

Univerzita Karlova
Filozofická fakulta

Ústav informačních studií a knihovnictví
Studia nových médií

Diplomová práce

Rozšířená realita (AR) a její možnosti využití ve vzdělávání:
Zhodnocení přínosu AR pro výuku lexika v němčině na základě komparace klasické a
experimentální metody učení

Augmented reality (AR) and its possibilities of use in education:
Evaluation of the contribution of AR for teaching vocabulary in German based on a comparison of
classical and experimental learning methods

Bc. Anežka Studničková



Ráda bych poděkovala Mgr. et Mgr. Čeňkovi Pýchovi, Ph.D. za vedení mé magisterské práce, za cenné podněty a velmi vstřícný přístup. Dále děkuji Mgr. Michaele Slussareff, Ph.D. za konzultace, Mgr. Janě Kosové a Gymnáziu prof. Jana Patočky, Mgr. Tomáši Botlíkovi a Pražskému humanitnímu gymnáziu, Mgr. Evě Markové a Gymnáziu Jana Keplera za poskytnutí prostoru pro provedení experimentu. Děkuji také svému příteli a rodině za podporu.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

.....
Bc. Anežka Studničková

Název diplomové práce:

Rozšířená realita (AR) a její možnosti využití ve vzdělávání:

Zhodnocení přínosu AR pro výuku lexika v němčině na základě komparace klasické a experimentální metody učení

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá využitím rozšířené reality (AR) v kontextu vzdělávání, jež v současnosti představuje dynamicky se rozvíjející technologii. Cílem práce bylo prozkoumat přínos užití AR pro výuku cizího jazyka, porovnat možnosti jejího didaktického uplatnění s tradičním způsobem výuky a zjistit, zda v rámci této komparace představuje učení se pomocí AR motivační faktor podněcující zájem studentů a nástroj k lepšímu porozumění a zapamatování si učební látky díky vizualizaci a působení na emoce. Teoretická část práce představila charakteristické znaky rozšířené reality, srovnala ji s virtuální a mixovanou realitou, uvedla její typy a oblasti využití. Krátce se zmínila o historii, výhodách i negativních stránkách použití této metody, věnovala se současnému stavu výzkumu didaktiky jazyků a případům využití AR v oblasti vzdělávání u nás i v zahraničí. V rámci praktické části bylo vytvořeno webové rozhraní pomocí nástroje Model Viewer umožňujícího zobrazit 3D objekty v rozšířené realitě. Poté byl proveden kvantitativní výzkum se studenty, kteří si vyzkoušeli učení se cizojazyčné slovní zásoby jak v AR prostředí, tak i tradiční metodou. Pomocí tohoto experimentu a následných testů jsem ověřila výchozí hypotézu, která předpokládala, že výuka pomocí AR povede k větší efektivitě v učení a lepšímu zapamatování si látky. Závěry empirické části ukázaly, že lze obě metody pokládat za velmi podobně efektivní. Práce by svými výsledky měla přispět k akademické debatě o využití digitálních technologií v procesu učení se.

Klíčová slova:

Rozšířená realita, vzdělávání, webová aplikace, výuka cizích jazyků, učení se němčiny, učení se slovní zásoby, motivace

Title of the master's thesis:

Augmented reality (AR) and its possibilities of use in education:

Evaluation of the contribution of AR for teaching vocabulary in German based on a comparison of classical and experimental learning methods

Abstract:

This master's thesis focuses on the use of augmented reality (AR) in the context of education. AR currently represents a dynamically evolving technology. The aim was to explore the benefits of using AR for foreign language teaching, to compare the possibilities of didactic application with the traditional way of teaching and to find out whether learning with AR is a motivating factor stimulating students' interest and a tool for better understanding and memorizing through visualization and acting on emotions.

The theoretical part of the work presented the characteristics of augmented reality, its types and areas of use and compared it with virtual and mixed reality. It briefly mentioned the history of AR, the advantages and negative aspects of the use of this method, the current state of research in language didactics and cases of the use of AR in education in the Czech Republic and abroad.

In the practical part, a web interface was created using the Model Viewer tool, which allows users to view 3D objects in augmented reality. Then, quantitative research was conducted with students who learn foreign language vocabulary both in the AR environment and the traditional method. Using this experiment and subsequent tests, I verified the initial hypothesis, which assumed that teaching with AR would lead to greater efficiency in learning and better memorization of the subject. The conclusions of the empirical part showed that both methods can be considered very similarly effective. The results of the work should contribute to the academic debate on the use of digital technologies in the learning process.

Keywords:

Augmented reality, education, web application, foreign language teaching, German learning, vocabulary learning, motivation

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Teoretická část.....	9
2.1 Definice rozšířené reality.....	9
2.2 Hlavní znaky rozšířené reality.....	11
2.3 Technologie rozšířené reality.....	12
2.4 Historie.....	15
2.5 Rozšířená realita v kontextu vzdělávání.....	17
2.5.1 Rozšířená realita pro výuku jazyků.....	21
2.5.2 Vliv výuky AR na motivaci.....	30
2.5.3 Vliv výuky AR na výkon.....	32
2.5.4 Vliv výuky AR na paměť.....	32
2.6 Didaktická specifika rozšířené reality.....	34
2.6.1 Teorie učení uplatňující se ve výuce s použitím AR.....	38
2.6.1.1 Konstruktivistický přístup.....	39
2.6.1.2 Situační / kontextové učení.....	40
2.6.1.3 Prožitkové učení.....	41
2.6.1.4 Kognitivistický přístup.....	42
2.6.1.4.1 CTML teorie.....	43
2.6.1.4.2 Teorie vtělené kognitivní disonance.....	44
2.6.1.5 Konektivistická teorie.....	45
2.6.1.6 Game-based learning.....	45
2.6.1.7 Enquiry-based learning.....	45
2.6.1.8 Ubiquitous learning.....	46
2.7 Limity výuky pomocí AR technologií.....	46
2.7.1 Kognitivní zátěž.....	47
3. Praktická část.....	50
3.1 Výzkumné otázky a výchozí hypotézy.....	51
3.2 Zvolená metodologie.....	51
3.3 Proces vytváření webové stránky s AR rozhraním.....	54
3.3.1 Nastavení vývojového prostředí.....	54
3.3.2 Příprava webové aplikace.....	55
3.3.2.1 Příprava šablony.....	55
3.3.2.2 Rozšíření ukázkového příkladu o audio a popis objektu.....	55
3.3.3 Příprava dat.....	56
3.3.3.1 Hledání 3D modelů.....	56
3.3.3.2 Konverze modelů gltf do glb a usdz.....	56
3.3.3.3 Vytvoření náhledu.....	57
3.3.3.4 CSS stylování.....	58
3.3.4 VCS.....	58
3.3.4.1 Github.....	58
3.3.4.2 SSH klíč.....	58
3.3.4.3 Práce s VCS.....	59
3.4 Představení finálních verzí projektu.....	59
3.4.1 Prototyp.....	59
3.4.2 Projekt 1.....	60
3.4.3 Projekt 2.....	62
3.5 Příprava experimentu.....	65
3.6 Průběh experimentu.....	67
3.6.1 Pilotní testování prototypu.....	67
3.6.2 Testování projektu 1 a 2.....	68
3.7 Analýza získaných dat a jejich interpretace.....	68

3.7.1 Vyhodnocení výsledků testu.....	68
3.7.2 Závěry výzkumu.....	74
3.8 Hodnocení z pohledu lektora.....	77
4. Možnosti dalšího výzkumu.....	78
4.1 Závěr.....	79
Seznam použité literatury a zdrojů.....	81
Seznam obrázků.....	94
Seznam grafů.....	95
Přílohy.....	96
Příloha č. 1: Test A.....	96
Příloha č. 2: Test B.....	99

1. Úvod

Rozšířená realita je jedním z hlavních technologických trendů současnosti. Díky rychlému rozvoji technologií a jejich užívání v každodenním životě se mění naše zvyky a způsoby, jakými se vztahujeme k ostatním a prostředí, ve kterém žijeme. Tyto proměny mají rovněž vliv na oblast vzdělávání, která žádá inovace a zapojení nových přístupů k výuce. Celosvětová pandemie Covid-19 přispívá velkou mírou k přeměně způsobu vyučování. Urychluje změny, které by za normální situace trvaly mnohem déle. Frontální výuka se během uzavření škol přesunula do online prostředí, což s sebou přineslo nové výzvy a zkušenosti jak pro učitele, tak i pro studenty. Podle Oficiálního portálu evropských dat (2020) se uzavírání škol během pandemie týkalo 60 % studentské populace, po celém světě se jednalo o 1,6 bilionů dětí ze 195 zemí, které neměly přístup do školních budov. Školy tak byly nuceny přistoupit k alternativním způsobům vzdálené výuky s použitím technologie a zavést online hodiny, video lekce a elektronické učebnice. Téma rozšířené reality a imerzivních prostředí v kontextu vzdělávání je proto v současné době velmi aktuální.

Podle pohledu Stevena Feinera, profesora počítačové vědy zabývajícího se rozšířenou a virtuální realitou na Kolumbijské univerzitě, bude rozšířená realita hlavním uživatelským rozhraním 21. století, přes které budeme komunikovat. Imerze do světa s fyzickými i virtuálními prvky se tak pro nás stane zcela běžnou záležitostí (Kroeker, 2010, s. 19-21). Zapojování rozšířené reality a nových technologií do výuky je však velmi pozvolné a v mnoha směrech záleží na samotných učitelích a jejich ochotě a schopnosti je použít (Romano, 2020, s. 2).

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V rámci teoretické části nejprve uvedu definici rozšířené reality, vymezím ji oproti virtuální realitě a jiným typům imerzivních prostředí. Krátce zmíním její historii, charakteristické znaky a technologická hlediska. Poté se budu věnovat rozšířené realitě v kontextu vzdělávání, jejím didaktickým specifikám, přínosu pro výuku, negativním stránkám a dalším aspektům, které se v souvislosti s tímto tématem nejčastěji objevují. V dalším úseku teoretické části se zaměřím na didaktiku jazyků, a případy užití rozšířené reality v oblasti vzdělávání u nás i v zahraničí.

Praktická část popisuje jednotlivé fáze procesu vytváření webové stránky s využitím rozšířené reality a experiment, v rámci kterého jsem srovnávala výsledky učení se německé slovní zásoby v prostředí rozšířené reality a tradičním způsobem učení.

Cílem diplomové práce je prozkoumat přínos užití rozšířené reality pro výuku cizího jazyka, porovnat možnosti didaktického uplatnění s tradičním způsobem výuky a zjistit, zda v rámci této

komparace představuje učení se pomocí AR motivační faktor podněcující zájem studentů a nástroj k lepšímu porozumění a zapamatování si učební látky díky vizualizaci a působení na emoce.

2. Teoretická část

2.1 Definice rozšířené reality

Rozšířená realita (popř. augmentová realita z anglického spojení *augmented reality*, dále pod zkratkou AR) je technologie, která skrze zobrazovací zařízení (např. mobilní telefon) zobrazuje virtuální prvky v reálném prostoru. Tyto prvky rozšiřují skutečnou realitu o nový rozměr, či uvádí informace o skutečně existujících objektech, a vyskytují se jako součást přirozeného okolí. Dohromady tak spoluutváří obraz interaktivního prostředí v reálném čase.

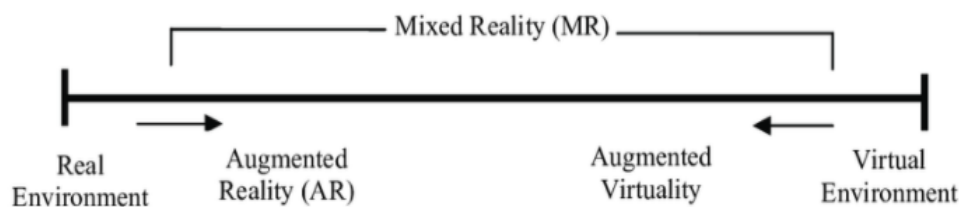
Důležité je vymezit pozici augmentované reality vzhledem k virtuální realitě a ostatním typům simulovaných prostředí. Oproti virtuální realitě (*virtual reality*, dále pod zkratkou VR) se nejedná o plně imerzivní prostředí – uměle vytvořené objekty zde mají jiný podíl na zobrazované scéně. Virtuální realita je na rozdíl od AR zcela uměle a počítačově vytvořená. Uživatel je v ní odpoután od reálného světa a plně ponořen do imaginativního prostředí vytvořeného počítačovým systémem, které působí na všechny smysly (vizuálně, zvukově, hapticky i čichově). Lze se v něm pohybovat jako v reálném světě, neboť digitální nastavení představuje iluzi přítomnosti našeho těla v simulovaném prostředí. Virtuální realita není schopna tak jako rozšířená realita reagovat na reálné prostředí. Vizualní stimuly by měly být však v souladu s pohybem reálného těla uživatele. Stejný požadavek platí i pro AR, kde má však o něco větší váhu, protože je zde podle Azumy (1997. s. 31) uživatel mnohem citlivější na jemné odchylky mezi přidávanými vizuálními podněty zasazenými do reálného světa a jeho pohybem. Je proto důležité přidané elementy správně lokalizovat, aby byl uživatel přesvědčen o tom, že virtuální objekt doplňuje okolní prostředí.

Podle Manovichova pojetí je koncept rozšířené reality tradičně protikladem virtuální reality. Uživatel je v případě VR ve virtuální simulaci, zatímco v AR má k dispozici skutečné věci ve skutečném prostoru. Lze tak říci, že typický VR systém představuje uživatele ve virtuálním prostoru, který s jeho bezprostředním fyzickým prostředím nemá nic společného. Oproti tomu typický AR systém do fyzického prostoru uživatele přidává informace navíc. Zdůrazňuje přitom fakt, že ne vždy platí, že VR je imerzivní a AR augmentovaná realita. Záleží také na velikosti displeje, který k zobrazování používáme. Pokud se např. díváme na film na velkoplošné obrazovce, je pravděpodobné, že jsme do něj zcela ponořeni a nevnímáme prostor okolo. Kdybychom se však na stejný film dívali na displeji mobilu, přineslo by nám to jiný zážitek – displej by už nebyl dominantním prvkem a stále bychom byli vědomě přítomni z větší části v našem fyzickém prostoru.

Proto otázka imerze vs. augmentace závisí na našem chápání charakteristiky přidaných prvků – k zážitku lze buď přidat nové informace, či se může jednat o zcela nový typ prožitku (Manovich, 2006, s. 6).

Lze se setkat rovněž s označením rozšířená virtualita, která tvoří jakýsi mezistupeň mezi VR a AR. Je popisována jako virtuální prostředí, které bylo obohaceno prvky z reálného světa. Jde tedy o protiklad rozšířené reality (Geroimenko, 2014, s. 258). Podle Milgramova pojetí by spolu s ní i AR spadala pod tzv. *mixed reality* (MR), tedy smíšenou realitu, ve které dochází k sloučení reálných a uměle vytvořených světů.

Vztah mezi reálným a virtuálním prostředím popisuje tzv. Milgramovo virtuální kontinuum, které má za cíl klasifikovat různé typy realit na základě úrovně modifikace reality. Na jednom konci přitom představuje skutečná prostředí a na druhém virtuální prostředí (Milgram & Kishino, 1994, s. 3-4).



Obr. č. 1: Zjednodušená reprezentace virtuálního kontinua

Milgram, P. (1994). *Simplified representation of a virtuality continuum. A taxonomy of mixed reality visual displays* [online]. IEICE Transactions on Information and Systems. ISSN: 09168532.

Na obr. č. 2, který zobrazuje kontinuální přechod od prostředí s vysokým množstvím virtuálního obsahu po prostředí s větším kontaktem s realitou, si lze udělat o něco detailnější představu o rozdílech v zobrazení těchto virtuálních světů. Na levé straně jsou zobrazeny fyzické objekty vytvářející počítačový model, který je ekvivalentně modifikován dle skutečné situace (reflektuje např. přidání / ubrání kostek). Následuje prostorové zobrazení AR, ve kterém se počítačově vytvořené informace projektují přímo do prostředí uživatele – zde konkrétně mýdlové bubliny, do které se promítá obraz skutečné mýdlové bubliny naplněné kouřem a vytváří tak prolínání jednotlivých realit (Nakamura, 2006, s. 1-2). Na dalším snímku se pomocí náhlavní soupravy zobrazuje počítačově modifikovaný motýl v jinak reálném prostředí (Fischer, 2006, s. 1-4). Předposlední obraz ukazuje poloimerzivní prostředí, které zabírá jen určitou část uživatelova zorného pole. Na posledním snímku lze vidět uživatele s náhlavní soupravou, kterému se zobrazuje plně imerzivní virtuální realita. Přechody mezi jednotlivými prostředími nejsou vždy zcela patrné.

Daný typ výsledného prostředí záleží na poměru reálného a virtuálního obsahu. Dalším faktorem je také míra imerze.



Obr. č. 2: Kontinuum počítačových rozhraní podle Milgrama a Kishina

Wikipedia contributors (2021). *Projection augmented model: Continuum of advanced computer interfaces, based on Milgram and Kishino (1994)* [online]. Retrieved June 21, 2021, from https://en.wikipedia.org/wiki/Projection_augmented_model

2.2 Hlavní znaky rozšířené reality

Systémy AR musí podle Azumy (1997, s. 2) splňovat tři základní podmínky:

- prostředí kombinující reálný a virtuální svět,
- interaktivita v reálném čase,
- zobrazení virtuálních prvků v 3D.

Těmito body se AR vymezuje vůči jiným technologiím, jako je např. film s 3D efekty, spojení 2D grafiky a videa (např. titulky a grafika při televizním vysílání) (Azuma, 1997, s. 2).

Dalším znakem je informační nasycenost, které se dosáhne přidáním údajů k méně bohatému přirozenému okolí a částečná imerze do nově vzniklého prostředí. Nejedná se o plnou imerzi, neboť AR primárně neusiluje o přesvědčení participanta o tom, že se ocitá v odlišné realitě, proto by se tento pojem mohl zdát zavádějící. Na druhou stranu by však měla vyvolat pocit přítomnosti v novém typu prostředí, než na které byl dosud zvyklý (Roussou, 2007, s. 3).

Původní prostředí zde však informačně i vizuálně dominuje, tvoří základ pro nově vytvořenou imaginativní scénu. Přidáním počítačem vytvořené kontextové informační vrstvy do reálného světa vzniká obohacená či rozšířená realita (Johnson, 2011, s. 20-21). Dochází tak k překrytí základního vizuálního pole počítačem vygenerovanými daty (Heim, 1998, s. 210). Tyto přidané informace mohou mít podobu textu, videa, audia, grafiky, nebo jiných virtuálních objektů. Objekty přidané do reálného prostředí zobrazují uživateli informace, které by jinak svými smysly nemohl detekovat. Informace předávané virtuálním objektem mohou uživateli pomoci při provádění každodenních

úkolu. Mohou sloužit i k zábavním účelům – například *Wikitude*, která zobrazuje data o okolních objektech snímaných mobilním zařízením (Furth, 2011, s. 4). Existuje mnoho dalších typů AR aplikací použitelných k profesním účelům, jako jsou vizualizace v lékařství, reklamě (např. aplikace *Ikea Place* umožňující vizualizaci 3D modelů nábytku u sebe doma), atd.

Uživatel AR má aktivní roli, účastní se utváření podoby prostředí okolo sebe. Systém je schopen ihned reagovat na změnu, což je nezbytné pro integraci virtuálních prvků do kontextu percipované reality (tj. lokalizace prvků, změna jejich polohy, velikosti, apod.).

Stejně jako virtuální realita, i AR má potenciál působit na všechny naše smysly. Dominantní vizuální percepce může být doplněna i jinými vjemy působícími na čich, hmat a sluch. Jak uvádí Furth (2011, s. 4), AR lze využít také k doplnění nebo nahrazení chybějících smyslů u uživatelů pomocí smyslové substituce, například rozšířením zraku u nevidomých, nebo používáním zvukových podnětů u uživatelů se špatným zrakem, případně posílením sluchu u neslyšících pomocí vizuálních podnětů.

2.3 Technologie rozšířené reality

Ibáñez a Deldago-Kloos (2018, s. 110) zmiňují tři hlavní technická specifika AR:

- nástroje umožňující tzv. trekovat informace o reálně existujících objektech,
- hardware a software sloužící ke zpracování informace,
- nástroje, které uživateli zobrazují digitální informace integrované do skutečného prostředí.

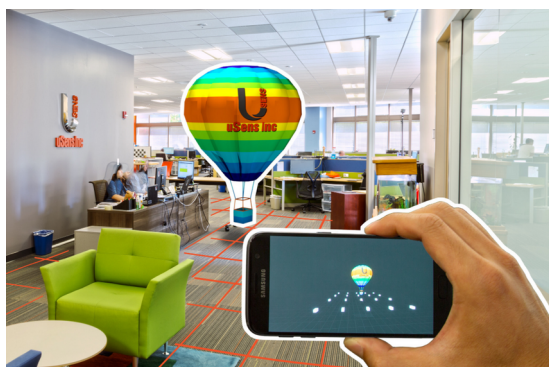
Pro vytvoření prostředí AR je nutné mít k dispozici hardware a software zařízení, na kterých lze zobrazovat texty, fotografie a 3D objekty. Přístroj by měl disponovat připojením k internetu, GPS, či digitálním kompasem, aby umožňoval orientaci v reálném prostoru. Jednou z důležitých podmínek, které musí splňovat, je schopnost bezprostřední reakce v reálném čase. Pokud např. uživatel pohybuje snímacím přístrojem a mění se přitom způsob záběru, měl by na to systém umět správně reagovat s co možná nejkratší prodlevou. Výpočetní výkon systému tak musí být dostatečně silný na to, aby tyto funkce zvládl. To je i jedním z důvodů, proč se AR začala více rozvíjet a používat až v nedávné době.

Technologie používané v AR lze rozdělit do těchto kategorií:

- snímací zařízení – např. klasický fotoaparát, fotoaparát v mobilu či digitální kamera, kterou se zabírá reálné prostředí;
- výpočetní zařízení – zařízení samotné, smartphone, tablet či počítač, který vykonává softwarové operace a zpracovává snímanou scénu do koncové podoby;
- zobrazovací zařízení – displej mobilu, monitoru počítače či HMD brýlí, který ukazuje finální obraz.

V současné době jsou na trhu snadno dostupné kvalitní zařízení na AR, jedná se např. o přenosné mobilní telefony, moderní notebooky, které v sobě zahrnují všechny tři výše uvedené typy systémů zároveň. Na displeji je vidět okolní prostředí, které se uživateli zobrazuje s přidanými prvky. Tato technologie se stává snadno použitelnou pro velké množství lidí, a s tím i potenciálně lehce zařaditelnou do vzdělávacího procesu. V praxi to znamená, že přes mobilní displej lze pozorovat reálný svět spolu s počítačově vytvořenými prvky – např. text podávající informace o konkrétním místě, kde se nacházíme, popř. budovách a exponátech v našem okolí.

Podle způsobu zobrazování rozšířené reality můžeme vyčlenit základní typy AR. Prvním typem je metoda zobrazení, při kterém je prostředí snímáno kamerou a finální výsledek je zobrazován na displeji – jedná se o tzv. *SLAM (Simultaneous Localization And Mapping)* (Maxst, 2020). Umožňuje simultánní lokalizaci a mapování. Tato technologie je pokládána za nejefektivnější při zobrazování virtuálních předmětů do skutečného prostředí. Pomocí senzorů nasnímá okolí, ve kterém se ocitáme a zaznamená ho jako referenční body, které pak určí, o jaký typ věci se jedná (např. podlaha, zeď, strop). Tato akce se poté opakuje, aby bylo zaručeno, že uživatelé uvidí AR na zařízení stále v reálném čase (Sciforce. 2019).



Obr. č. 3: Zobrazení AR technologií SLAM

PR Newswire. (2017). *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)* [online]. Simultaneous Localization and Mapping (SLAM). Retrieved June 21, 2021, from <https://www.prnewswire.com/news-releases/usens-announces-mobile-slam-based-inside-out-positional-tracking-solution-for-virtual-and-augmented-environments-300491296.html>

Dalším typem jsou tzv. *markery*. Jedná se o značky, či jednoznačně rozpoznatelné kódy, které se svojí formou výrazně liší od okolního prostředí a usnadňují tak systému AR svou identifikaci.

V současné době se jedná o nejpoužívanější způsob pro načtení informací pro AR aplikace (Fernández-Enríquez, 2020, s. 3). Přístroj nasnímá *marker* a na jeho základě se provede určitá akce. Jako typický příklad si můžeme uvést QR kódy, nebo jiný typ černobílých kódů (čárové kódy). Řadí se sem také *NFT* (*natural feature tracking*), přirozené sledování objektů, při kterém se využívá objektů či obrazů existujících ve skutečném světě. Pokud je taková značka identifikována pomocí kamery, začne se přehrávat předem určený scénář, např. načtou se interaktivní informační popisky k nějakému předmětu, zobrazí se objekt ve 3D modelu. Alan B. Craig (2013, s. 42) uvádí, že je vhodné, aby *markerem* byl jedinečný vzor, který je pro software snadno rozpoznatelný. Zároveň by alespoň nějaká část *markeru* měla být asymetrická, aby šel lépe určit úhel, ve kterém je *marker* situován.

Podobný princip zobrazování probíhá také u tzv. *magic lens*. U tohoto typu uživatel sleduje reálný svět přes „magickou čočku“, která dodává reálné scéně informace a předměty, které ve skutečnosti neexistují. Craig (2013, s. 235) dodává, že díky tomuto typu zobrazování můžeme vidět „neviditelné“, např. zvukové vlny, které vydává reproduktor. Lze tak zachytit vše, co není zrakem či sluchem běžně postřehnutelné. Takový koncept by mohl představovat budoucnost AR. Jednalo by se např. o displeje brýlí, kontaktní čočky, sluchátka, která by neustále doplňovala reálný svět o informace, které v něm fyzicky nejsou přítomné. Bylo by možné vidět otisky prstů s pomocí aplikace v tabletu či na smartphonu, dívat se na tělo rentgenovým pohledem a vidět kosti, nebo se dívat skrze stěny budovy a vidět elektrické obvody a další rozvody.

Dalším typem je zobrazování na základě lokalizace zařízení. Markery jsou nahrazeny geolokalizací (GPS, či digitálním kompasem), která je v dnešních smartphonech většinou již implementovaná. Dochází při ní k nasnímání polohy zařízení uživatele a zobrazení digitálních informací, jako je např. nabídka restaurací a dalších služeb v našem okolí (Fernández-Enríquez, 2020, s. 3).

Posledním typem je zobrazení pomocí projektoru, umístěného např. na zdi místnosti, nebo v podobě hologramu – 3D virtuálního interaktivního prvku promítnutého do zorného pole uživatele (Tsiampa & Skolariki, 2018, s. 2).

Dále se mluví o rozdělení typů AR dle zobrazovacího zařízení. Bimber a Ramesh (2005, s. 71-90) nabízí tři základní kategorie:

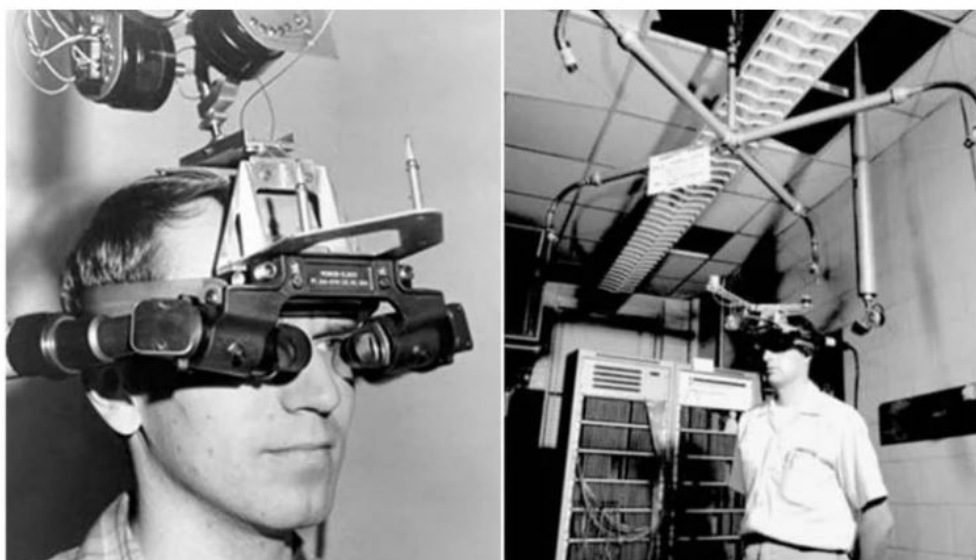
- *head-attached* zařízení s využitím HMD brýlí, které má uživatel na hlavě (odvozené od *head-mounted display*); umožňuje větší volnost uživatele, jelikož nemusí držet přístroj v ruce a může se soustředit na scénu přímo před sebou (a nejen tu, která je na displeji);

- *hand-held* technologie do ruky, např. smartphone; v současnosti nejužívanější zařízení AR, které je snadno dostupné;
- *spatial* displej zprostředkávající prostorovou rozšířenou realitu (*spatial augmented reality*) s grafickými informacemi zobrazovanými na monitorech; zbavuje uživatele nutnosti držet přístroj v ruce či ho mít nasazený na hlavě; zprostředkávají ho počítače skrze externí kamery či webkamery na noteboocích; u tohoto typu zařízení je možná velkoplošná projekce.

2.4 Historie

Pojem *rozšířená realita* byl poprvé použit roku 1990, kdy výzkumníci ze společnosti Boeing Tom Caudell a David Mizell vyvinuli digitální tzv. *head-mounted* displej (HDM) pro zlepšení orientace při technických pracích v prostorech letadel. Výsledný obraz spojující reálný a virtuální svět nazvali rozšířenou realitou (Caudell & Mizell, 1992, s. 660). Samotný koncept rozšířené reality však existoval mnohem dříve. V mnohém se historie AR překrývá s vývojem VR. Prvním z důležitých milníků pro obě technologie bylo představení zařízení *Sensorama* roku 1962, které umožňovalo promítání filmů na stereoskopickém 3D plátně. Snímky působily na všechny smysly diváka a doprovázely je přidané pachové a hmatové prvky. Tvůrce *Sensoramy* Morton Heilig měl za cíl vytvořit kino budoucnosti (Wikipedia contributors, 2020).

