

Digitální storytelling využívající současné technologie

BcA. Aneta Roubíčková

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ateliér Digitální design

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **BcA. Aneta Roubíčková**
Osobní číslo: **K18406**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimédia a design – Digitální design**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Digitální storytelling využívající současné technologie**

Zásady pro vypracování

1. Rešerše současných technologií a jejich využití
 2. Analýza tématu
 3. Stanovení cílů a metody práce
 4. Vypracování projektu
 5. Testování prototypu a jeho finalizace
 6. Závěr a vyhodnocení projektu
- a) teoretická část v rozsahu 30 – 35 normostran textu
b) prototyp nebo funkční model nebo fyzický model v měřítku 1:1, 1:2, 1:3, 1:5, 1:10 podle charakteru projektu a konzultace s vedoucím práce
c) grafická prezentace v rozsahu minimálně 3,5 m²

Rozsah diplomové práce: viz Zásady pro vypracování
Rozsah příloh: viz Zásady pro vypracování
Forma zpracování diplomové práce: Tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

BLAZER, Liz. *Animated storytelling: simple steps for creating animation & motion graphics*. San Francisco, CA: Peachpit Press, [2016]. ISBN 9780134133652.
SHAW, Austin. *Design for motion: motion design techniques & fundamentals*. Burlington: Focal Press, [2015]. ISBN 9781315749006.
BUCHER, John K. *Storytelling for virtual reality: methods and principles for crafting immersive narratives*. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2018. ISBN 9781138629660.
MELGAR, Enrique Ramos, Ciriaco CASTRO DÍEZ a Przemek JAWORSKI. *Arduino and Kinect projects: Design, build, blow their minds*. New York: Distributed to the book trade worldwide by Springer Science+Business Media, c2012. ISBN 9781430241683.
AUKSTAKALNIS, Steve. *Practical augmented reality: a guide to the technologies, applications and human factors for ar and vr*. Boston: Addison-Wesley, [2017]. ISBN 9780134094236.
SCHMALSTIEG, Dieter a Tobias HÖLLERER. *Augmented reality: principles and practice*. Addison Wesley: Boston, 2016. ISBN 978-0-321-88357-5.

Vedoucí diplomové práce: **MgA. Václav Skácel**
Ateliér Digitální design

Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

doc. Mgr. Irena Armutidisová
děkanka



M. A. Bohuslav Stránský
vedoucí ateliéru

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že:

- jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne: 3.6.2020

Jméno a příjmení studenta: ANETA ROUBÍČKOVÁ

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tématem této práce je využití virtuální reality k simulaci očních vad. Pomocí storytellingu a zkušeností osob slabozrakých nebo nevidomých si dává za cíl o této problematice informovat širší veřejnost a umožňuje uživateli vytvořené aplikace nahlédnout do jejich života. Teoretická část vysvětluje pojem storytelling a seznamuje čtenáře s počátky a potenciálem imersivních médií, jakými je rozšířená, virtuální a kombinovaná realita. Jedna kapitola ukazuje způsoby měření zraku, informuje o statistikách a zaměřuje se na nejčastější oční vady. Praktická část diplomové práce nabízí řešerši projektů s podobnou tematikou. Představuje průběh výzkumu v organizacích pro nevidomé a slabozraké. Následně ukazuje, jakým způsobem byly získané zdroje využity pro vytvoření finálního funkčního prototypu.

Klíčová slova: virtuální realita, rozšířená realita, vady zraku, simulace očních vad, storytelling, imersivní média, zraková postižení

ABSTRACT

The topic of this master thesis is the use of virtual reality to simulate visual defects. With the help of storytelling and the experience of visually impaired or blind people, it aims to inform the general public about this issue and allows the user of the resulting application to look into their lives. The theoretical part explains the concept of storytelling and introduces origin and potential use of immersive media, such as augmented, virtual and mixed reality. One chapter shows the ways of measuring vision, informs about statistics and focuses on the most common eye defects. The practical part of the master thesis offers the research of projects with similar topics. It presents the progress of research in collaboration with organizations for the blind and visually impaired people. It shows how the resources obtained were used to create the final functional prototype.

Keywords: virtual reality, augmented reality, visual defects, eye defects simulation, storytelling, immersive media, visual impairments

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu této práce, MgA. Václavu Skácelovi, za jeho čas, rady, podporu a odborné vedení. Velmi si cením také konzultací a předání mnoha odborných znalostí v průběhu celého studia od MgA. Bohuslava Stránského, Ph.D.

Poděkování za pomoc a podporu patří Tyfloservisu Zlín a oblastním odbočkám SONS v Hradci Králové a Zlíně. Děkuji všem, kteří se podíleli na mém výzkumu. Především potom těm, kteří ochotně svolili k poskytnutí osobních rozhovorů.

Také děkuji své rodině a blízkým, bez kterých by tato práce nevznikla.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 STORYTELLING	13
1.1 CO SLOVO STORYTELLING ZNAMENÁ A PROČ NEPOUŽÍVÁME JEHO ČESKÝ EKVIVALENT?.....	13
1.2 DIGITÁLNÍ STORYTELLING.....	14
1.2.1 Interaktivní storytelling a jeho původ	14
1.2.2 Transmedia storytelling.....	14
1.2.3 Vizuální storytelling.....	16
2 XR – IMERSIVNÍ MÉDIA	19
2.1 ROZŠÍŘENÁ REALITA	19
2.1.1 Předchůdci a začátky AR	20
2.1.2 Využití AR	21
2.2 VIRTUÁLNÍ REALITA.....	26
2.2.1 Vývoj technologie	27
2.2.2 VR ve 21. století.....	30
2.2.3 VR v současnosti.....	31
2.2.4 Ovládání UI ve virtuální realitě.....	35
2.3 KOMBINOVANÁ REALITA.....	39
2.3.1 Brýle s rozšířenou realitou	40
3 ZRAKOVÁ POSTIŽENÍ A VADY ZRAKU	43
3.1 MĚŘENÍ ZRAKU	43
3.2 DEFINICE POJMŮ A KLASIFIKACE ZRAKOVÉHO POSTIŽENÍ.....	44
3.3 ANATOMIE ZRAKOVÉHO ORGÁNU.....	46
3.3.1 Zornice	46
3.3.2 Rohovka a čočka	47
3.3.3 Sítnice.....	47
3.3.4 Mozek.....	48
3.4 ČASTÉ VADY ZRAKU.....	48
3.4.1 Refrakční vady (ametropie).....	48
3.4.2 Poruchy binokulárního vidění	50
3.4.3 Šedý zákal (katarakta)	50
3.4.4 Zelený zákal (glaukom).....	51
3.4.5 Retinopatie nedonošených	51
3.4.6 Albinismus	51
3.4.7 Diabetická retinopatie	52
3.4.8 Pigmentová retinopatie.....	52
3.4.9 Věkem podmíněná makulární degenerace	52
3.4.10 Porucha barvocitu.....	53

II	PRAKTICKÁ ČÁST	56
4	ZÁMĚR PROJEKTU	57
5	HLEDÁNÍ TÉMATU	59
6	REŠERŠE PROJEKTŮ S PODOBNOU TEMATIKOU	60
6.1	VADY ZRAKU VE VIRTUÁLNÍ REALITĚ	60
6.1.1	Využití VR k diagnóze glaukomu.....	60
6.1.2	Simulace zrakových vad	60
6.1.3	Vivid Vision – VR jako způsob léčby poruchy binokulárního vidění	62
7	PŘÍPRAVNÁ FÁZE PROJEKTU	63
7.1	ZPRACOVÁNÍ INFORMACÍ Z VÝZKUMU	63
7.2	VÝBĚR KONKRÉTNÍCH VAD ZRAKU.....	64
7.3	VÝBĚR TECHNOLOGIE	65
7.4	MOŽNÉ VÝSTUPY PROJEKTU	66
7.4.1	Obecné představení několika vad zraku.....	66
7.4.2	Volba jedné vady zraku a jedné osoby, která ji představuje	66
7.4.3	Volba několika vad zraku a několika osob, které je představují.....	66
8	VÝZKUM	67
8.1	KONZULTACE S ORGANIZACEMI PRO NEVIDOMÉ A SLABOZRAKÉ.....	67
8.1.1	SONS Zlín.....	67
8.1.2	SONS Hradec Králové	68
8.1.3	Tyfloservis Zlín.....	69
8.2	VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ	69
8.2.1	Grafické zpracování výsledků z uzavřených otázek	71
8.2.2	Vybrané odpovědi z otevřených otázek	73
8.3	OSOBNÍ ROZHOVORY S LIDMI S VADOU ZRAKU	78
8.3.1	Rozhovor č. 1 – trubicové vidění následkem roztroušené sklerózy.....	79
8.3.2	Rozhovor č. 2 – trubicové vidění následkem pigmentové degenerace sítnice	80
8.3.3	Rozhovor č. 3 – věkem podmíněná makulární degenerace.....	81
8.3.4	Rozhovor č. 4 – šedý zákal	82
9	FINÁLNÍ ŘEŠENÍ PROJEKTU	84
9.1	JAZYK A NÁZEV	84
9.2	VIZUÁLNÍ STYL	84
9.2.1	Barevné schéma	87
9.2.2	Logotyp	88
9.2.3	Font	88
9.2.4	Grafické prvky a ikony.....	89
9.3	FUNKČNÍ PROTOTYP	89
9.3.1	Uživatelské rozhraní.....	94
9.3.2	360° video	95

9.3.3	Místa natáčení	96
9.4	ČASOVÁ NÁROČNOST PROJEKTU.....	98
	ZÁVĚR	99
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	101
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	106
	SEZNAM OBRÁZKŮ	107
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ K OBRÁZKŮM.....	110

ÚVOD

Ačkoli virtuální realita v nějaké podobě existuje už více než šedesát let, masového rozšíření se dočkala až v posledním desetiletí. Dozajista je to dáno vývojem technologií, přístupností internetu a faktem, že počítač je dnes samozřejmou součástí každé domácnosti. S každým následujícím rokem technologicky dospívá a stává se dostupnější široké veřejnosti. Právě proto designéři teprve nyní postupně objevují její potenciál. Výjimkou není ani tato diplomová práce, která se na virtuální realitu zaměřuje a zabývá se možnostmi jejího využití.

Konkrétním tématem zpracovávaným v této práci jsou simulace vad zraku. Oční onemocnění nejsou mezi lidmi často diskutované. Dokud se s nimi ve svém životě přímo nesetkáme, většinou nemáme představu o tom, jak široká škála možností se mezi viděním a nevidomostí nachází. Je proto přirozené, že se kvůli této nevědomosti stává mnoho nedorozumění a vzniká určitá bariéra mezi člověkem s oční vadou a jeho zdravě vidícím okolím. Dokonce i pro blízké takového člověka je často velmi obtížně pochopitelné, jakým způsobem nahlíží na svět a jaká jsou jeho omezení. Tato diplomová práce má onu bariéru pomoci odstraňovat a nabídnout širší veřejnosti možnost nahlédnout do života člověka s onemocněním zraku a jeho vnímání.

V teoretické části práce je nejdříve popsán pojem storytelling a příklady jeho využití. Jako účinný nástroj pro předávání informací je využíván nejen v zábavním průmyslu, ale i marketingu, vzdělávání a žurnalistice.

Druhá část vysvětluje, co je to rozšířená, virtuální a kombinovaná realita, jak se od sebe jednotlivé technologie liší a jaké jsou příklady jejich použití. V případě virtuální reality jde více do hloubky její relativně mladé historie a hledá možné způsoby ovládnutí tohoto prostředí.

Poslední část informuje o nejčastějších vadách zraku. Aby bylo možné je lépe pochopit, bylo zapotřebí přiblížit i anatomii zrakového orgánu. Definiuje základní pojmy a způsoby měření zraku.

Začátek praktické části nastiňuje proces hledání tématu. Dále je uveden výběr projektů s podobnou tematikou.

