jméno:

Datum:

Třída:

Úkol:

Stanovte přesnou látkovou koncentraci kyseliny chlorovodíkové.

Pomůcky:

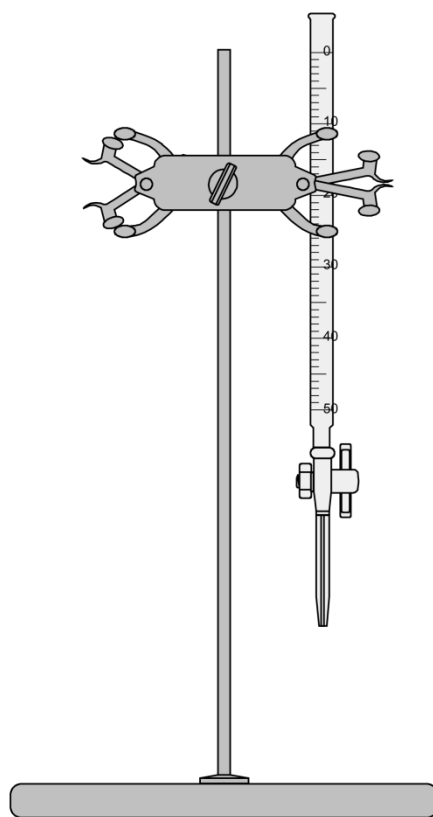
navážovací lodička, analytické váhy, lžička, stříčka, titrační baňka, stojan, byreta, kádinka, kahan, síťka s keramickou vložkou

Chemikálie:

hydrogenuhličitan draselný, methylovanž, připravený odměrný roztok HCl

Postup:

1. Sestavte titrační aparaturu podle obrázku vpravo.
2. S přesností na desetiny miligramu navažte hydrogenuhličitan draselný (KHCO_3). Vhodná navážka je 0,9 – 1,1 g.
3. Navážku kvantitativně převed'te do titrační baňky a rozpust'te ji krouživým pohybem baňky asi ve 30 cm^3 destilované vody.
4. Do roztoku KHCO_3 přidejte 2 kapky roztoku methylové oranže.
5. Čistou byretu propláchněte odměrným roztokem HCl a potom jím byretu naplňte až na horní nulovou značku.
6. Roztok KHCO_3 titrujte připraveným roztokem HCl až do změny žluté barvy roztoku na oranžově červenou.

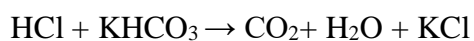


7. Roztok opatrně zahřejte k varu, čímž z něj vypudíte CO₂. Pokud roztok po vychladnutí opět zežloutne, dotitrujte jej.
8. Zaznamenejte zjištěnou spotřebu roztoku HCl a vypočítejte přesnou látkovou koncentraci HCl.
9. Celý pokus zopakujte ještě dvakrát a ze tří získaných hodnot vypočítejte aritmetický průměr koncentrace HCl.

Výsledky měření:

číslo měření	hmotnost KHCO ₃ (g)	spotřeba HCl (dm ³)
1		
2		
3		

Rovnice a výpočet:



$$n = \frac{M}{m}$$

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

Závěr:

8.3 Laboratorní práce: Destilace

Jméno:

Datum:

Třída:

Úkol:

Sestavte destilační křivku a podle přiložené tabulky se pokuste určit složení směsi pro destilaci.

Pomůcky:

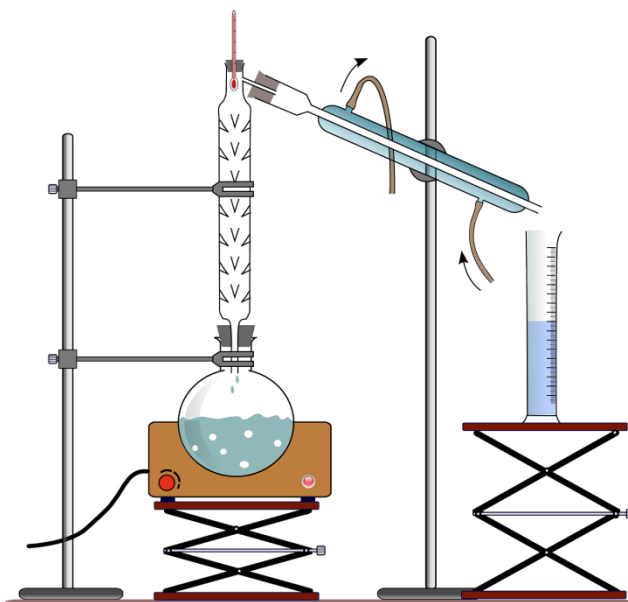
topné hnízdo, varná baňka s kulatým dnem (250 cm³), frakční Vigreuxova kolona, teploměr, chladič s Claisenovým nástavcem, alonž, odměrný válec (100 cm³), varné kamínky

Chemikálie:

vzorky pro destilaci

Postup:

1. Do destilační baňky odměřte přesně 100 cm³ dělené směsi a přidejte varné kamínky.
2. Sestavte destilační aparaturu podle obrázku vpravo (na konec chladiče patří alonž), jednotlivé části důkladně upevněte.
3. Směs v baňce zahřívejte postupně, co možná nejrovnoměrněji, aby byl var plynulý a rychlost destilace co nejvyrovnanější.
4. Zaznamenejte si počátek destilace, tedy teplotu, při níž začaly páry v chladiči kondenzovat a dále teplotu po predestilování každých pěti mililitrů.
5. Při získání asi 85 cm³ destilátu destilaci ukončete a sestavte destilační křivku.



Naměřené hodnoty:

objem (ml)	teplota (°C)	objem (ml)	teplota (°C)
0		45	
5		50	
10		55	
15		60	
20		65	
25		70	
30		75	
35		80	
40		85	

Nákres destilační křivky:**Tabulka: teplota varu vybraných rozpouštědel:**

rozpouštědlo	teplota varu (°C)	rozpouštědlo	teplota varu (°C)
n-hexan	68	cyklohexan	81
benzen	80	ethylacetát	77
butan-1-ol	118	aceton	56,5
ethanol	78,4	propan-1-ol	97
voda	100	kyselina octová	118,5

9. Závěr

Bez propojení teoretických znalostí s praktickými dovednostmi by byla výuka odborného pojmosloví samoúčelná. Rozhodně proto předložená hra nemá sloužit jako náhrada laboratorní výuky.

Byla zamýšlena pouze jako alternativní doplněk praktických činností. To respektuje i navržený didaktický postup jejího užití ve výuce. Hlavní smyslem bylo zatraktivnit proces osvojení terminologického aparátu.

Hra je volně dostupná jako freeware na webových stránkách www.antonius.cz.

Během práce na projektu dospěl autorský tým k závěru, že by bylo účelné neomezovat se při jeho řešení pouze na předkládání poznatků („memorování“ hotových faktů/znalostí), ale navrhnout postup, který by byl vhodný i pro vyšší hladiny vzdělávacích cílů (viz Bloomova taxonomie), resp. pro získání poznatků na vyšších vědomostních úrovních. Tzn. zaměřit se zejména na rozvoj funkční gramotnosti.

10. Seznam použité literatury

ACHUTHAN, K., KOLIL, V. K., DIWAKAR, S. (2018): Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 23, s. 2499-2515.

AL-KHALIFA, H. S. (2017): Chemotion: A gesture based chemistry virtual laboratory with leap motion. *Computer Applications in Engineering Education*, 25, s. 961-976.

ALMAZAYDEH, L., YOUNES, I., ELLEITHY, K. (2016): An Interactive and Self-instructional Virtual Chemistry Laboratory. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, s. 70-73. [online]

ANONYMUS (2001): Křivka zapomínání. *Wikipedia: the free encyclopedia*. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. [online, cit. 2020-03-10]:

https://cs.wikipedia.org/wiki/K%C5%99ivka_zapom%C3%ADn%C3%A1n%C3%AD

BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J. (2004): *Základy chemie I*. Praha: Fortuna, 144 s.