Počátky AR se datují do roku 1968. V tomto roce vytvořil průkopník počítačové grafiky Ivan Sutherland z Harvardské univerzity náhlavní displej umožňující zobrazení okolního prostředí spolu s uměle vytvořenými objekty v 3D simulaci. Jednalo se o značky na stěně laboratoře. Perspektiva zobrazovaného obrazu přitom reagovala na pohyb a otáčení hlavy. Protože bylo zařízení poměrně těžké, muselo být připevněno ke stropu laboratoře. Odsud pochází i jeho označení „Damoklův meč“ (Sutherland, 1968, s. 295). Způsob zobrazování byl kvůli nízkému výpočetnímu výkonu počítačů velmi zjednodušený. Feiner (2002, s. 34) nicméně poznamenává, že už tehdy tento přístroj obsahoval klíčové komponenty, kterými disponují moderní systémy AR – displej, *trackery*, software. Sutherland svým počinem připravil cestu technologii AR v takové podobě, jakou ji dnes známe.



Obr. č. 4: Sutherlandův HDM displej

Akolkar, K. & ACI IID. (2020). *Ultimate Display by Ivan Sutherland* [online]. Ultimate Display by Ivan Sutherland. Retrieved June 21, 2021, from <https://aciid.com/virtuality-genesis-evolution-of-virtual-and-augmented-realities/>

Během následujících let výzkum pokračoval na univerzitních laboratořích (MIT Media Lab na Massachusettském technologickém institutu, Severokarolínská univerzita v Chapel Hill), v rámci výzkumu agentury NASA a dalších vládních struktur. Vědci se snažili o vytvoření pokročilejších AR zařízení s přenosnými digitálními displeji, které sloužily především pro účely v oblasti letectví, vojenství a průmyslu. Spolu s tím se objevil poprvé roku 1991 termín počítačového vědce z výzkumné společnosti Xerox PARC Marka Weisera *ubiquitous computing*, který s technikou AR úzce souvisel. Označuje koncept, podle kterého jsou počítačové systémy všudypřítomné, tzn. tvoří součást všech objektů denní potřeby a aktivit a zároveň jsou pro uživatele přirozené (Weiser, 1991, s. 94-104). Významným projektem v té době byl také AR systém KARMA, který sloužil jako asistence při ovládní laserové tiskárny (Feiner et al., 1993, s. 145). V roce 1992 byl vytvořen první plně imerzivní AR systém *Virtual Fixtures* od amerického vynálezce Rosenberga. Jednalo se o jeden z prvních systémů AR, který sloužil pro trénink letectva USA v Armstrong Labs, a umožňoval zobrazení reálných 3D objektů spolu s virtuálními (Rosenberg, 1993, s. 76-82). O pět let později Ronald Azuma položil ve svém článku základ pro výzkum AR, prvně sestavil její definici a vymezil hlavní oblasti jejího využití a limity, se kterými se potýká (Azuma, 1997). V roce 1999 byl v Japonsku vytvořen ARToolKit, open-source počítačovou knihovnu pro snímání značek (tzv. markerů) pomocí kamery. Sloužila vývojářům k vytváření AR aplikací (Kato & Billinghurst, 1999).

O rok později vznikla první AR hra pro venkovní použití s názvem ARQuake, která využívala GPS systém (Thomas, 2000, s. 139).

Pro další roky byl typický nástup období mobilních AR aplikací, např. Wikitude AR Travel Guide (2008), Pokemon GO (2016). AR se začala běžně používat pro oblast marketingu, turismu, reklamě, zábavního průmyslu, i ke vzdělávacím účelům. Výrobci mobilních telefonů začali zmenšovat zařízení, ale zároveň dbali na zvyšování jejich výkonu a přidávání nových funkcí umožňujících generování rozšířené reality. V roce 2011 vznikla platforma Vuforia na vývoj softwaru pro AR v mobilních zařízeních, která podporuje iOS, Android i Unity 3D (Vuforia: Market-Leading Enterprise AR, 2021). V roce 2013 přišel Google s projektem Google Glass, brýlí využívajících rozšířenou realitu, které svému nositeli umožňují komunikaci s internetem pomocí hlasových příkazů. Tento produkt však nikdy nezískal takovou popularitu, aby byl masově uveden na trh pro širokou veřejnost. Doprovázela jej řada kontroverzních názorů. Panovala obava z ohrožení soukromí uživatelů a negativních zdravotních dopadů (Kudina, 2018, s. 9-17). O další dva roky později Microsoft představil brýle pro rozšířenou a virtuální realitu *Hololens* a zahájil tak období, kdy se AR technologie otevřela široké veřejnosti a dostala se i do běžných domácností.

2.5 Rozšířená realita v kontextu vzdělávání

Rozšířená realita je stále dynamicky vyvíjející se technologií, která nachází využití v mnoha oblastech – medicína, armáda, vojenství, letectví, zábavní a herní průmysl, reklama, kultura, architektura, stavebnictví, cestovní ruch, robotika, atd. Její obliba roste i v oblasti vzdělávání, čemuž se budu v rámci této kapitoly věnovat.

AR je možné využít ve výuce mnoha oborů:

- přírodovědné – biologie (pro zobrazení lidského těla a jeho procesů, vizualizaci živočichů), chemie (zobrazení atomů, molekul, chemických procesů), medicíně (vizualizace anatomie, orgánů, např. vyvinutí AR prostředí pro budoucí lékaře umožňující si natrénovat vyšetření těhotných žen pomocí ultrazvuku na Univerzitě v Severní Karolíně (State & Chen, a kol., 1995, s. 1-5), fyzika (zobrazení zákonitostí aplikované fyziky);
- technické obory – matematika (matematické modelování), stavebnictví a architektura (vizualizace návrhů staveb), robotika, strojírenství (pro konstrukci a navrhování strojů); zemědělských oborů jako je zahradnictví (plánování návrhů zahrad) a zemědělství (mapování zemědělských pozemků);

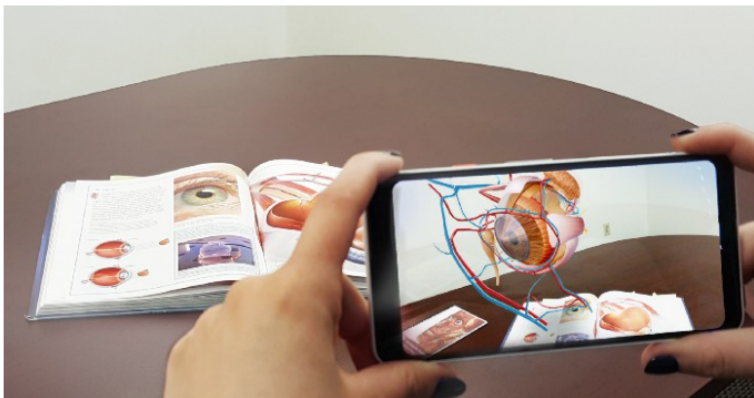
- humanitní vědy – např. dějepis (simulace bitev);
- umělecké obory (vizualizace v designu);
- další – např. archeologie (rekonstrukce původních budov, např. projekt Archeoguide (Vlahakis et al., 2002, s. 52-60), který nabízí personalizované prohlídky archeologických míst s použitím rozšířené reality), zeměpis (cestování na vzdálená místa).

Rozšířená realita, jako jedna z vyspělých digitálních technologií, je jedním z trendů ve vzdělávání digitálního věku. Zapojení rozšířené reality do školního programu dává studentům příležitost aktivně se podílet na výuce a stimulovat myšlení na vícero úrovních (Tsiampa & Skolariki, 2018, s. 1). AR nabízí moderní nástroj pro podporu výuky, ať už se jedná o jednoduchou pomůcku k názorné ukázce určitého předmětu nebo plnohodnotný výukový materiál. S technologií AR je spojeno velké očekávání, co se týče přínosu pro studenty a budoucí styl výuky. Zpočátku jsou nové metody přijímány s nadšením, mluví se v této souvislosti o inovativních způsobech výuky schopných zaujmout studenty a pozitivním vlivu na studijní výsledky. Pro žáky může být zapojení nových prvků do výuky zprvu osvěžující. Představuje pro ně nové možnosti, jak se zapojit do vzdělávacího procesu a angažovat se do řešení úkolů. Na druhou stranu však panuje otázka, zda mají tyto moderní metody výrazně lepší dopad na vzdělávací proces, pokud bychom se na něj podívali z dlouhodobého měřítka.

Zapojení AR technologie do výuky může probíhat různými způsoby, zmíním zde několik z nich:

- AR učebnice

Integrace markerů umožní uživateli interagovat s virtuálními objekty, grafikou, animacemi nebo audio nahrávkou a rozšíří tak možnosti klasické statické knihy. Čtení se tak stává dynamickým, zábavným zážitkem. Mohou být používány při výuce od základního stupně vzdělávání. Představují cenově snadno dostupný způsob, jak začlenit AR do tříd (Tomi & Rambli, 2013, s. 124). Jako příklad lze uvést projekt Vividbooks (Vividbooks pro školy, n.d.), jenž si v českém prostředí získal velkou pozornost svými interaktivními učebnicemi pro výuku fyziky. Další aplikací pracující s tištěnými materiály je např. Anatomy 4D pro studenty medicíny.



Obr. č. 5: Ukázka užití AR knihy pro studium anatomie

Carpignoli, N. & Medium. (2020). *An Augmented Reality books used for studying anatomy* [online]. Retrieved June 21, 2021, from <https://nicolcarpignoli.medium.com/>

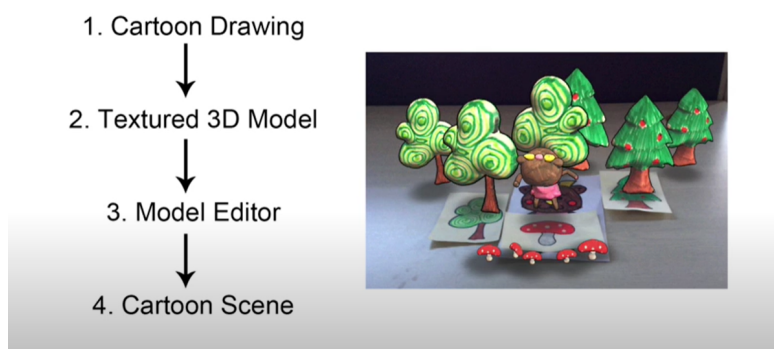
- AR aplikace a hry

Jsou jednou z široce užívaných interaktivních metod použití AR na 1. i 2. stupni. Podporují spolupráci a kreativitu. Slouží jako poutavý nástroj k získání nových znalostí (Moschini, 2008, s. 1-4). Do výuky je možné zapojit online hry s avatary studentů a navázat na jejich příběhy aktivitami ve třídě ve fyzickém světě. Lze přitom použít GPS a služby založené na poloze (tzv. *location-based AR*) (Blanco-Fernández, 2014, s. 4813-4814). Jako příklad můžeme uvést hru MoatBoat, ve které lze vytvářet hlasové příkazy, kterými ovládáme dění ve hře. Je možné přizvat ostatní účastníky, aby se připojili ve sdíleném prostředí. Jako další příklad lze uvést CoSpaces Edu, v níž učitel vytváří lekce na míru pro různé předměty, AR hry, *storytelling* a virtuální prohlídky. Mezi další aplikace využívající AR lze uvést Google Expeditions AR, Timelooper, Civilisations AR (od společnosti BBC, nabízí naskenované 3D obrazy historických předmětů), 360Cities (umožňují objevovat různá místa na světě pomocí virtuálních prohlídek v rozšířené či virtuální realitě), Boulevard AR (pro prohlídky galerií umění po celém světě), Lonely Planet Compass City Guides, či aplikace z programu zSpace (na podporu výuky v různých disciplínách od anatomie po matematiku).

- AR pro modelování objektů

Dalším způsobem, jak je možné zapojit AR do výuky je modelování 3D objektů. Na základě 2D náčrtu či kresby se vytvoří pomocí mobilní aplikace 3D model, který slouží jako nástroj

k vizualizaci a je možné ho dále upravovat. Jako příklad můžeme aplikaci 3DBear, která zobrazuje 3D modely objektů. Je využitelná pro různé obory.



Obr. č. 6: Přeměna 2D modelu na 3D

Lele Feng. (2017, January 19). *VR 2017: MagicToon - A 2D-to-3D Creative Cartoon Modeling System with Mobile AR* [Video]. YouTube. Retrieved June 21, 2021, from https://www.youtube.com/watch?v=aN_PdhLiYQg

AR představuje velký potenciál pro oblast vzdělávání. Empirické i teoretické studie dokazují, že má rozšířená realita velký vliv na motivovanost studentů a jejich chuť účastnit se hodiny. Zlepšuje vztahy ve skupině a celkově příznivě přispívá k výukovému procesu (Ashley-Welbeck, 2020; Elmqaddem, 2019; Fernández-Enríquez, 2020; Garzón, 2020; Huang, 2017; Chen et al., 2020; Ibáñez & Deldago-Kloos, 2018; Liu, 2017; Parmaxi, 2020; Ruiz-Ariza, 2018; Wu, 2020). Vykazuje měřitelné pozitivní výsledky. Může pomoci učitelům připravit lekce, které ve studentech vzbouzejí touhu po zapojení se, předkládají jim látku zábavnou formou a odpovídají jejich současnému vidění světa – pomocí mobilních přístrojů. V této souvislosti mluví Tönnis (2010, s. 153) o termínu tzv. *edutainment*, spojení slov *education* (vzdělávání) a *entertainment* (zábava).

Výhodou AR je, že není zapotřebí žádné speciální vybavení, jako tomu je u virtuální reality. Technologie rozšířené reality je většinou mnohem dostupnější a nevyžaduje náročné technické vybavení učebny. Tuto skutečnost dokládá i Parmaxi ve své srovnávací studii z roku 2020, kde uvádí, že většina dosavadních studií pojednávala o experimentech s použitím mobilního rozhraní AR. Důvodem je snadný způsob používání smartphonů, jejich dostupnost, všeobecná rozšířenost, a v neposlední řadě také přenositelnost, díky níž není nutné být připoután jen k jednomu místu. Zároveň jsou na něj studenti zvyklí a nevyžaduje po nich ani po učitelích žádné speciální technické znalosti, což by jinak mohlo být překážkou (Parmaxi, 2020, s. 871). Nikou a Economides (2018, s. 115) označují mobilní technologie za nástroj k podpoře učení 21. století. Mezi jejich hlavními výhodami uvádějí personalizaci a adaptivitu, kontextové učení a všudypřítomnost, interaktivitu,

komunikaci, možnost větší spolupráce mezi studenty a plynulý přechod mezi formální a neformální výukou. V rámci experimentu v praktické části studenti pracovali s vlastními zařízeními. Odpovídá to tzv. BYOD strategii (zkratka pro *bring your own device*), podle které se žáci učí pomocí vlastních telefonů. Výzkumy ukazují, že žáci většinou těmito zařízeními disponují, umí je ovládat, což jim přináší určitý komfort. Zároveň nabízí nové možnosti ve výuce (Masilo et al., 2021).

Bylo by zapotřebí provést dlouhodobé studie zkoumající vliv použití AR a nových technologií ve výuce, aby bylo možné zjistit další faktory, které mají vliv mít na efektivitu výuky.

Ve srovnávací rešerši studií od Nikou a Economidese mezi lety 2009 a 2018 se velmi málo hovoří o negativním postoji studentů k takovému stylu výuky. Přesto ale nelze říct, že by neexistoval. Podobné otázky se mohou objevit v budoucnu. Může v nich hrát roli frustrace z tohoto stylu výuky, kognitivní zátěž, negativní postoj směrem k učitelům, technické nedostatky, sociální a osobní problémy různého druhu, apod. (Nikou & Economides, 2018, s. 116).

Obdobnou tendenci budeme možná spatřovat i v postcovidové době, kdy studenti či učitelé přesycení výukou pomocí technologií budou upřednostňovat tradiční metody vzdělávání s důrazem na osobní kontakt.

Každá novinka se postupně může stát něčím, co už je známé a méně lákavé, než tomu bylo na začátku. Nelze tak jednoznačně říct, že výuka pomocí poloimerního prostředí má nutně jen samé pozitivní výsledky. Jako u každé technologie, je potřeba počítat i s negativní stránkou, ať už vzhledem k vyšší kognitivní zátěži (viz kapitola *Kognitivní zátěž*), či ne vždy jasně doloženým pozitivním vlivům na motivovanost studentů.

V podobném duchu hovoří také Wu a kol. (2020, s. 2001) ve své meta-analýze studií z let 2013 až 2019, která se zabývá (polo)imerním prostředím ve vzdělávání. Nelze s určitostí říci, že AR nahradí tradiční způsoby učení, jako se kdysi např. očekávalo od internetu, televize a mobilních zařízení. Budou sloužit spíše jako potenciálně velmi přínosné doplňky, které pomohou diverzifikovat učební zážitek, i kdyby to znamenalo, že jeho výsledky budou srovnatelné s výkonem dosaženým pomocí tradičního způsobu vzdělávání. Jak uvádí Parmaxi (2020, s. 871), snadná dostupnost AR aplikací, nemusí nutně znamenat jejich úspěch. Jako příklad uvádí aplikaci Google Expeditions, která nabízí edukačním institucím možnost virtuálních exkurzí a jejíž podporu Google plánuje ukončit.

Na druhou stranu je nutné zmínit, že díky novým technologiím, globálnímu propojování procházejí všechny složky společnosti určitým procesem a modernizací, nevyjímaje oblast školství. Jedná se o přirozený vývoj v globálním měřítku, který se bude týkat všech sfér lidské činnosti. Garzón (2019, s. 12) uvádí, že od roku 2010 se zvyšuje počet studií zkoumající aplikace AR ve vzdělávání, což souvisí s integrací AR do mobilních zařízení jako jsou smartphony a tablety. Jejich postupným

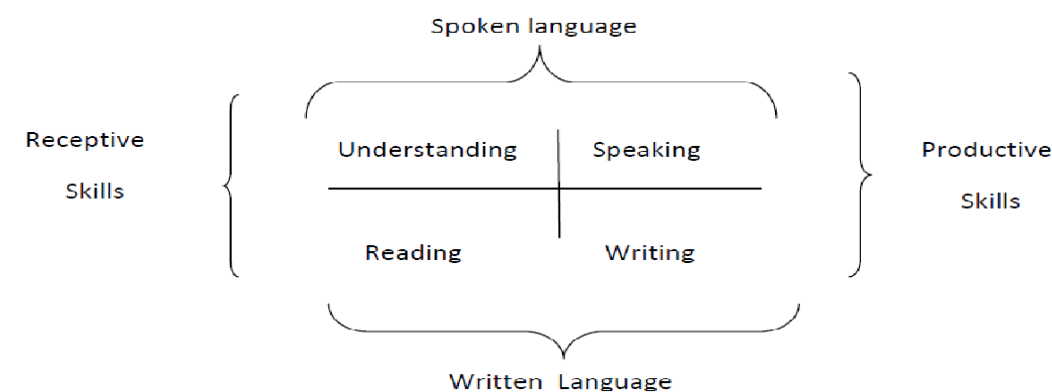
rozšiřováním se do rozvojových zemí a stále lepším vývojem AR technologie se používání AR celosvětově bude zvyšovat.

2.5.1 Rozšířená realita pro výuku jazyků

Učení se cizích jazyků je v dnešním globalizovaném světě předpokladem pro vzájemnou komunikaci a porozumění mezi jednotlivými národnostmi a kulturami. Zároveň rozšiřuje naše obzory, otevírá možnosti poznávání a nabízí příležitosti k novým životním perspektivám, lepší práci, studiu, apod. Na evropské úrovni se mluví o požadavku mnohojazyčnosti, která je jedním z cílů Evropské unie. Ideálem je, aby každý Evropan dokázal kromě svého mateřského jazyka mluvit minimálně dalšími dvěma cizími jazyky. Spolu s důležitostí znalosti cizích jazyků se pozornost zaměřuje i na způsob jazykového vzdělávání.

Nejdříve uvedu faktory, které jsou důležité při učení se cizích jazyků a které hrají roli pro jejich osvojení. Hlavní disciplíny, kterým se v rámci jazykové výuky věnuje pozornost, jsou fonologie (zvuková stránka jazyka), morfologie (tvarosloví), syntax (větná skladba), sémantika (význam), lexikologie (slovní zásoba) a pragmatika (význam komunikace v kontextu).

K výuce může docházet ve formálním kontextu (výuka ve školách) či neformálním (např. v rodině). Učení se jazyka je dynamický proces, při kterém se obvykle rozvíjí všechny řečové dovednosti, kterými jsou poslech, čtení, mluvení a psaní. Ty se rozdělují podle typu na receptivní (porozumění jazyku) a produktivní (samotné vytváření jazyka).



Obr. č. 7: Dovednosti v jazykovém vzdělávání

Byrne (1967). *Inter-relationship of the four skills* [online]. In: Labdi, D. (2017). The Role of Educational YouTube Videos in Improving EFL Learners' Speaking Skill The Case of Second Year LMD Students of English at Biskra University. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Role-of-Educational-YouTube-Videos-in-Improving-Labdi/0bf7029f0e2ab5b5975c9a62d99fc444b0b357c7/figure/0>

Při navrhování materiálů pro studium jazyků je třeba vzít tyto dovednosti v úvahu, aby se správně určil cíl aktivity. V ideálním případě by měly učebnice a další vzdělávací materiály pokrývat všechny schopnosti a kombinovat je tak, aby ani jeden typ nebyl příliš upřednostněn.

Pro osvojení si jazyka je zcela zásadní zdatnost mluvit. Díky ní lze vyjadřovat pocity a myšlenky v cílové řeči. Je nezbytná pro komunikaci založené na interaktivitě. Na rozdíl od ostatních typů dovedností vyžaduje okamžitou reakci. Cazden (1988, s. 3) uvádí, že důvod, proč nejsou řečové schopnosti tolik procvičované, mohou být i tzv. *speaking rights*, tzn. práva promluvit, která nemusí být v rámci třídy vždy vyvážená. Zatímco učitelé mohou mluvit kdykoliv a na kohokoliv a počítá se s jejich aktivní rolí ve vytváření diskurzu, u studentů to tak často nebývá. Na druhou stranu se v moderních metodologiích výuky cizích jazyků čím dál tím více prosazuje komunikativní přístup s důrazem na schopnost se domluvit a porozumět (Dos Santos, 2020, s. 105). Učitelé vytváří více příležitostí k mluvení v různých kontextech a situacích – pořádají diskuze mezi žáky, inscenují hraní scének a předvádění různých situací, práci ve skupinách, řešení problémů, hraní rolí.

Poslech je receptivní dovednost nutná k porozumění jazyku. Čím lépe studenti budou rozumět tomu, co se říká, tím větší budou mít i schopnost komunikovat. I u této dovednosti se objevují názory, že studenti nejsou poslechu cizího jazyka dostatečně vystavováni mimo učební prostředí. Dlouho dobu byl poslech zanedbávanou praktikou ve výuce (Yildirim, 2016, s. 2095). Více prostoru se přitom dávalo schopnostem porozumění psaného textu, gramatice a slovní zásobě (Morley, 2001, 69-85). Poslech by se však neměl opomíjet. Dají se díky němu získat znalosti ohledně používání slangu a idiomů, lze se při něm zaměřit na rytmus, intonaci a další důležité prvky v jazyce.

Čtení je základní dovedností výuky všech aspektů jazykového vzdělávání. Lze při něm získávat slovní zásobu, osvojovat si gramatiku, větné konstrukce a vazby. Schopnost psaní je produktivní činnost, která vyžaduje úsilí při skládání myšlenek do větných konstrukcí a znalost písemných forem v daném jazyce.

Schopnost osvojit si cizí jazyk se zároveň může u jednotlivých studentů lišit v závislosti na jejich rodném jazyce a kulturním prostředí. Může mít vliv i na schopnosti vstřebávat cizí slovní zásobu. Ta je nezbytná k efektivní komunikaci. Dělí se na dvě hlavní složky – pasivní a aktivní. V pasivní slovní zásobě máme uloženy všechny výrazy, které známe a kterým rozumíme. V aktivní jsou pouze slova, která sám uživatel při mluvení a psaní používá. Získávat slovní zásobu lze vědomě učením se slovíček, ale také nepřímou skrze poslouchání a čtení, při kterém se dozvídáme význam slov díky kontextu. Dostatečná slovní zásoba je přitom podle Folse (2004, s. 2) klíč k porozumění – bez ní nelze správně vyjádřit, co hledáme a chceme. Se špatnou gramatikou je možné se dorozumět, avšak s nedostatečnou slovní zásobou je komunikace velmi značně omezena. Po schopnosti vytvořit

věty v daném jazyce je podle Folse hned druhá nejdůležitější věc slovní zásoba. Čím více slov člověk zná, tím snáze se mu komunikuje s ostatními.

Na tomto místě bych ráda uvedla několik důležitých principů pro učení se slovní zásoby, kterých jsem posléze využila při vytváření experimentu v praktické části diplomové práce. Lingvistka Penny Ur (2010, s. 60-73) zdůrazňuje nutnost učení se slovíček spolu se správnou výslovností, písemnou formou, gramatickými pravidly (např. rekcemi u sloves, předložkami apod.), kolokacemi (tj. idiomy a dalšími ustálenými spojeními, ve kterých se daná slova vyskytují), konotacemi, které se k danému slovu pojí (co v dané kultuře představuje, jaké vzbuzuje asociace), dalšími slovy vztahenými k danému výrazu (synonyma, antonyma), a v neposlední řadě spolu s možnými slovními formacemi (prefixy, sufixy, apod.). Učení slovní zásoby je často považováno za samostatnou součást jazykového vzdělávání. Existují speciální metody učení zaměřené právě na slovní zásobu – např. vytváření mnemotechnických pomůcek. Existuje mnoho způsobů, jak rozvíjet slovní zásobu. Jednou z takových možností je i rozšířená realita, která s sebou nese potenciál zapojit studenta novým poutavým způsobem a zaujmout tak jeho pozornost působením na smysly.

Ashley-Welbeck (2020, s. 116) považuje užívání AR ve výuce jazyků za přelomový moment, protože pomáhá překlenout limity ve výuce jazyků, které většinou postrádají autentické situace, při kterých se jazyk užívá v praxi. Výzkum a praxe ukazují, že nejúčinnějším způsobem, jak se naučit cizí jazyk je trávit čas v zemi, kde se mluví cílovým jazykem (Seedhouse et al., 2014, 1–16; Yang, 2011, s.181–198). Člověk se musí domlouvat a komunikovat na denní bázi s rodilými mluvčími a zlepšovat si vyjadřovací schopnosti. AR je tato omezení schopna překonat. Umožňuje simulovat situace, ve kterých se jazyk používá a vyzkoušet si komunikaci v reálnější podobě, aniž bychom museli odjet do zahraničí a vynaložit čas, úsilí, a aniž by nás to stálo náklady spojené s cestováním. Podle teorie situačního učení, o které byla řeč dříve, studenti pravděpodobněji pochopí, co se učí, a zapamatují si to na delší čas v případě, že jim bude poskytnuta učební látka v souvislostech a kontextu toho, jak jsou informace nebo dovednosti opravdu využívány a aplikovány. Mnohé studie dokazují účinnost použití prostředí s rozšířenou realitou pro výuku slovíček, jejich zapamatování si a procvičování v kontextu autentických situací (Barreira, 2012, s. 1-6; Hwang et al., 2016, s. 1895-1906; Solak & Çakır, 2015, s. 50-72; Tsai, 2020, s. 996-997). Rovněž byl zjištěn pozitivnější přístup studentů k učení se slovní zásoby touto metodou (Barreira, 2012).

Příklad učení se skrze autentický kulturní kontext uvádí Parmaxi (2020, s. 870) v experimentu, při kterém měli studenti možnost procvičovat cizí jazyk způsobem, jenž odpovídal reálné situace použití cílového jazyka. Účastníci používali aplikaci pro iPad s názvem Maparin, která byla navržena s cílem usnadnit nově zapsaným studentům na univerzitě v NTHU v Taiwanu adaptaci na nové prostředí. Měla jim pomoci si zvyknout na čínsky mluvící prostředí tím, že jim nabídla

možnost využívat jazyk v realistickém a neformálním kontextu – v jídelně na kampusu. Díky integrovanému systému rozpoznávání řeči se mohli naučit autentickou výslovnost názvů taiwanských jídel. Výsledky tohoto experimentu dokázaly, že bylo získávání nových znalostí tímto způsobem efektivnější než pomocí jiných metod. Ukazuje se, že přenesení studentů do reálných situací a umožnění realistických konverzací, které by v běžné hodině nebyly proveditelné, je další z přidaných hodnot AR. Informaci zobrazenou v AR lze personalizovat dle profilu a preferencí studenta. Díky možnosti „*just-in-time*“ reakci se mu poskytuje okamžitá zpětná vazba a jazyková podpora při navigaci v novém prostředí.

Srovnávací studie zkoumající používání AR v jazykovém vzdělávání mezi lety 2014 a 2019 od Parmaxi z Cyprus University of Technology poukazuje na to fakt, že AR měla v oblasti studia jazyků širokou škálu výhod. Ukázala se jako efektivní nástroj pro učení se slovní zásoby, psaní, čtení, mluvení, porozumění, výslovnost a fonetiku. Zároveň vykazovala ve srovnání s tradičními výukovými metodami vyšší míru produktivity a efektivity (Parmaxi, 2020, s. 867).