Následující kapitola popisuje proces hledání výsledného řešení pro tvorbu prototypu. Nastiňuje rozhodování, jakou použít technologii a jak zpracovat informace získané

z výzkumu. Zdůvodňuje, jakými konkrétními vadami zraku by bylo vhodné se zabývat a nabízí tři možnosti vedoucí k finálnímu výstupu.

Důležitou součástí této práce je výzkum. Jsou zde popsány návštěvy tří center pro slabozraké a nevidomé. Výsledky dotazníkového šetření, kterého se zúčastnilo 37 respondentů, jsou shrnuty do grafů a výňatků z odpovědí. Jednotlivě jsou popsány osobní setkání se čtyřmi osobami se zrakovou vadou.

Poslední část této diplomové práce seznamuje s konečným řešením projektu. Vysvětluje volbu názvu a tvorbu vizuálního stylu. Poslední část se zabývá přímo funkčním prototypem. Aplikace začíná virtuálním prostorem, ze kterého je možné vstoupit do dalších scén, kde se přehrávají 360° videa. Ve videích se lze přesouvat pomocí šipek. Je to podobný způsob, jako to lze například v aplikaci Google Street View. Videá je možné pozorovat skrze filtry upravující vidění. Jejich přehrávání doplňuje mluvené slovo nahrané při rozhovorech se čtyřmi osobami s oční vadou.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 STORYTELLING

Denně vyprávíme příběhy, aniž bychom si toho byli vůbec vědomi. Bez vynaložení nejmenšího úsilí sdělujeme, koho jsme potkali na cestě do obchodu, co jsme se dočetli na internetu nebo jaký zážitek máme z poslední dovolené. Jakmile by nám však dal někdo do ruky tužku a papír, zapnul kameru nebo mikrofon a poprosil nás, abychom povyprávěli příběh, naše mysl má tendenci se proměnit v nepopsaný list. Začneme přemýšlet, jaká historka je dostatečně zajímavá a dramatická, aby byla hodna vyprávění. Chceme najít téma s vhodnou zápletkou, přesvědčivým průběhem a koncem, který v nás zanechá emoce. Lidé se naučili, že dobrý příběh musí být náležitě propracovaný a dramatický. Příběhy jsou přitom naší přirozenou součástí. Vyprávět můžeme nejen o tom, co děláme. Inspirací jsou často důležití lidé z našeho života, místa, která nacházíme, události, které nás potkají, sny, které se nám zdají nebo dění, které vidíme okolo sebe. Jeden z nejtěžších úkolů, kterému musíme při vyprávění příběhů čelit, je začít. Sebrat se, zaznamenávat svoje myšlenky, zajímat se o vybrané téma, shromažďovat informace, nápady, poznatky a odrazit se od nich. [1, s. 14-21]

1.1 Co slovo storytelling znamená a proč nepoužíváme jeho český ekvivalent?

Doslovný překlad by mohl znít „vyprávění“. Proč je tedy vhodnější zaužívané slovo storytelling? „Jednoduše proto, že vypráví každý, ale storytellingu se věnují ti, kteří chtějí vědomě a s konkrétním cílem schopnost vyprávění rozvíjet a jednou třeba i dovést k dokonalosti.“ [2]

Storytelling není jen volnočasovou aktivitou nebo uměleckou disciplínou, má obrovský potenciál také jako marketingový nástroj nebo edukační prostředek. Má i terapeutický dosah, vyprávěcí cvičení a hry totiž funkčně napomáhají v práci se sociálně slabšími skupinami nebo psychicky nemocnými lidmi. Svoji úlohu také plní při projektech zaměřených na seniory. Tím výčet využití storytellingu ani zdaleka nekončí. „Je to návrat k znovuobjevování zakořeněné tradice vyprávění. Je to ta nejpřirozenější lidská činnost i umění zároveň. (...) I tuto schopnost můžeme ovšem jako každou jinou rozvíjet, zdokonalovat a používat. Ze schopnosti se může stát umění.“ [3]

1.2 Digitální storytelling

Digitálním storytellingem můžeme nazývat ty formy příběhu, které na své publikum promlouvá skrze digitální technologie a média. Má obrovské množství forem. Může jít o počítačovou hru, příspěvek na internetu, mobilní aplikaci, sociální média, interaktivní video, virtuální realitu, rozšířenou realitu, inteligentní hračky a nepřeberné množství jiných elektronických zařízení i žánrů. Je to mladé a rostoucí odvětví designu. Od běžného storytellingu se dá rozlišit právě formou, jakou je příběh vyprávěn. [4, s. 4-5]

1.2.1 Interaktivní storytelling a jeho původ

Jedním ze specifických aspektů digitálního storytellingu je jeho interaktivita. Komunikace mezi vyprávěním a posluchačem je to, co dělá tuto formu vyprávění unikátní. Publikum hraje aktivní roli a může mít obrovský vliv na vývoj příběhu. Pokud jde o interaktivitu ve vyprávění samotném, její forma se používala ještě před začátkem digitálního věku. Mnoho profesionálů na interaktivní média považuje za první formy interaktivního storytellingu už dávné vyprávění u táboráku, kde měl vypravěč předem naplánováno, o čem chce vyprávět, ne však přesnou osnovu. Děj příběhu se měnil podle reakcí jeho okolí. Podle odborníka Josepha Campbella byly jedním z nejranějších typů interaktivního storytellingu mýty, a to díky způsobu, jakým se v komunitě předávaly formou náboženských rituálů. [4, s. 7-8]

1.2.2 Transmedia storytelling

Málokterý projekt digitálního storytellingu využívá jen jednu formu média. Většinou jde o kombinaci platforem a médií, ze kterých jedno bývá hlavním médiem a alespoň jedno bývá interaktivní. [4, s. 37-38]

1.2.2.1 Příklady projektů

Příkladů transmediálních projektů přibývá. Například k televiznímu seriálu Westworld byly vytvořeny fiktivní webové stránky, hra na mobilní telefon a také mohou fanoušci požádat Alexu, inteligentní reproduktor od Amazonu, aby si mohli zahrát zvukovou hru. V této hře neuslyšíte jen vyprávět příběh, ale máte možnost udělat až 400 rozhodnutí a vydat se jednou ze 60 příběhových linií. Špatné rozhodnutí může vést k jednomu ze 32 způsobů smrti. [4]

Jedním z dalších příkladů je televizní seriál Hra o trůny, který má rovněž vytvořené webové stránky, online hru a aplikaci, která ukazuje, jaké je zrovna počasí v různých částech smyšleného světa Hry o trůny. Vybraní fanoušci mohou obdržet „krabici vůní“, která obsahuje různé pachy spojené se seriálem. [4, s. 38]

Ne každý transmediální projekt se točí kolem filmů a televizních seriálů. Obzvláště inovativní byl například projekt z USA: Meow Mix House. Na ulici Manhattanu ukazovaly kamery přímým přenosem do speciálně postaveného domu, který obývaly vybrané kočky z útulků. Přenos z kamer ukazoval ve třiminutových sekvencích i televizní kanál a diváci měli možnost hlasovat v soutěžích mezi kočkami, například v soutěži o nejhezčí předení. Vítězná kočka se potom stala viceprezidentkou domu. Po ukončení show bylo možné kočky adoptovat a všechny tak našly nový domov. [4, 39-40]

1.2.2.2 ARG - Alternate Reality Games

Jedna z forem transmediálního storytellingu smazává rozdíl mezi hrou a reálným životem. Alternate Reality Games (ARG), tedy „hraní alternativní reality“, znamená žít svůj běžný život a zároveň být součástí nějakého příběhu. Herní prvky mají nejrůznější formu, ať už jde o telefonáty, emaily, novinové reklamy, fax a další způsoby komunikace. Hra se potom jeví opravdu jako realita a její hráči se jí účastní pod heslem „Toto není hra“. [4]

První příklad hry tohoto typu vznikl v Microsoftu v roce 2001. Byla nazvána The Beast. Její tvůrci sami sebe nazvali příznačně „the Puppetmasters“, tedy Loutkaři. Tento název pro tvůrce hry, který hýbe se životem člověka, se ujal i pro tvůrce podobných projektů, které vznikly později. [4, s. 40-42]

Za zmínku určitě stojí například ARG s tematikou filmu Batman. Jeho hráči se stali obyvateli města Gotham City. Jeden z úkolů je například dovedl do pekárny, kde měli vyzvednout neznámý objekt. Zásilka na ně čekala ve stylu Jokerovského humoru pod názvem Robin Banks (slova podobná anglickému „robbing banks“, nebo-li „loupit banky“). Objektem byl dort, na kterém bylo uvedeno telefonní číslo. Když na číslo zavolali, uslyšeli vyzvánění mobilu uprostřed dortu samotného. Tento telefon je zase dovedl k dalším úkolům. [4, s. 42-44]

1.2.2.3 LARP - Live Action Role Play

Související téma je fenomén LARP, z anglického Live Action Role Play (tedy hraní rolí naživo). LARP je hra, kde se hráči stanou na jeden den nebo klidně na celý měsíc předem

vytvořenou postavou ve fiktivním příběhu. Nehrají ovšem na počítači, jak by si někdo mohl myslet, ale ve skutečném světě. Vše potom v kostýmech a kulisách prožívají úplně stejně, jako by to byl jejich život. Stanou se herci, kteří hrají pro sebe a své spoluhráče, nemají žádné publikum, ani scénář nebo herecký trénink. Vše mají na starost organizátoři, kteří hráčům dopředu neřeknou, co se na ně chystá. Můžete se tak na určitý čas stát kosmonautem, sběračem artefaktů v radioaktivní zóně nebo konkubínou z Ameriky roku 1866, které někdo zavraždil kamarádku, a tak na vlastní pěst pátrá ve městě plném opilých pistolníků, co se jí přihodilo. [5]

Rvačky a jakýkoli nepříjemný fyzický kontakt se ale odehrává většinou jen v divadelním náznamu. Každý má také právo hru kdykoli přerušit. Snažíte se splnit herní cíle a vžít se naplno do své role, každá hra se však vyvíjí absolutně odlišně a má nečekaný a náhodný průběh. [5]