BORTNIK, B., STOZHKO, N., PERVUKHINA, I., TCHERNYSHEVA, A., BELYSHEVA, G. (2017): Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices. *Research in Learning Technology*, 25. [online]

BURCHETT, S., HAYES, J., PFAFF, A., SATTERFIELD, E. T., SKYLES, A., WOELK, K. (2016): Piloting Blended Strategies To Resolve Laboratory Capacity Issues in a First-Semester General Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, s. 1217-1222. [online]

DOOD, A. J., JOHNSON, L. M., SHORB, J. M. (2018): Electronic Laboratory Notebooks Allow for Modifications in a General, Organic, and Biochemistry Chemistry Laboratory To Increase Authenticity of the Student Experience. *Journal of Educational Technology*, 95, s. 1922-1928.

HAWKINS, I., PHELPS, A. J. (2013): Virtual laboratory vs. traditional laboratory: which is more effective for teaching electrochemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, 14, s. 516-523.

- KRUPNOVA, T. G. (2016): Interactive virtual laboratory system in teaching and learning chemistry. *SGEM 2016, BK I: Psychology and Psychiatry, Sociology and Healthcare, Education Conference Proceedings, Vol III*, s. 517-522. [online]
- LICHTENBERG, K., SCHMIDTMAYEROVÁ, J. (2003): *Laboratorní technika: cvičení*. VŠ skriptum JU ZF, České Budějovice, 99 s.
- O'MALLEY, P. J., AGGER, J. R., ANDERSON, M. W. (2015): Teaching a Chemistry MOOC with a Virtual Laboratory: Lessons Learned from an Introductory Physical Chemistry Course. *Journal of Educational Technology*, 92, s. 1661-1666.
- PENN, M., RAMNARAIN, U. (2019): South African university students' attitudes towards chemistry learning in a virtually simulated learning environment. *Chemistry Education Research and Practice*, s. 699-709. [online]
- PLHÁKOVÁ, A. (2004): *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia, 385 s.
- RAMOS, S., PIMENTEL, E. P., MARIETTO, M. D. B., BOTELHO, W. T. (2016): Hands-on and Virtual Laboratories to Undergraduate Chemistry Education: Toward a Pedagogical Integration. *2016IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [online]
- ROWE, R. J., KOBAN, L., DAVIDOFF, A. J., THOMPSON, K. H. (2018): Efficacy of Online Laboratory Science Courses. *Journal of Formative Design in Learning*, 2, s. 56-67.
- RUTTEN, N., VAN JOOLINGEN, W. R., VAN DER VEEN, J. T. (2012): The learning effects of computer simulations in science education. *Computers&Education*, 58, s. 136-153.
- SANCHEZ, M., TATIANA, L., ORTIZ, C. P. M., AVAREZ, J. S. O. (2017): Virtual chemistry laboratory: an interdisciplinary design experience, *Revista Virtual Católica del Norte*, 51, s. 98-110. [online]
- SU, CH., CHENG, T. (2019): A Sustainability Innovation Experiential Learning Model for Virtual Reality Chemistry Laboratory: An Empirical Study with PLS-SEM and IPMA. *Sustainability*, 11. [online]

WINKELMANN, K., KEENEY-KENNICUTT, W., FOWLER, D., MACIK, M. (2017): Development, Implementation, and Assessment of General Chemistry Lab Experiments Performed in the Virtual World of Second Life. *Journal of Educational Technology*, 94, s. 849-858.

WOLSKI, R., JAGODZIŃSKI, P. (2019): Virtual laboratory – Using a hand movement recognition system to improve the quality of chemical education. *British Journal of Educational Technology*, 50, s. 218-231.

WU, B. J., WONG, S. K., LI, T. W. (2019): Virtual titration laboratory experiment with differentiated instruction. *Computer Animation and Virtual Worlds*, s. 1882. [online]