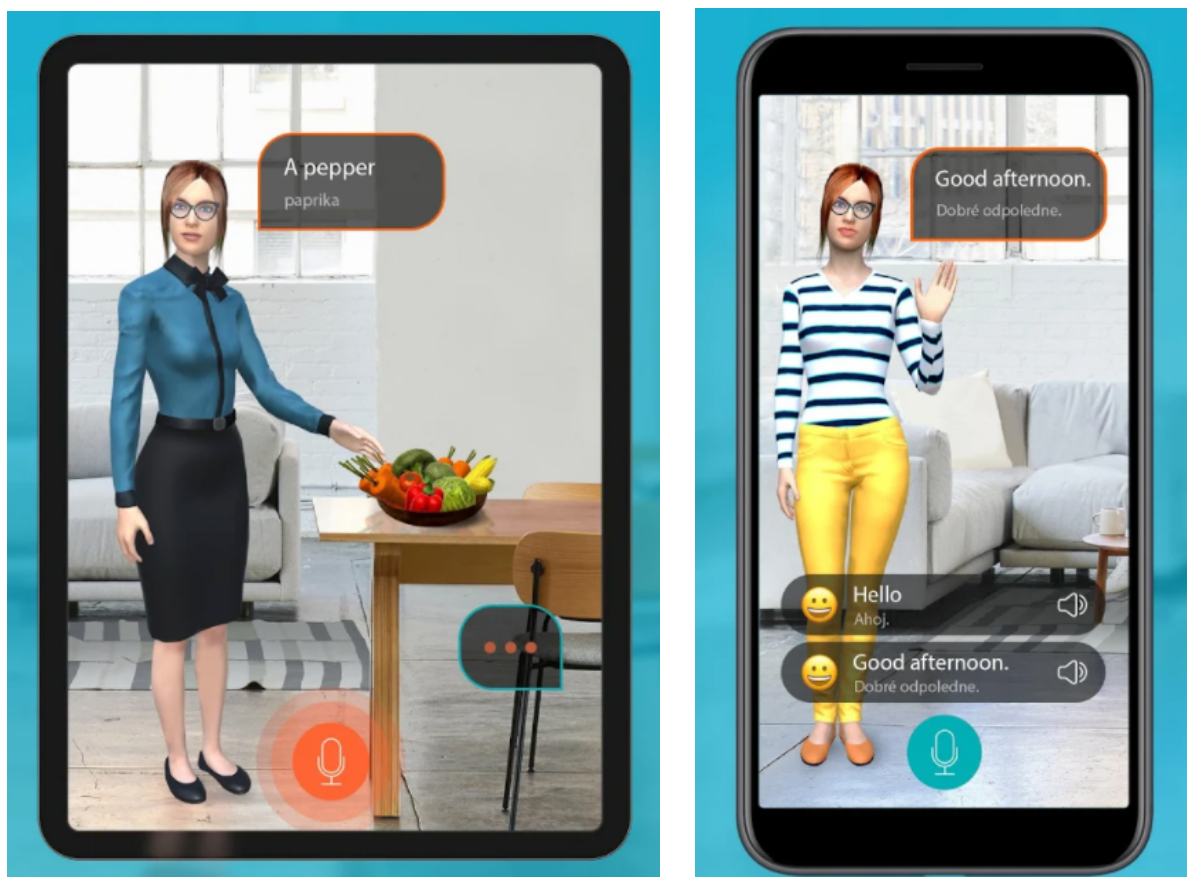
Jako příklad učení se cizích jazyků, zde konkrétně angličtiny, může sloužit studie zkoumající vliv aplikace *Pokémon Go* na studijní výsledky při učení se slovní zásoby dospívajících ve Španělsku. V rámci této hry se zaměřili na možnosti skládání slov. Jednalo se o rozklíčování jmen Pokémonů, která se skládají z prefixů, kořenů a sufixů. Každý z těchto prvků nese vlastní význam. Jména označují podobu jednotlivých postav, jejich vlastnosti nebo charakter. Díky tomu se lze učit jednotlivá slovíčka, výslovnost i způsob tvoření slov. Jako příklad lze uvést již samotný název *pokémon* odkazující na dvě anglická slova: *pocket* a *monster*. Jako další příklad Wu (2019, s. 23) uvádí jméno Hitmonlee, které označuje kombinaci slov *hit* (udeřit), *mon* (zkráceniny od *monster*, příšera) a *lee* (odkaz na herce v akčních filmech Bruce Lea). Efektivita učení se podle Wu zlepšila především díky těmto faktorům – jména byla deskriptivní, byla tvořena ze slov, která si studenti dokázali představit, a díky tomu se mohli snadno učit principy morfolgie.

Pro vzdělávací účely je možno využít mnoho dostupných aplikací s rozšířenou realitou. Několik příkladů jsem uváděla v předchozích kapitolách. Mohou být zaměřené na konkrétní obor, nebo nabízet vícero specializací. Pro jazykové vzdělávání jich však není k dispozici mnoho. Některé z nich již neexistují (např. Aurasma fungující na technologii rozpoznávání obrazu, ke kterému přidávala virtuální prvky – animace, videa, 3D modely). Jiné aplikace přestaly nabízet AR rozhraní (např. Drops). Ostatní existují zatím jen ve formě prototypu (např. Argo). Na začátku jsem prováděla průzkum existujících aplikací, které by byly použitelné pro účely mého výzkumu – jazykovou výuku. Nenašla jsem však žádné uspokojivé řešení, které bych mohla použít pro daný jazyk, s který jsem zamýšlela pracovat, a pro danou pokročilost studentů. Proto jsem se rozhodla

vytvořit vlastní zjednodušenou verzi webové aplikace, kterou představím dále v kapitole *Proces vytváření webové stránky s AR rozhraním*.

Uvedu zde několik dostupných aplikací:

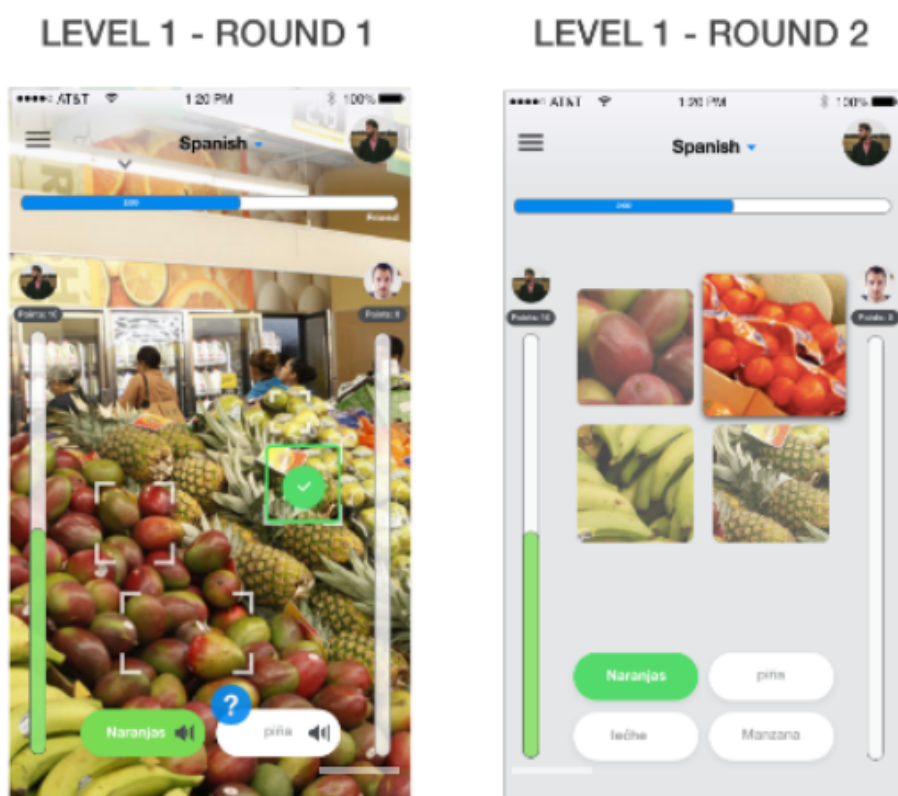
- Mondly AR – aplikace vytvořená v Rumunsku, která má v současnosti na výběr 41 jazyků. K dispozici je virtuální učitel, kterého si lze pomocí aplikace promítnout do svého okolí a který s uživatelem interaktivně komunikuje pomocí hlasu (technologíí rozpoznávání řeči) a písemně prostřednictvím *chatbotu*. Poskytuje mu zpětnou vazbu ohledně výslovnosti, provádí ho virtuálním prostředím, ukazuje různé předměty (zvířata či hudební nástroje), jež si lze zasadit do skutečného prostředí (Mondly AR: Augmented Reality Language Learning, n.d.);



Obr. č. 8, 9: Aplikace Mondly AR

Google Play. (n.d.). *Aplikace Mondly* [online]. Retrieved June 21, 2021, from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.atistudios.mondlyar.languages>

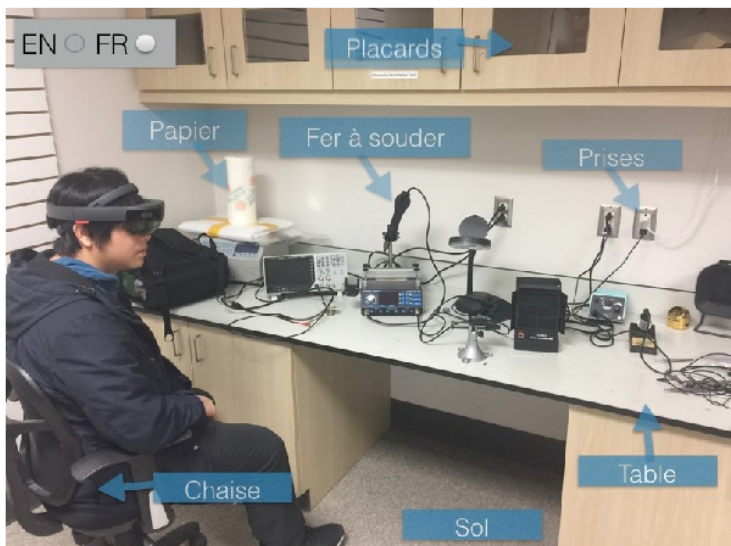
- Argo – jedná se o prototyp aplikace využívající AR pro výuku nového jazyka, která umožňuje identifikovat objekty v prostředí uživatele (Mishra, 2017);



Obr. č. 10: Aplikace Argo

Mishra, M. (2017b). *Argo AR application* [Online]. Retrieved June 21, 2021, from <http://monamishra.com/projects/Argo.html>

- ARbis Pictus – prototyp umožňující rozpoznávat objekty, zobrazovat u nich popisky; komunikuje v reálném čase se zařízením AR (například s *HoloLens*) (Ibrahim, 2018, s. 2867-2874);



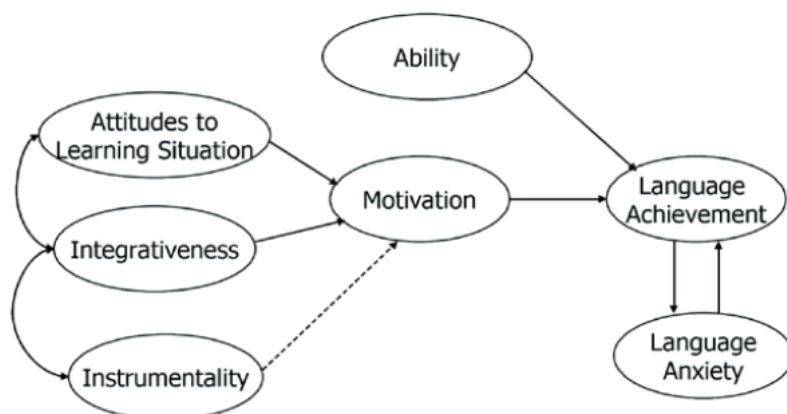
Obr. č. 11: ARbis Pictus

Ibrahim, A. et al. (2018). *An illustrative mock up of a language learner using the ARbis Pictus system* [Online]. In: Ibrahim, A. et al. (2018). *ARbis Pictus: A Study of Vocabulary Learning with Augmented Reality*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 24, 2867–2874. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.semanticscholar.org/paper/ARbis-Pictus%3A-A-Study-of-Vocabulary-Learning-with-Ibrahim-Huynh/8fa2bdca58accf35942352463db2c1c493ddfc44>

- Mentira – projekt z roku 200P, první mobilní hra založená na AR technologii sloužící k výuce španělštiny, vytvářející příběh, ve kterém se uživatelé pohybují v dané oblasti (Albuquerque v Novém Mexiku) a sbírají indicie vedoucí k vyřešení záhady (Mentira - Overview, n.d.)

2.5.2 Vliv výuky AR na motivaci

V souvislosti s výukou využívající AR se mluví o pozitivním vlivu na motivaci studentů (Billinghurst, 2012, s. 56-63; Johnson, 2010, s. 15-16; Tarng, 2012, s. 62-66). Podle Gardnerovy teorie motivace k učení se cizímu jazyku a jeho socio-edukačního modelu je právě motivace jedním z rozhodujících aspektů fungování učení a má dodnes stěžejní význam pro výzkum motivace v oblasti jazykového vzdělávání (Dunowski, 2017, s. 14).



Obr. č. 12: Socio-edukační model

Gardner, R. C. (2005). *Integrative motivation and second language acquisition* [online]. Retrieved June 21, 2021, from <https://publish.uwo.ca/~gardner/docs/caaltalk5final.pdf>

V socio-edukačním modelu na obr. 12 stojí motivace v centru pozornosti. Gardner (2005, s. 7) uvádí prvky, které mají na motivaci vliv – postoje studenta k učební situaci (sem patří i osobnost učitele, dobře strukturovaný studijní plán, způsob hodnocení), integrační motivy (míra otevřenosti k cizojazyčnému prostředí), instrumentální motivy (touha naučit se jazyk z praktických důvodů, touha po úspěchu). Gardnerovo pojetí motivace k učení se cizímu jazyku zahrnuje vícero elementů, které na sebe vzájemně působí (snaha, zájem, pozitivní postoj k osvojovanému jazyku).

V prostředí rozšířené reality se studenti učí látku v kontextu a musejí vyvíjet vlastní aktivitu. Nejenže tak mají možnost objevovat nové věci, ale mohou si je rovnou i vyzkoušet v reálné situaci, ve které své znalosti uplatní, např. při modelování objektů v 3D prostoru, s kterými lze manipulovat a přetvářet je. Díky tomu lze podle Chena změnit negativní postoj studentů k výukovému procesu, povzbudit zájem o předmět a chuť do učení, což by měl být jedním z hlavních cílů v oblasti výuky (Chen et al., 2020, s. 7).

Také Ashley-Welbeck (2020, s. 119) uvádí, že z dosavadních výzkumů je zřejmé, že použití AR umocňuje motivovanost studentů. Zároveň s ní stoupá také jejich aktivita a míra zapojení se do hodiny. Použití 3D prvků a animací odpovídá způsobu komunikace mladých lidí, tzv. *digital natives*, kteří s technologiemi vyrůstali a oceňují jejich užívání i v rámci školní výuky. Přizpůsobení se novým technologiím je pro současnou generaci jednodušší, neboť s ní vyrůstala a je součástí jejich životů.

Chen et al. (2020, s. 24) dále zmiňuje, že na základě experimentu provedeném na studentech v Taiwanu, při němž se učili pomocí popisků zobrazovaných v AR prostředí, se zjistilo, že vyšší motivovanost a pozitivní přístup k tomuto stylu výuky byly způsobeny také tím, že šlo o něco nového, s čím dosud neměli zkušenosti. Žáci byli přirozeně zvědaví, neboť je lákala je inovativní technologie a zcela nový zážitek, který to s sebou přináší. Tuto teorii potvrzují rovněž Rambousek (2014, s. 29), který mluví o motivaci studentů, která má obvykle komplexní charakter a obsahuje velký počet vzájemně se ovlivňujících vnitřních motivů i vnějších cílů. Motivačně může působit vlastní obsah učiva, zajímavost probírané látky, osobní význam cíle činnosti, problém, který má žák řešit, systematická kontrola a hodnocení výsledků. Též tak působí novost a atraktivnost předmětu, uspokojení z práce, úspěch a odměny. Motivace může být vnitřního typu, tj. vzniká v jedinci samotném (potřeba vědomostí, vlastní cíle a plány), či vnějšího typu (např. odměna ve formě známek a pochvaly).

Obecně lze říci, že použití AR a mobilních zařízení má pozitivní vliv na motivovanost studentů. Podle Nikou a Economides jsou však výsledky více než poloviny studií na toto téma z let 2009 až 2018 založeny především na subjektivních hodnoceních studentů a osobních názorů vědců. Výzkumníci např. tvrdí, že jsou studenti nadšení a více se zapojují do lekce. Tyto názory však nijak nepotvrzují přesnějšími statistickými důkazy. V dalších výzkumech by bylo proto potřeba se více zaměřit na vazbu mezi obecnými teoriemi a naměřenými výsledky (Nikou & Economides, 2018, s. 117). Z mé zkušenosti se tento názor potvrdil, skutečně jsem u většiny z účastníků pozorovala zájem a chuť si vyzkoušet pro ně dosud neznámou aktivitu.

Kritérium větší motivovanosti studentů však není zcela dostačující argument pro zapojení AR technologie do výuky. Je důležité se zaměřit také na výsledky takové výuky. Řada studií a systematických rešersí dokládá měřitelné pozitivní dopady na studijní výsledky, zapamatování si informací, obsahu, porozumění obsahu a získávání znalostí (Akçayır, 2017, s. 1-11; Santos, 2016, s. 15; Solak & Çakır, 2015, 59-68; Tsai, 2020, s. 994-997).

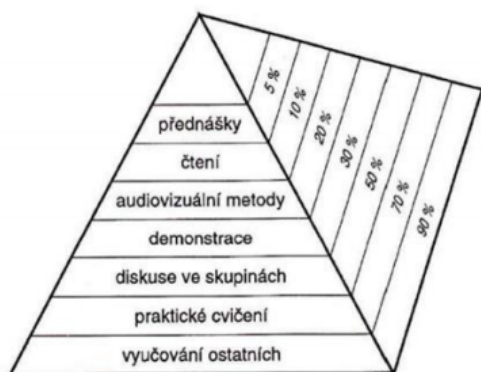
2.5.3 Vliv výuky AR na výkon

Studijními výsledky se ve své meta-analýze zabývají Garzón a Acevedo (2019, s. 1-18), kteří dochází k závěru, že zapojení rozšířené reality do vzdělávacího procesu mělo středně měřitelný dopad, pokud jde o učení se ve formálním prostředí či kombinaci formálního a neformálního nastavení. V neformálním výukovém prostředí bylo dosaženo lepších výsledků. Zároveň poznamenávají, že naměřili pozitivní výsledky ve velké míře u studentů v terciálním stupni vzdělávání. O něco méně dobrý vliv měla AR výuka na prvním a druhém výukovém stupni. Rozdílné účinky měla AR výuka u jednotlivých vědních disciplín – nejlepší výsledky byly dosaženy v oblasti inženýrství a strojařství, výroby, dále pak v humanitních nebo přírodovědných vědách. Naopak malý dopad byl zaznamenán pro oblasti jako jsou informační a komunikační technologie, pedagogika. Výzkum nezahrnoval studenty všech vědních disciplín, proto výsledky nevypovídají o celkové situaci. Dokazuje pozitivní vliv na výsledky studentů s lehce rozdílnými hodnotami v závislosti na jednotlivých studijních disciplínách a formálnosti výukového prostředí.

Podle studie Karamanoli (2015, s. 5) se ukazuje učení pomocí AR jako efektivnější nástroj vedoucí k lepším studijním výsledky pro studenty, kteří měli jinak slabý prospěch. Podobný účinek měl i experiment s názvem REENACT sloužící k výuce historie ve Španělsku. Rovněž Barreira (2012, s. 1-6) ve své studii tento názor potvrdil – studenti učící se pomocí AR měli lepší výsledky při učení se slovní zásoby, než tomu bylo u kontrolní skupiny.

2.5.4 Vliv výuky AR na paměť

Zajímavé je se podívat na vliv výuky pomocí AR na paměť a schopnost zapamatovat si látku v dlouhodobém měřítku. Na obecné principy a metody vedoucí k různému stupni zapamatování se můžeme podívat na následující pyramidě učení od S. Shapira z r. 1992:



Obr. č. 13: Pyramida učení podle S. Shapiro

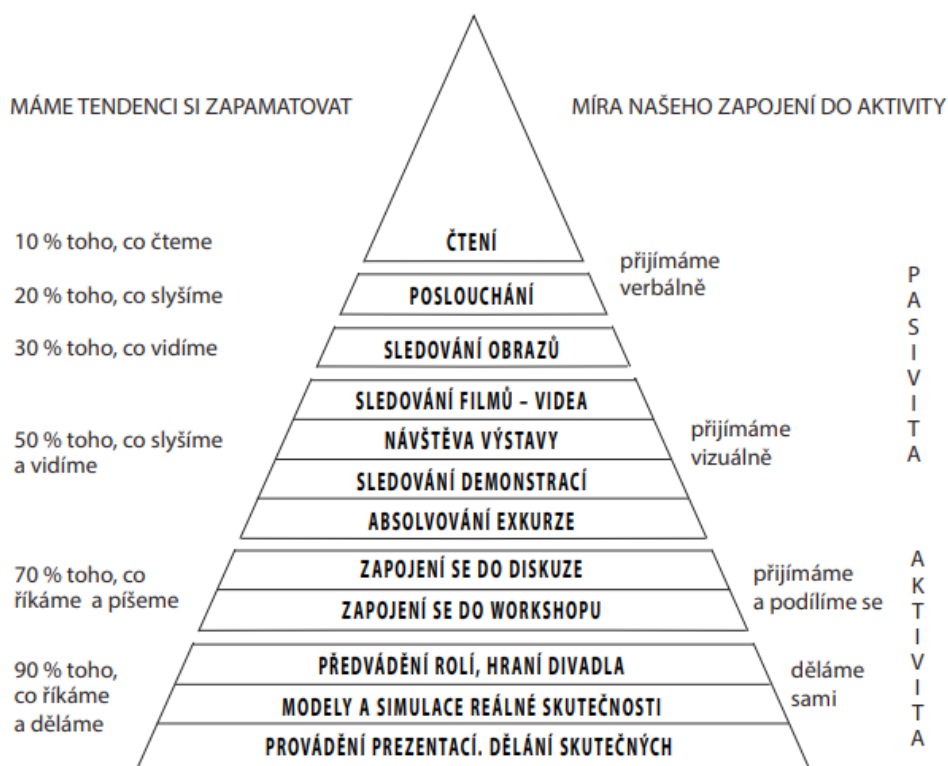
Kalhous, Z., & Obst, O. (2002). Pyramida učení podle S. Shapiro [online]. Školní Didaktika Portál. Retrieved June 21, 2021, from <https://slidetodoc.com/metody-ve-vuce-kalhous-obst-a-kol-koln/>

V rámci této pyramidy můžeme poukázat na silné stránky výuky se zapojením AR technologie, na které jsem brala zřetel při vytváření AR rozhraní v rámci svého experimentu. Uplatňují se v ní audiovizuální metody, díky nimž si mohou látku zapamatovat studenti vizuálního i auditivního studijního typu. Dále jsou v ní obsažena praktická cvičení, při kterých mají účastníci možnost zkoušet věci v simulovaném prostředí podobném tomu reálnému, a v menší míře (a závislosti na dané skupině) i diskuze s ostatními studenty či učiteli.

Existuje velká řada faktorů a kritérií, které mají na pamatování si naučených poznatků vliv. Jednou z výhod výuky pomocí AR technologie je schopnost lepšího zapamatování si látky v porovnání s ostatními pedagogickými metodologiemi – a to i na delší dobu (Chiang, 2014, s. 97-108; Sommerauer and Müller, 2014, s. 59–68; Zhang 2014, s. 178-188). Podle Santose (2014, s. 38-56) přispívají k dobré dlouhodobé paměti věcí naučených v rozšířené realitě především následující elementy – propojení s reálným světem, kontextová vizualizace a vizuálně-haptické vizualizace. A právě tyto faktory mohly mít roli pro zapamatování si slovní zásoby v dlouhodobém měřítku při výzkumu, o kterém budu mluvit v praktické části.

V případě AR má jednoznačně pozitivní dopad fakt, že jsou znalosti předváděny na konkrétních příkladech – není nutné si představovat jen ve své fantazii. Zároveň mohou být do výuky zapojeny všechny smysly, dochází k interakci, čímž vzniká zážitek a vzpomínka na moment učení se. Podle Kalhous (2002, s. 308) získává žák tím více informací a schopností, čím aktivněji je zapojen do procesu výuky. Při zapojení vícero smyslů při procesu učení lze dosáhnout lepších výsledků.

V systému AR lze využít auditivní, vizuální podněty a umožnit uživateli interakce v rámci „rozšířeného“ světa. Slyšené si člověk zapamatuje přibližně z 20 %, viděné z 30 %, ale slyšené a viděné současně až z 50 %. Je-li navíc viděné a slyšené vybaveno na základě interakce s vyučovacím systémem nebo spojeno s praktickou činností či aplikací, posouvá se míra zapamatování vysoko nad 50 % (Rambousek, 2014, s. 35). To lze ilustrovat na obr. č. 14, kde jsou znázorněny jednotlivé aktivity zapojované v učebním procesu seřazené dle míry aktivity / pasivity. Zároveň si můžeme všimnout, že výuka pomocí AR by se dala zařadit mezi aktivní činnosti s velkou mírou zapojení (a tedy i větším vlivem na zapamatování), které se nacházejí ve spodní části pyramidy – zapojení se do workshopu, modely a simulace reálné zkušenosti.



Obr. č. 14: Kužel zkušenosti

Dale, E. (1946). *Audio-Visual Methods in Teaching*. New York, The Dryden Press. In: Rambousek, V. (2014). *Materiální didaktické prostředky*. Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-664-2. Retrieved June 21, 2021, from https://uprps.pdf.cuni.cz/UPRPS-440-version1-23_rambousek.pdf

Na schopnost si zapamatovat látku po delší dobu má vliv také míra opakování, která je pro účely výuky cizích jazyků zcela zásadní, a jejíž hodnoty jsem rovněž v druhé části práce posuzovala.

2.6 Didaktická specifika rozšířené reality

Didaktická hlediska rozšířené reality hrají důležitou roli v organizaci vzdělávacího procesu, při určování obsahu, metod a prostředků učení pomocí rozšířené reality. Můžeme identifikovat různé aspekty výuky vycházející z technických, funkčních stránek či jiných obecnějších úhlů pohledu.

Rozšířenou realitu lze pojímat obecně jako druh didaktického prostředku využívajícího příslušné technické vybavení a učební prostředí. Jako didaktický prostředek lze označit vše, co může učitel či žák použít pro dosažení cílů výuky. Může jím být metoda výuky, její forma, didaktická princip, ale také pomůcka (učebna, učebnice, tabule, apod.) (Kalous, 2002, s. 337).

Podle Rambouskova dělení didaktických prostředků lze rozšířenou realitu zařadit do materiálních didaktických prostředků, spadajících pod didaktickou techniku. Zásadním prvkem definujícím tyto prostředky je prostorové zobrazení. Hlavními funkcemi v nich jsou:

- funkce motivačně-stimulační (významná role motivace pro průběh a výsledek vyučovacího procesu, impulz nutný k započetí učení a jeho pokračování, faktor ovlivňující výsledky interiorizace učiva);
- funkce informačně-expoziční (způsob prezentace informací technických výukových prostředků je komplexnější s větší informační hustotou, dynamičtější, s větším emocionálním působením než klasické prostředky);
- funkce repetičně-fixační (procvičování právě odprezentovaného učiva a jeho upevňování na nových příkladech a v nových souvislostech, jež napomáhá hlubšímu porozumění vztahů a proniknutí k podstatě);
- funkce aplikační (aplikace získaných poznatků do praxe);
- funkce kontrolně-diagnostická (kontrola za pomoci učitele, nebo formou autokontroly pro zajištění efektivní práce žáka a zkvalitnění jeho činnosti);

- funkce komunikační a řídicí (interakce jakožto podstata vyučovacího procesu, vzájemná výměna informací za použití různých komunikačních médií mezi učitelem a studentem, řízení vyučovacího procesu jako celku);
- funkce racionalizační (k zajištění efektivity vyučovacího procesu) (Rambousek, 2014, s. 25-53).

Jak již bylo řečeno v úvodní kapitole, základním specifíkem rozšířené reality je propojení reality s virtuálními prvky, které mohou mít informačně-expoziční a motivačně-stimulační funkci s účelem dosažení didaktických cílů. Dalším specifíkem je interaktivita, immerze přirozeně navozená tím, že využívá prvky z okolního reálného prostředí, současné zobrazení časově a prostorově nesourodých jevů, simulace jevů a procesů v kontextu reálného prostředí, možnost aplikování znalostí do praxe a nacvičení si naučených postupů v reálném prostředí, které je uzpůsobeno didaktickým záměrům. Důležitým prvkem AR je její mobilita, díky které ji lze využít v různých podmínkách. Umožňuje uživateli se pohybovat s daným zařízením či v prostředí rozšířené reality. Ukazuje se jako velká výhoda, neboť není obtížné předpokládat, že uživatelé mají nástroj pro výuku jazyků – svůj mobilní telefon – neustále při sobě. S tím se pojí příležitost učit se všude, v krátkých intervalech, a možnost si rozvrhnout čas na učení, jak potřebují.

Plná mobilita je typická pro mobilní zařízení, případně HMD, bez napojení na počítač. Některé systémy mohou být stacionární a vyžadují využití v konkrétním místě, jiné umožňují částečnou mobilitu (pohyb okolo 3D prvků, např. HMD systémy s kabelovým připojením k počítači). Tento způsob použití může být přínosný, avšak pro účely mého výzkumu by byl příliš nákladný. Bylo by však zajímavé se podívat na to, jakým způsobem by se dal využít k výuce, a zahrnout jeho použití do budoucích výzkumů disponujících finanční podporou.

Empirické studie zmiňované v této kapitole dokládají pozitivní stránky výuky pomocí AR. Řada autorů uvádí, že rozšířená realita představuje poutavé učební prostředí s potenciálem zaujmout studenty a vytvořit atraktivní učební prostředí. Nabízí přidanou hodnotu, je inovativní a splňuje podmínky výuky pomocí moderních nástrojů. Je prostředkem, který podporuje rozvoj kreativity a fantazie v jinak obvykle strohém školním prostředí, díky kterému si lze lépe představit a vizualizovat probíranou látku, což může být velkou pomůckou při učení se abstraktních a komplexních pojmů (Elmqaddem, 2019, s. 239; Karamanoli, 2015, s. 1-9; Liu, 2017, s. 64-65; Wu, 2019, s. 9). Ibáñez a Delgado-Kloos (2018, s. 109-123) tvrdí, že některé z charakteristik AR, konkrétně smyslové ponoření, navigace a manipulace pozitivně ovlivňují emoce při učení a pomáhají dosáhnout vyšší efektivity a lepších výsledků. AR má potenciál stát se technologií využívanou pro účely vzdělávání na všech úrovních, od informačních aktivit ve veřejném prostoru

po výuku na vysokoškolské úrovni (Barrow et al., 2019, s. 7-12). Zároveň se také neomezuje na žádné konkrétní specializace, ale je využitelná pro všechny vědní disciplíny.

Pomocí AR lze představit studentům látku z různých perspektiv – ukazuje se proto jako obzvláště praktická pro výuku látky, která by jim jinak nemohla být zprostředkována jinými prostředky v reálném světě (Kerawalla, 2006, s. 3). Dříve abstraktní pojmy se stávají konkrétními, nemožné se tak stává možným.

AR činí dostupnými za běžných okolností těžko poznatelné či neexistující věci. Umožňuje např. zprostředkování historické události z pohledu účastníka, cestování do vzdálených destinací, prozkoumávání planet, apod. Zároveň poskytuje přístup ke zdrojům informací, které by byly jinak pro školy nedostupné či příliš finančně nákladné (např. laboratorní vybavení).