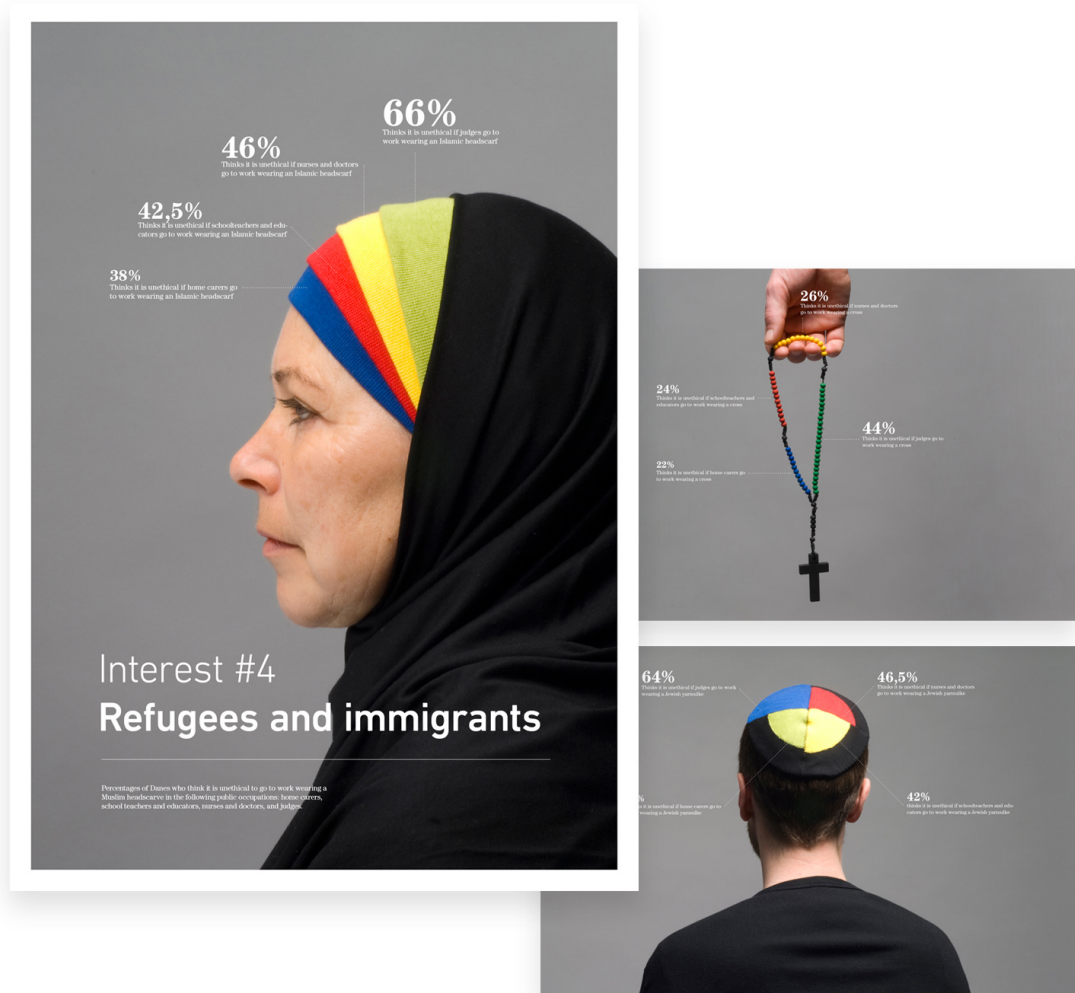
1.2.3 Vizuální storytelling

Vizuální storytelling využívá grafický design, text, ilustrace a fotografie ke zpracování informací tím nejelegantnějším, zábavným a zároveň informativním způsobem. [6]

Vznik stolních počítačů a internetu poskytl obrovskou spoustu nových příležitostí a výzev, jak ztvárnit data. Frekvence sdílení informací se změnila z denní na minutu po minutě. Data jsou nyní snadno přístupná, dají se sdílet a reprodukovat během chvíle. K tomu, abychom je byli schopní co nejsnáze zpracovat, slouží infografika. Vizuální žurnalistika (z ang. visual journalism) využívá text, grafické prvky a grafy tak, aby byla data co nejpochoptelnější a čtenář si tak mohl daný pojem nebo rozsah představit. Mozek mnohem snáze zpracovává informace, které jsou prezentované obrazově. Jde mnohem spíše o ilustrace než umění. Nemusí být ovšem jen vysvětlující, často kombinuje pravdu s krásou, může být inspirující, vizuálně poutavá a působivá. [6, s. 6-7]

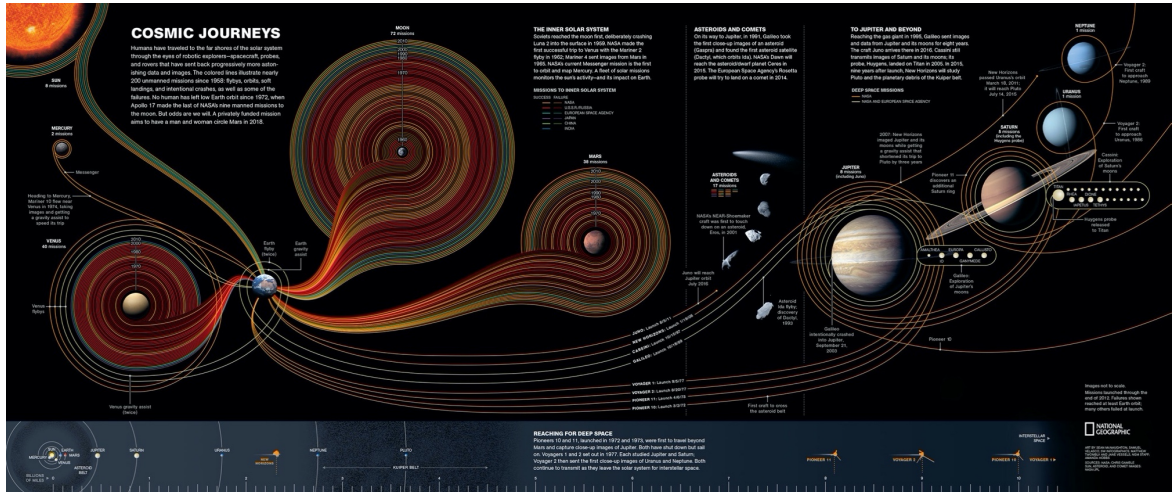
Abychom ztvárnili data efektivně, musíme se prvně soustředit na jejich správné a pravdivé zobrazení. Dále je potřeba data strukturovat a vymyslet, jakým způsobem je lze odvyprávět. Jako poslední zásadní bod je zapotřebí přijít s vhodným, stručným a vizuálně poutavým způsobem, jak je prezentovat. Vizuální storytelling se stává tím nejefektivnějším způsobem, jak vytvořit pořádek v chaosu. [6, s. 6-7]

Spojení infografiky a fotografie využívá například designér Peter Ørntoft. Jeho práce ukazuje data vycházející z průzkumu dánských obyvatel a jejich názoru na nošení náboženských symbolů při vykonávání veřejných profesí. [7]



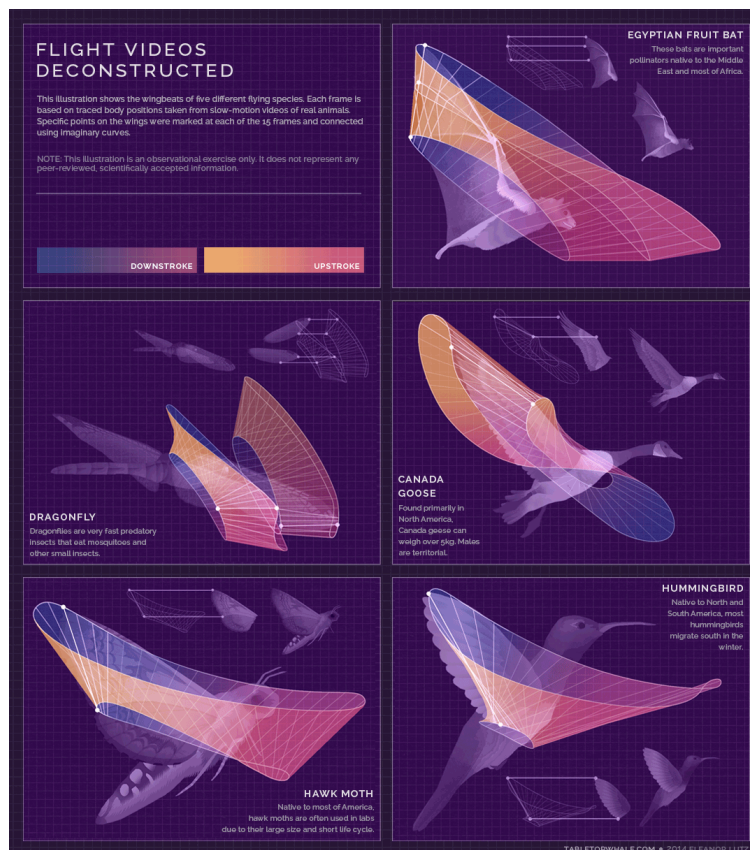
Obr. 1 Infografika využívající fotografii (Peter Ørntoft)

I vědecká data lze zpracovat kreativně a srozumitelně. National Geographic zadalo týmu 5W Infographics, aby znázornilo 50 let objevování vesmíru. Infografika z roku 2009 obsahuje každou vesmírnou misi a destinaci, ať už s posádkou nebo bez, dokončenou nebo neúspěšnou. [6, s. 120-121]



Obr. 2 Fifty Years of Space Exploration (5W Infographics)

Pokud bude infografika sdílena digitálně, pro ještě zajímavější a lépe pochopitelný obsah může být i animovaná. Dobrým příkladem je animovaná infografika vytvořená bioložkou Eleanor Lutz v roce 2014. Analyzovala v ní pohyb křídel zvířat a nechala vzniknout křivku jejich pohybem. [8]



Obr. 3 Animovaná infografika (Eleanor Lutz)

2 XR – IMERSIVNÍ MÉDIA

XR, cross reality nebo také extended reality je obecné označení pro digitální technologie, které vizuálně rozšiřují naši realitu. Zkratka XR souhrnně označuje několik rozvíjejících se technologií popsanych v této kapitole: AR (rozšířená realita), VR (virtuální realita), MR (kombinovaná realita).

Jesse Schell zjednodušeně vysvětluje rozdíl mezi AR a VR takto: „VR zatemní okolní svět. AR na něj maluje.“ [4, s. 556] MR je jejich kombinací.

Digitální simulace reality vytváří iluzi, že se science fiction stává skutečností. Jejich častým cílem je nabídnout uživateli poutavý a zdánlivě reálný zážitek, který by jinak zažít nemohl. Většinou může s tímto virtuálním okolím nějak interagovat. Imersivní prostředí dávají uživateli možnost zažít třídimenzionální příběhy a simulace, které ho staví do samého centra dění. [4, s. 556]

Už celá desetiletí se lidé snaží o rozvoj těchto technologií, ještě donedávna se však soustředili především na akademické, vojenské a průmyslové využití. [4, s. 554] Obrovský potenciál v těchto, ale i dalších odvětvích, se teprve začíná objevovat spolu s rychlým technologickým vývojem.

2.1 Rozšířená realita

Rozšířená realita (z ang. Augmented Reality, zkráceně AR) je digitální inovace, která přidává počítačem zpracované obrázky, objekty a informace mezi reálný svět a uživatele. Nejčastěji je AR zprostředkována skrze fotoaparát mobilního telefonu, před který přidá vrstvu s novým prvkem nebo obraz nějak upraví. To ji dělá tak interaktivní a reálnou. K jejímu využití je potřeba jen chytrý telefon. Není potřeba tedy kupovat žádné speciální brýle. I to je důvod, proč má velký potenciál oslovit velkou masu lidí a najít využití nejen v zábavě, ale i obchodu a mnoha dalších odvětvích. [9]

Přelomem v této technologii bylo vydání aktualizace systému iOS 11 z roku 2017. Jedna z novinek totiž přinesla ARKit, tedy nástroj, který mohou využívat vývojáři pro vytváření AR aplikací na zařízení Apple. Stejně tak systém Android se dočkal podobného vývojářského nástroje s názvem ARCore. [9] Dříve bylo potřeba několika senzorů, aby technologie fungovala. Díky těmto softwarům toho dokáží telefony mnohem více a přesněji.

Dokáží sledovat pohyb v reálném světě, detekovat vzdálenost objektů a lépe odhadovat světelné podmínky prostředí. [10]

2.1.1 Předchůdci a začátky AR

Už před několika staletími umělci usilovali o to, aby dali svému obrazu další rozměr a dílo tak vystoupilo ze svého plátna. Můžeme mluvit o snaze renesančních malířů zachytit dokonalou perspektivu a prostor. Barokní efekt *trompe l'oeil* ve své malbě imituje prostor, který tam ve skutečnosti není – například falešný výhled z okna, poschodí nebo náboženské postavy stoupající k nebi. Dílo „Escaping Criticism“ neboli „Únik kritikům“ španělského malíře Pere Borrella del Caso zobrazuje autora samotného, jak uniká z rámu. [11, s. 203-204]



Obr. 4 Únik z dvoudimenzionálního plátna (Pere Borrella del Caso – Únik kritikům)

V moderní době zase začaly vystupovat objekty ze stran knížek. Dětské „Lift the flap“ knížky nechávají děti otvírat různá okénka a sledovat, co se za nimi skrývá. Pop-up knihy zase na principu skládky vystoupí do prostoru samy už jen tím, že stránku rozevřete. Tato technika se ale nepoužívá jen pro dětské knížky, například Andy Warhol ve své knize Index nechává z knihy „uniknout“ celebrity nebo tomatovou pastu. [11, s. 203-204]

Rozšířená realita v pravém smyslu slova se začala objevovat v roce 2009. Magazín Esquire představil vydání, na které se lze dívat skrze aplikaci. Ze stránky tak na čtenáře vyskočil

Robert Downey Jr. a začal vést 3D monolog. Také ostatní stránky mohli čtenáři rozhybat. Magazín zaznamenal 70 000 stažení AR aplikace, což představovalo zhruba 10 % oběhu. [11, s. 203-204]

2.1.2 Využití AR

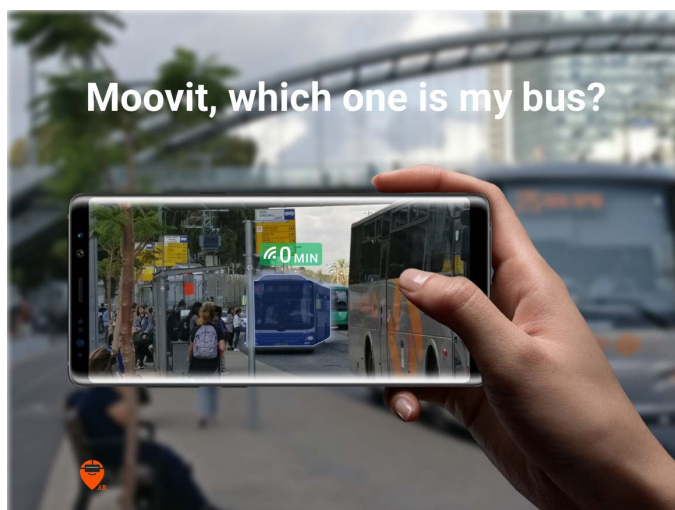
2.1.2.1 Cestování

Orientaci v novém městě by mohla velmi usnadnit aplikace, která by popisovala věci okolo, jako například kavárny, obchody a památky. Ke každé pak může být ihned dostupné hodnocení, menu, historie a další informace. Muzea a galerie by mohly nabídnout mnohem více informací o vystavovaných objektech a přivést třeba k životu i dávno vyhynulá zvířata. [9] Najít okamžitě správný gate na velkém letišti není problém, pokud máte v mobilu rádce, který vám ukazuje cestu.



Obr. 5 AR aplikace, se kterou se v novém městě neztratíte

Aplikace Moovit v reálném čase pomáhá jejím uživatelům při cestování veřejnou dopravou. Usnadňuje například najít správný autobus na stanici a zobrazuje aktuální informace o jízdních řádech. Podle jejího autora tkví síla AR v jejím kontextu a schopnosti hladce spojit dva světy, ten skutečný a digitální. [12]



Obr. 6 Aplikace Moovit fungující na principu rozšířené reality

Google Translate je velmi užitečným pomocníkem při cestování po cizí zemi, ve které nerozumíte tamní řeči. Kromě textového překládání umí i fotoaparát text rozeznat a v reálném čase v obrazu přepsat text na požadovaný jazyk. Nakupování nebo čtení menu v restauraci? Není problém. [13]

2.1.2.2 Zábava

Potenciál, který má tato technologie v herním průmyslu, naplno využila společnost Niantic. V roce 2016 spustila mobilní hru Pokémon Go, která prorazila hranice videoherního odvětví. Jejím předchůdcem byla úspěšná hra Ingress od stejného tvůrce z roku 2012. Společnost převzala herní principy a lokace pro vytvoření Pokémon Go. Flint Dille z kreativního vedení Nianticu se vyjádřil, že museli při vývoji Ingress překonat mnoho výzev, protože dělali spoustu věcí, které ještě nikdo nikdy před nimi nedělal. [4, s. 590-591]

Cíl hry Pokémon Go je stejný jako výzva trenérů pokémonů v animovaném seriálu, ze kterého vychází – Chytit je všechny! Pokémani se v aplikaci hledají za použití GPS lokace hráče. Procházíte se svým městem a zároveň mapou herního světa. Místní památník se pak většinou stává důležitým místem i ve hře a jde s ním nějakým způsobem interagovat. Na různých místech reálného světa se vyskytují jiní pokémani a někteří dokonce jen na některých kontinentech. Své pokémony pak můžete na určitých místech trénovat a bojovat o přední pozici v tzv. „gymu“, tréninkovém centru. Toto jsou jen některé ze základních funkcí hry v době jejího začátku.

Hned v měsíci jejího zveřejnění hrálo tuto hru každý den 28,5 milionu lidí. Od té doby počet aktivních hráčů klesl zhruba o 80 %. [14] O neúspěchu se však hovořit nedá, protože se Pokémon Go jako jediné hře podařilo překonat zisk z roku svého spuštění. V roce 2016 lidé prostřednictvím mikrotransakcí (placení malého obnosu peněz v aplikaci za různé výhody) utratili 832 milionu dolarů, což je částka, ke které se zatím žádná z konkurenčních her ani nepřiblížila. V roce 2019 šlo o neuvěřitelných 894 milionu dolarů. [15] Za úspěchem stojí nejen novátorský koncept a populární nostalgické téma, ale také neustálý vývoj, průběžné aktualizace a pořádané eventy.



Obr. 7 Hra Pokémon Go využívající AR a geolokační prvky

Celá hra s sebou nese kontroverzní pozadí, za které sklídila mnoho kritiky. Například to, že k chytání pokémonů byly využívány i takové lokace, jako Památník míru v Hirošimě, Muzeum holokaustu Spojených států nebo muzeum koncentračního tábora Osvětim. O to více kontroverzní bylo, že se na těchto lokacích nacházeli pokémoni, kteří vypadali jako duchové. Niantic pokémony z těchto citlivých lokací stáhl. Dalším problémem bylo, že hráči často nedávali pozor, co se děje v jejich okolí, a tak se vystavovali riziku dopravních nehod a krádeží. [16]

Obličeje přilepené k obrazovkám mobilních telefonů a obrovské powerbanky v kapsách hráčů možná vypadají jako odstrašující případ, kam až může závislost na nich zajít, nutno

ale poznamenat, že zvedla ze židlí i ty nejméně aktivní lidi z celého světa. Díky ní se začali cizí hráči mezi sebou seznamovat a navazovat přátelství.

Podobnou hru založenou na rozšířené realitě a geolokačních prvcích je dlouho očekávaná hra Harry Potter: Wizards Unite, která vyšla v roce 2019. Hlavním úkolem je vyhledávání kouzelnických artefaktů, příšer, bytostí a vzpomínek, které je potřeba vrátit do kouzelnického světa, aby nebyl odhalen mudlům. Zároveň se samozřejmě učíte nová kouzla, zlepšujete vybavení a zkušenosti a bojujete s čaroději, kteří se snaží plány dobrých kouzelníků zmařit. [17]

V oblasti zábavy přináší AR nové možnosti také sportovním fanouškům. Někteří sport rádi sledují doma u televizní obrazovky, jiní dávají přednost přítomnosti přímo na sportovním utkání. Právě tyto fanoušky by mohla zaujmout aplikace, skrze kterou mohou sledovat utkání i s komentáři, statistikami, trajektorií míče, a dokonce možnosti si moment znovu přehrát nebo zpomalit. [9]

2.1.2.3 Sociální síť

S rozšířenou realitou se setkal asi každý, kdo využívá sociální síť. Především obličejové filtry se těšily velké popularitě. Facebook, Instagram, Snapchat a další využívají technologie sledování obličejů k přidávání nejrůznějších předmětů, zvířecích částí, kreseb, líčení a jiných grafických elementů. FB a Instagram nazývá tyto funkce filtry, Snapchat se lenses. Vše funguje v reálném čase, což nabízí velkou škálu využití. Filtry se navíc dají sdílet mezi uživateli. Snapchat dokáže rozlišovat a aplikovat filtry i na zvířata. Nyní sociální síť pracují na vývoji lepšího sledování rukou a těla člověka. Hlasové filtry umožňují změnit uživatelův hlas, a protože fungují na principu umělé inteligence, je možné je také hlasově ovládat. [18]

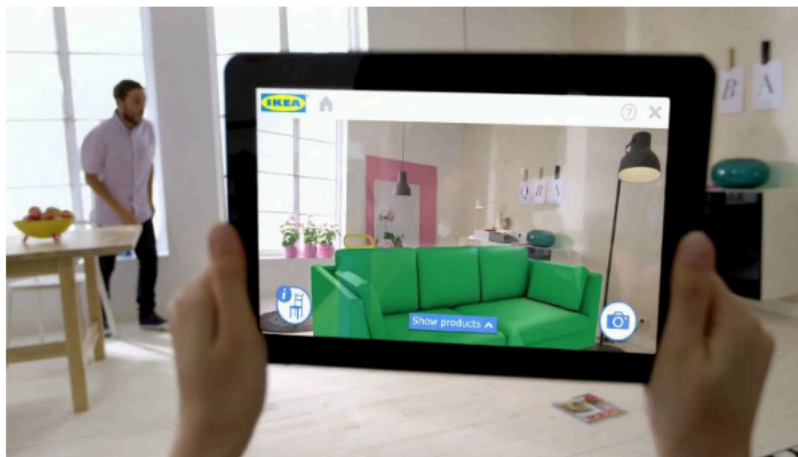
Pro vytvoření AR filtru na FB nebo Instagram existuje software Spark AR Studio, pro vytvoření filtru na Snapchat zase Lens Studio. Tvůrce pak může vidět, kolikrát byl filtr použit a další statistiky. [18]

2.1.2.4 Obchod a marketing

Využití najdou AR aplikace i v komerčním sektoru, kdy rozhybou například billboard nebo plakát. Stejně tak obchody vycítily příležitost a nabízí svým zákazníkům si zboží „vyzkoušet“ ještě před tím, než si ho objednají. [18]

Největším problémem s nakupováním nábytku je ten, že nikdy nevíte jistě, zda se vám bude do bytu opravdu hodit. To je také důvod, proč si lidé najímají interiérové designéry. Než

nábytek zakoupí, vytvoří jim vizualizaci. S AR aplikací si to ale můžete vyzkoušet. Jednu takovou už vytvořila IKEA. Můžete navíc nábytku měnit jeho velikost a barvy. [9]



Obr. 8 AR aplikace firmy IKEA, kde si můžete vyzkoušet umístění a barvy nábytku

Využití by se dalo naleznout také při nakupování v kamenné prodejně, kde by aplikace ukazovala, kolik daný produkt stojí, podrobnosti o něm, různé slevy a akce. Děti by si zase mohly vyhrát v prostředí obchodu, zatímco nakupujete.