Simulací reálných situací probíhá učení se praxí aktivním a autonomním způsobem – tzv. *learning by doing* (Fjeld, 2002, s. 259-260). Jak tvrdí Elmquaddem, AR umožňuje učit v reálných podmínkách, které simulují realitu a umožňují zkoušet krok po kroku, jak zobrazovaný předmět funguje. Autor zmiňuje způsob využití *Hololens* pro studenty medicíny, kteří si díky AR mohou vizualizovat např. lidské tělo a manipulovat s ním se stejnou přesností, jako by se to odehrávalo ve skutečnosti (Elmquaddem, 2019, s. 239).

S AR vstupujeme do zcela nového způsobu vizualizace v prostoru. Nejedná se už jen o projekce na plochých monitorech a obrazovkách, ale o kontextově zasazená digitální data doplňující reálné prostředí, která jsou schopná reagovat na vnější vlivy a uživatelskou interakci. O roli vizualizace vypovídá výzkum na MIT (Massachusettském technologickém institutu), který pojednává o projektu *ARPIano* (hudební výuka s klávesnicí piana vytvořené pomocí rozšířené reality). Při hraní na klávesnici se vizualizují noty, což pomáhá k intuitivnějšímu učení se a porozumění hudbě (Trujano, 2018, s. 1-2).

Tento způsob výuky odpovídá teorii založené na učení se zkušeností, při kterém student získává vlastní zážitek, k čemuž může docházet jak v reálných, tak i simulovaných prostředích. V případě AR tak lze nasimulovat konkrétní situaci nebo problém, jako by jej účastník skutečně prožíval. Student je nucen k tomu, aby pojmenoval problémy, navrhl řešení, otestoval je a zhodnotil jejich výsledek (Belcourt & Wright, 1998, s. 140). Podle Kolba (2015, s. 32-49) se při tomto typu učení jedná o opakující se cyklus, na jehož začátku stojí zkušenost, z níž se vytváří abstraktní obraz, který lze poté uplatnit v dalších podobných situacích. Díky transformaci zkušeností vznikají znalosti a dochází tak k procesu učení, jak je znázorněno na následující ilustraci.



Obr. č. 15: Cyklus učení

Kolb, David A. (2015). *Experiential Learning. Experience as the source of learning and development*. New Jersey: Pearson Education. S. 32. ISBN 978-0-13-389240-6.

Myšlenkou učení se na základě zkušenosti se zabýval také Rogers (1964, s. 164), který tvrdí, že při získávání nových znalostí hraje nejdůležitější roli právě intenzivní prožívání dané situace. Naše dojmy z ní mají poté pozitivní vliv na výsledky a přispívají k našemu rozvoji. S tím souvisí další fakt spojovaný s výukou pomocí AR – působení na emoce. Díky tomu, že budou mít studenti látku spojenou s vlastním autentickým zážitkem na emocionální rovině, si ji lépe zapamatují. V této souvislosti mluví Liu (2017, s. 6) o tzv. “vtělené” (*embodied*) zkušenosti, která má za výsledek lepší porozumění a následné zapamatování si.

Při použití AR se spojuje formální a neformální styl výuky, neboť díky němu lze vystoupit z učebních tříd a zažít kontextové učení v přirozeném prostředí, které umožňuje věci zažít skrze kombinaci reálných zážitků na vlastní kůži a multimediálních prvků (Parmaxi, 2020, s. 870).

K AR jako vzdělávacími nástroji se přistupuje s vírou, že učení má silnou sociální povahu a proto je začlenění nástroje, který podporuje aktivitu ve skupině, považováno za něco, co má pozitivní vliv pro týmy i jednotlivce (Karamanoli, 2015, s. 3). Užití AR pomáhá k posílení týmové spolupráce, větší kooperaci se spolužáky a aktivnějšímu zapojení studentů do hodiny, kteří sami objevují nové cesty a způsoby pohledů na věc. Podle Elmquaddema (2019, s. 239) účastníkům umožňuje zvládnout kurz svým vlastním tempem.

Zároveň také nabízí metody, jak ozvláštnit jinak nezáživné kurzy, udělat je interaktivnější. Jako konkrétní příklad bychom mohli uvést učebnice, které obsahují *markery* či jiné prvky, jež promění statickou stránku v interaktivní výukový nástroj a tím u žáků podnítl zájem o předmět (např. již zmiňovaný projekt Vividbooks).

Chen et al. (2020, s. 5) poznamenává, že AR díky současnému zobrazování virtuálních a reálných objektů splňuje důležitý faktor, který má usnadňuje učební proces – prostorová a časová blízkost (či současnost) slov (ať už psaných či mluvených) a obrázků (popř. grafiky, animací).

2.6.1 Teorie učení uplatňující se ve výuce s použitím AR

Učení je komplexní proces, který nemá za cíl pouhé získání znalostí a dovedností, ale zahrnuje i emoční a sociální dimenze, interakci mezi žákem a jeho sociálním, kulturním nebo materiálním prostředím a vnitřní psychologický proces zpracování a získávání informací (Illeris, 2009, s. 1-8). AR umožňuje použití různých pedagogických přístupů k výuce a zapojení vícero typů učení, jimž se zde budu věnovat.

Teorie učení jsou konceptuální rámce popisující podstatu procesu učení (jak jsou informace přijímány, zpracovávány a udržovány) a určují předpoklady, za kterých k učení dochází. Podle pedagogického slovníku jsou definovány jako komplexní a vnitřně konzistentní soubor obecných předpokladů, který má za cíl vysvětlit podstatu psychického procesu učení, předvídat jeho průběh a umožnit účinné zasahování do něj. Zakládají se na koncepcích psychologie učení, kybernetiky, teorie umělé inteligence apod. (Průcha et al., 2001, s. 248). Podle Romana (2020, s. 2) AR přináší nový způsob poznávání látky, nabízí na ni náhled z jiné perspektivy a v různých kontextech. Podporuje situované a konstruktivistické učení a umožňuje přenos znalostí do a ze skutečných situací.

Pro efektivní výuku je potřeba zvolit správný pedagogický přístup, který hraje důležitou roli i ve vzdělávání s použitím AR technologií. Champney uvádí, že je nutné zajistit, aby se návrh AR řešení řídil učebními teoriemi, aby si AR získalo ve vzdělávání své místo (Shumaker a kol., 2015, s. 261). Proto jsem na toto místo zařadila kapitolu o teoriích učení, které se uplatňují v rámci výuky pomocí rozšířené reality.

2.6.1.1 Konstruktivistický přístup

První teorií je konstruktivistický přístup ke vzdělávání. Vznikl na počátku 20. století a je založený na myšlence aktivního kontextuálního učení. Používá metody, které studenty stimulují k tomu, aby získávali znalosti vlastní aktivitou, a ne jen pasivním přijímáním. Konstruktivisté věří, že k poznání a pochopení významu dochází skrze prožívání situací a následné reflexi vlastních zážitků (Bereiter, 1994, s. 21-23).

Jeden ze zakladatelů konstruktivismu Jean Piaget (1977, s. 13) tvrdí, že učení je aktivita, která spočívá v adaptaci našich myšlenkových schémat nové realitě, což může probíhat dvěma způsoby – asimilací a akomodací. Asimilací se označuje začlenění nových poznatků do stávajících struktur. Akomodací se myslí opačný proces změny kognitivní struktury, přepracování našich schémat vlivem nových znalostí. Neustále při tom dochází k vyvažování mezi asimilací a akomodací, např. asimilace nemůže probíhat zcela samostatně, neboť tím, že přijímáme nové prvky, se stávající znalosti nutně musí měnit a přizpůsobovat.

Hlavním motivačním faktorem je pro konstruktivisty vnitřní potřeba a zájem o pochopení světa. Realita je utvářena osobně každým zvlášť a je určována našimi osobními zkušenostmi. K učení dochází pozorováním, následným zpracováváním, interpretací a personalizací. Učení se zakládá na našich předchozích znalostech a individuálních okolnostech (Cooper, 1993, s. 5; Wilson, 1997, s. 63-80). Učitelé by studentům měli v získávání nových poznatků pomáhat, ale zároveň by jim měli dovolit, aby zapojili vlastní zkušenosti do praxe. Hlavním cílem konstruktivismu je překonat představu vyučování jakožto předávání již hotových vědomostí. Snaží se naopak o upřednostnění vytváření poznatků samotným studentem, který by látce měl doopravdy porozumět tak, aby ji dokázal poté použít i v praxi. V centru pozornosti stojí student, který začleňuje nové poznatky mezi zažitá a známá struktury, a v případě, že se s nimi neshodují, tak vytváří schéma nové. Učení je zasazené do sociálního kontextu a dochází k němu i za pomoci ostatních. Přitom hraje důležitou roli také jazyk a komunikace, díky nimž vzniká spojení mezi naučenými věcmi v minulosti a nově vytvořeným individuálním poznáním. Tento styl výuky by tak měl podle Bady a Oluseguna (2015, s. 66-70) inspirovat k tomu, aby docházelo k samostatnému učení, zlepšování kritického myšlení a větší motivovanosti. Obvykle se přitom konstruktivistické učení staví do protikladu s běžnou praxí výuky, kdy k přijímání a pasivnímu přenosu informací dochází od jednoho jednotlivce k druhému. Champney vyzdvihuje důležitost konstruktivistické teorie při výuce s využitím AR právě kvůli schopnosti zapojit žáka do autentických situací, které ho nabádají k dotazování a aktivnímu pozorování, díky čemuž je schopen si pomocí reflexe vytvořit vlastní kontext, porozumění a znalosti (Shumaker et al., 2015, s. 252). Konstruktivistický přístup k výuce napomáhá k hlubšímu porozumění, neboť nabádá studenty ke zkoumání, kladení si otázek a vytváření vlastních poznatků (Sattar & Nawaz, 2017, s. 1603). Konstruktivistický přístup se v průběhu experimentu výrazně projevil, pozorovala jsem aktivní účast studentů, jejich zvědavost a zájem o látku.

2.6.1.2 Situační / kontextové učení

Dalším z podporovaných stylů učení je situační neboli kontextové učení, při kterém si studenti vytváří znalosti v souvislostech skrze interakci v reálných a autentických situacích (Chen & Tsai, 2012, s. 638-652). Jejich role je opět aktivní. Proces poznávání je přitom důležitější než výsledek. Získávané zkušenosti by měly vytvářet logické celky, vytvářet základ budoucího systému znalostí tak, aby na ně bylo možné dále navazovat a rozvíjet je. Tento bod mě inspiroval při přípravě experimentu ve chvíli, kdy jsem vybírala slovní zásobu, kterou bych chtěla v jeho rámci procvičovat. Na přání pedagogů jsem zvolila téma, na které je snadné později navázat.

Wu a Huang (2020, s. 47) uvádí, že by učitelé při kontextovém stylu výuky měli využívat situací a problémů, které se v životě běžně objevují jako výchozí bod pro proces učení. Dochází při něm k uvažování nad danou situací a adaptaci na ni. Na základě vlastního zážitku si žák vytváří racionální interpretace získaných znalostí.

Dunleavy a Dede (2014, s. 736-737) uvádí, že k situačnímu učení dochází ve specifickém kontextu a kvalita učení je výsledek interakcí. Aby byl přenos znalostí nejpřínosnější, musí k němu dojít snadným způsobem. V prostředí AR lze simulovat problémy s kontextem v reálném světě, díky čemuž jsou studenti schopni snadno přenášet své znalosti do situací v budoucnosti. Situační učení může probíhat na různých místech, např. v knihovně, doma, v botanické zahradě, v přírodě, ve městě, přičemž pokaždé vstupují do hry jiné prvky ovlivňující učební proces, které vycházejí ze samotného prostředí jako je jeho atmosféra, působení na nás a naše dojmy (Sommerauer & Müller, 2018, s. 7).

2.6.1.3 Prožitkové učení

S kontextovým stylem učení souvisí prožitkové učení, které se zakládá na přímých zážitcích, při kterém hraje roli spontaneita, komunikace a vytváří se prostor pro aktivitu a kreativitu. Prožitkové učení umožňuje efektivní rozvíjení osobnosti studenta a jeho schopností. Může při něm docházet ke stavu tzv. *flow*, tedy situaci, při které se cítíme pohlceni nějakou aktivitou, plně se na ni soustředíme a nevnímáme plynutí času. V rámci vlastního výzkumu jsem využila právě přístup zážitkového učení, jehož předpokladem je intenzivní prožívání, učení se skrze zkušenosti, a nejen prostým přijímáním informací. Vytváří se při něm vzpomínka na učební proces, která je spojená s emocemi. Hlavními znaky této teorie jsou podle Hanuše a Chytilové (2009, s. 12-13) nenahraditelnost prožitku, jeho jedinečnost, individuálnost, intencionálnost, nepřenositelnost a komplexnost. Působí

tak na celé prožívání člověka, i jeho emocionální stránku. Je zajímavé se na tuto teorii podívat také z pohledu Jeana Piageta, který ve své práci rozvinul koncept učení se založeného na zážitcích, přičemž zdůrazňuje význam asimilace, kterou jsem již v této kapitole zmiňovala. Tvrdí, že je inteligence vytvářena zkušenostmi a nejde o vrozenou charakteristiku, ale výsledek interakcí mezi člověkem a prostředím, ve kterém člověk žije a které ho formuje. Tato činnost je tak prostředkem k rozvoji inteligence (Hanuš & Chytilová, 2009, s. 41). Cílem učení prožitkem je získání trvalejší podoby prožité události, jejíž výsledky můžeme uplatnit i v jiných situacích. Tuto formu pak můžeme nazývat zkušeností (Jirásek, 2004, s. 15). Proces utváření zkušenosti v čase lze ilustrovat na obr. č. 16, ke kterému Dočekal (2012, s. 13) říká:

„Na počátku začínáme u prožitku, který je pouze prožíván, je činností samotnou, která je v případě ohlednutí, tedy jistého návratu, zpětného pozorování transformována v zážitek. Při následném zobecnění a otestování obecných závěrů v nových situacích dochází ke vzniku zkušenosti. Z tohoto pohledu tedy můžeme říci, že všechny tři termíny (prožitek, zážitek, zkušenost – angl. *experience* z tzv. *experiential learning*) můžeme využít při pojmenování cyklu učení – prožitek je základním zdrojem energie procesu, zážitek je pak podmínkou vzniku zkušenosti.“



Obr. č. 16: Spirála zážitkového učení

Dočekal, V. (2012). *Spirála zkušenostního/zážitkového učení. Prožitkové, zážitkové nebo zkušenostní učení?* [online]. E-Pedagogium. Retrieved June 21, 2021, from https://www.researchgate.net/publication/282977166_Prozitkove_zazitkove_nebo_zkusenostni_ucenis.

AR je vhodným nástrojem pro tento typ učení, nabízí neomezený přístup k praktickým nácvikům a díky rychlé zpětné vazbě se ukazuje jako efektivní vzdělávací nástroj na výuku (Jantjies et al., 2018, s. 4).

2.6.1.4 Kognitivistický přístup

Další z teorií je kognitivismus, který se zabývá tím, jakým způsobem pracuje lidská mysl, jak člověk přijímá, zpracovává informace, jak nad nimi uvažuje, jak pracuje s jejich organizací a jak je posléze začleňuje do svých myšlenkových schémat. Klade důraz na pochopení nových informací a jejich použití v kontextu. Myšlenkové procesy jsou základem v procesu učení. V rámci kognitivní teorie se vyčleňují dva další směry – tzv. CTML teorie (zkratka pro *cognitive theory of multimedia learning*), aneb kognitivní teorie multimediálního vzdělávání, a vtělená kognitivní disonanční teorie (*cognitive dissonance theory*) (Sommerauer & Müller, 2018, s. 5).

2.6.1.4.1 CTML teorie

CTML teorie uvádí, že k hlubšímu učení dochází za pomoci kombinace slov a obrazů (spíše než textovou formou samotnou) (Mayer, 2009, s. 47). Tento přístup jsem rovněž využila v rámci praktické části – ve svém výzkumu jsem zapojila u obou metod vizuální působení na uživatele (ať už v AR prostředí jako 3D objekty, či obrázky na papíře při klasické výuce) ve spojení s textem (slovem označujícím daný předmět). To samotné však nestačí pro to, aby docházelo k učení efektivní cestou. Mayer (2009, s. 63) dále hovoří o třech hlavních předpokladech multimediálního učení:

- existují dva oddělené systémy pro zpracování informací – sluchový a vizuální kanál;
- kanál má omezenou kapacitu – pracovní paměť může přijmout najednou jen omezené množství podnětů (zvuků či obrazových vjemů);
- učení je aktivní proces vytváření mentálních reprezentací, při kterém dochází k filtrování, rozlišování, organizování a integrování informací.

Můžeme si to představit tak, že student nejprve zpracuje zvuky pomocí sluchového kanálu a výsledky uloží do pracovní paměti. Zpracovává přitom také obrazy pomocí vizuálního kanálu a ukládá výsledek. Poté vytváří vztahy mezi slovy a vypracovává jejich slovní model. To samé se

děje v případě obrazových vjemů a modelů. Nakonec dřívější znalosti integruje do verbálních a obrazových modelů a tím dochází k porozumění obsahu (She et al., 2009, s. 3).

Mayer (2009, s. 60-62) také pojednává o třech paměťových úložištích – sensorickém (přijímá podněty a ukládá je na krátkou dobu), pracovním (kde aktivně zpracováváme informace a vytváříme mentální konstrukty) a dlouhodobém (úložiště všech naučených věcí). Mayerova kognitivní teorie multimediálního učení představuje myšlenku, že jsou textové, grafické i sluchové prvky vybírány a organizovány do logických mentálních konstruktů. K efektivnímu učení dochází v případě, že jsou nové informace propojovány s předchozími znalostmi.

She et al. (2009, s. 3) nabízí shrnutí principů CTML teorie, které by měly sloužit ke zlepšení efektivity učení:

- multimediální princip – lépe se učí spojením slov a obrázků než ze samotných slov;
- princip prostorové blízkosti – lépe se učí, když jsou odpovídající slova a obrázky prezentovány blízko k sobě navzájem;
- princip časové blízkosti – lépe se učí když jsou odpovídající slova a obrázky prezentovány současně, nikoli postupně za sebou;
- princip koherence – lépe se učí z materiálů, které neobsahují irelevantní pro ně neznámá slova, obrázky a zvuky;
- princip modality – lépe se učí pomocí animace spojené s vyprávěním (vizuální + sluchové působení) než animací s textem na obrazovce (vizuální + vizuální působení);
- princip redundance – lépe se učí pomocí animace spojené s vyprávěním než z kombinace animace, vyprávění a textu na obrazovce;
- princip individuálních rozdílů – multimediální výuka má větší dopad na lidi s malými znalostmi než na lidi s většími znalostmi a také dosahuje lepších výsledků u vizuálně orientovaných lidí.

Tyto principy podle Ruize a Hernandezze (2018, s. 197) výuka s rozšířenou realitou splňuje, pokud je správně navržena a aplikována, neboť se v AR uplatňuje technika spojení textů a virtuálních obrazů (např. začlenění videí do učebnic, zobrazování popisků / štítků nad technickými objekty). Prostorová a časová blízkost je splněna superponováním virtuálního obsahu na fyzické objekty v reálném čase, prostorová a časová blízkost je dosažena spojením fyzických a virtuálních informací. Modality je dosaženo tím, že AR nabízí nejen zobrazení textu, ale také zapojuje i další smysly jako je sluch.

2.6.1.4.2 Teorie vtělené kognitivní disonance

Druhá zmiňovaná teorie vtělené kognitivní disonance pracuje s myšlenkou zapojení těla a jeho pohybů do vzdělávacího procesu. Radu a Antle (2017, s. 1-2) jsou toho názoru, že i jednoduchý pohyb těla může mít příznivé účinky na učení co se týče prostorového vnímání a kódování informací do paměti. Nesenbergs et al. (2021, s. 8) v této souvislosti mluví o kinestetickém stylu učení, ve kterém hraje roli pohyb a učení se věcí tím, že si je studenti sami vyzkouší a tzv. osahají. To má podle něj mnohem lepší výsledky než klasická metoda. Při průběhu mého experimentu měli účastníci možnost zapojit pohyb při učení. Někteří toho vyžívali, procházeli s mobilním zařízením po třídě a zasazovali objekty do prostředí okolo sebe, jiní zůstali sedět a pohybovali jen hlavou a rukama.

I když se může zdát, že jsou aktivity s rozšířenou realitou vždy prostorové, nemusí tomu tak být vždy – AR výuku lze praktikovat i v sedě za stolem (např. při řešení 3D prostorových hádanek), nebo ve stoje s mírným otáčením těla či hlavy na místě. AR zážitky ale mohou být záměrně navrženy tak, aby vyžadovaly pohyb a změnu perspektivy – např. pohyb kolem objektu v rozšířené realitě či manipulace s ním. Bylo zjištěno, že studenti, kteří měli možnost zapojit pohyb do procesu učení (v rámci experimentu se pohybovali ve sluneční soustavě s náhlavní soupravou pro rozšířenou realitu), měli vyšší skóre v testu ve srovnání se skupinou, která tuto možnost neměla (stejnou simulaci prožívali jen na počítači).

2.6.1.5 Konektivistická teorie

Konektivistická teorie vzdělávání má rovněž využití v rámci AR výuky. Pochází od G. Siemense a S. Downese a vznikla vlivem změn ve společnosti spojených s rozšířením informačních a digitálních technologií, které proměnily způsob, jakým přemýšlíme. Je nazývána učební teorií digitálního věku. Konektivistické učební prostředí podporuje učení skrze vytváření sítí, sdílení a zjišťování nových informací pomocí technologie (Techakosit & Wannapiroon, 2015, s. 2109). Jeho hlavními znaky jsou autonomie, propojenost, různorodost a otevřenost, zaměření se na propojené a sdílené zážitky, kterými se liší od ostatních učebních teorií. Díky tomuto propojení je možné zkoumat dané věci v souvislostech, ať už v kontextu či mezi obory (Tschofen & Mackness, 2012, s. 2).

2.6.1.6 Game-based learning

Dalším přístupem je učení založené na hře (*game-based learning*). Systémy rozšířené reality se dají použít pro vytvoření imerzivního učení založeného na hrách, při kterém se používá digitální příběh, tzv. *storytelling*. Studentovi je přiřazena určitá role, poskytující autentické a kontextově relevantní situace (Bower et al., 2014, s. 8). Tím, že se okolí díky AR promění v prostředí, ve kterém se hraje, se znalosti snadněji přenášejí a je možné je lépe uplatnit při reálném použití (Brom et al., 2009). Herní prvky jako odznaky, body a odměny, plnění mise, zapojení menších her mezi jednotlivými bloky výuky, apod. mají pozitivní vliv na zapojení studentů, jejich motivovanost i výkon (Sommerauer & Müller, 2018, s. 7).

2.6.1.7 Enquiry-based learning

Předposledním přístupem, který bych chtěla zmínit, je badatelsky orientované učení (*enquiry-based learning*), ve kterém jsou studenti sami motivováni k bádání a aktivnímu řešení úkolů. Učitelé jim poskytnou virtuální modely v rozšířené realitě, s kterými poté pracují (Votápková, 2013, s. 16).

2.6.1.8 Ubiquitous learning

V souvislosti s typy učení uplatňovanými v AR výuce cizích jazyků mluví Statti a Torres (2018, s. 198) o tzv. *ubiquitous learning*, známém také pod zkratkou *u-learning*, všudypřítomném vzdělávání. Jeho myšlenkou je všudypřítomná stálá stimulace pomocí vizualizačních a interaktivních technik. Mělo by napomáhat rychlejšímu a snazšímu učení. Umožňuje také studentům zvolit si vlastní tempo. *Ubiquitous learning* vytváří kontextově zasazené učení, které má persuzivní a interaktivní charakter a propojuje vícero oborů a zdrojů informací zároveň (Ho et al., 2017, s. 175). Souvisí s termínem *ubiquitous computing*, kterým se označuje užití počítačů umožňujících neustálou interakci v každodenním životě (Liu, 2009, s. 516). Tento typ učení je zvláště účinný pro výuku cizích jazyků, neboť nabízí přirozené učení zasazené v kontextu, které je dostupné všude, vždy a na jakémkoliv přístroji (Ho et al., 2017, s. 176; Tahir et al., 2018, s. 279).

2.7 Limity výuky pomocí AR technologií

Využití AR ve výuce může mít i své limity a negativní stránky. Je třeba se zajímat o to, zda právě použití AR má ve výuce daného předmětu smysl, jestli se hodí pro didaktické účely a cíl, kterého chce učitel dosáhnout. K efektivnímu využívání AR ve výuce nepostačí jen zakoupení nástrojů a zařazení práce s nimi do lekcí. Mělo by se více diskutovat o technologii AR z pohledu vzdělávacího přístupu, a nehlédět na ni jen jako aktivizační metodu ve vzdělávání. Nemusí být využívána za každou cenu jen z důvodu splnění inovativních metod ve vzdělávání. Nelze začít používat AR ve výuce a očekávat, že automaticky povede k lepším výsledkům. Metoda výuky pomocí této technologie musí mít vždy jasný cíl a musí být adaptovaná na danou situaci, učební kontext, publikum a učební předmět.

Liu (2017, s. 52-56) poznamenává, že bychom imerzivní média neměli používat v případech, ve kterých by jiné typy médií posloužily lépe (např. pro zobrazení objektu, který chceme zkoumat jen zvenku, může postačit jen zobrazení na počítači ve 3D). To samé platí pro abstraktní vizualizace dat, apod., kde může docházet k překrývání prvků a špatné vizualizaci z pohledu uživatele. Jako další důvod zmiňuje finanční náklady, které by pořízení AR techniky školy stálo, což se ale postupně mění a AR speciální vybavení se stává stále dostupnější.

Garzón (2020, s. 2-14) ve své meta-analýze o pedagogických přístupech k AR ve vzdělávání poznamenává, že AR má významný vliv na studijní výsledky. Tento závěr je třeba interpretovat s ohledem na celou řadu faktorů, které ho ovlivňují. Velkou roli zde hraje pedagogická podpora, metoda učení, učební prostředí, doba učení pomocí AR, a další variabilní prvky, které se běžně neberou při experimentech v potaz.

Zcela zásadní je adaptace na publikum – na žáky a jejich individuální potřeby. Cheng-Chang (2020, s. 17) přichází s hypotézou, že pro uživatele s nižší jazykovou úrovní je učení se pomocí AR obtížnější, neboť z ní nedokážou mít maximální užitek. Podle něj pro ni existuje teoretický základ, podle kterého by měly být výuky metody upraven vzhledem k předchozím znalostem studenta. Úroveň znalosti jazyka má podle Huanga (2017, s. 2-4) vliv na míru nervozity, ochotu spolupracovat s ostatními a pocit úspěchu při učení. Vliv na celkový zážitek učení se s AR má i skutečnost, zda se student už někdy v minulosti s touto nebo podobnou technologií setkal.

Dále je nutné vzít v potaz i technické limity AR rozhraní. Mohou se vyskytnout problémy spojené s chybovostí systémů, o kterých se mluví v několika technicky zaměřených studiích (Azuma, 1997, s. 19-24; Drascic & Milgram, 1996. s. 123-134; Dunleavy, 2009, s. 16). Zmiňují např. problém

registrace a nepřesné vykreslení virtuálních prvků, opožděnou prezentaci jedné či obou složek AR uvnitř zařízení, a problematiku překrývání se virtuálních objektů s reálným prostředím (Breen, 1996, s. 7-8).

Překážkou pro zavádění AR do výuky může být také negativní postoj rodičů vůči novým technologiím (Cheng, 2018, s. 11-13), což se ale při mém experimentu ve školách, kdy jsem měla možnost o tomto tématu s učiteli, neukazovalo jako problematické. Naopak byli podle jejich názorů na tento způsob výuky zvyklí, převážně díky online výuce, po jejímž skončení experiment probíhal.

2.7.1 Kognitivní zátěž

V souvislosti s použitím AR ve výuce se mluví o kognitivní zátěži, která snižuje schopnost zpracovávat a přijímat informace v naší pracovní paměti, což má negativní vliv na naši výkonnost a efektivitu procesu učení. Studenti by měli mít vždy dostatek času na to se s novou technologií seznámit a v mít možnost případně potřeby vždy využít i alternativní cestu (klasickou metodu výuky) pro naučení se dané látky (Nesenberg et al., 2021, s. 8-9).

AR může působit jako rušivý faktor při výuce a může dojít k informačnímu přehlcení. Romano (2020, s. 17-18) upozorňuje na fakt, že čím více pozornosti musí uživatel věnovat rozhraní, v kterém se výuka odehrává, tím méně prostoru mu zbývá na samotné učení. Technické výukové prostředky mohou zvýšit objem i hustotu prezentovaných informací, nemělo by k tomu však docházet neúměrně. Pokud se má žák podle Rambouska (2014) skutečně více dozvědět a lépe si zapamatovat, musí být při příjmu informací aktivní a musí být samozřejmě též schopen prezentované informace vnímat a zpracovat. To nelze očekávat, pokud je jich příliš velké množství či mají velkou hustotu. Rambousek je podobného názoru:

„V kvantitě využitelných informací (příjmu, zpracování, zapamatování) existují přirozené lidské limity, které působí jako nutné ochranné mechanismy a ani při užití kvalitních prostředků je nelze v podstatě překročit. (Oko je např. schopno přijmout za sekundu informace od 1 do 10 miliónů bitů. Tento obrovský objem informací je však sítnicí a mozkiem na základě určitých výběrových mechanismů značně redukován a do tzv. vstupní paměti jsou informace ukládány rychlostí pouze 10–20 bitů za sekundu. Do krátkodobé paměti přitom v průměru přichází jen 0,7 bitů za sekundu a do paměti dlouhodobé ještě přibližně desetkrát méně.) Učitel by proto neměl podlehnout technickým možnostem a připustit informační přesycení výuky, které má na průběh a výsledky interiorizace učiva vysloveně negativní vliv a ruší vlastně veškerý přínos plynoucí z aplikace technického výukového prostředku.“ (Rambousek, 2014, s. 36).

Na druhou stranu to tak však není vždy pravidlem – dobře vytvořené AR aplikace mohou oproti běžným metodám výuky naopak kognitivní zátěž snižovat. Tento argument podporuje i tvrzení Nikou a Economides (2018, s. 111-112), podle něhož má mobilní rozhraní obecně pozitivní dopad na studijní výsledky. Je nutné myslet na to, aby byl výukový proces správně nastaven a nedošlo tak k přetížení kognitivní kapacity studentů.