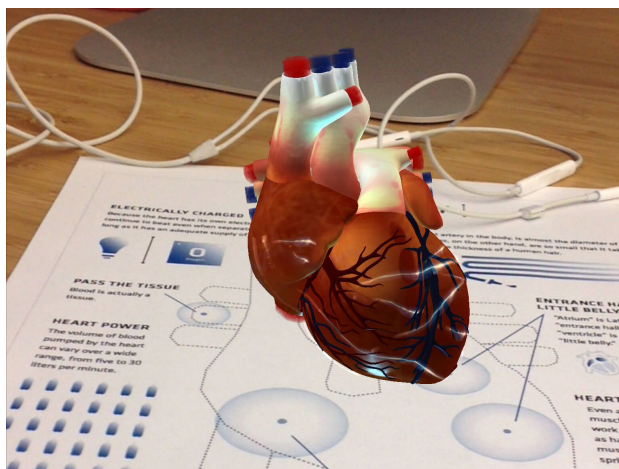
2.1.2.5 Vizualizace

Umět si projekt představit v reálném měřítku a odpovídající podobě je klíčové pro mnoho firem. Zde by uživatelé měli příležitost vidět navrhovaný objekt ze všech úhlů a v porovnání s velikostí okolních reálných objektů. Také návrhy a poznámky by mohly být vloženy přímo do dokumentů a předloh. [9]

Pro vizualizaci dat je obvyklé používat grafy, tabulky a infografiku. Všechny tyto metody velmi pomáhají pochopit zpracovaná data. Třetí dimenze dá vizualizacím mnoho nových možností a snadněji se tak prezentují i složitější data a mapy. [9]

2.1.2.6 Vzdělávání

Jak zábavný by se mohl stát školní předmět pro děti, kdyby využíval hravou a interaktivní formu vyučování, ke které by směli použít svůj chytrý telefon nebo tablet? Biologie by byla o tolik snazší, kdyby mohly tělo zkoumat část po části a ze všech úhlů sledovat jeho vývoj a funkce. [9] Toto nabízí například aplikace Anatomy 4D. [13]



Obr. 9 Anatomy 4D nabízí nový způsob učení anatomie

Aplikace Elements 4D nabízí vizualizace chemických prvků. Dřevěné kostky s názvem prvku slouží jako spouštěč efektu a v rukách žáka se promění na skleněnou krychli s obsahem, který odpovídá danému prvku. Pokud se kostky přiloží k sobě, žák uvidí, co se stane jejich sloučením. [13]

2.2 Virtuální realita

Virtuální realita je digitálně vytvořený kyberprostor, tedy počítačově vytvořený 3D svět, který může být stylizovaný nebo se může někdy jevit až reálným. Je to zcela imersivní zážitek, který je zprostředkováván většinou pomocí HMD (head mounted display), tedy jakousi helmou nebo brýlemi, které tento virtuální svět promítají. Někdy mohou být doplněny o ovladače nebo speciální rukavice, které uživateli dovolí prostředí ovládat. [4, s. 556]

Další technologie, která je s virtuální realitou úzce spojena, je 360° video. Nejde tak úplně o virtuální realitu, protože je to videozáznam skutečného místa, a ne virtuální prostředí. Někdy tak bývají 360° videa ale označována. Dovolují uživateli rozhlížet se do všech stran a úhlů. [4, s. 557] Často jsou tato videa prezentována právě skrze HMD.

Když v roce 2012 rakouský pilot Felix Baumgartner vyletěl stratosférickým balonem do výšky 39 kilometrů a skočil v malé vesmírné kapsli zpět na Zem, sledovali to v živém přenosu miliony lidí na kanálu YouTube. [4, s. 59] Ve švýcarském muzeu Luzern si můžete

projekt Red Bull Stratos vyzkoušet na vlastní kůži v pohyblivém křesle a s Oculus VR headsetem na hlavě. [19]

Technologie virtuální reality (zkráceně VR) začala být vyvíjena před více než 50 lety. Přesto je to téma, které se až v posledních letech tak rychle rozvíjí, že se zdá, jako by se měnilo z týdne na týden. Tradiční zdroje informací jako jsou knihy, jsou bezesporu užitečným nástrojem při výzkumu. Mnoho popsaných témat a konceptů se však rok od roku může poměrně radikálně vyvinout. Aby zůstaly informace aktuální, je nezbytné sledovat i online publikace, prezentace a diskuze. Vývojáři se setkávají s různými problémy a docházejí ke zjištěním, ze kterých lze vycházet při navrhování virtuálních prostředí. Tyto zdroje však samozřejmě nejsou oficiální a čistě kvalitativní bez kontrolovaných studií s kvantitativním výzkumem. Zůstávají však dobrým vodítkem odvozeným z praxe, který může VR komunita využít. [20]

2.2.1 Vývoj technologie

V roce 1838 sir Charles Wheatstone jako první představil stereograf. Každé oko se skrze čočku dívá na fotografii stejného objektu z lehce jiného úhlu, což vytvoří efekt hloubky. Byl to nejranější typ stereoskopických brýlí. Ve 20. století byly populární stereokotoučky, na kterých bylo sedm diapositivů. Dívalo se na ně přes kukátko. [21]

Prvotní myšlenka brýlí virtuální reality se objevila už v roce 1935 v díle Stanleyho G. Weinbauma s názvem *Pigmalion's Spectacles* (Pygmalion brýle). Vypráví v něm smyšlený příběh o Danu Burkem, který se setkal s profesorem a zároveň vynálezcem nevidaných brýlí. Ty ho přenesly do příběhu, který byl o něm samotném a postavy v něm nemluvily z obrazovky, ale byly okolo něj. Neviděl kolem sebe jen obraz, brýle působily i na sluch, hmat, chuť i čich. [22]

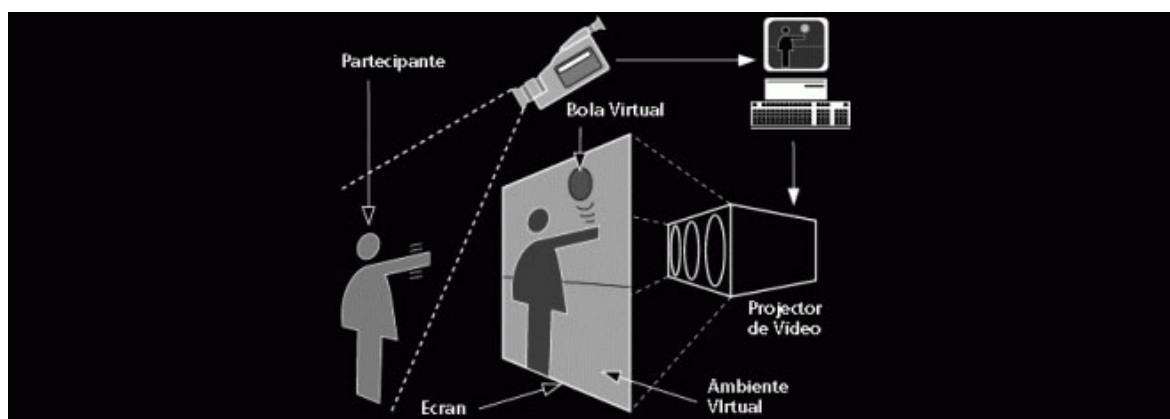
V roce 1956 vytvořil kameraman Morton Heilig Sensoramu, první stroj virtuální reality. „Kino budoucnosti“ promítalo člověku 3D video, audio, vibrace, pach i atmosferické efekty, jako třeba vítr. Heilig si také v roce 1960 nechal patentovat první projekční helmu, jakési brýle virtuální reality (Head Mounted Display, HMD), kde promítal širokoúhlé stereoskopické obrázky se stereo zvukem. O rok později na tyto brýle navázali Comeau a Bryen, kteří promítali vojákům stereoskopická videa připravující je na nebezpečné situace. Vynalezli systém sledující pohyby hlavy. [21]



Obr. 10 Sensorama, „Kino budoucnosti“

Vizi reálného zážitku, který byl zaměnitelný se skutečností, měl Ivan Sutherland v roce 1965 se svým Ultimate Display. Jeho představa zahrnovala i interakci s objekty. Armáda poskytovala prostředky na vývoj této technologie, a tak v roce 1966 vznikl první letecký simulátor vytvořený Thomasem Frunessem, vojenským inženýrem. [21]

Přelomová byla Kruegerova interaktivní platforma Videoplace z roku 1975. K této virtuální realitě nebylo zapotřebí žádných brýlí. Šlo o tmavou místnost s velkou obrazovkou, která obklopovala uživatele. Na ní se promítalo video a počítačová grafika a reagovala na pohyby uživatele. Siluety pohybů snímané kamerou bylo možné přenášet na další zařízení a umožnit tak více uživatelům spolu komunikovat na dálku. [21]



Obr. 11 Interaktivní platforma Videoplace z roku 1975

Aspen Movie Map, vytvořená v roce 1977 na MIT, nabízela uživatelům virtuální procházku městem Aspen v Coloradu, podobně jako to dnes nabízí Google Street View. Stejným způsobem byl vytvářen i její obsah, fotografie snímalo auto projíždějící ulicemi města. Tato VR rovněž nepoužívala žádné brýle, ale představila myšlenku virtuálního cestování. [21]

V následujících letech nastal posun ve snímání pohybů uživatele. V roce 1979 McDonnell-Douglas Corporation představili technologii sledující pohyb očí na svém leteckém simulátoru. Sandin a Defanti zase představili v roce 1982 rukavice sledující pohyby ruky. [21]

Simulační technologie využila i NASA při výcviku svých astronautů už v roce 1989. Vyvinuli technologii 3D audia a nový model snímacích rukavic, který se však nikdy neujal, protože byl složitý na ovládání. VR systém nazvaný „Computer Simulated Teleoperation“ byl vytvořen pro ovládání Mars robot roveru ze Země. [21]

První masově vyráběná 3D hra s VR headsetem byla vytvořena společností The Virtuality Group v roce 1991. Šlo o arkádové stroje s 3D stereoskopickým hracím světem. Některá zařízení podporovala i multiplayerové hry. Některé velmi známé arkádové hry jako Pac-Man měly svou VR verzi. [21]



Obr. 12 Virtuality, první masově vyráběné herní zařízení s virtuální realitou

Využití v herním průmyslu mělo také Nintendo se svou Virtual Boy konzolí z roku 1995. Dala se v ní hrát monochromatická hra s 3D grafikou. Kvůli absenci barev, nedostatku softwarové podpory a nepohodlnému používání ale zařízení stáhli z prodeje. [21]

Léčit posttraumatickou stresovou poruchu z války ve Vietnamu se pomocí VR rozhodli na Georgia Tech a Emory University. [21]

2.2.2 VR ve 21. století

Ve francouzském výzkumném středisku Clarté v roce 2001 spustili projekt SAS Cube. Šlo o „krychli“ vytvořenou z pláten, díky nimž se uvnitř uživatel ocitl v jiném prostředí, se kterým mohl interagovat. K zážitku bylo potřeba použít speciální set brýlí a ovladačů. Přelomová byla myšlenka použít standardní PC stanici namísto drahých speciálních zařízení navržených přímo pro konkrétní projekt. [23]

V roce 2007 Google představil Street View. Pomocí kamer připevněných na střechách aut zaměstnanci Googlu zaznamenávají snímky z ulic zemí celého světa. Virtuálně tak můžete cestovat skoro kamkoliv, a to zdarma a přímo online bez nutnosti cokoliv stahovat. O tři roky později představili 3D stereoskopický mód. [21] S vývojem technologie pořízené snímky obměňují za nové s vyšší kvalitou. V jejich aplikaci se lze přenést do historie, tedy zobrazovat různá místa v časových obdobích až do doby, kdy začali snímky pořizovat.

Ve stejném roce, tedy 2010, vytvořil Palmer Luckey, osmnáctiletý podnikatel, první verzi headsetu Oculus Rift. Nabízela 90° pole vidění, což byla novinka, a k jeho fungování využíval výkon stolního počítače. V 80. a 90. letech bylo mnoho společností, které se snažily uspět s projektem VR brýlí, většinou ale skončily bez úspěchu. Důvodem byla příliš vysoká cena zařízení a zároveň fakt, že většina domácích počítačů v té době byla příliš slabá na to, aby dokázala utáhnout jakoukoli lepší hru, která by za vysoké náklady stála. [24]

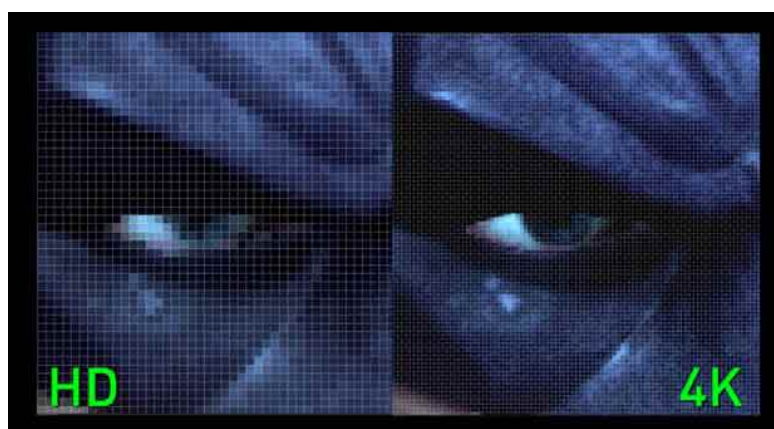
V roce 2014 byl Oculus VR prodán Facebooku za dvě miliardy dolarů. Brzy potom začala VR technologie velmi nabírat na síle. Sony začala pracovat na VR headsetu pro PlayStation 4. Google představil Google Cardboard, lepenkové VR brýle cenově dostupné pro úplně každého. Obsahují jen tělo z vlnité lepenky, mechanické tlačítko a plastové čočky. Zobrazovacím zařízením je chytrý mobilní telefon. Podobná zařízení pro smartphony vytvořilo mnoho firem a pohybují se v řádech stokorun až několika málo tisíc u těch kvalitnějších provedení. Stejně tak nezůstala pozadu společnost Samsung představující Samsung Gear VR headset pro své chytré telefony. [21] Dostupnost virtuální reality pro každého znamenala veliký krok kupředu, probudila zájem široké veřejnosti a marketingu a dovolila vzniknout mnoha zajímavým projektům.

Brzy se o vývoj VR zajímaly stovky společností. Ve vývoji byla dotyková zařízení umožňující interakci uživatele s okolním prostředím skrze haptické impulzy, jako například rukavice Gloveone. HTC spustil HTC VIVE Stream/VR, první komerčně dostupný VR headset, který snímal pohyby uživatele a dovoľoval tedy jeho volný pohyb. [21]

2.2.3 VR v současnosti

Nejlevnější variantou VR brýlí jsou takové, které tvoří pouze schránku na mobilní telefon, který se do nich vloží. Na displeji se pak díváte přes speciální plastové nebo skleněné čočky. Většinou jsou vybaveny jedním tlačítkem, někdy i jednoduchým ovladačem. Jejich ovládání je ale přesto značně omezené. Tyto levné brýle jsou jakousi vstupní branou do světa virtuální reality, skutečně působivý zážitek však nabízí spíše dražší varianty s vlastním zobrazovacím displejem, které jsou popsány dále. Technické parametry nejlepších mobilních telefonů se nedají srovnat se stolním počítačem, takže na nich lze spustit jen jednoduché aplikace a hry.

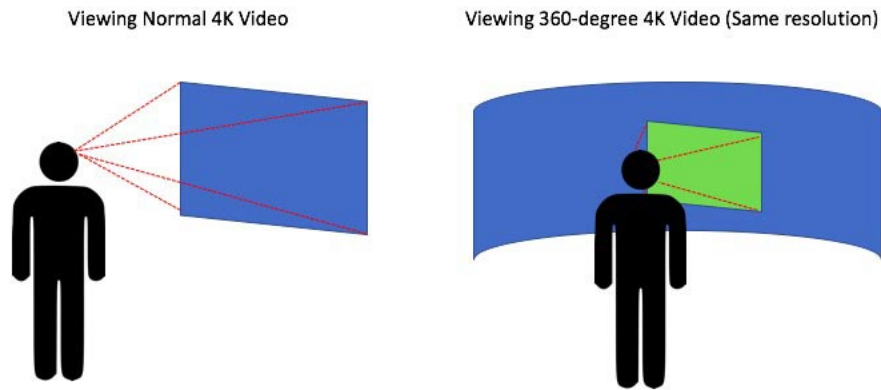
Rozlišení a celková kvalita displeje je o to více důležitá, díváme-li se na ni ze vzdálenosti několika centimetrů. V důsledku malého rozlišení displeje se vytváří tzv. „screen door effect“, tedy jev, kdy z tak malé vzdálenosti od oka dokážeme rozlišovat jednotlivé pixely, které dohromady tvoří drobnou mřížku. Tento efekt se objevoval u starších typů brýlí a stále ještě představuje problém, se kterým se už pomalu daří u kvalitnějších zařízení bojovat. [25]



Obr. 13 Rozdíl v rozlišení HD a 4K videa zblízka

Rozlišení je celkově jedním z hlavních omezení těchto technologií. Rozlišení 4K je dnes považováno za nový standard kvalitního videa. Mnoho lidí si neuvědomí, že je velký rozdíl,

zda se na 4K video díváte na ploše monitoru (např. PC, TV) nebo ve virtuální realitě. Na monitoru počítače se totiž na 4K video díváte na určitém omezeném prostoru, zato ve VR se musí obraz roztáhnout tak, aby pokrylo 360 ° okolo uživatele. [25]



Obr. 14 Pozorování 4K videa na monitoru televize vs. 4K 360° video ve VR

Například Samsung Gear VR poskytuje 90 ° zorného pole. Uživatel se tedy dívá jen na ¼ ze 360° videa horizontálně a ½ 180° videa vertikálně. [26]



Obr. 15 Google cardboard a zobrazení VR video na displeji

Další kategorií jsou brýle s vlastním displejem bez použití mobilního telefonu. Největšími konkurenty ve světě současně veřejně dostupných VR zařízení jsou Oculus a HTC. Dvojice modelů z roku 2016, Oculus Rift a HTC Vive, jsou už výprodejovými kusy, protože je nahrazují nová zařízení s více možnostmi a kvalitnějším vybavením. K oběma je zapotřebí

výkonný počítač, ke kterému jsou drátově připojeny externí věže se senzory snímajícími pohyb uživatele. HTC Vive vystřídal Vive Pro, který disponuje vyšším rozlišením, má sluchátka s podporou 3D zvuku a dá se k němu přikoupit modul pro bezdrátové připojení k počítači. Jeho ještě luxusnější a zároveň poměrně drahou variantou je HTC Vive Pro Eye, které sleduje pohyb očí, lépe se tak ovládá a dokáže detailně vykreslovat textury přímo tam, kam se zrovna díváte. [26]



Obr. 16 HTC Vive

Oculus rozhodně nezůstal pozadu a jeho nová (a zároveň finančně velmi dostupná verze ve srovnání s podobnými zařízeními) je Rift S z roku 2019. Je prvním zařízením bez nutnosti nastavovat externí senzory pro snímání pohybu. Senzory pohybu jsou zabudované přímo v headsetu, takže se zbavili samostatných stanic. Funkce Passthrough+ umožňuje černobílé vidění skutečného okolí, aniž by bylo potřeba brýle sundat. [27] V duchu pohybového snímání interními senzory momentálně HTC vyvíjí nové Vive Cosmos. [26]



Obr. 17 Oculus Rift S

Nejnovější zařízení společnosti Oculus je headset Oculus Quest, který přichází na český trh v roce 2020. K jeho fungování není zapotřebí žádný externí počítač ani senzory. K dispozici má dva ovladače, které ovšem k jeho ovládání nejsou nezbytně nutné. Jednou z novinek, které má Quest přinést, je automatické přepínání mezi režimem ovládání gesty ruky a externím ovladačem. Zdá se to jako drobnost, ale pro uživatele tato změna přinese obrovský komfort oproti předcházejícímu manuálnímu přepínání pokaždé, kdy chce ovládání změnit. Jednodušší je také ovladače najít, když na ně chcete přepnout z režimu sledování ruky. Nabízí větší stabilitu a také renderovací podporu pro Unity, kterou vývojáři budou moci použít pro snadné testování gest rukou v jejich aplikacích. [28]

Za jeho levnou variantu lze považovat Oculus Go, který má taktéž veškerý hardware už zabudovaný. Aplikace se dají stáhnout pouze z obchodu Oculus a ve vybavení má pouze jeden ovladač, takže je to typ brýlí určený na hraní her ovládaných pouze jednou rukou. Slabší hardware a nízká cena cílí na méně náročné uživatele a umožňuje spuštění pouze jednodušších her a aplikací. [26]

Spojením Oculusu a Facebooku vzniká prostor pro mnoho nových sociálních funkcí. Po přihlášení si lze přidávat přátele, chatovat s nimi, posílat jim pozvánky na živá vysílání a multiplayerové online hry a další funkce. Ve VR společnosti Oculus můžete v oddílu Experimenty zkusit nové funkce, které jsou zatím zcela ve vývoji. [28]

Studio Valve v roce 2019 odhalilo velmi očekávaný VR headset Valve Index. Předcházelo mu mnoho neověřených a nerealistických teorií, jaké technologické novinky má přinést. Nakonec jde „pouze“ o slušného konkurenta současné scény dostupných setů. Nabízí se ke srovnání s modelem HTC Vive Pro a Oculus Rift S. Má široké 130° zorné pole, menší zkreslení tvarů díky dvouprvkovým čočkám, podpora frekvence až 120 Hz a kamera dovolující průhled na skutečné okolní prostředí. Cena je ovšem poměrně vysoká a stále je potřeba externích stanic pro snímání pohybu. Sluchátka se nedotýkají uší a navozují tak prostorový dojem zvuku. Zajímavý je set dvou ovladačů, dříve nazývané „knuckles“, které se od ostatních liší tím, že si je páskem připevníte k dlaním a nemusíte je tedy skutečně držet. Sledují přitom sílu stisku i pohyb prstů, takže můžete snadno uchopovat a pouštět předměty nebo ukazovat gesta. [29]

2.2.4 Ovládání UI ve virtuální realitě

2.2.4.1 *Hardware*

Jedna z prvních otázek při vytváření uživatelského rozhraní (UI) je, jak bude uživatel zařízení ovládat. Obvykle je to dané tím, jaký hardware má zařízení k dispozici, tedy například myš, klávesnici, joystick nebo jiné. Standardizování vstupu u virtuální reality zůstávalo dlouho nerozhodnuté, a ještě dnes není zcela ustálené. Google Cardboard mají například jedno tlačítko na boku zobrazovacího boxu. Samsung Gear VR zase touchpad a dvě tlačítka přímo na brýlích, tlačítko zpět a domů. HTC Vive a Oculus Rift používají ovladače se snímáním pohybu. Novinkou je snímání pohybů ruky a tím ovládání pomocí gest. Tato cesta se zdá být tou nejpřirozenější. Lidé zkoušející si VR headset mají tendenci zvedat ruce a skutečně na virtuální předměty sahat. Cesta by mohla být také použití obojího, tedy jednou rukou držet ovladač a druhou rukou zařízení ovládat pomocí gest. [20]

2.2.4.2 *Pohyb ve virtuálním prostředí*

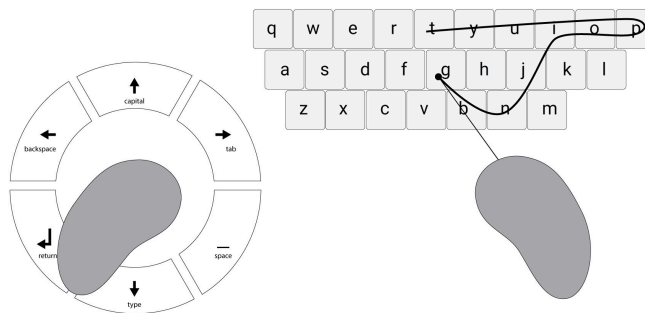
K pohybu po herním světě se mnohdy používají jakési „teleportovací“ (přemisťovací) body. Místo cestování po velké ploše nebo ovládání na velkou vzdálenost, může být také vytvořena miniatura prostředí, ve které lze rychle cestovat nebo herní plán měnit. Někdy se zase uživatel nepotřebuje po prostoru pohybovat vůbec, pokud se aplikace zakládá na jednom místě, ze kterého se dá pozorovat a řídit. Ovládání pomocí vlastního pohybu není

nejvhodnějším způsobem, protože pokud se prostředí okolo uživatele pohybuje jiným tempem než uživatel sám, často to způsobuje nevolnost. [20]