2.8 Výzvy ve výuce s využitím AR

S AR technologií je třeba seznámit i učitele. Měly by pro ně existovat kurzy, které by je připravily na to, jak AR používat a jak za tímto účelem připravit hodiny. Bylo by dobré zavést rámec na podporu výuky, který by učitelé mohli využít jak materiál pro své lekce. Pozitivní vliv na zapojení se do hodiny a na výkon studentů mělo použití AR ze závěrů studií (Ashley-Welbeck, 2020; Romano, 2020) pouze v případě, že byli učitelé a žáci s technologií dobře obeznámeni a že se učivo hodilo pro tento typ výuky. Skutečnost, zda se ve škole bude technologie používat a jakým způsobem, záleží ve velké míře na ochotě a schopnostech pedagogů.

Vypořádat se s novou výzvou však vyžaduje značné úsilí a důkladnou přípravu. Jak poznamenává Cheng (2018, s. 313-314), jednou z překážek, která může nastat v začátcích přechodu na nové metody s využitím AR ve třídě, je nedostatečná příprava vhodných aktivit a obsahu lekce, které se zaměřují spíše na zábavné rysy této technologie než na vzdělávací hodnotu. Proto bude zapotřebí poskytnout dostatečnou podporu učitelům a připravit je tak na budoucí výzvy v podobě školení a dalších podpůrných programů. Bude třeba jim ukázat způsoby, jak lze tyto nové metody implementovat do výuky (Elmqaddem, 2019, s. 240-241). Učitelé, kteří budou chtít zapojit AR realitu do výuky, budou moci začít využívat existující aplikace, případně pracovat na vyvíjení vlastního obsahu pro své kurzy – např. pomocí nástrojů jako jsou Layar, ARKit nebo ARTutor, které jsou díky své uživatelské přívětivosti vhodné i pro uživatele bez velkých IT znalostí (Kovach, 2021). Dalšími nástroji, pomocí nichž lze připravit AR lekce jsou Vuforia Augmented Reality SDK, Spark AR, My AR Studio, Augment. Rovněž by měly existovat různé webové platformy na sdílení již vytvořeného obsahu mezi učiteli tak, aby je měli snadno k dispozici a nemuseli vytvářet pokaždé vlastní materiály.

Každá nová technologie může zpočátku u učitelů vzbuzovat obavy. V rámci experimentu zkoumajícího pozitivní účinky edukačních nástrojů AR ve výuce z hlediska učitelů a studentů od Marca Romana (2020, s. 8-9) se ukázalo, že většina z vyučujících byla ochotna přijmout nové způsoby výuky a začlenit AR do svého programu. Autor uvádí, že mladí učitelé byli obecně pozitivně nakloněni novým metodám, které podněcují větší zapojení se studentů do výuky. Na

druhé straně byli starší učitelé, kteří byli poměrně konzervativní a nedůvěřiví. Přesto však přijali AR jako možný vedlejší doplněk vyučování, např. k zobrazení dodatečných digitálních poznámek v učebnici. Obě strany vzaly v potaz všeobecný požadavek na zapojení moderní edukační technologie do hodin a nové potřeby studentů, kteří mají v oblibě vizuální podněty a učení se skrze zážitky. To se v mém případě také potvrdilo. Měla jsem možnost spolupráce jak s mladšími, tak i staršími pedagogy. Nezávisle na věkové kategorii uvítali možnost vyzkoušet si novou technologii při výuce svých předmětů. Při experimentu se ukázalo, že jsou žáci schopni pracovat samostatně a nepotřebují tolik podpory ze strany učitele, jako je tomu v běžné hodině. I jinak problémoví studenti se aktivně účastnili hodiny a spolupracovali s ostatními.

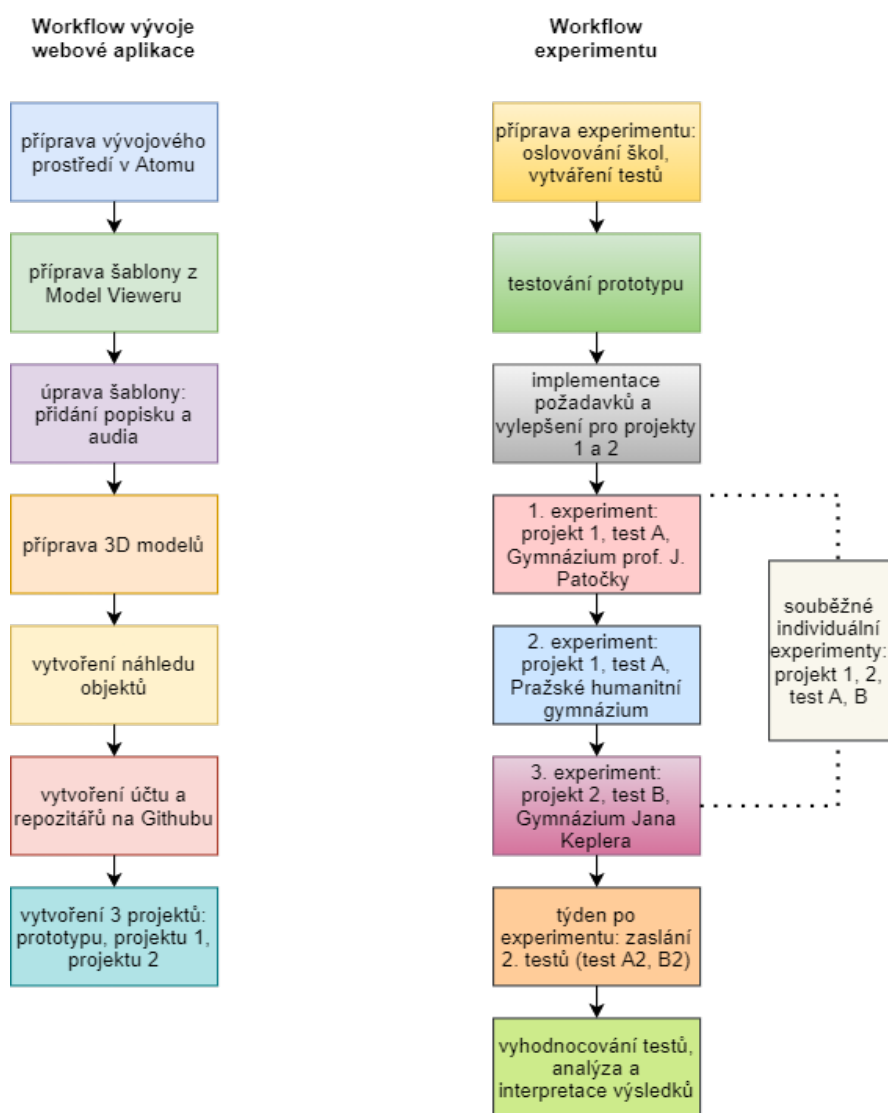
Potenciál augmentované reality je skutečně velký, její zapojování do školní výuky je teprve na začátku. Bude nutné změnit vnímání užívání technologií ve výuce, ačkoliv jsou díky rychlé přeměně způsobu vzdělávání v průběhu pandemie COVID-19 mnohem více akceptovány. Přejít na distanční formu výuky představoval řadu výzev pro školy a učitele, kteří se museli poměrně rychle přizpůsobit novému typu výuky a naučit se pracovat s digitálními nástroji. Pandemie do velké míry urychlila transformaci vzdělávacího systému. Technologie ve výuce změnila způsob, jakým se žáci učí, a spolu s tím vznikají i nové nástroje umožňující větší interaktivitu a zapojení se do hodiny.

Systematická studie Nesenbergse et al. (2021) zabývající se virtuálními a augmentovanými prostředními ve výuce však uvádí, že tyto prostředky však nemohou plně nahradit klasické výukové metody s osobní přítomností. Podle výsledků studií Ibáñeze et al. (2013, s. 590-596) AR zatím není dostatečně vyspělá pro široké uplatnění ve vzdělávání, avšak pozitivní přijetí a nadšení účastníků výzkumů ukázaly, že v příštích několika letech může být velmi užitečným nástrojem.

Otázkou do budoucna také je, do jaké míry by při častém užívání byla tato technologie stále tak lákavá a zda by časem nezevšedněla podobně jako jiné dříve neznámé inovativní techniky.

3. Praktická část

V praktické části ověřím teoretické poznatky týkající se použití rozšířené reality ve výuce, které jsem zmiňovala v předchozích kapitolách. Uvedu výchozí hypotézy a předpoklady, ze kterých jsem vycházela při tvorbě experimentu. Nastíním průběh vytváření webového rozhraní se vstupem do AR a výzvy, které jsem musela řešit. Dále se budu zabývat procesem přípravy experimentu od stanovení strategie a cílů výzkumu, oslovování škol až po zhotovení testů. Zmíním, jak probíhalo testování webového rozhraní na pražských gymnáziích, vyhodnotím celkové výsledky experimentu a výchozích hypotéz. Na závěr navrhu další možnosti směřování výzkumu, možná vylepšení a podněty pro jeho potenciální budoucí pokračování. Cílem praktické části diplomové práce je otestovat možnosti použití rozšířené reality ve vzdělávání, porovnat výstupy výuky pomocí této metody ve srovnání s tradičním stylem vyučování, a zjistit, jaký potenciál v této oblasti rozšířená realita přináší. Stručný přehled kroků přípravy experimentu uvádím v následujícím schématu:



3.1 Výzkumné otázky a výchozí hypotézy

Před samotným experimentem jsem si položila otázky, které se pojí s tématem používání AR ve vzdělávání, a které jsem chtěla pomocí následujícího experimentu zodpovědět.

- Jaké jsou rozdíly v kvalitě znalostí získaných v AR prostředí ve srovnání s tradičními metodami učení se?
- Přináší použití AR pro studium jazyků jiné výsledky než tradiční metody?
- Existují nějaké výhody používání AR pro studium jazyků?

Zodpovězení těchto otázek nám umožní zjistit, zda AR nabízí vhodné řešení pro výuku jazyků s výraznými výhodami oproti klasické metodě, a zda má tento přístup potenciál dalšího experimentálního zkoumání.

V první fázi přípravy experimentu byly stanoveny dvě hypotézy:

- Rozšířená realita napomáhá učení se slovní zásoby a působí jako motivační charakter pro studenty.
- Učení se pomocí rozšířené reality vede k lepším výsledkům ve srovnání s klasickou metodou.

V teoretické části se objevovaly názory mnohých výzkumníků, kteří vyzdvihovali pozitivní dopady výuky s AR na motivaci, výkon a její další kladné faktory (Ashley-Welbeck, 2020; Billinghamurst, 2012; Chen et al., 2020; Johnson, 2010; Tarng, 2012). Některé studie avšak také naznačovaly, že výsledky využití AR technologie nemusejí být jednoznačně lepší oproti klasickým metodám (Cheng, 2018, Wu et al., 2020). Proto této otázce věnuji v praktické části pozornost. Chtěla jsem akademickou diskuzi v tomto směru rozšířit o další data a přidat i zkušenost z českého prostředí.

Zde zmíněné hypotézy jsem po nasbírání odpovědí v dotaznících následně vyhodnotila (více v části *Analýza získaných dat a jejich interpretace*).

3.2 Zvolená metodologie

Téma výuky za použití AR je poměrně nové. Dostává se mu velké pozornosti výzkumníků. Konají se rovněž projekty na podporu zapojení interaktivních technologií včetně AR do vzdělávání. Jedním z nich je např. právě probíhající projekt Evropské unie s názvem ARETE (Cordis, European Commission, 2021), který má do roku 2023 za cíl zhodnotit edukační potenciál, který AR přináší. Tato oblast stále není ještě dostatečně prozkoumaná. Většina výzkumů se zaměřuje na implementaci nových řešení problémů, zkoumá možné uplatnění AR ve studiu jazyků, ale málo z nich se snaží porovnat efektivitu nových řešení. Z tohoto důvodu jsem zvolila kvantitativní metodu výzkumu – experiment a následný dotazník (test), která má objektivní charakter, vychází z teorie a hypotéz a klade si za cíl jejich ověření (potvrzení či vyvrácení). Zároveň zjišťuje kauzální vztahy, interpretuje výsledky a dedukcí dochází k obecným stanoviskům (Gavora, 2000, s. 31 – 45). Porovnávala jsem výuku cizího jazyka s použitím AR technologie a výuky tradičním způsobem – konkrétně efektivitu při učení se slovní zásoby. Jako cizí jazyk jsem zvolila němčinu, neboť její výuce se sama věnuji. Jedná se také o jazyk, který je běžně vyučován na českých školách (Česká školní inspekce, 2020) a zároveň který není ve veřejném prostoru tak často používaný jako angličtina. Výsledky testu v rámci experimentu tak nebudou příliš zkresleny mimoškolními znalostmi. Po Brexitu navíc pozice němčiny v Evropě může zesilovat a zvyšovat tak zájem o její výuku (Junginger, 2018), což spolu s velkou rozšířeností výuky na gymnáziích, kde jsem prováděla experiment, bylo příznivým faktorem pro získání dostatečného množství participantů.

Celkově jsem za tímto účelem vybrala 20 slovíček s tematikou zvířat, jejichž náročnost odpovídala pokročilejší úrovni němčiny od B1 po C1 tak, aby korespondovala se studijními účely tříd, ve kterých experiment probíhal. Při výběru slov jsem se řídila seznamy slovní zásoby uvedenými v Goethe certifikátech podle jednotlivých jazykových úrovní (Goethe-Institut, n.d.) a zároveň podle slovníku Duden – u každého slova je uvedena jeho jazyková úroveň (Duden Wörterbuch, n.d.).

Pro účely experimentu (dále *projekt 1, 2*) jsem zvolila následující slovní zásobu:

- der Marienkäfer (beruška)
- der Krake (chobotnice)
- die Taube (holub)
- der Hirsch (jelen)
- der Grashüpfer (kobyłka)
- der Hahn (kohout)

- das Kaninchen (králík)
- der Fuchs (liška)
- der Schwan (labuť)
- der Schmetterling (motýl)
- die Ameise (mravenec)
- die Fledermaus (netopýr)
- die Kröte (ropucha)
- die Nacktschnecke (slimák)
- die Hundsröbbe (tuleň)
- die Libelle (vážka)
- die Biene (včela)
- das Eichhörnchen (veverka)
- die Schildkröte (želva)
- der Haifisch (žralok)

Slovíčka jsem rozdělila na 2 díly – první set se studenti učili v AR rozhraní, a druhý klasickou metodou – hrou podobnou pexesu, při které měli přiřazovat kartičky s obrázkem zvířete ke slovu v němčině. Na každý z nich měli zhruba 15 minut. Původní čas byl 20 minut, ale předběžné testování prototypu (*projekt 0*) ukázalo, že většina účastníků experiment stihla rychleji a už po asi 10 minutách se cítila jistě, co se týče naučené slovní zásoby. Pro další výzkum jsem tak zkrátila čas na 15 minut, aby se účastníci nenudili, ale aby také byl dán prostor všem.

První skupina účastníků se prvních deset slovíček učila na verzi stránek 1 (více v části o *Procesu vytváření webové stránky s AR rozhraním*), a dalších deset pomocí kartiček. U druhé skupiny studentů jsem sety prohodila (první set slovíček se studenti učili na verzi stránek 2 a druhý set klasickou metodou), abych zajistila objektivitu výsledků. Způsob učení se pomocí kartiček jsem zvolila proto, že jde o tradiční techniku výuky za použití obrazového materiálu a cílového jazyka (bez překladu do mateřského jazyka), která se uplatňovala předtím, než se k tomuto účelu začaly využívat počítače a další technické prostředky. Jde o jeden z prvních způsobů osvojení si nové slovní zásoby. Jak ale poznamenává Runte (2015, s. 119-120), nemělo by zůstat jen u toho – je třeba zasadit slovíčka do kontextu a procvičovat je v reálných větách. Proto jsem po experimentu následně studentům kladla dotazy týkající se probrané slovní zásoby, při jejichž zodpovídání byli nuceni využít naučená slova při vytváření větných konstrukcí.

Po lekci následoval test právě probrané slovní zásoby, který obsahoval slovíčka z obou setů. Týden po experimentu jsem participantům zaslala druhý test na tutéž učební látku, který měl ověřit znalosti v dlouhodobém měřítku. Neprováděla jsem ho již přímo ve školách, zaslala jsem odkaz vyučujícím, kteří ho přeposlali studentům. Měl dobrovolný charakter, proto se u něj nashromáždilo o něco méně odpovědí – v obou dvou testech jsem dohromady obdržela 60 odpovědí oproti 112, které jsem získala testy provedenými na místě.

Sběr dat byl v obou případech prováděn pomocí formulářů Google Forms. První dva testy pro první skupinu participantů jsem nazvala *Test A* a *Test A 2*, pro druhou skupinu byly určené ty s názvem *Test B* a *Test 2 B*. Číslice 2 v názvu označuje test zasláný o týden později. O přesné podobě testů budu mluvit v části *Příprava experimentu*.

Celkový počet účastníků dosáhl počtu 112. Cílovou skupinou šetření byli studenti němčiny, kteří mají pokročilejší jazykovou úroveň – od A2 po B1 evropského referenčního rámce (Goethe-Institut, Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen, n.d.). Základní znalost jazyka tak byla předpokladem pro možnost účastnit se výzkumu. Znalost rozšířené reality či zkušenost s ní nebylo kritérium pro výběr, naopak její neznalost byla vítaná. Účastníci pocházeli jak z řad studentů pražských gymnázií – konkrétně se jednalo o Gymnázium prof. Jana Patočky, Pražské humanitní gymnázium a Gymnázium Jana Keplera, tak i z řad široké veřejnosti – mí studenti němčiny, kamarádi, známí a kolegové. S první skupinou osob jsem testovala dvě finální verze stránek s AR (dále označované jako *projekt 1* a *projekt 2*), druhý okruh byl využit pro úvodní testování prototypu (*projekt 0*) a poté i pro obě testované verze. Experimenty a sběr dat probíhaly od 27. května 2021 do 10. července 2021.

3.3 Proces vytváření webové stránky s AR rozhraním

V této části se budu věnovat přípravě prostředí a dat pro vývoj webové aplikace a jednotlivým krokům, které bylo nutné v tomto procesu provést a které vedly k její finální realizaci.

Základní myšlenkou bylo vytvořit aplikaci, ve které by se zobrazovaly jednotlivé objekty, mezi kterými je možné přecházet. U každého z nich by byla možnost s ním manipulovat, zobrazit ho v rozšířené realitě, přehrát u něj výslovnost a zobrazit jeho název (slovíčka v cizím jazyce).

3.3.1 Nastavení vývojového prostředí

Pro vytvoření webové aplikace jsem používala vývojové prostředí *open source* programu Atom (Atom, n.d.). Atom pochází od společnosti Github, je vystavěn na Node.js a webovém prohlížeči Chromiu. Podporuje HTML, CSS, javascriptové pluginy, propojení s Gitem a je dostupný pro operační systémy Microsoft Windows (s kterým jsem pracovala já), macOS i Linux.

Nejprve bylo nutné provést instalaci balíčků, tzv. *packages* pro podporu HTML. Jednalo se o následující balíčky: *atom-ide-ui*, *ide-html*, *platformio-ide-terminal*, *ide-typescript*. *Atom-ide-ui* je určen pro podporu *autocomplete* (neboli funkce našeptávače, který nabízí relevantní možnosti doplnění textu, např. názvy funkcí), *ide-html* pro podporu jazyka HTML, *platformio-ide-terminal* pro podporu příkazové řádky přímo v programu Atom a *ide-typescript* slouží k podpoře Javascriptu.

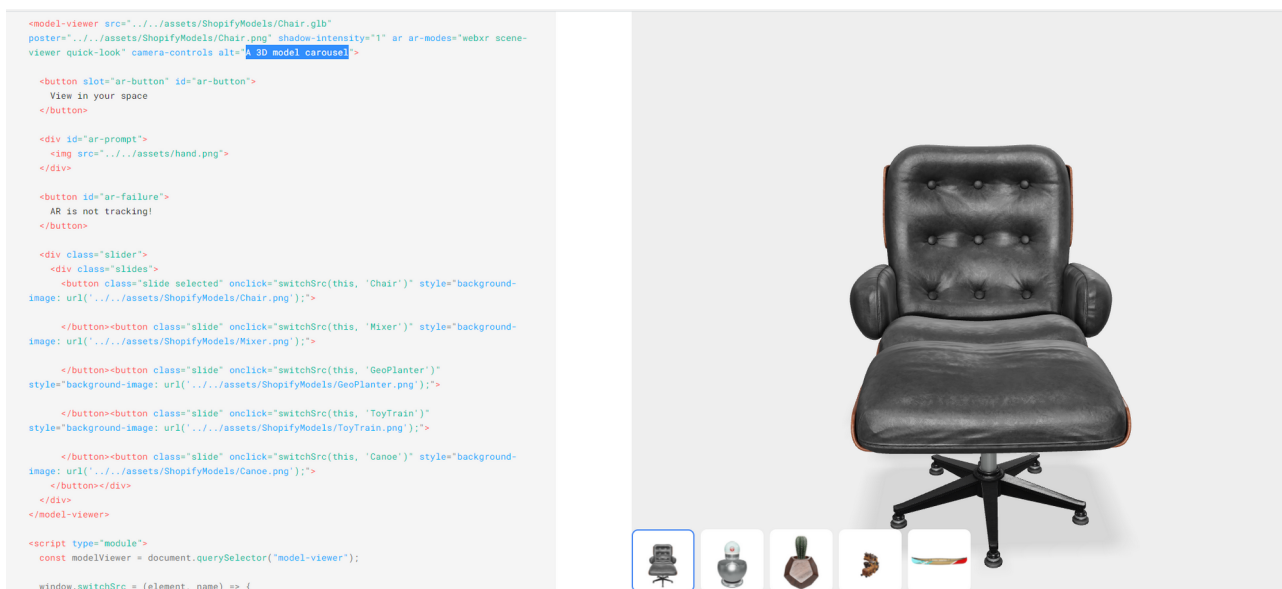
3.3.2 Příprava webové aplikace

Na tomto místě uvedu seznam přípravných aktivit, které vedly k vytvoření webové aplikace.

3.3.2.1 Příprava šablony

Na vytvoření webové stránky se vstupem do AR prostředí jsem vycházela z prostředí Model Viewer (Model Viewer, 2018), které umožňuje přidávat 3D modely do webových prohlížečů a aplikací a zároveň podporuje funkci AR na Androidu i iOSu (Sandhu, 2020). Z Model Vieweru jsem používala šablony s částmi ukázkových html kódů.

Nejprve jsem využila 3D *carousel* model, komponentu pro procházení prvky nějakého obsahu – může se jednat např. o obrázky, nebo části textu. *Carousel* model v Model Viewer se skládá z tlačítek a speciálního elementu pro aktivaci rozšířené reality (na následujícím obrázku se jedná o *ar-button* „View in your space“). Pomocí tlačítek je možné aktivovat Javascript funkci *switchSrc*, která přepíná mezi jednotlivými objekty.



Obr. č. 17: Ukázka kódu carousel modelu z Model Viewer

Model Viewer. (n.d.). *WebXR Demo* [online]. Retrieved June 21, 2021, from <https://modelviewer.dev/examples/augmentedreality/>

3.3.2.2 Rozšíření ukázkového příkladu o audio a popis objektu

K hotovému *carousel* modelu jsem přidala *placeholder* umožňující nahrát data – k AR elementu *placeholder* pro audio a k tlačítkům *placeholder* pro text. Pro kombinaci slova se členem s výslovností jsem se rozhodla z důvodu, který uváděla lingvistická odbornice Penny Ur (2010), podle které to napomáhá k osvojení si daných výrazů. Postupovala jsem přitom podle návodu na online platformě pro vývojáře ve formě otázek a odpovědí s názvem Stack Overflow (Programmatically change the src of an img tag, 2012), podle kterého bylo možné změnit audio element. Cílem bylo, aby pokaždé došlo ke změně zvukové stopy a textu (popisku) na základě výběru objektu. Audio zdroje pro němčinu jsem stahovala ze stránky Forvo.com (German pronunciation dictionary, n.d.), kde jsou dostupné nahrávky výslovnosti slov či vět od rodilých mluvčích. Popisky objektů jsem dosazovala sama, a členy pro jednotlivá slova ověřovala ve výkladovém slovníku Duden (Duden Wörterbuch, n.d.).

3.3.3 Příprava dat

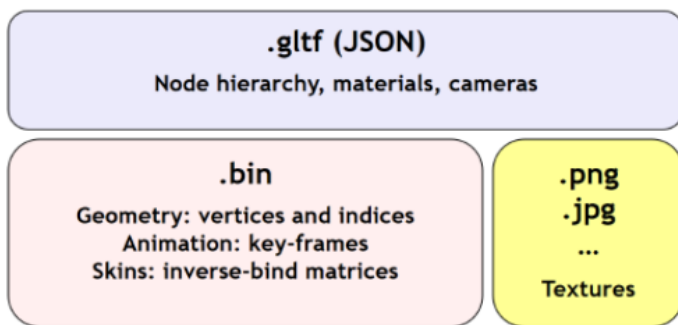
3.3.3.1 Hledání 3D modelů

Dalším krokem bylo vyhledat vhodné 3D objekty zobrazující jednotlivá slova. K tomu mi posloužila knihovna 3D modelů s názvem Sketchfab (Sketchfab., n.d.). Jedná se o platformu určenou k publikování, sdílení, nákupu a prodeji 3D, VR a AR obsahu. Je k dispozici mnoho kategorií 3D modelů – zvířata, architektura, umění, auta, elektronika, móda, jídlo a nápoje, nábytek, hudba, příroda, cestování, sport, apod. Mezi nimi lze vyhledávat podle formátu modelů, ceny, autora, hodnocení, zobrazení (animované / neanimované), typu textury (např. PBR, zkratka pro *physically based rendering* označující způsob vykreslování grafiky objektu podle jeho skutečných vlastností, který zajišťuje velmi realistické zobrazení), velikosti, apod. Mým kritériem bylo zvolit volně dostupné bezplatné objekty, které by odpovídaly kategorii objektů, kterou jsem hledala (v případě prototypu šlo o běžné věci a předměty každodenní potřeby, v případě dalších dvou verzí o zvířata), byly ve správném formátu (gltf) a realisticky vyobrazené. Mou snahou bylo také najít objekty v podobném stylu, které by se k sobě hodily a vytvářely tak jednotný celek. Dále jsem přidala zdroj s odkazem na autora ke všem objektům, které jsou na Sketchfab dostupné pod licencí *Creative Commons*. Ve webové aplikaci se nacházejí jako rozkliknutelné pole „Credits“.

3.3.3.2 Konverze modelů gltf do glb a usdz

Vybrané objekty jsem stáhla a konvertovala z gltf do glb formátu. Za tímto účelem jsem využila konvertor z githubového účtu Sbtron (Bhatia, n.d.).

Gltf (zkratka pro *Graphics Language Transmission Format*) je standardní formát 3D obsahu označovaný také jako JPEG 3D. Obsahuje sadu souborů pro vizuální vykreslení ve formátech JSON, bin, jpg, png, které dohromady slouží jako zdroj informací pro výsledný objekt co se týče textury, stínování, animace, apod.



Obr. č. 18: Gltf formát

The Khronos Group Inc. (2021). *GLB File Format Specification* [online]. Retrieved June 21, 2021, from <https://github.com/KhronosGroup/glTF/blob/master/specification/2.0/README.md#glb-file-format-specification>

Glb formát je oproti tomu binární forma gltf, která obsahuje textury místo toho, aby na ně odkazovala jako na externí soubory, jako tomu je v případě gltf. Glb soubor je také asi o 33 % menší (KhronosGroup, n.d.), což je pro náš účel také výhodnější.

Zároveň jsem k novým souborům v glb formátu přidala modely v usdz formátu, který podporuje zobrazování na ios zařízeních. Využila jsem k tomu volně dostupný konvertor z Aspose.app (Free online GLB to USDZ file format converter, n.d.). Ve finální verzi se tak vyskytují oba dva typy souborů. Usdz formát je zkratkou pro *Universal Scene Description*, byl vytvořen společností Apple ve spolupráci s animačním studiem Pixar a je určený právě pro zobrazení 3D modelů v AR. Je to kompaktní soubor, který v sobě obsahuje na jednom místě všechny informace o *mesh* datech, binárních datech a texturách modelu (Nigam, 2020).

3.3.3.3 Vytvoření náhledu

Modely jsou poměrně velké, proto bylo nutné vytvořit náhled, aby se zajistilo uživatelsky příjemné prostředí. Samotný objekt se načte až ve chvíli, když ho uživatel vybere z náhledu. Glb model všech objektů jsem nahrála do editoru od Model Viewer (Interactive Example, n.d.), který vygeneroval náhled (tzv. *poster*). Tyto náhledy se zobrazují u všech objektů, jak je možné vidět na obr. č. 17.

3.3.3.4 CSS stylování

Při vytváření náhledu objektů jsem zjistila, že se text překrývá s objektem. Bylo tedy nutné upravit rozložení jednotlivých elementů.

3.3.4 VCS

Následně proběhla příprava VCS (*version control system*), neboli systému správy verzí zdrojového kódu. Jedná se o systém, který umožňuje uchovávat na jednom místě různé verze zdrojových souborů, sledovat a zaznamenávat provedené změny, atd.

Za tímto účelem jsem si založila účet na Githubu, vygenerovala SSH klíč pomocí příkazové řádky, a přenesla veřejný klíč do Githubu, což detailněji rozepisuji níže.

3.3.4.1 Github

Github.com je webová hostingová služba na správu verzí podporující vývoj softwaru s verzovacím nástrojem Git, do které se ukládají programové kódy. Pokud uživatel chce svůj projekt publikovat, může využít službu Github pages, která má přístup k souborům z úložiště na GitHubu a díky ní se obsah stane veřejně přístupným na internetu. Umožňuje si vytvořit web hostovaný na doméně github.io (případně lze vybrat i vlastní).

3.3.4.2 SSH klíč

Pro bezpečnou komunikaci mezi vývojovým prostředím a Githubem bylo nutné vygenerovat SSH klíč (SSH je zkratka pro *secure shell*). SSH klíč se skládá ze dvou částí: soukromého a veřejného klíče. Soukromému klíči přísluší vždy právě jeden klíč veřejný. Na webu je dostupný veřejný klíč, privátní je uložený jen lokálně na našem zařízení. Pro jeho vytvoření bylo třeba nainstalovat *Git Bash*, pomocí něhož lze v příkazové řádce komunikovat s operačním systémem. Nahrání veřejného klíče jsem provedla podle návodu v dokumentaci Githubu (Adding a new SSH key to your GitHub account - GitHub Docs, n.d.).

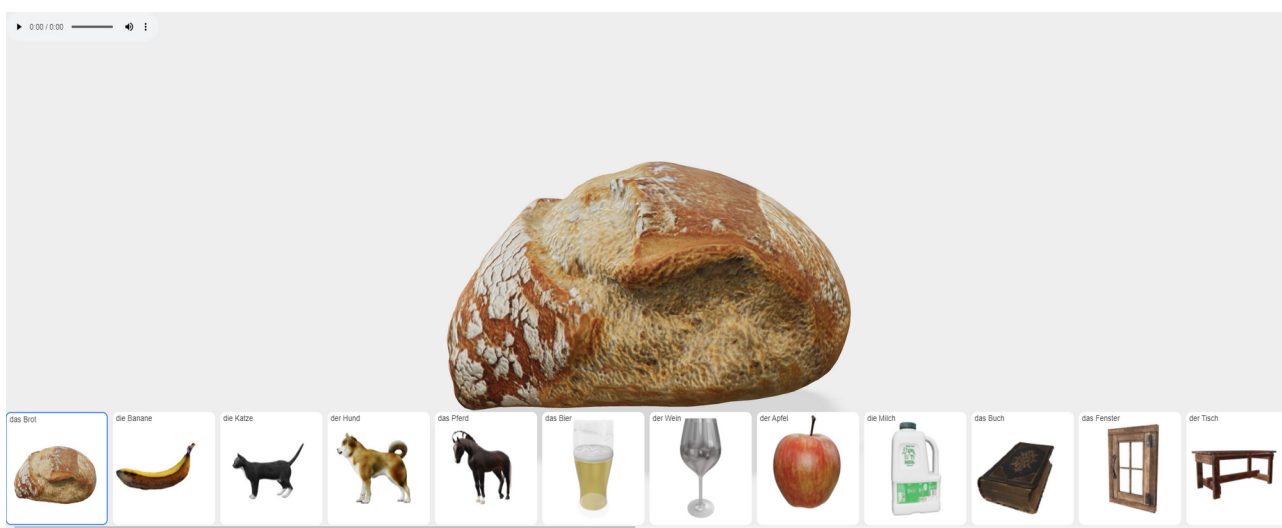
3.3.4.3 Práce s VCS

Po založení účtu na Githubu jsem vytvořila tři repozitáře, které jsem poté naklonovala do Atomu, a autorizovala. Postupovala jsem přitom podle návodu na správu projektů v Githubu pomocí Atomu (Monus, 2017). Celkem byly vytvořeny 3 projekty, o kterých budu více mluvit v následující kapitole a které jsou dostupné na těchto URL adresách:

- projekt 0 (prototyp): <https://anastudnickova.github.io>
- projekt 1: <https://anastudnickova.github.io/AR1>
- projekt 2: <https://anastudnickova.github.io/AR2>

3.4 Představení finálních verzí projektu

3.4.1 Prototyp



Obr. č. 19: Webová verze prototypu

Retrieved June 21, 2021, from <https://ana.studnickova.github.io>, vlastní tvorba

Prototyp celkově obsahuje 25 objektů – základní slova, věci denní potřeby, apod.

Na předchozím snímku (obr. č. 19) je ukázka z webové aplikace, na tom následujícím (obr. č. 20) je vidět mobilní zobrazení s jiným vybraným objektem.

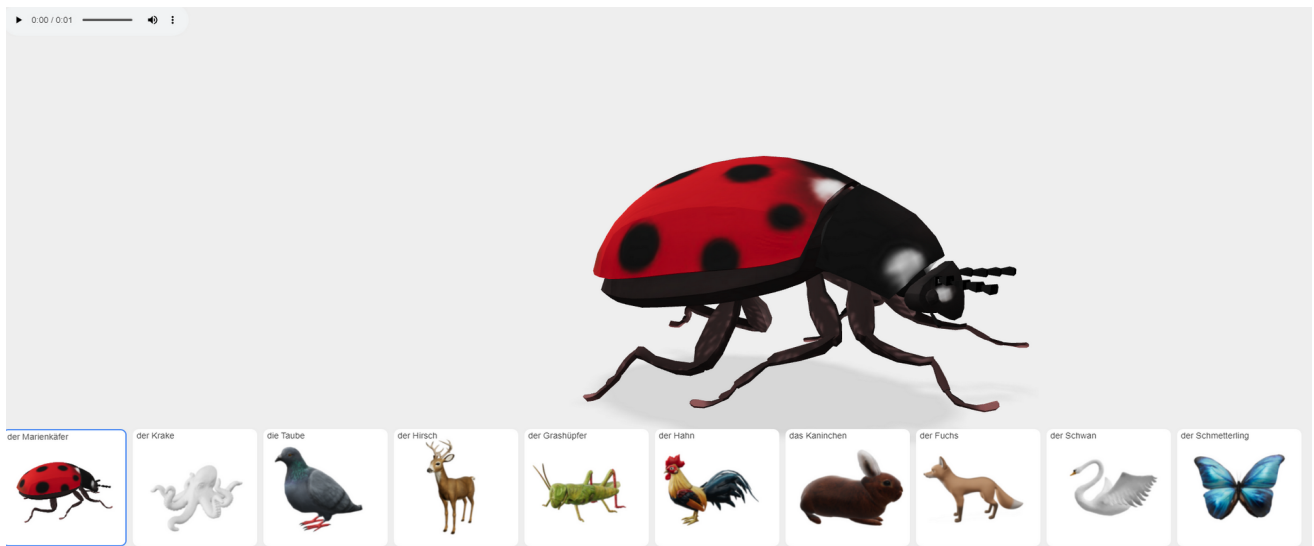


Obr. č. 20: Mobilní verze prototypu

Retrieved June 21, 2021, from <https://ana.studnickova.github.io>, vlastní tvorba

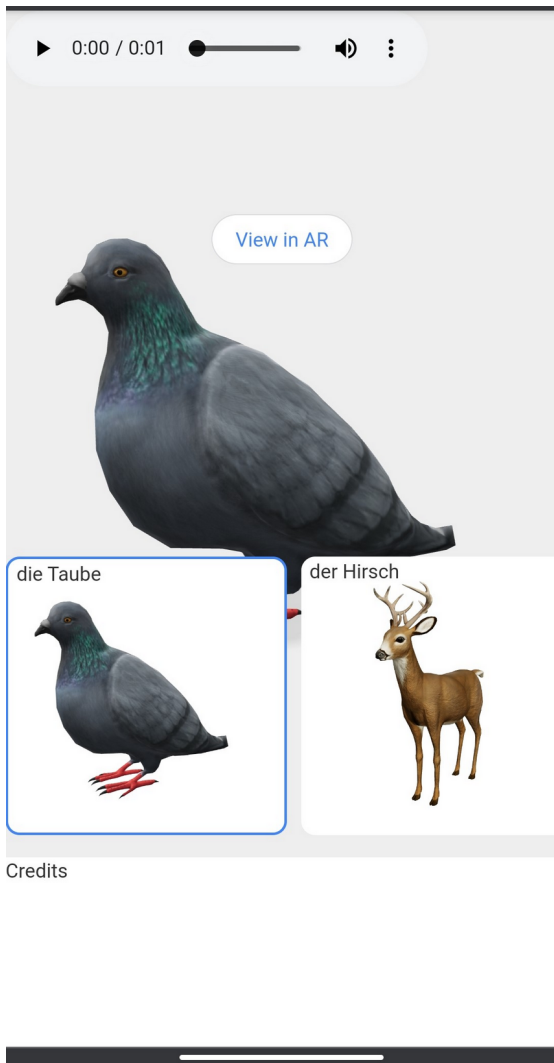
3.4.2 Projekt 1

Projekt 1 obsahuje celkem 10 slov / objektů a je určen pro první výzkumnou skupinu, která se tuto slovní zásobu učila pomocí AR metody.



Obr. č. 21: Webové zobrazení Projektu 1

Retrieved June 21, 2021, from <https://ana.studnickova.github.io/A1>, vlastní tvorba

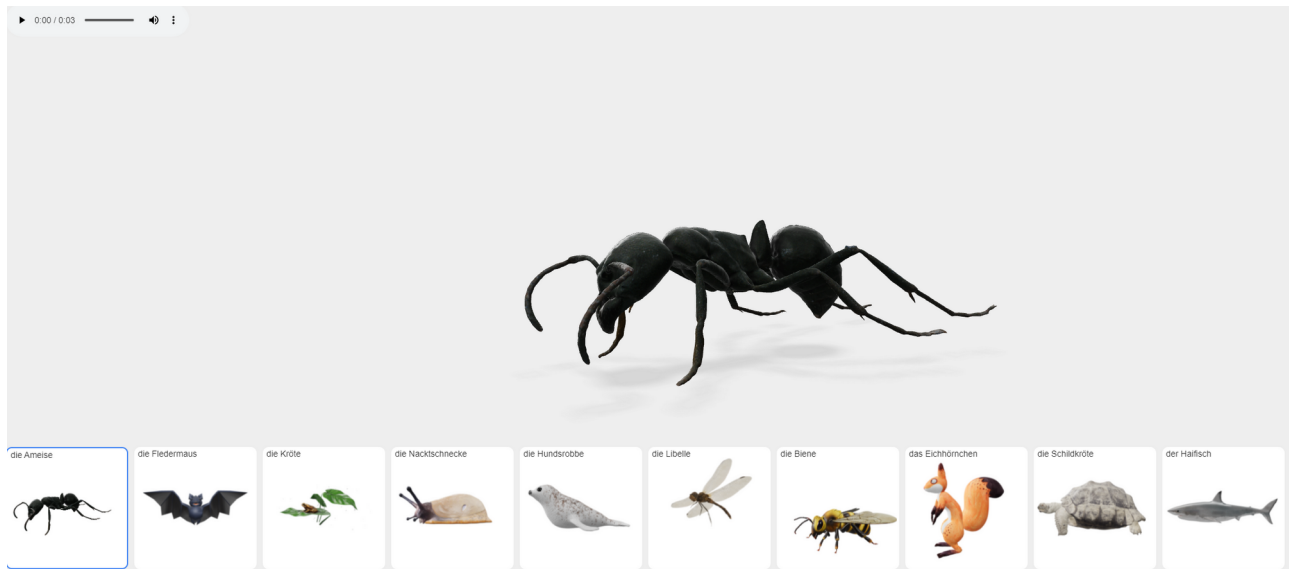


Obr. č. 22: Mobilní zobrazení Projektu 1

Retrieved June 21, 2021, from <https://ana.studnickova.github.io/A1>, vlastní tvorba

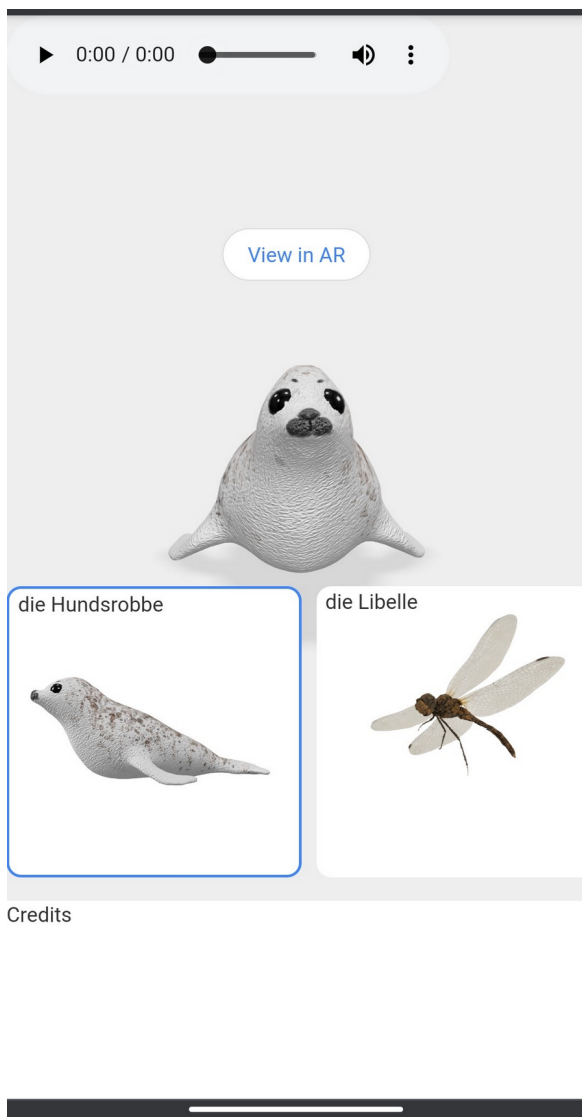
3.4.3 Projekt 2

Projekt 2 představuje druhou půlku slov / objektů, které se první skupina učila klasickou metodou. Byly určené pro druhou výzkumnou skupinu. Opět přikládám snímek z webového a mobilního zařízení.



Obr. č. 23: Webové zobrazení Projektu 2

Retrieved June 21, 2021, from <https://ana.studnickova.github.io/A2>, vlastní tvorba



Obr. č. 24: Mobilní zobrazení Projektu 2

Retrieved June 21, 2021, from <https://ana.studnickova.github.io/A2>, vlastní tvorba







U každého objektu je náhled, přepis slova v cizím jazyce i se členem. Je možné si přehrát jeho výslovnost (stopa se nachází v levém horním rohu na mobilním i počítačovém zobrazení) a rotovat s ním. Lze ho zobrazit v AR prostředí a manipulovat s ním – zmenšovat, zvětšovat, apod.).

Stránky jsou přístupné z mobilních zařízení Android i iOS, přičemž jsem uváděla Chrome jako doporučený prohlížeč na otevření webové aplikace. Na následujícím obrázku je zobrazeno, jaké prohlížeče jsou Model Viewerem podporovány.

Browser Support

<model-viewer> is supported on the last two major versions of all evergreen desktop and mobile browsers, plus the last two versions of Safari (on MacOS and iOS).

These browser features are only needed if you wish to use webxr in ar-modes:

Feature						
WebXR Device API	✓	✓	⊘	⊘	✓	✓
WebXR HitTest API	✓	✓	⊘	⊘	✓	✓
WebXR DOM Overlay API	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘

✓ Natively supported

☑ Available with polyfill

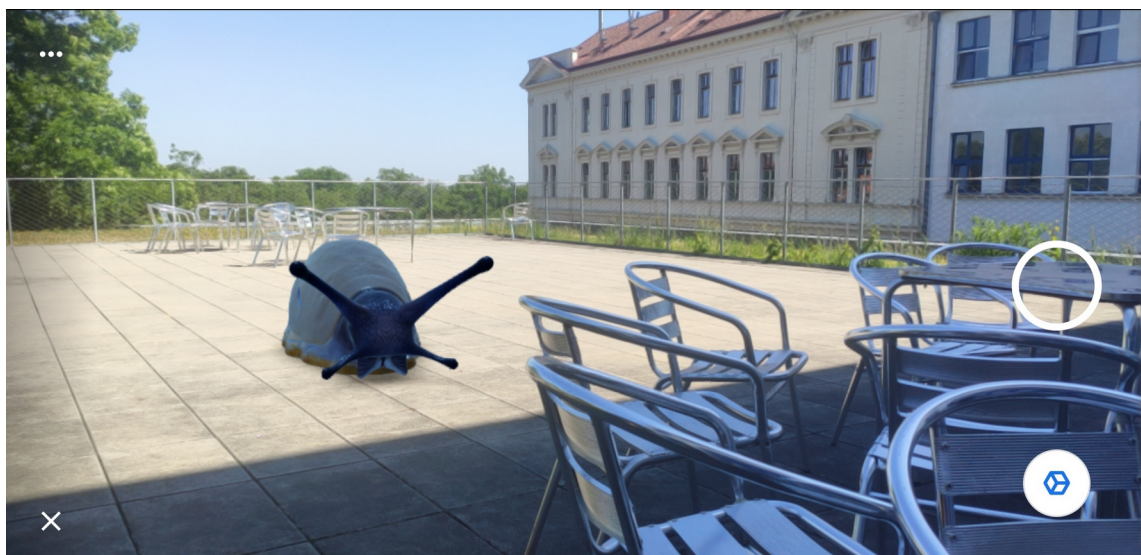
▣ Behind a flag, unstable

⊘ Not available

Obr. č. 25: Model Viewer, podporované prohlížeče

Model Viewer. (n.d.-a). *Browser Support* [online]. Retrieved June 21, 2021, from <https://modelviewer.dev/>

Stránky lze otevřít i na počítači, avšak v tomto případě bychom se ochudili o možnost přístupu do AR, jež je dostupná jen na mobilních zařízeních – jedná se o tlačítko „View in AR“, které se na předchozích obrázcích vyskytuje právě jen u ukázek z mobilní aplikace. Na následující obrázku je ilustrace vstupu do AR a zobrazení objektu v prostoru (pořízeno po jednom z experimentů na terase Gymnázia Jana Keplera):



Obr. č. 26: Ukázka reálného užití aplikace

Foceno 18.6.2021, vlastní tvorba

3.5 Příprava experimentu

Po vytvoření dvou posledních verzí aplikace (*Projekt 1, 2*) jsem oslovila své studenty němčiny, rodinu, známé a kolegy, s žádostí o zapojení se do výzkumu. Přiřadila jsem je do první i druhé výzkumné skupiny. Zároveň jsem potřebovala sehnat účastníky z řad žáků. Začala jsem u pražských gymnázií, oslovovala jsem jejich ředitelky a ředitele, ale také jednotlivé učitele němčiny. Ze 40 rozeslaných emailů 31 školám jsem obdržela celkem 12 odpovědí, z nichž bylo celkem 9 pozitivních. Bylo poměrně obtížné sehnat zájemce ke konci školního roku, navíc v období pandemie, kdy někteří učitelé potřebovali doplnit zmeškanou látku a neměli kapacitu na další aktivity. Do poslední chvíle jsem nevěděla, jakou formou bude experiment probíhat, protože se zrovna v té době měnily podmínky pro prezenční / online výuku. Nebylo jasné, zda by ho za dané situace bylo vůbec možné uskutečnit prezenční formou. Z 9 učitelů někteří odřekli s tím, že by měli zájem až v příštím školním roce, ostatní nereagovali vůbec. Na finální realizaci jsem se dohodla se 3 školami – Gymnáziem prof. Jana Patočky, kde se konal první experiment, Pražským humanitním gymnáziem a Gymnáziem Jana Keplera, kde jsem experiment zakončila. Ve všech školách nakonec experiment proběhl prezenční formou. Na prvním i posledním jmenovaném gymnáziu jsem workshop provedla v několika třídách, díky čemuž se mi podařilo získat větší počet účastníků.

Za tímto účelem jsem vytvářela testy celkem ve čtyřech variantách: A a B, 2A, 2B. Test A sloužil pro první testovací skupinu, která se učila prvních 10 slov na stránce z projektu 1 a dalších 10 slov klasickou metodou. Test B byl určen pro druhou skupinu, u které jsem sety obrátila, tzn. prvních deset slov se studenti učili na stránce z projektu 2 a zbylých deset tradiční metodou. Testy s číslem 2 byly stejné jako testy A a B, byly určené pro pozdější testování, zhruba o týden po provedeném experimentu. Test ověřoval znalosti z obou částí experimentu – jak z učení se pomocí AR, tak i z klasické výuky. Vytvořila jsem ho pomocí Google Forms. Na začátku obsahoval úvodní slovo o tom, co je jeho cílem, a k jakým účelům bude využit; dále následovala otázka na zjištění pohlaví a věku. Poté test pokračoval cvičeními, ve kterých se přiřazovala slova v němčině ke slovům v češtině, bylo třeba najít správné ekvivalenty. Na závěr měli studenti udělat cvičení na členy u vybraných 5 slov – opět se přiřazoval správný člen k danému slovu. U cvičení jsem volila typ odpovědi „Výběr z možností“, který v testu umožňoval vybírat z vícero možných variant, a označila je jako povinné. V každém řádku bylo tedy nutné vybrat právě jednu odpověď, čímž se zajistilo, že žádné pole nezůstalo prázdné. Zaškrtnula jsem možnost dostávat upozornění o nových odpovědích na email, díky čemuž jsem mohla při experimentu na gymnáziu ověřovat počet vyplněných testů.

Před samotným experimentem jsem vytvořila QR kódy s odkazem na test pomocí generátoru QR kódů (QR Code Generator, 2019), které jsem poté vytiskla. Pro případ, že by někomu nefungovalo

načtení QR kódu jsem rovněž vytiskla několik testů. Připravila jsem také papírové verze karet se zvířaty – použila jsem stejné obrázky, které mám na webových stránkách – a německá slovíčka se členy, která se k nim pojila. Dále jsem si nachystala dva testovací mobily pro případ, že by se někomu jeho vlastní vybil, či by nefungoval.

Všechny kompletní testy jsou k dispozici v přílohách (*Příloha 1, Příloha 2*) na konci práce. Zde uvádím ukázkou z testu A:

Test A - Vokabeln

Dobrý den,
v návaznosti na experiment s výukou slovní zásoby prostřednictvím AR bych Vás ráda požádala o vyplnění tohoto testu, který má za cíl ověřit získané znalosti. Účast na něm je dobrovolná a anonymní. Poslouží k účelům diplomové práce na Studiu nových médií Filozofické fakulty Univerzity Karlovy.

***Povinné pole**

Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an *

weiblich
 männlich

Wie alt sind Sie? *

Vaše odpověď _____

Wählen Sie die richtige Übersetzung 1 *

	Hirsch	Eichhörnchen	Schildkröte	Schmetterling	Schwan
motýl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
labuť	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
veverka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
želva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jelen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Obr. č. 27: Ukázkou z testu A

Test A. (2021). [Online]. Retrieved June 21, 2021, from <https://forms.gle/cSsh95vKhUGUfXH99>, vlastní tvorba

3.6 Průběh experimentu

3.6.1 Pilotní testování prototypu

Nejprve jsem testovala prototyp, který byl vytvořen pro pilotní fázi projektu. Chtěla jsem na něm vyzkoušet funkčnost zvoleného řešení a uživatelskou přívětivost. Jak jsem již dříve zmiňovala, jako první proběhlo testování prototypu v úzkém kruhu účastníků, které jsem osobně znala. Zvolená slovní zásoba byla určena pro začátečníky v němčině, což se během testování a prvotní fáze oslovování škol ukázalo jako ne zcela ideální řešení. V době přípravy experimentu ke konci školního roku se jevilo jako obtížné sehnat dostatečný počet začátečníků – na gymnáziích se s novým jazykem začíná v září. Učitelé němčiny byli rovněž více nakloněni variantě, ve které se počítalo s již pokročilejšími studenty němčiny. Oslovovat učitele jiných jazyků či předmětů mi nepřišlo jako dobré řešení. Ze zpětné vazby, které se mi dostalo z prvního testování jsem získala několik tipů a připomínek, které jsem implementovala jako řešení problémů či vylepšení do vytváření dalších dvou verzí.

3.6.2 Testování projektu 1 a 2

Do projektu 1 a 2 jsem promítla požadavky a návrhy z první fáze testování. Obsahuje již menší počet objektů, pro což jsem se rozhodla kvůli požadavku ze strany učitelů, aby se experiment stihl provést v rámci jedné vyučovací hodiny. Rovněž rychlost načítání stránek byla kritériem pro snížení počtu objektů. Zvolená slovní zásoba odpovídá vyššímu stupni náročnosti. Tematicky jsem zvolila jeden ucelený okruh – zvířata, která se běžně v hodinách příliš neprobírají, proto mi přišlo jako vhodné řešení se zaměřit právě na tuto oblast. Této fáze experimentu se účastnili jak mí studenti, tak i studenti gymnázia prof. Jana Patočky, Pražského humanitního gymnázia, Gymnázia Jana Keplera, a moji známí a kolegové.

Při návštěvě ve škole jsem se nejprve představila, uvedla jsem, co je cílem experimentu a rovněž to, jak bude probíhat. Poskytla jsem jim URL adresu, na kterou se ze svých zařízení mohli připojit. Následovala fáze učení se slovíček v AR prostředí, na kterou měli asi 15 minut. Poté jsem je rozdělila do skupin a rozdala připravené karty s obrázky a slovíčky. Na tuto hru ve stylu pexesa měli také 15 minut. Dále jsem s nimi konverzovala v němčině, pokládala jim otázky spojené se zvířaty, apod., tak jako to probíhá v rámci klasické výuky. Pokládala jsem např. následující otázky:

- Jaké zvíře byste nechtěli potkat ve volné přírodě a proč?
- Které ze zvířat byste někomu chtěli darovat?
- Jaké zvíře byste chtěli chovat doma jako domácího mazlíčka?
- Jakým zvířetem byste se chtěli na okamžik stát?

Na závěr proběhla diskuze o experimentu, o zážitcích studentů a jejich zkušenosti s AR, při níž jsem zodpovídala rovněž dotazy ohledně AR technologie.

3.7 Analýza získaných dat a jejich interpretace

3.7.1 Vyhodnocení výsledků testu

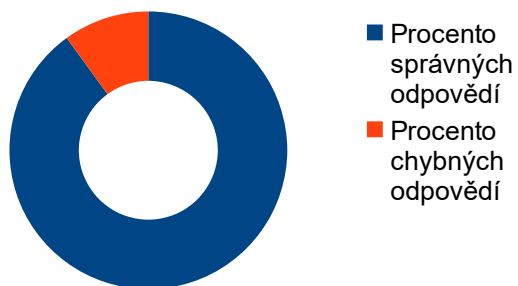
Z celkového počtu 112 účastníků se jednalo v 57,65 procentech o ženy a v 42,35 procentech o muže. Věkový průměr všech osob byl 25,6 let (medián 25) a jejich věkové rozpětí bylo mezi 13 a 43 lety. Výuka proběhla v 83 případech formální metodou (ve školním prostředí), v 29 případech neformální metodou (individuálním sezením).

V této části uvedu výsledky výzkumu – nejdříve podle jednotlivých testů, zvláště slovíčka, která se studenti učili v AR, a zvláště ta, která se vyučovala pomocí klasické metody. Na konec srovnám oba testy dohromady a uvedu,

v kolika procentech se u každého jednalo o formální a neformální výuku. Výsledky testů jsem vyhodnocovala v Excelu. Sekce AR a klasické metody pro každý test byly v oddělených tabulkách. Nejdříve jsem sečetla počet odpovědí u každého slova celkem, poté počet správných a chybných odpovědí pro jednotlivá slova. Ten samý výpočet proběhl rovněž u členů. Vypočítala jsem u každého z výsledků procentuální úspěšnost. Následně jsem pro každý test udělala grafy – jeden graf pro slova, která se studenti učili jednou z metod, druhý pro členy. V poslední etapě jsem vytvořila grafy pro všechny testy učené jednou metodou dohromady. U výsledků uvádím celkovou úspěšnost v procentech. Začnu u testů A a B, které následovaly ihned po ukončení lekce. Uvedu výsledky testů A 2 a B 2, které ověřovaly zapamatování si slov v dlouhodobějším měřítku. Na konec porovnáme výsledky procentuální úspěšnosti pro testy A a B, A 2 a B 2.

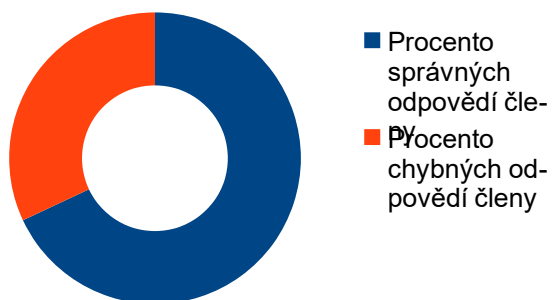
Při vyhodnocování výsledků testu A vyšlo najevo, že při učení se pomocí klasické metody účastníci odpověděli v 90 % správně (viz graf č. 1). Co se týče efektivity naučení se členů, byla úspěšnost o něco menší – 68 % (viz graf č. 2).

Test A Klasik



Graf. č. 1: Test A, klasická metoda

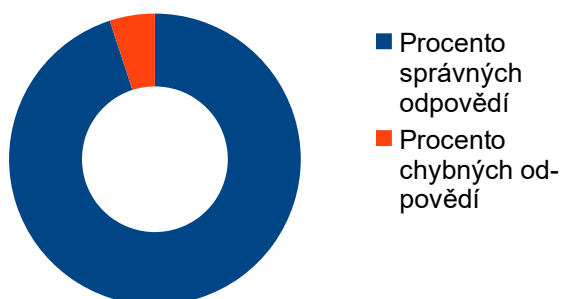
Test A Klasik členy



Graf. č. 2: Test A, klasická metoda, členy

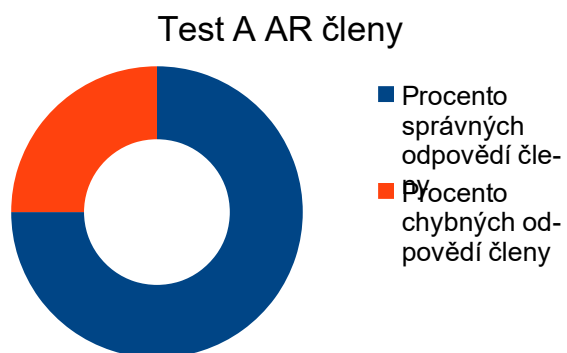
Při pohledu na test A při učení se slov v AR prostředí lze konstatovat, že výsledek byl o 5 % lepší než tomu bylo u klasické metody – celých 95 % účastníků odpovědělo správně:

Test A AR



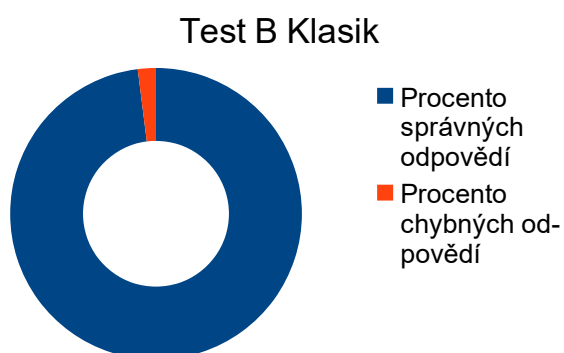
Graf. č. 3: Test A, AR metoda

Při učení se členů mělo prostředí AR také lepší dopad – v 75 % se jednalo o správnou odpověď.



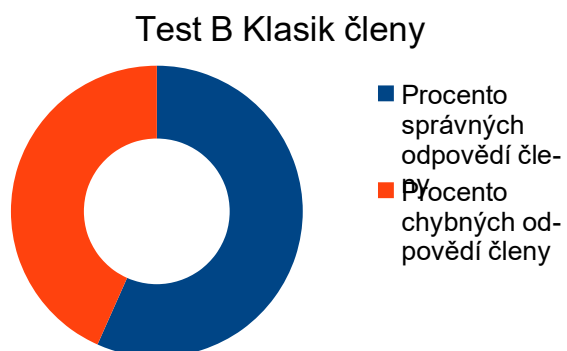
Graf. č. 4: Test A, AR metoda, členy

Experiment s testem A proběhl v 64,4 % formální metodou, a v 35,6 % v neformálním prostředí. Když se podíváme na výsledky testu B, zjistíme, že klasická metoda měla 98% úspěšnost.