2.2.4.3 Orientace v UI

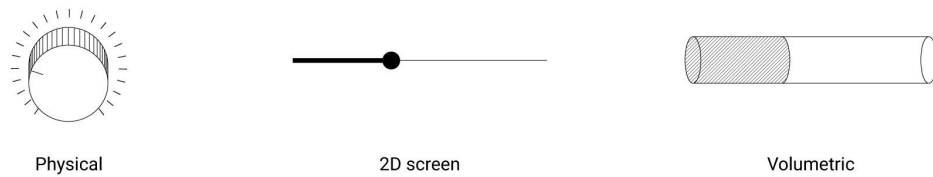
Zatím vniklo několik metod, jak v UI zadávat příkazy a orientovat se v menu. Jedna z nich je styl laserového ukazovátka. Pokud má VR set fyzický ovladač, dá se s ukazovátkem mířit pomocí něj. Pokud v jeho vybavení není, „laser“ míří přímo zpředu brýlí a jeho cíl se mění otáčením hlavy. Takové funkci se v angličtině říká „gaze click“, „gaze pointer“ a podobně, česky by se jí dalo říkat „pohledový bod“. Při vzdálenějších objektech může být těžké se s ním správně trefit, někdy se proto rozšiřuje do tvaru jehlanu čím více je objekt daleko. [20]

Menu se dříve používalo ve formě rozbalovací lišty. Nyní se někdy používají radiální menu, obzvláště pokud menu vychází z gesta ruky. Někdy má uživatel možnost zadávat v aplikaci texty. Buďto „vytřukáváním“ jednotlivých písmen na virtuální klávesnici nebo ve stylu „dirigenta“ přejíždět od písmena k písmenu s tím, že kde se uživatel zastaví, to písmeno se zaznamená (podobně jako v případě ovládání ve stylu laserového ukazovátka při absenci externího ovladače). Možné je i ovládání hlasem nebo „kreslení“ písmen do prostoru. [20]



Obr. 18 Koncept radiálního menu a zadávání písmen ve stylu „dirigenta“

Na co ve fyzickém světě většinou používáme knoflíky (například při změně hlasitosti), na to se v uživatelském rozhraní používají většinou posuvníky (slidery). Takto to funguje i v UI virtuální reality, s tím rozdílem, že mohou být nejen dvojrozměrné, ale i trojrozměrné. Stejně tak tlačítka a ikony mohou být dvoj i trojrozměrná. Pokud jde o ovládání gesty ruky, může potom dlaň nebo prst prostoupit přímo skrze posuvník nebo tlačítko a změnit tak nastavovanou hodnotu. [20]

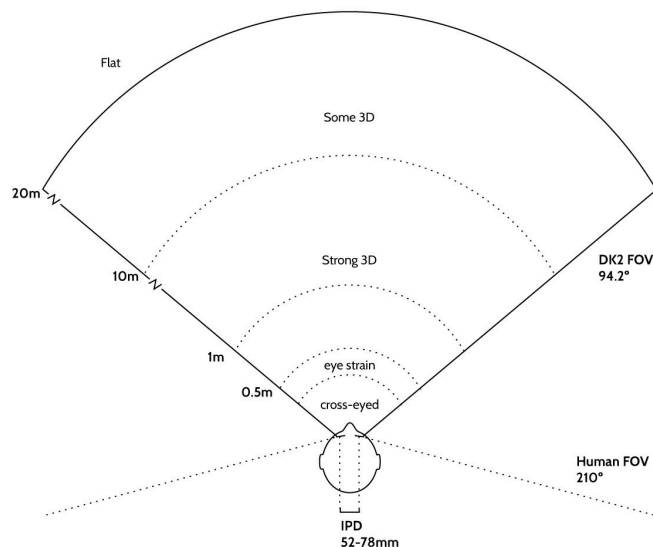


Obr. 19 Posuvníky (zleva: fyzický, 2D, volumetrický – objemový)

2.2.4.4 Zóny obsahu a ergonomie

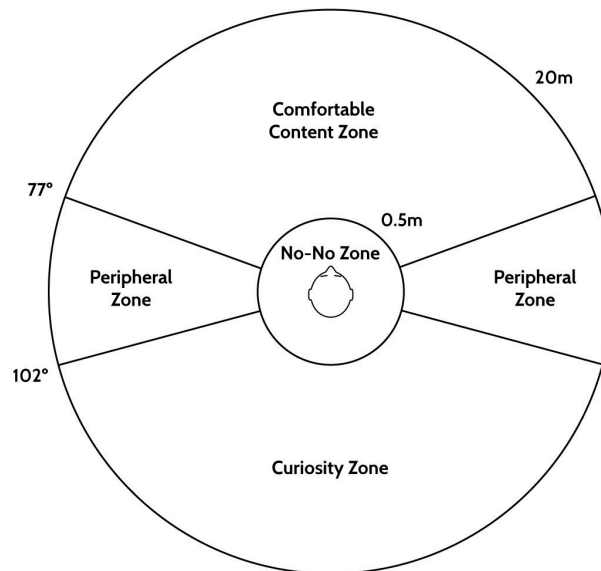
Filmoví střihači mají „bezpečné zóny“ pro umístění hlavní akce a titulků, aby si byli jisti, že nic důležitého nezůstane skryto i na starších televizorech. Stejně tak ve virtuální realitě můžeme určit vodítka pro různé zóny obsahu. Tato vodítka se dají odvodit od specifikací konkrétního zařízení. Pokud má zařízení zorné pole o velikosti 94.2° , víme, že do tohoto pole se musí vejít veškerý důležitý obsah. Co se týče jeho vzdálenosti od oka, Oculus doporučuje minimálně $0,75\text{ m}$. [20]

Rozvržení zorného pole, ergonomii a vnímání hloubky popisuje designér a vývojář Samsung Gear VR Alex Chu na Samsung Developer Conference 2014. Na příkladu zařízení Oculus Rift Developer Kit 2 zjednodušeně zakreslil interaction designer (Google) Mike Alger:



Obr. 20 Zorné pole a vnímání hloubky (Oculus Rift Developer Kit 2)

Podle stejné prezentace lidé pohodlně otočí hlavou do 30 ° a maximálně do 55 °. Z těchto údajů nám vychází komfortní zóna 102 ° (tedy $94^\circ/2 + 55^\circ$ pro obsah do strany). Pokud chce uživatel ze zvědavosti vidět za tuto zónu, musí natočit celé tělo. [20] [30]



Obr. 21 Zóny obsahu

Vertikální pohyb hlavy je do 20 ° komfortní s maximem do 60 °. Směrem dolů je komfortní pohyb jen 12 ° a maximální 40 °, protože potom už nám v pohybu brání náš vlastní krk. [30]

Pro ověření rozvržení UI Alex Chu doporučuje metodu „grayboxing“, kdy designér rozmístí velmi zjednodušené objekty bez materiálů a textur, které představují pozdější elementy. Až teprve když ověří, že mají objekty správnou velikost, vzdálenost a umístění, mění objekty za finální texturované a funkční elementy. [30] Jde o jakýsi wireframe ve VR prostředí.

Elementy uživatelského rozhraní jsou ale jen malou součástí většího a mnohem důležitějšího UX (User Experience, „uživatelský prožitek“). Navrhování prostředí VR je obzvláště důležité v tom, že jeho kvalitou designér určí, zda přinese doslova pocit nevolnosti nebo úžasný zážitek. Virtuální realita je zatím nejmocnějším nástrojem všestranného storytellingu. Komunita XR designérů objevuje silné a slabé stránky tohoto média. Zatímco televize, rádio, web a další média mají jasně zaužívané principy a elementy, navrhování pro HMD (Head Mounted Display) je zatím koncepčně otevřené. [20]

2.3 Kombinovaná realita

Kombinovaná realita (mixed reality, zkráceně MR) je prostředí, kde se virtuální a rozšířená realita prolíná. Digitálně vytvořené elementy a skutečné předměty a osoby se spojují do jednoho světa a navzájem spolu interagují. Může jít o osoby, drobné předměty i celé městské bloky. [4, s. 601]

Stejně jako virtuální realita vyžaduje MR speciální brýle, skrze které je ovšem místo virtuálního prostředí vidět reálné okolí doplněné o elementy, které ho obohacují. [4, s. 602] Proto se často hovoří o brýlích s rozšířenou realitou.

Největší potenciál má tato technologie zatím u firem, které by takto mohly školit zaměstnance, vytvářet prototypy nebo sledovat diagnostiku. [31]



Obr. 22 Smíšená realita by mohla pomoci školit zaměstnance

Příkladem MR projektu je Mica, kterou vytvořila společnost Magic Leap. Mica je hyperrealistická virtuální žena s umělou inteligencí. Zatím nemluví, ale komunikuje svými gesty a výrazem ve tváři. Reaguje na chování a emoce uživatele, který se na ni dívá skrze

brýle Magic Leap. Můžete si k ní například sednout ke skutečnému stolu a plnit jednoduché úkoly, které vám ukáže a vyzve k jejímu napodobení. [4, s. 606-608]



Obr. 23 Mica, hyperrealistická virtuální žena s umělou inteligencí (Magic Leap)

2.3.1 Brýle s rozšířenou realitou

Brýle s rozšířenou realitou můžeme rozdělit na dva druhy. Prvním typ je full 3D AR zařízení. Je podobné brýlím z VR, které umisťují do prostoru virtuální předměty tak, jako by byly jeho součástí. S předměty můžeme interagovat a dávají nám pocit, že si na ně můžeme sáhnout. Patří sem například Hololens a Magic Leap. Do této skupiny by se údajně měli řadit i budoucí Apple AR glasses. Druhý typ je vizuálně podobný spíše dioptrickým brýlím, které ovšem nabízí vrstvu textu a 2D grafických elementů. Mohou nabízet například mapu s navigací, komunikaci s jinými lidmi, sledování videí a další. Sem se dají zařadit například Google Glass a Epson Moverio. [32]

Pionýrem technologie full 3D AR brýlí byly brýle Hololens společnosti Microsoft představené v roce 2016. Podobně jako většina prvních prototypů velmi očekávaných nových technologií, vysoká očekávání plná fantazie svých zákazníků nedokázaly zcela naplnit. Druhé generace se brýle dočkaly v roce 2019. Oproti předchozím mají o mnoho

větší zorné pole, dokáží sledovat pohyb očí a obou rukou, rozeznají více gest a samozřejmě mají větší rozlišení. [31]



Obr. 24 Hololens 2

V USA velmi medializovaná společnost Magic Leap po tajném vývoji uvedla v roce 2017 první produkt Magic Leap One. Narazil na stejný nedostatek, jako mají všechny brýle s rozšířenou realitou, a to je velikost zorného pole. [32]



Obr. 25 Magic Leap One

Můžeme očekávat, že posun v technologii brýlí s rozšířenou realitou bude znamenat představení Apple AR glasses v roce 2022 (jeho lehčí varianta v roce 2023). I přesto tato technologie nemůže nabídnout zcela imersivní zážitek, protože naráží na své fyzické hranice

brýlových obrouček. Předpokládá se, že se budou párovat s iPhone zařízením a promítat informace, které z něj obdrží. [32]



Obr. 26 Koncept Apple AR Glasses

Brýle s 2D rozšířenou realitou představil Google v roce 2013. Google Glass byl velmi očekávaný projekt, který si ovšem kvůli jeho nedostupnosti mohl osahat málokdo. Jemný rámeček doplnili o drobný, hlasem ovládaný počítač s malým displejem na pravé straně obrouček. [33]