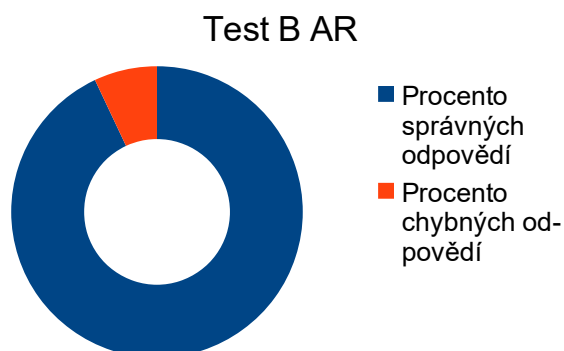
Graf. č. 5: Test B, klasická metoda

Při učení členů vykazovala klasická metoda u testu B 51% úspěšnost.



Graf. č. 6: Test B, klasická metoda

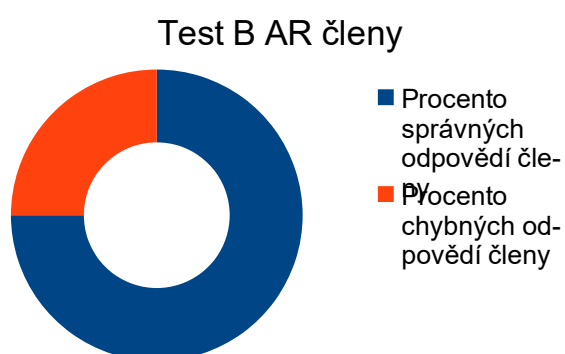
Učení se slovní zásoby pomocí AR mělo v testu B 93% úspěšnost.



Graf. č. 7: Test B, AR metoda

Učení se členů pomocí AR mělo v testu B 75% úspěšnost.

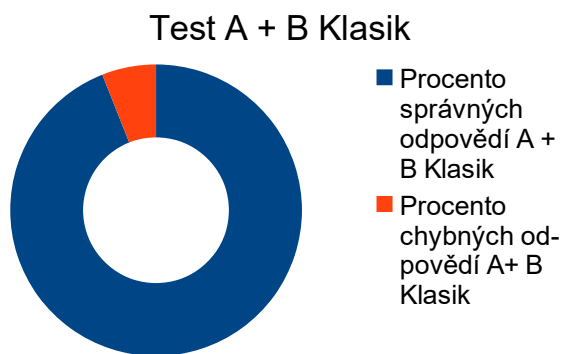
Experiment s testem B proběhl v 85 % formální metodou, a v 15 % v neformálním prostředí.



Graf. č. 8: Test B, AR metoda, členy

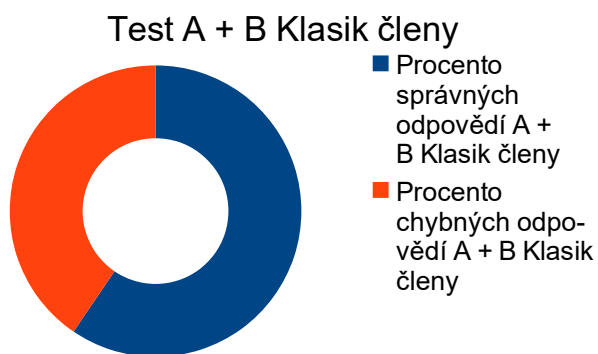
Podíl formální výuky byl větší u testu B – o celých 20,6 % oproti testu A.

Nyní se podíváme na výsledky v porovnání testů A a B při učení se klasickou metodou. Tato metoda měla celkem 94% úspěšnost.



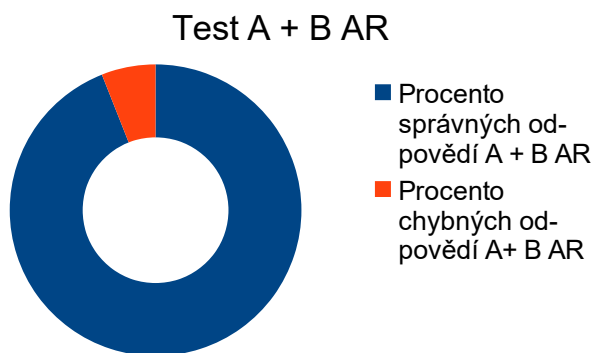
Graf. č. 9: Test A + B, klasická metoda

V případě učení se slovíček dosahovaly oba testy dohromady 59,5 % správných odpovědí.



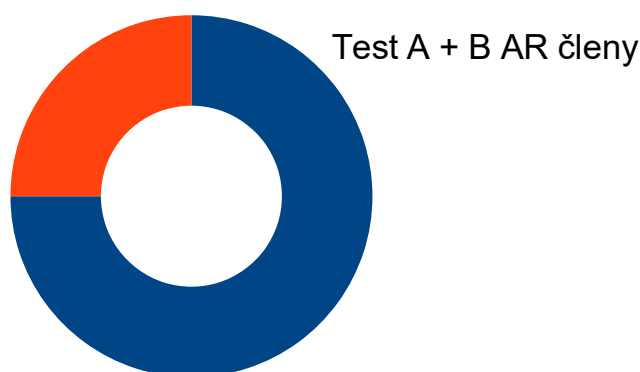
Graf. č. 10: Test A + B, klasická metoda, členy

U výsledků učení se slovíček v AR prostředí dosáhla celková úspěšnost v obou testech dohromady 94 %.



Graf. č. 11: Test A + B, AR metoda

V případě učení se členů šlo o 75 %.



Graf. č. 12: Test A + B, AR metoda, členy

Testu A 2 se účastnilo 88,6 % osob, které se učily formální metodou, a 11,4 % neformální.

Testu B 2 se účastnilo 76 % osob, které se učily formální metodou, a 24 % neformální.

Zde je přehled procentuální úspěšnosti u testů A 2 a B 2 – již ve formě bodů s jednotlivými výsledky.

- Test A 2, klasická metoda, slovíčka: 94 %
- Test A 2, klasická metoda, členy: 52 %
- Test A2, AR metoda, slovíčka: 97 %
- Test A2, AR metoda, členy: 54 %
- Test B 2, klasická metoda, slovíčka: 92 %
- Test B 2, klasická metoda, členy: 60 %
- Test B 2, AR metoda, slovíčka: 91 %
- Test B 2, AR metoda, členy: 82 %

Co se týče vyhodnocení testů A 2 a B 2 dohromady, procenta úspěšnosti byla následující:

- Test A 2 + B 2, klasická metoda, slovíčka: 93 %
- Test A 2 + B 2, klasická metoda, členy: 56 %
- Test A 2 + B 2, AR metoda, slovíčka: 94 %
- Test A 2 + B 2, AR metoda, členy: 68 %

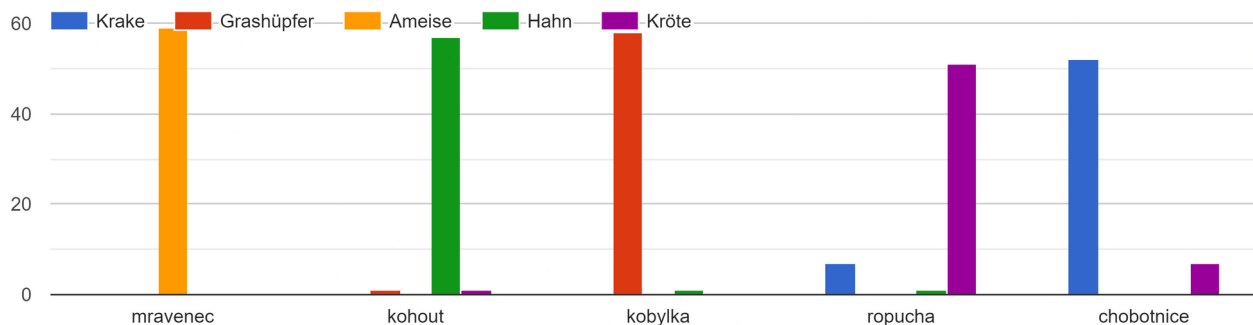
3.7.2 Závěry výzkumu

Nyní se zaměřím na interpretaci dat, která jsou předložena v předchozí části. Budu srovnávat klasickou metodu učení se slovní zásobou s metodou učení se v prostředí AR, abych ověřila původní hypotézu, podle které by mělo učení se v AR vést k lepším výsledkům.

V testu A vyšlo najevo, že AR metoda měla o 5 % lepší výsledek v zapamatování si slov než při učení se klasickou metodou. Naopak u testu B byla efektivita této metody o 5 % nižší. Při porovnání obou dvou testů dojdeme k závěru, že měla AR metoda celkem 94% úspěšnost.

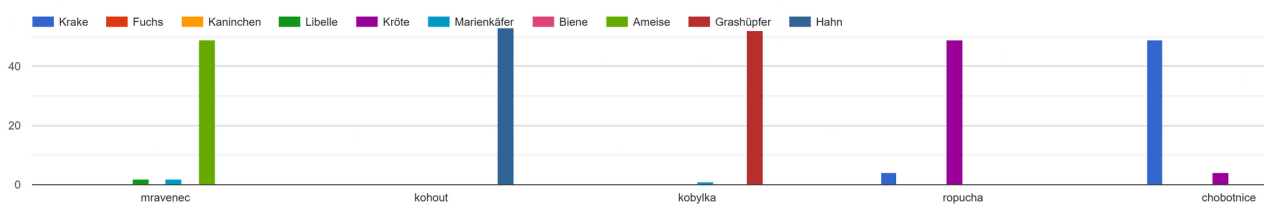
Když se podíváme na výsledky učení klasickou metodou, zjistíme, že oba dva testy A i B mají ve srovnání s AR metodou o 5 % horší výsledky. Avšak v celkovém poměru při srovnání výsledků testů A a B vychází, že je učení se klasickou metodou i AR metodou na zcela totožné úrovni – úspěšnost se pohybuje okolo 94 %. Důvod, proč tomu bylo u jednotlivých testů naopak, může spočívat v tom, že jsou určitá slovíčka, která jsou těžká na zapamatování, a nezáleží na tom, jakým způsobem se učí. Mezi slovy, ve kterých se často chybovalo, byla často „die Kröte“ a „der Krake“ – docházelo k jejich záměně pravděpodobně z důvodu fonetické podobnosti – u testu A v 7 případech, u testu B ve 4:

Wählen Sie die richtige Übersetzung 3



Graf č. 13: Kröte x Krake, test A

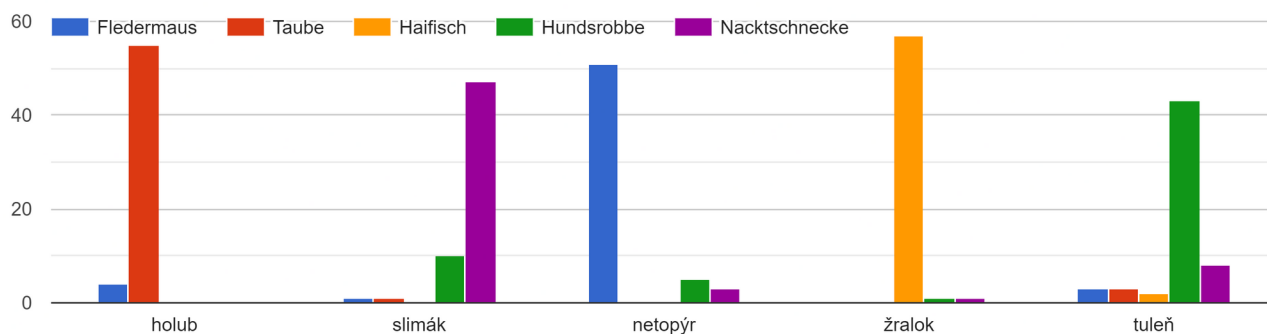
Wählen Sie die richtige Übersetzung 2



Graf. č. 14: Kröte x Krake, test B

Podobného případu si lze všimnout i u slov „die Hundsrobbe“ a „die Nacktschnecke“, u nichž došlo k záměně u testů A i B celkem v 11 případech.

Wählen Sie die richtige Übersetzung 2



Graf. č. 15: Hundsrobbe x Nacktschnecke, test A

Mezi dalšími slovy s větší chybovostí patřila „die Schildkröte“ (celkem 14 chybných odpovědí), „das Eichhörnchen“ (celkem 11 chybných odpovědí), „die Fledermaus“ (celkem 9 chybných odpovědí). Jsou to složené výrazy, které jsou poměrně těžké na odvození (např. z jiných jazyků) a pro studenty nebylo jednoduché je napoprvé odhadnout, váhání jsem si všimla již během experimentu.

Naopak slova, ve kterých se příliš nechybovalo, byla: „die Biene“ (0 chyb), „der Schmetterling“ (1 chyba), „der Hai“ (3 chyby). U prvních dvou se jednalo pravděpodobně o známější slova, se kterými se už mohli účastníci dříve setkat. Poslední obsahuje slovo „Fisch“ (ryba), které označuje stejný živočišný druh jako „Hai“ (žralok), což přispělo k snazšímu zapamatování.

Nyní se přesunu k části zaměřující se na zapamatování si členů. Pro učení se členů se ukázala metoda AR v testu A také o 7 % efektivnější oproti klasické metodě, v testu B šlo o 24 % navíc,

a v celkovém výsledku (srovnání testů A a B) o 15,5 % více, což je poměrně značný úspěch. Celková chybovost tak byla u této metody u obou testů jen 25 % (oproti 40,5 % u metody klasické). Nejlepších výsledků se dosáhlo u slov: „die Libelle“ (celkem 11 chybných odpovědí), „der Fuchs“ (celkem 22 chybných odpovědí). Na posledním místě naopak skončil člen u slova „der Krake“, který vykazoval chybovost ve 41 případech. Způsobené to může být zavádějící koncovkou -e, která často označuje podstatná jména ženského rodu (Der, die oder das? Welcher Artikel? Regeln zum Genus, Beispiele, Wortlisten, Übungen, 2019), což ale pro Krake neplatí (jedná se o rod mužský). Poslední cvičení na členy se ukázalo jako kritická část, ve které se hodně chybovalo, což mě příliš nepřekvapilo, protože se podle mého názoru jedná o problematickou oblast, která není jednoduchá na naučení. I když existují pravidla pro užívání členů v určitých případech (např. diminutiva s koncovkou „-chen“ jsou neutra, či dny měsíců a dnů jsou maskulina), je zde i mnoho výjimek.

V této části se budu zabývat výsledky druhých testů A 2 a B 2. Na začátku je třeba zmínit, že se těchto testů účastnilo méně lidí (celkem 60), než u těch předcházejících, protože účast na nich byla pouze online a víceméně dobrovolná. Jejich vypovídající hodnota proto není na stejné úrovni jako u prvních testů. Nicméně test A 2 vykazuje o 3 % lepší výsledky AR metody, u testu B 2 vyšly naopak o 1 % horší. V celkovém výsledku tak druhé testy ukázaly, že si studenti po týdnu od uplynutí experimentu pamatovali o něco více slovíčka učená AR metodou – šlo ale jen o pouhé 1 %. V oblasti učení se členů měl test A 2 ve 2 % větší úspěšnost při použití AR metody, test B2 pak o 22 % větší, celkem šlo o 12 % lepší výsledek, když započítáme oba dva testy dohromady.

Z předchozích výsledků vyplývá, že v krátkodobém měřítku není důležité, zda se k učení slovíček použije AR či klasická metoda. Pro učení členů se jeví naopak AR metoda jako účinnější – jde o již zmiňovaných 15,5 % lepších výsledků. V dlouhodobém měřítku vykazuje AR metoda velmi podobné výsledky (je jen o 1 % lepší). Pro učení se členů podstatných jmen má AR metoda však mnohem lepší dopad (o 12 % větší úspěšnost).

Nyní bych ráda zodpověděla výchozí hypotézy. Výzkum nevypovídá o tom, že by AR metoda měla zcela jednoznačně lepší výsledky ve všech případech. Ukázala se jako efektivnější v učení se členů slovíček, ale pro samotnou slovní zásobu je její přínos na stejné úrovni jako výuka tradiční metodou. AR prostředí má lepší vliv na dlouhodobou paměť, což může být způsobeno tím, že působí na více smyslů zároveň a vytváří tak něco jako zážitek, dodává kontext. Díky tomu si to uživatelé mohou snadněji zapamatovat. Při transformaci zkušeností z intenzivního prožívání vznikají znalosti a dochází tak k procesu učení. Nelze však s určitostí usuzovat, že AR má celkově lepší vliv na zapamatování. Z reakce studentů však vyšlo najevo, že je výuka pomocí AR baví, přinesla jim novou zkušenost s touto technologií, kterou si měli možnost (v mnoha případech) poprvé sami vyzkoušet. Měli chuť se této metodě učení věnovat do budoucna více, což je jeden

z předpokladů pro její využívání ve vzdělávání. Většina účastníků se aktivně zapojovala do výuky a zkoušela si zasazovat objekty do okolí. Lze tedy říci, že pro ně užití AR mělo jednoznačně motivační charakter.

Rozpoutala se rovněž debata mezi spolužáky a s učiteli, iniciovala se společná hra mezi studenty, což splňuje jeden z předpokladů AR ve výuce – pozitivní působení na kolektiv a pospolitost. Jako benefity výuky pomocí AR spatřuji působení na smysly – zrak, sluch, možnost ovládat předmět svým dotykem (skrze mobilní obrazovku). Rovněž se zde uplatňovala vizualizace v prostoru díky objektům doplňujícím reálné prostředí, reagující na vnější vlivy a uživatelskou interakci. Další pozitivní stránky jako možnost mít učební nástroj (mobilní telefon) stále po ruce, není výsadou pouze AR technologie, avšak hraje rovněž důležitou roli v celém procesu učení. Závěrem lze říci, že nabízí výuka pomocí AR technologie mnoho pozitiv, což ukazuje na její potenciál pro učení se jazyků a slovní zásoby.

3.8 Hodnocení z pohledu lektora

Vymýšlení experimentu mě velmi bavilo, snažila jsem se sestavit podobu výuky, která by byla pro účastníky poutavá. Vycházela jsem přitom ze svých zkušeností se studenty podobného věku a z učebních metod, které nejvíce fungovaly na mě osobně, když jsem se učila německy – vždy jsem ocenila, když si lektor hodinu připravil, bylo vidět, že to jeho samotného baví, a když lekce probíhala zábavným způsobem. Bylo zajímavé se dozvědět názory studentů na způsob výuky pomocí AR technologie. Někteří z nich si dokázali představit, že tímto stylem pobíhá výuka ve školách, ale asi ne pokaždé, protože mají rádi i klasickou metodu, kdy si píšou slovíčka vedle sebe do sešitu. Jsou na to zvyklí a učí se jim to dobře. Reakce studentů se lišila dle zvoleného gymnázia. Na prvních dvou studentech neprojevovali tolik nadšení jako u Gymnázia Jana Keplera, kde jsem zaznamenala velmi pozitivní ohlas a kde mě výuka také nejvíce těšila. Studenti se opravdu zajímali o AR technologii a bylo vidět, že je tento styl výuky baví. Chodili po třídě a zkoušeli si zasazovat objekty do různých míst (ven z okna, na katedru, na spolužáky i paní učitelku), výskali radostí a smáli se. Nepotřebovali tolik asistence a povzbuzování z mé strany, jako tomu bylo na prvních dvou gymnáziích. Určitou roli při tom mohl hrát vyšší věk studentů těchto tříd, který přispíval k tomu, že se neostýchali projevit svůj názor.

Potěšilo mě, že jsem se setkala s pozitivním přístupem ze strany učitelů – i těch, kteří běžně způsob výuky s technologiemi ve svých hodinách neaplikují. Někteří začali využívat aplikace na podporu učení až během pandemie v období online výuky. Jednalo se např. o aplikaci WocaBee, pomocí níž

se dají vytvářet kvízy a hry s cílem si zopakovat slovní zásobu či naučenou látku z předchozích lekcí. Učitel vidí výsledky studentů a může je hodnotit známkami. Díky tomu, že už žáci byli na používání svých zařízení zvyklí, se rychle adaptovali i na styl výuky v rámci mého experimentu. Dozvěděla jsem se, že se tento přístup (viz zmínka o strategii *bring your own device* v kapitole *Rozšířená realita v kontextu vzdělávání*) osvědčil jak ze strany studentů, tak i pedagogů, a proto v něm chtějí nadále pokračovat i při prezenční výuce.

Souhlasím s názorem mnoha autorů, které jsem zmiňovala v teoretické části (viz např. Ibáñez & Deldago-Kloos, 2018; Ashley-Welbeck, 2020), že by AR technologie měla mít ve vzdělávání své místo. Avšak si stejně jako Nesenbergs (2021) myslím, že tradiční metody nemůže zcela nahradit. Podobného názoru byli nakonec i samotní studenti, s kterými jsme o experimentu hovořili. Závěry výzkumu prokázaly, že AR metoda nevede k jednoznačně horším výsledkům oproti klasickému stylu výuky. Vzhledem k dalším pozitivním aspektům využití AR metody je možné tuto technologii používat k doplnění a zpestření výuky – s přihlédnutím k logickému a konzistentnímu zasazení do učebního plánu. Výsledky využití této technologie je pak potřeba dále zkoumat, jak naznačuji v závěru. Celkově hodnotím použití AR pro výuku jazyka jako moderní nástroj přinášející studentům nový typ zážitku, který podněcuje k interakci a motivuje je k zapojení se do hodiny. Představuje záživnější způsob učení, který nevyžaduje speciální vybavení a pomůcky – kromě telefonu, který mají často stále při sobě a na jehož používání jsou zvyklí, což může být vhodné zvláště pro jedince, kteří mají jinak potíže se přizpůsobit novým učebním podmínkám.

4. Možnosti dalšího výzkumu

Jako další možné směřování výzkumu v této oblasti bych uvedla několik bodů, které v mém výzkumu nebyly pokryty. V první řadě by bylo možné zahrnout do aplikace vícero prvků – objektů / slovíček, které by se mohly kategorizovat například podle typu a vytvářely by tak tematické soubory. Rovněž by bylo vhodné přidat více funkcí, sloužících např. k větší interaktivitě s uživatelem. Do aplikace by se daly přidat i možnosti sdílení s ostatními uživateli – např. na sociálních sítích, což bych ve věkové skupině mých participantů viděla jako obzvláště přínosné. Měla jsem zkušenost s jedním studentem, který chtěl sdílet fotku tuleně na spolužačce, ale jelikož tato možnost nebyla dostupná, musela jsem mu ji poslat jako *screenshot* na email. Dále by se mohl objevovat přepis slov i přímo v AR rozhraní vedle reálných a virtuálních prvků. Zajímavé by bylo v každém případě rozšířit nabídku slovní zásoby i na další jazyky a vyzkoušet, zda by se výsledky lišily v závislosti na jazyce. Také by bylo dobré zahrnout do výzkumu více účastníků, aby se

celkový výsledek dal vztáhnout na větší počet lidí a získala se ještě o něco více statisticky zajímavější data. Rovněž by se u participantů mohl sledovat, kterou metodou se jim učí lépe v závislosti na jejich studijním typu – vizuálním, auditivním, kinestetickém, apod. Jako poslední nápad bych uvedla možnost výzkumu, který by porovnával vícero způsobů interaktivního učení mezi sebou – např. metodu učení se pomocí mobilních výukových aplikací v porovnání s rozšířenou a virtuální realitou, nebo učení se pomocí učebnic s AR prvky ve srovnání s výukou využívající aplikace se vstupem do rozšířené reality.

4.1 Závěr

Předložená diplomová práce se zabývá rozšířenou realitou a jejím uplatněním v rámci vzdělávání se zaměřením na výuku jazyků. Cílem práce je prozkoumat přínos užití AR pro výuku cizího jazyka, porovnat možnosti didaktického uplatnění s tradičním způsobem výuky a zjistit, zda v rámci této komparace představuje učení se pomocí AR motivační faktor podněcující zájem studentů a nástroj k lepšímu porozumění a zapamatování si učební látky.

V teoretické části jsem uvedla definici a hlavní znaky rozšířené reality, porovнала jsem ji s ostatními typy simulovaných prostředí. Dále jsem se věnovala jejím didaktickým aspektům a jednotlivým přístupům, které se ve výuce uplatňují. Rovněž jsem zmínila pozitivní i negativní stránky, které se s výukou pomocí rozšířené reality pojí, a výzvy, které přináší, spojované nejčastěji se začleňováním nové technologie do vzdělávání, určení vhodné koncepce výuky, s otázkami kognitivní zátěže, apod.

V praktické části jsem představila experiment, který probíhal převážně na pražských gymnáziích, v rámci kterého jsem ověřovala úvodní hypotézu, že výuka cizího jazyka s pomocí rozšířené reality je efektivnější a přináší lepší výsledky než tradiční metoda vyučování. Zmínila jsem cíl, hypotézy a metodu výzkumu. Nastínila jsem proces přípravy experimentu, kroky vedoucí k vytvoření webové aplikace a jednotlivých projektů. Výsledky z testů jsem v závěrečné fázi analyzovala a okomentovala pomocí grafů. Pomocí experimentu jsem si mohla ověřit tvrzení uvedená v teoretické části. AR jednoznačně sloužila jako prostředek pro oživení výuky, aktivizovala studenty a podporovala sociální interakce. Díky tomu byli žáci aktivně zapojeni do procesu učení, osvojovali si nové znalosti (Kalhous, 2002) a vlastní činností získávali nové poznatky (viz konstruktivistický přístup ke vzdělávání podle Shumakera a kol., 2015). Z pozorování studentů během výzkumu jsem vyhodnotila míru imerze dostatečnou na to, aby způsobila ponoření se do procesu výuky, o kterém mluví Ibáñez a Delgado-Kloos (2018). V kontextu reálných situací docházelo k situačnímu (Tsai,

2020) a zážitkovému (Jantjies a kol., 2018) učení, které zároveň odpovídalo konektivistické teorii poznávání pomocí technologie (Techakosit & Wannapiroon, 2015) a tzv. *ubiquitous learning*, učení se v přirozeném kontextu, které je díky mobilnímu telefonu vždy dostupné (Statti & Torres, 2018). Rovněž se potvrdilo tvrzení Ashley-Welbeck (2020) o tom, že je mobilní zařízení pro zvolenou skupinu pro výzkum přirozeným nástrojem, který dobře znají a ovládají. V neposlední řadě se nepochybně z mého pohledu splnilo očekávání tzv. *edutainment*, o kterém mluví Tönnis (2010), tedy spojení zábavného prvku a výuky.

Hypotézu jsem v závěru výzkumu nemohla potvrdit. Přestože testy vyhodnocující výkon účastníků prokázaly o 5 % lepší výsledky AR metody, v celkovém výsledku se ukázalo, že obě metody výuky měly velmi podobné účinky (úspěšnost okolo 94 %), kromě části zkoumající zapamatování si členů podstatných jmen, ve které měla metoda výuky s rozšířenou realitou větší úspěšnost. Záleželo mnohdy na slovní zásobě samotné, a nejlepší metoda, jak se ji naučit závisela na daném jedinci, jeho stylu výuky, učiteli a dalších okolnostech.

Rovněž se mi v rámci výzkumu nepotvrdila rizika kognitivní zátěže spojovaná s použitím AR (Romano, 2020). Díky tomu, že byla webová aplikace poměrně minimalistická a jednoduchá na použití, a vybraná slovní zásoba byla po konzultaci s vyučujícími snížena na menší počet slov, jsem nezaznamenala žádné potíže tohoto typu.

Lze předpokládat, že se vývoj technologie rozšířené reality v následujících letech zdokonalí, stane se dostupnější a začne se více využívat pro vzdělávací účely i v českém prostředí. Jedná se o prostředek, jenž má potenciál zajímavým způsobem doplnit stávající vzdělávací strategie a nabídnout studentům nové zážitky.

Seznam použité literatury a zdrojů

- Adding a new SSH key to your GitHub account - GitHub Docs* [online]. (n.d.). GitHub Docs. Retrieved May 21, 2021, from <https://docs.github.com/en/github/authenticating-to-github/connecting-to-github-with-ssh/adding-a-new-ssh-key-to-your-github-account>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and Challenges associated with Augmented Reality for Education: A Systematic Review of the Literature. *Educational Research Review*, vol. 20. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>.
- Ashley-Welbeck, A. & Vlachopoulos, D. (2020). Teachers' Perceptions on Using Augmented Reality for Language Learning in Primary Years Programme (PYP) Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. Dostupné z: <https://www.learntechlib.org/p/217568>.
- Atom. A hackable text editor for the 21st Century* [online]. (n.d.). Atom. Retrieved July 21, 2021, from <https://atom.io/>
- Azuma, R. T.. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. Malibu: Hughes Research Laboratories. Dostupné z: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/Arpresence.pdf>.
- Bada, S. O. & Olusegun, S. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*. Dostupné z: [https://vulms.vu.edu.pk/Courses/EDU201/Downloads/EDU%20201%20\(Assignment%202\).pdf](https://vulms.vu.edu.pk/Courses/EDU201/Downloads/EDU%20201%20(Assignment%202).pdf).
- Barreira, J., Bessa, M., Pereira, L. C., Adão, T., Peres, E. & Magalhães, L. (2012). MOW: Augmented Reality game to learn words in different languages: Case study: Learning English names of animals in elementary school. *7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2012)*. ISBN:978-989-96247-7-1.
- Barrow, J., Forker, C., Sands, A., O'Hare, D., & Hurst, W. (2019). Augmented reality for enhancing life science education. In W. Hurst, J. Moores, & V. Brun (Eds.). *VISUAL 2019-The Fourth International Conference on Applications and Systems of Visual Paradigms*. ISBN: 978-1-61208-724-5.
- Belcourt, M. & Wright, C. P. (1998). *Vzdělávání pracovníků a řízení pracovního výkonu*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-7169-459-2.
- Bereiter C. (1994). Constructivism, Socioculturalism, and Popper's World 3. *Educational Researcher*. <https://doi.org/10.3102/0013189X023007021>.
- Bhatia, S. (n.d.). *Make glb* [online]. Sbtron. Retrieved July 21, 2021, from <https://sbtron.github.io/makeglb/>

- Billinghurst, M. & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6171143>.
- Bimber, O. & Ramesh, R. (2005). *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds*. A K Peters/CRC Press. ISBN 1-56881-230-2.
- Blanco-Fernández, Y., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., Gil-Solla, A., Ramos-Cabrera, M., & García-Duque, J. (2014). REENACT: A step forward in immersive learning about Human History by augmented reality, role playing and social networking. *Expert Systems with Applications*, 41(10), 4811-4828. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2014.02.018>.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*. <http://dx.doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>.
- Brom, C. & Šisler, V. & Slavík, R. (2009). Implementing digital game-based learning in schools: Augmented learning environment of 'Europe 2045'. *Multimedia Systems*. 16. 23-41. <http://dx.doi.org/10.1007/s00530-009-0174-0>.
- Caudell, T.P. & Mizell, D.W. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In: *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences IEEE*. ISBN 0-8186-2420-5.
- Cazden, C.B. (1988). *Classroom discourse: The language of teaching and learning*. Portsmouth, NH: Heinemann. Dostupné z: <https://people.wou.edu/~girodm/library/cazden.pdf>.
- Cooper, P.A. (1993). Paradigm Shifts in Designed Instruction: From Behaviorism to Cognitivism to Constructivism. *Educational Technology*. Dostupné z: <https://www.learntechlib.org/p/170882/>.
- CORDIS | European Commission [online]. Augmented reality interactive educational system. (2021, April 24). European Commission. Retrieved June 21, 2021, from <https://cordis.europa.eu/project/id/856533>
- Craig, A. B. (2013). *Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications*. Morgan Kaufmann. ISBN 978-0240824086.
- Česká školní inspekce ČR. (2020). *Výroční zpráva 2019/2020* [online]. Retrieved June 21, 2021, from https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD%20zpr%C3%A1vy/Vyrocnizprava-Ceske-skolni-inspekce-2019-2020_zm.pdf
- Dale, E. (1946). *Audio-visual methods in teaching*. Rev. ed. New York: Dryden Press.
- Der, die oder das? Welcher Artikel? Regeln zum Genus, Beispiele, Wortlisten, Übungen [online]. (2019, April 27). Deutsch lernen mit Deutschlernerblog. Retrieved July 21, 2021, from <https://deutschlernerblog.de/der-die-oder-das-welcher-artikel-regeln-beispiele-uebungen-app/>

- Dočekal, V. (2012). Prožitkové, zážitkové nebo zkušenostní učení? *E-Pedagogium*. 2012. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/282977166_Prozitikove_zazitkove_nebo_zkusenostni_uceni
- Dos Santos, L. M. (2020). The Discussion of Communicative Language Teaching Approach in Language Classrooms. *Journal of Education and e-Learning Research*. Vol. 7, No. 2, 104-109. <http://dx.doi.org/10.20448/journal.509.2020.72.104.109>.
- Drascic, D. & Milgram, P. (1996). Perceptual Issues in Augmented Reality. In *SPIE Volume 2653: Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems III*. San Jose, California. <http://dx.doi.org/10.1117/12.237425>
- Duden Wörterbuch* [online]. (n.d.). Duden online. Retrieved July 21, 2021, from <https://www.duden.de/woerterbuch>
- Dunleavy, M., Dede, C. & Mitchell, R. (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. In *Journal of Science Education and Technology*. Volume 18, Issue 1. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>.
- Dunleavy, M. & Dede, Ch. (2014). *Augmented Reality Teaching and Learning*. In J. Michael Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 735-745). New York: Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_59
- Dunowski, Eliška. 2017. *Motivace k učení se němčině v kontextu výuky cizího odborného a akademického jazyka*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN: 978-80-210-8782-8.
- Education during COVID-19; moving towards e-learning | data.europa.eu* [online]. (2020, June 22). Oficiální portál evropských dat. Retrieved June 21, 2021, from <https://data.europa.eu/cs/impact-studies/covid-19/education-during-covid-19-moving-towards-e-learning>
- Elmqaddem, N. (2019). Augmented Reality and Virtual Reality in Education. Myth or Reality?. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. ISSN 1863-0383.
- Feiner, S., Macintyre, B., Haupt, M. & Solomon, E. (1993). *Windows on the world: 2D windows for 3D augmented reality*. UIST '93. Dostupné z: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/168642.168657>.
- Feiner, S. K. (2002). Augmented reality: a new way of seeing. *Scientific American*. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0402-48>.
- Fernández-Enríquez, R., & Delgado-Martín, L. (2020). Augmented Reality as a Didactic Resource for Teaching Mathematics. *Applied Sciences*, 10, 2560. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/app10072560>.

- Fischer, J., Bartz, D., & Straßer, W. (2006). Enhanced Visual Realism by Incorporating Camera Image Effects. In Proceedings of International Symposium on Mixed and Augmented Reality - ISMAR'06. Washington. IEEE Computer Society Press.
- Fjeld, M., & Voegtli, B. (2002). Augmented chemistry : An interactive educational workbench. In Proceedings of the IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR, 2002), 259-260.
- Folse, Keith S. (2004). *Vocabulary Myths: Applying second language research to classroom teaching*. University of Michigan Press, Ann Arbor. Dostupné z: https://www.pedagogvastervik.se/wp-content/uploads/2016/05/Folse_Myths_Vocabulary_Acquisition.pdf.
- Free online GLB to USDZ file format converter*. (n.d.). Aspose. Retrieved July 21, 2021, from <https://products.aspose.app/3d/conversion/glb-to-usdz>
- Furht, B. (2011). *Handbook of Augmented Reality*. Springer. ISBN: 978-1-4614-0063-9.
- Gavora, P. (2000). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido. ISBN 80-85931-79-6.
- Garzón, J. & Acevedo, J. (2019). A Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning effectiveness. *Educational Research Review*. 27. DOI: 10.1016/j.edurev.2019.04.001.
- Garzón, J., Pavón, J. & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*. 23. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>.
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>.
- Gee, J. P. (2004). *Situated language and learning*. New York: Routledge. ISBN 9780415317764.
- German pronunciation dictionary* [online]. (n.d.). Forvo.Com. Retrieved July 21, 2021, from <https://forvo.com/languages/de/>
- Geroimenko, V. (2014). *Augmented Reality Art: From an Emerging Technology to a Novel Creative Medium*. Springer. ISBN: 978-3-319-06202-0.
- Goethe-Institut. (n.d.). *Unsere Deutschprüfungen*. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.goethe.de/de/spr/kup/prf/prf/gb1/inf.html>
- Goethe-Institut. Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen* [online]. (n.d.). Goethe-Institut. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.goethe.de/z/50/commeuro/303.htm>
- Hanuš, R. & Chytilová, L. (2009). *Zážitkově pedagogické učení*. 1. vydání. Praha. Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-247-2816-2.
- Heim, M. (1998). *Virtual Realism*. New York: Oxford University Press. ISBN: 9780195138740.

- Ho, S. C., Hsieh, S. W., Sun, P. C., & Chen, C. M. (2017). To activate English learning: Listen and speak in real life context with AR featured u-learning system. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(2). ISSN: EISSN-1436-4522.
- Huang, Y. Y., Liu, C. C., Wang, Y., Tsai, C. C., & Lin, H. M. (2017). Student engagement in long-term collaborative EFL storytelling activities: An analysis of learners with English proficiency differences. *Journal of Educational Technology & Society*. ISSN: EISSN-1436-4522.
- Hwang, G.-J., Wu, P.-H., Chen, Ch.-Ch. & Tu, N.-T. (2016). Effects of an Augmented Reality-based Educational Game on Students' Learning Achievements and Attitudes in Real-World Observations. *Interactive Learning Environments*, vol. 24. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1057747>.
- Chen, C.-M., & Tsai, Y.-N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*. Dostupné z: <https://www.learntechlib.org/p/66704>.
- Chen, M.-P., Wang, L.-Ch., Zou, D., Lin, S.-Y., Xie, H. & Tsai, Ch.-Ch. (2020). Effects of captions and English proficiency on learning effectiveness, motivation and attitude in augmented-reality-enhanced theme-based contextualized EFL learning. *Computer Assisted Language Learning*. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1704787>.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>.
- Cheng, K. H. (2018). Parents' user experiences of augmented reality book reading: Perceptions, expectations, and intentions. *Educational Technology Research and Development* 67, 303–315. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9611-0>.
- Chiang, T. H. C., Yang S. J. H., Hwang G. J. (2014). Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.006>.
- Ibáñez, M., Di Serio, A., Delgado-Kloos, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education, Elsevier Ltd*. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518301027>.
- Ibrahim, A., Huynh, B., Downey, J., Höllerer, T., Chun, D.M. & O'Donovan, J. (2018). ARbis Pictus: A Study of Vocabulary Learning with Augmented Reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24, 2867-2874. Dostupné

z: <https://www.semanticscholar.org/paper/ARbis-Pictus%3A-A-Study-of-Vocabulary-Learning-with-Ibrahim-Huynh/8fa2bdca58accf35942352463db2c1c493ddfc44>

Interactive Example. (n.d.). Model Viewer. Retrieved July 21, 2021, from <https://modelviewer.dev/examples/tester.html>

Jantjies, M., Moodley, T. & Maart, R. (2018). Experiential learning through Virtual and Augmented Reality in Higher Education. *ICETM 2018: Proceedings of the 2018 International Conference on Education Technology Management*. <http://dx.doi.org/10.1145/3300942.3300956>.

Jirásek, I. (2004). *Vymezení pojmu zážitková pedagogika*. Gymnasion: časopis pro zážitkovou pedagogiku. Praha: Prázdninová škola Lipnice, 1(1), 6-16. ISSN 1214-603X.

Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). The 2010 Horizon report: Australia – New Zealand ed. Austin, TX: T. N. M. Consortium. Dostupné z: <https://eric.ed.gov/?id=ED513479>.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A. & Haywood, K. (2011). *The 2011 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium. ISBN 978-0-9828290-5-9.

Kalhous, Z. & Obst, O. (2002). *Školní didaktika*. Praha: Portál v Praze. ISBN 978-80-7367-571-4.

Karamanoli, P. & Tsinakos, A. (2015). Use of Augmented Reality in terms of creativity in School learning. *Make2Learn@ICEC*. Dostupné z: https://www.academia.edu/18453731/Use_of_Augmented_Reality_in_terms_of_creativity_in_School_learning.

Kato, H. & Billinghurst, M. (1999). Marker Tracking and HMD Calibration for a video-based Augmented Reality Conferencing System. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality (IWAR 99)*. October, San Francisco, USA. Dostupné z: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/Papers/IWAR99.kato.pdf>.

Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163-174. <http://dx.doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>.

KhronosGroup. (n.d.). *glTF/specification/2.0 at master · KhronosGroup/glTF* [online]. GitHub. Retrieved June 21, 2021, from <https://github.com/KhronosGroup/glTF/tree/master/specification/2.0>

Kolb, D. A. (2015). *Experiential Learning. Experience as the source of learning and development*. New Jersey: Pearson Education. ISBN 978-0-13-389240-6.

Kovach, N. (2021, June 15). *Augmented Reality in Education* [online]. Thinkmobiles. Retrieved June 21, 2021, from <https://thinkmobiles.com/blog/augmented-reality-education>.

Kroeker, K. L. (2010). Mainstreaming augmented reality. *Communications of the ACM*. Association for Computing Machinery, New York, USA. <http://dx.doi.org/10.1145/1785414.1785422>.

- Kudina, O. & Verbeek, P.-P. (2018). Ethics from Within: Google Glass, the Collingridge Dilemma, and the Mediated Value of Privacy. *Science, Technology, & Human Values*. <http://dx.doi.org/10.1177/0162243918793711>.
- Liu, T. Y. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. *Journal of Computer Assisted Learning*. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00329>.
- Liu, D. (2017). *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education*. Springer. ISBN 978-981-10-5489-1.
- Manovich L. (2006). The poetics of augmented space. *Visual Communication*. 5(2), 219–240. <http://dx.doi.org/10.1177/1470357206065527>.
- Masilo, G.M., Simelane-Mnisi, S., Mji, A. & Mokgobu, I. (2021). *Students' behavioural intention and challenges to bring your own device (BYOD) in higher education during COVID-19 and beyond*. World Institute for Engineering and Technology Education (WIETE). Dostupné z: [http://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.19,%20No.1%20\(2021\)/01-SimelaneMnisi-S.pdf](http://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.19,%20No.1%20(2021)/01-SimelaneMnisi-S.pdf).
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>.
- Maxst. (2020, July 20). *SLAM, Core technology of AR, What is it?* [online]. Medium. Retrieved June 21, 2021, from <https://medium.com/maxst/slam-core-technology-of-ar-what-is-it-e6c9ae4839b4>.
- Mentira – Overview* [online]. (n.d.). Mentira. Retrieved July 21, 2021, from <http://www.mentira.org/overview>.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). *A taxonomy of mixed reality visual displays*. IEICE Transactions on Information and Systems. ISSN: 09168532.
- Mishra, M. [online]. (2017). *Argo - AR Language Learning App*. Mona Mishra. Retrieved June 21, 2021, from <http://monamishra.com/projects/Argo.html>.
- Model Viewer* [online]. (2018). Retrieved June 21, 2021, from <https://modelviewer.dev/examples/augmentedreality/>.
- Mondly AR: Augmented Reality Language Learning* [online]. (n.d.). Mondly Languages. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.mondly.com/ar>
- Monus, A. (2017, October 31). *Managing Git and GitHub Projects with Atom [Guide]* [online]. Hongkiat. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.hongkiat.com/blog/manage-git-github-atom/>.
- Morley, J. (2001). *Aural comprehension instruction: Principles and practices*. In M. Celce Murcia (Ed.), *Teaching English as a second or foreign language* (3rd ed., pp. 69-85). Boston: Heinle &

- Heinle Publishers. Dostupné z: <http://gaining.educ.msu.edu/resources/files/Teaching%20listening.Morley%202001.pdf>.
- Moschini, E. (2008). *The Construction of Knowledge through Gaming*. How to Engage University Students in the Understanding of the Historical Developments of Knowledge and Scholarship via Playing and Networking. Dostupné z: http://ceur-ws.org/Vol-398/S2_Moschini.pdf.
- Nakamura, M., Inaba, G., Tamaoki, J., Shiratori, K. & Hoshino, J. (2006). Mounting and application of bubble display system: Bubble cosmos. *International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology 2006*. 47. <https://doi.org/10.1145/1178823.1178879>.
- Nesenbergs K., Abolins V., Ormanis J. & Mednis A. (2021). Use of Augmented and Virtual Reality in Remote Higher Education: A Systematic Umbrella Review. *Education Sciences*. 11(1):8. <https://doi.org/10.3390/educsci11010008>.
- Nigam, A. (2020, March 9). *What Is USDZ and How To Convert Your 3D Model to USDZ* [online]. Medium. Retrieved June 21, 2021, from <https://betterprogramming.pub/what-is-usdz-and-how-to-convert-your-3d-model-to-usdz-dac2e6205036>
- Nikou, S. A. & Economides, A. A. (2018). Mobile-based assessment: a literature review of publications in major referred journals from 2009 to 2018. *Computers and Education*, 125, 101-119. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.006>.
- Parmaxi, A. & Demetriou, A. (2020). Augmented reality in language learning: A state-of-the-art review of 2014–2019. *Journal of Computer Assisted Learning*. 36. <https://doi.org/10.1111/jcal.12486>.
- Piaget, J. (1977). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Delachaux & Niestle. ISBN 13: 9782603001332.
- Programmatically change the src of an img tag* [online]. (2012, July 30). Stack Overflow. Retrieved June 21, 2021, from <https://stackoverflow.com/questions/11722400/programmatically-change-the-src-of-an-img-tag>
- Průcha, J., Walterová, E. & MAREŠ, J. (2001). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál. 322 s. ISBN 80-7178-579-2.
- QR Code Generator | Create Your Free QR Codes* [online]. (2019, June 7). QR Code Generator. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.qr-code-generator.com/>
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>.
- Radu, I. & Antle, A. (2017). Embodied learning mechanics and their relationship to usability of handheld augmented reality. <https://doi.org/10.1109/KELVAR.2017.7961561>.

- Rambousek, V. (2014). *Materiální didaktické prostředky*. Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-664-2.
- Romano, M., Díaz, P. & Aedo, I. (2020). Empowering teachers to create augmented reality experiences: the effects on the educational experience. *Interactive Learning Environments*, <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1851727>.
- Rosenberg, L. B. (1993). Virtual fixtures: Perceptual tools for telerobotic manipulation. In: *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/VRAIS.1993.380795>.
- Roussou, M. (2007). Immersive interactive Virtual Reality and Informal Education. *Foundation of the Hellenic World*. Dostupné z: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.7.102&rep=rep1&type=pdf>.
- Ruiz, G. R., & Hernandez, H., M. (2018). *Augmented reality for enhanced learning environments*. IGI Global. ISBN 9781522552444.
- Ruiz-Ariza, A., Casuso, R.A., Suarez-Manzano, S., & Martinez-Lopez, E.J. (2018). Effect of augmented reality game Pokemon GO on cognitive performance and emotional intelligence in adolescent young. *Computers & Education*. 116, 49–63. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.002>.
- Runte, M. (2015). *Lernerlexikographie und Wortschatzerwerb*. Berlin, München, Boston: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110428476>.
- Sandhu, S. (2020, May 19). *model-viewer: The Web Component Making 3D and AR Accessible to Everyone* [online]. Medium. Retrieved June 21, 2021, from <https://medium.com/@356sandhu/model-viewer-the-web-component-making-3d-and-ar-accessible-to-everyone-87bb8308a732>
- Santos, M. E. C., Chen A., Taketomi T., Yamamoto G., Miyazaki J., Kato H. (2014) Augmented reality learning experiences: survey of prototype design and evaluation. *IEEE Trans Learn Technol*. <https://doi.org/10.1109/TLT.2013.37>.
- Santos, M. E. C., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M. M. T., Sandor, Ch. & Kato, H. (2016). Augmented Reality as Multimedia: The Case for Situated Vocabulary Learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, vol. 11. Dostupné z: <https://xr-lab.org/publication/santos-rptel-16/santos-rptel-16.pdf>.
- Sattar, F. & Nawaz, M. (2017). Augmented Reality Sandbox and Constructivist Approach for Geoscience Teaching and Learning. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*. 11. 1603-1606. Dostupné z: <https://zenodo.org/record/1131948/files/10007793.pdf>.

Sciforce. (2019, March 1). *What is inside of Augmented Reality?* [online]. Medium. Retrieved June 21, 2021, from <https://medium.com/sciforce/what-is-inside-of-augmented-reality-96ef03b37ada>

Seedhouse, P., Preston, A., Oliver, P., Jackson, D., Heslop, P., Balaam, M. & Kipling, M. (2014). The European Digital Kitchen Project. *Bellaterra Journal of Teaching & Learning Language and Literature*. <https://doi.org/10.5565/rev/jtl3.554>.

She, J. H., Wu, C., Wang, H., & Chen, S. (2009). Design of an e-learning system for technical Chinese courses using cognitive theory of multimedia learning. *Electronics and Communications in Japan*, 92(8), 393–400. <https://doi.org/10.1002/ecj.10204>

Shumaker, R. (2015). *Virtual, Augmented and Mixed Reality*. 7th International Conference, VAMR 2015, Held as Part of HCI International 2015 Los Angeles, CA, USA, August 2–7, 2015 Proceedings. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-21066-7.

Sketchfab. (n.d.). *Popular 3D models* [online]. Retrieved June 21, 2021, from <https://sketchfab.com/3d-models>

Solak, E. & Çakır, R. (2015). Exploring the Effect of Materials Designed with Augmented Reality on Language Learners' Vocabulary Learning. *Journal of Educators Online*, vol. 13, no. 2. <https://doi.org/10.9743/JEO.2015.2.5>.

Sommerauer P. & Müller, O. (2014) Augmented reality in informal learning environments: a field experiment in a mathematics exhibition. *Computer Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>.

Sommerauer, P. & Müller, O. (2018). AUGMENTED REALITY FOR TEACHING AND LEARNING-A LITERATURE REVIEW ON THEORETICAL AND EMPIRICAL FOUNDATIONS. *Twenty-Sixth European Conference on Information Systems (ECIS2018)*, Portsmouth, UK. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/326479477>.

State, A., Chen, D. T., Tector, Ch., Brandt, A., Chen, H., Ohbuchi, R., Bajura, M. & Fuchs, H. (1995). Case Study: Observing a Volume Rendered Fetus within a Pregnant Patient. *Conference: Proceedings IEEE Visualization '94*, Washington, DC, USA, October 17-21. Dostupné z: http://www.cs.unc.edu/~andrei/pubs/1994_VIZ_usound.pdf.

Statti, A. & Torres, K. M. (2018). Second or Foreign Language Learning With Augmented Reality. In: Ruiz, G. R. & Hernández H., M. *Augmented Reality for Enhanced Learning Environments*. IGI Global. ISBN 9781522552444.

Sutherland, Ivan E.. (1968). A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I (AFIPS '68 (Fall, part I))*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 757–764. DOI: <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>.

- Tahir, Z., Haron, H. & Kaur, J. (2018). A Review of Ubiquitous Language Learning Environment. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v12.i1.pp275-281>.
- Tang, W.-T. & Young, S. S.-C. (2014). Maparin: Creating a friendly and adaptable learning scenario for foreign students in Taiwan. *Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, ICCE 2014*. (pp.442-450). Japan Nara: Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/288442608_Maparin_Creating_a_friendly_and_adaptable_learning_scenario_for_foreign_students_in_Taiwan.
- Tarng, W., & Ou, K.-L. (2012). A study of campus butterfly ecology learning system based on augmented reality and mobile learning. In *IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE)*, 2012. Takamatsu: IEEE. <https://doi.org/10.1109/WMUTE.2012.17>.
- Techakosit, S. & Wannapiroon, P. (2015). Connectivism Learning Environment in Augmented Reality Science Laboratory to Enhance Scientific Literacy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2108-2115. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.009>.
- Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M., & Piekarski, W. (2000). Arquake: an outdoor/indoor augmented reality first person application. In A. Rawlinson (ed.) *Wearable Computers*. (2000). The Fourth International Symposium on. Dostupné z: <http://www.tinmith.net/papers/thomas-puc-2002.pdf>.
- Tomi, A. B., & Rambli, D. R. A. (2013). An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number with the Thirsty Crow. *Procedia Computer Science*, 25(0), 123- 130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>.
- Tönnis, M. *Augmented Reality - Einblicke in die Erweiterte Realität*. Springer, 2010. ISBN 978-3-642-14178-2.
- Tsai, Ch.-Ch. (2020). The Effects of Augmented Reality to Motivation and Performance in EFL Vocabulary Learning. *International Journal of Instruction*. 13. 987-1000. <http://dx.doi.org/10.29333/iji.2020.13460a>.
- Tsiampa, A. M. & Skolariki, K. (2018). Holographic Reality in Education: The Future of an Innovative Classroom. International Association for Development of the Information Society (IADIS). *International Conference on Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age (CELDA)*. Dostupné z: <https://eric.ed.gov/?id=ED600771>.

- Tschofen, C., & Mackness, J. (2012). Connectivism and dimensions of individual experience. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 13(1), 124-143. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v13i1.1143>.
- Trujano, F., Khan, M. & Maes, Pattie. (2018). ARPiano Efficient Music Learning Using Augmented Reality. *First International Conference, ICITL 2018*, Portoroz, Slovenia, August 27–30, 2018, Proceedings. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99737-7_1.
- Vallino, J. R. (1998). *Interactive augmented reality*. University of Rochester. Dostupné z: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/898410>.
- Vividbooks pro školy* [online]. (n.d.). Vividbooks. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.vividbooks.com/>
- Vlahakis, V., Ioannidis, N., Karigiannis, J., Tsotros, M. & Gounaris, M. (2002). Archeoguide: An Augmented Reality Guide for Archaeological Sites. *IEEE Computer Graphics and Applications* 22. Dostupné z: https://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~mgattass/ra/ref/RA_Ruinas/01028726.pdf.
- Votápková, D. (2013). *Badatelé.cz: průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Sdružení Tereza. ISBN 978–80–87905–02–9.
- Vuforia: Market-Leading Enterprise AR* [online]. (2021, May 31). PTC. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.ptc.com/en/products/vuforia>
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific American*. Dostupné z: <https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Weiser-SciAm.pdf>.
- Wikipedia contributors. (2020, December 31). *Sensorama* [online]. Wikipedia. Retrieved June 21, 2021, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensorama>
- Wilson, B. (1997). Reflections on constructivism and instructional design. *Instructional development paradigms*. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/215835868_Reflections_on_constructivism_and_instructional_design.
- Wu, M.-H. (2019). The applications and effects of learning English through augmented reality: a case study of Pokémon Go. *Computer Assisted Language Learning*. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1642211>.
- Wu, B., Yu, X. & Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. *Br. J. Educ. Technol.*, 51: 1991-2005. <https://doi.org/10.1111/bjet.13023>.
- Wu, Ch.-T. & Huang, Ch.-H. (2020). Situated Learning In A Course Of Augmented Reality Technology. *International E-Conference on Engineering, Technology and Management - ICETM 2020, USA*. <https://doi.org/10.15224/978-1-63248-188-7-09>.

Yang, Y. F. (2011). Engaging students in an online situation learning language environment. *Computer Assisted Language Learning*.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09588221.2010.538700>

Yildirim, S. & Yildirim, Ö. (2016). The importance of listening in language learning and listening comprehension problems experienced by language learners: A literature review. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16 (4), 2094-2110. Dostupné z: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/291966>.

Zhang J., Sung Y. T., Hou H. T. & Chang K. E. (2014) The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computer Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.003>.

Zounek, J., Juhaňák, Staudková, L. & Poláček, H. J. (2016). *E-learning. Učení (se) s digitálními technologiemi*. Praha: Wolters Kluwer ČR, a.s. ISBN 978-80-7552-217-7.

Seznam obrázků

- Obr. č. 1: Zjednodušená reprezentace virtuálního kontinua
- Obr. č. 2: Kontinuum počítačových rozhraní podle Milgrama a Kishina
- Obr. č. 3: Zobrazení AR technologií SLAM
- Obr. č. 4: Obr. č. 4: Sutherlandův HDM displej
- Obr. č. 5 Ukázka užití AR knihy pro studium anatomie
- Obr. č. 6 Přeměna 2D modelu na 3D
- Obr. č. 7: Dovednosti v jazykovém vzdělávání
- Obr. č. 8, 9: Aplikace Mondly AR
- Obr. č. 10: Aplikace Argo
- Obr. č. 11: ARbis Pictus
- Obr. č. 12: Socio-edukační model
- Obr. č. 13: Pyramida učení podle S. Shapiro
- Obr. č. 14: Kužel zkušenosti
- Obr. č. 15: Cyklus učení
- Obr. č. 16: Spirála zážitkového učení
- Obr. č. 17: Ukázka kódu carousel modelu z Model Viewer
- Obr. č. 18: Gltf formát
- Obr. č. 19: Webová verze prototypu
- Obr. č. 20: Mobilní verze prototypu
- Obr. č. 21: Webové zobrazení Projektu 1
- Obr. č. 22: Mobilní zobrazení Projektu 1
- Obr. č. 23: Webové zobrazení Projektu 2
- Obr. č. 24: Mobilní zobrazení Projektu 2
- Obr. č. 25: Model Viewer, podporované prohlížeče
- Obr. č. 26: Ukázka reálného užití aplikace
- Obr. č. 27: Ukázka z testu A

Seznam grafů

- Graf. č. 1: Test A, klasická metoda
- Graf. č. 2: Test A, klasická metoda, členy
- Graf. č. 3: Test A, AR metoda
- Graf. č. 4: Test A, AR metoda, členy
- Graf. č. 5: Test B, klasická metoda
- Graf. č. 6: Test B, klasická metoda
- Graf. č. 7: Test B, AR metoda
- Graf. č. 8: Test B, AR metoda, členy
- Graf. č. 9: Test A + B, klasická metoda
- Graf. č. 10: Test A + B, klasická metoda, členy
- Graf. č. 11: Test A + B, AR metoda
- Graf. č. 12: Test A + B, AR metoda, členy
- Graf. č. 13: Kröte x Krake, test A
- Graf. č. 14: Kröte x Krake, test B
- Graf. č. 15: Hundsrobbe x Nacktschnecke, test A

Přílohy

Příloha č. 1: Test A

Test A - Vokabeln

Dobrý den,
v návaznosti na experiment s výukou slovní zásoby prostřednictvím AR bych Vás ráda požádala o vyplnění tohoto testu, který má za cíl ověřit získané znalosti. Účast na něm je dobrovolná a anonymní. Poslouží k účelům diplomové práce na Studiu nových médií Filozofické fakulty Univerzity Karlovy.

*Povinné pole

Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an *

- weiblich
 männlich

Wie alt sind Sie? *

Vaše odpověď

Wählen Sie die richtige Übersetzung 1 *

	Hirsch	Eichhörnchen	Schildkröte	Schmetterling	Schwan
motýl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
labuť	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
veverka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
želva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jelen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wählen Sie die richtige Übersetzung 2 *

	Fledermaus	Taube	Haifisch	Hundsrobbe	Nacktschnecke
holub	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
slimák	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
netopýr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
žralok	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tuleň	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wählen Sie die richtige Übersetzung 3 *

	Krake	Grashüpfer	Ameise	Hahn	Kröte
mravenec	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
kohout	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
kobylka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ropucha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
chobotnice	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wählen Sie die richtige Übersetzung 4 *

	Marienkäfer	Kaninchen	Fuchs	Libelle	Biene
vážka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
včela	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
liška	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
beruška	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
králik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wählen Sie den richtigen Artikel *

	das	der	die
Eichhörnchen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fuchs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Krake	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fledermaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libelle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Příloha č. 2: Test B

Test B - Vokabeln

Dobrý den,
v návaznosti na experiment s výukou slovní zásoby prostřednictvím AR bych Vás ráda požádala o vyplnění tohoto testu, který má za cíl ověřit získané znalosti. Účast na něm je dobrovolná a anonymní. Poslouží k účelům diplomové práce na Studiu nových médií Filozofické fakulty Univerzity Karlovy.

*Povinné pole

Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an *

- weiblich
 männlich

Wie alt sind Sie? *

Vaše odpověď

Wählen Sie die richtige Übersetzung 1 *

	Hirsch	Eichhörnchen	Schildkröte	Schmetterling	Schwan
motýl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
labuť	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
veverka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
želva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jelen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wählen Sie die richtige Übersetzung 2 *

	Fledermaus	Taube	Haifisch	Hundsrobbe	Nacktschnecke
holub	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
slimák	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
netopýr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
žralok	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tuleň	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wählen Sie die richtige Übersetzung 3 *

	Krake	Grashüpfer	Ameise	Hahn	Kröte
mravenec	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
kohout	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
kobylka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ropucha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
chobotnice	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wählen Sie die richtige Übersetzung 4 *

	Marienkäfer	Kaninchen	Fuchs	Libelle	Biene
vážka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
včela	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
liška	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
beruška	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
králík	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wählen Sie den richtigen Artikel *

	das	der	die
Eichhörnchen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fuchs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Krake	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fledermaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libelle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>