Brýle vyvolaly mnoho rozporuplných reakcí. Ještě před spuštěním prodeje už byly brýle zakázány v kinech, autech, barech a na dalších místech ze strachu z nenápadného nahrávání nebo odvádění pozornosti v případě řízení. Někteří lidé zařízení vnímali jako ohrožení jejich soukromí. Stejně jako brýle virtuální reality se potýkali s negativními vedlejšími příznaky bolesti hlavy nebo závratí. Se zaměřením na firemní sektor se ale přes všechny překážky dočkaly v roce 2017 nové verze s názvem Enterprise Edition. [33]



Obr. 27 Google Glass

3 ZRAKOVÁ POSTIŽENÍ A VADY ZRAKU

Zrakem zprostředkováváme 70-80 % všech informací, a právě to z něj dělá jeden z nejdůležitějších smyslových orgánů. Postižení zrakového ústrojí znamená pro člověka mnoho obtíží v každodenním životě, ať už jde o běžné úkony, vzdělávání, kontakt s okolními lidmi, ale i posílení vlastních schopností při snaze docílit co největší možné míry samostatnosti ve společnosti. [34]

„Problém slepoty není ve slepotě samotné, ale v tom, že o ní ostatní téměř nic nevědí, a proto se jí bojí.“

Mgr. Václav Polášek, prezident SONS ČR

Přesný počet osob se zrakovým postižením nelze vyčíslit, nicméně z nejrůznějších statistik a průzkumů je možné čísla alespoň odhadovat. Na základě výsledků Českého statistického úřadu z roku 2013 lze tvrdit, že v České republice žije přibližně 65 tisíc lidí s těžkým zrakovým postižením. [35]

Podle statistik Světové zdravotnické organizace (WHO) z roku 2010 se odhaduje, že je na světě 285 milionů osob se zrakovým postižením (4,25 % z celkové populace), z toho 39 milionů nevidomých (14 %). Lidé nad 50 let tvoří 82 % všech nevidomých. Nejčastějším druhem vad zraku jsou refrakční vady (43 %) a katarakta (51 %). Většinu z vad zraku se dá předcházet prevencí nebo mohou být v nějakém stádiu vyléčeny (80 %). [36] Celkový počet lidí s poškozením zraku WHO odhaduje na 2,2 miliardy lidí. [37]

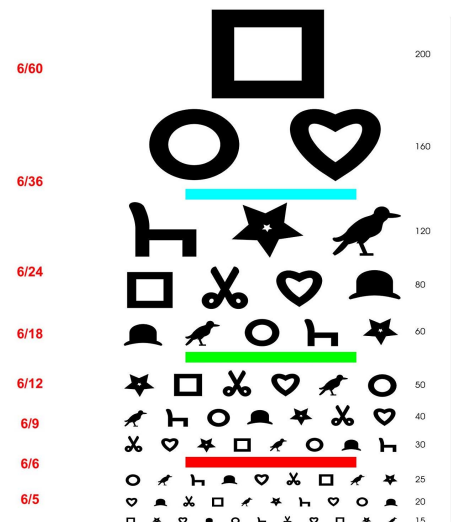
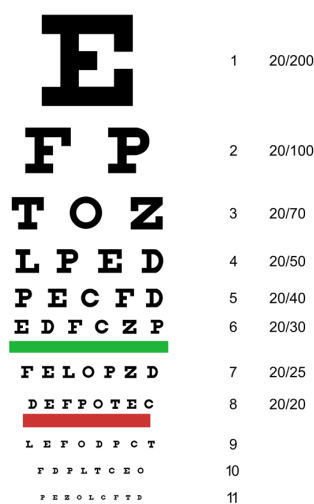
Mezi nejčastější příčiny poškození zraku patří refrakční vady, katarakta (šedý zákal), věkem podmíněná makulární degenerace, glaukom (zelený zákal), diabetická retinopatie, zákal rohovky a trachom. [37]

3.1 Měření zraku

Při určování stupně zrakové vady posuzujeme zejména zrakovou ostrost a rozsah zorného pole. Zraková ostrost závisí od schopnosti vidět na blízko a na dálku. Dostatečně široké zorné pole umožňuje orientaci v prostoru a určuje úroveň obtížnosti při získávání informací. [34]

Orientační měření ostrosti zraku provádíme pomocí Snellenovy tabule (tzv. Snellenovy optotypy). Obsahuje několik řádků různě velkých znaků, může jít o smíšená písmena i číslice. Pro vyšetření dětí se používá tabule s obrázkovými symboly. [38] Landoltovy prstence používají místo písmen natočené nedokončené kruhy (vypadají jako různě natočená písmena C). [34]

Každý řádek je označen zlomkem. Čítatel určuje, z jaké vzdálenosti se na symbol díváme. U imperiální jednotky jde o 20 stop, v metrickém systému používáme ekvivalent 6 metrů. Jmenovatel nám napovídá vzdálenost, ze které vidí znak člověk s normálním viděním. Řádek se zlomkem 20/20 nebo 6/6 tedy ukazuje, jak velké písmo přečte člověk s normálním viděním ze vzdálenosti 6 metrů. Čím je číslo za lomítkem větší, tím horší je zrak. Údaj lze zapsat i desetinným číslem, např. $20/20 = 1,0$. [38]



Obr. 28, 29, 30 Snellenovy optotypy a obrázkový optotyp

3.2 Definice pojmů a klasifikace zrakového postižení

Jedince můžeme nazývat osobou se zrakovým postižením, pokud jsou jeho zrakové funkce postiženy i po medicínské léčbě nebo korigování standardní refrakční vady. Do takové kategorie můžeme řadit osoby s horší ostrostí zraku než 6/18 až po světlocit a také osoby s užším zorným polem než 10° . Takovému člověku tedy nestačí běžná optická korekce zraku a toto poškození ovlivňuje jeho každodenní život. [34]

K posouzení stupně zrakového postižení a jeho klasifikaci nám slouží tabulka vytvořená na základě údajů WHO [39]:

Položka	Druh zdravotního postižení
1.	Střední slabozrakost zrková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 6/18 (0,30) - minimum rovné nebo lepší než 6/60 (0,10); 3/10–1/10
2.	Silná slabozrakost zrková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 6/60 (0,10) - minimum rovné nebo lepší než 3/60 (0,05); 1/10–10/20
3.	Těžce slabý zrak a) zrková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 3/60 (0,05) - minimum rovné nebo lepší než 1/60 (0,02); 1/20–1/50 b) koncentrické zúžení zorného pole obou očí pod 20 stupňů, nebo jediného funkčně zdatného oka pod 45 stupňů
4.	Praktická slepota zrková ostrost s nejlepší možnou korekcí 1/60 (0,02), 1/50 až světlocit nebo omezení zorného pole do 5 stupňů kolem centrální fixace, i když centrální ostrost není postižena
5.	Úplná slepota ztráta zraku zahrnující stavy od naprosté ztráty světlocitu až po zachování světlocitu s chybnou světelnou projekcí

Tato klasifikace není vždy dostačující, protože na vidění má vliv mnohem více faktorů, než jen ostrost a velikost zorného pole. Posuzujeme i další zrakové funkce, jako je kontrastní citlivost (světloplachost, šeroslepost), schopnost rozlišovat barvy (porucha barvocitu), vnímání hloubky, schopnost lokalizovat, fixovat předměty, sledovat je v pohybu apod. [40] Klasifikace není u všech oborů zcela jednotná a můžeme se setkat i s mírně odlišnými tabulkami. [34]

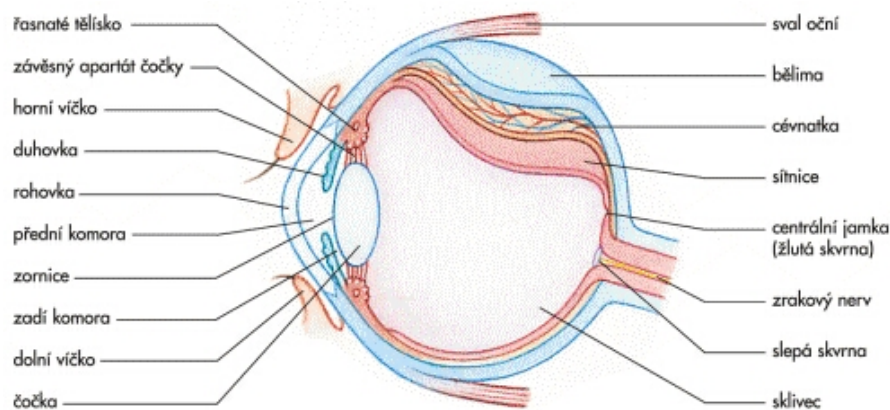
Pokud jedinec s dioptrickými brýlemi zvládá běžné činnosti a není nijak omezen v přístupu k informacím, orientaci v prostoru, pracovních příležitostech nebo sociální oblasti, jedná se o lehkou zrakovou vadu. [34]

Oftalmopedie / tyflopédie je jeden z oborů speciální pedagogiky. Jeho posláním je rozvíjet osoby se zrakovým postižením, ať už jde o jejich vzdělávání, práci nebo výchovu zrakově

postižených dětí. [34] Podle Libuše Ludvíkové je cílem oboru „maximální rozvoj osobnosti jedince se zrakovým postižením, což znamená nejen dosažení nejvyššího stupně socializace, včetně zajištění adekvátních podmínek pro edukaci, ale i přípravu na povolání, následné pracovní zařazení a plnohodnotné společenské uplatnění.“ [41]

Oftalmolog je oční lékař, který zrak měří, vyšetřuje, stanovuje oční choroby a předepisuje jejich léčbu. Zaměřuje se na zrak, optiku a oční chirurgii. Měření zraku a poradenství většinou provádí optometriska. [42]

3.3 Anatomie zrakového orgánu



Obr. 31 Schematický řez okem

3.3.1 Zornice

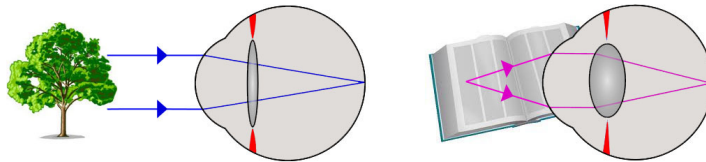
Zornice (jinak také pupila nebo panenka) není hmotný orgán, ale otvor v duhovce. Změnou tohoto otvoru dokážeme regulovat množství vstupujícího světla, tím pádem i užšího svazku paprsků, čímž dojde ke snížení počtu fotonů dopadajících na sítnici. Pokud je v okolí světla více, zornice se reflexivně zúží, při nedostatku světla se naopak rozšiřuje. [43]

Zornice mění svůj tvar také v závislosti na našich myšlenkách. Rozšiřuje se při prožívání silné emoce, ať už pozitivní nebo negativní. Při experimentu Hesse a Polta z roku 1960 došlo ke zjištění, že se zorničky mění při pohledu na fotografie s různým obsahem. Mužům se rozšiřovaly zejména při pohledu na nahou ženu, ženám zase při pohledu na nahé muže nebo na fotografie dětí. K rozšíření zornice dochází také při požití některých drog. [43]

3.3.2 Rohovka a čočka

Rohovka a čočka dohromady tvoří optickou soustavu oka. Zajišťují souběh paprsků světla a jejich protnutí na sítnici. Index lomu světla závisí na optických vlastnostech prostředí. Vzduch má jiné optické vlastnosti než rohovka, proto dochází na jejich rozhraní k lomu. To je také důvod, proč pod vodou vidíme neostře. Obě prostředí mají totiž podobný index lomu a lomivá síla rohovky je tedy minimální. Světelné paprsky potom usměrňuje především čočka, která ale k celkové míře lomu přispívá pouze jednou čtvrtinou. [43]

Přestože se čočka na lomu světla nepodílí takovou mírou jako rohovka, její význam je obrovský při ostření na předměty v odlišných vzdálenostech. Má flexibilní tvar, který je stahován a uvolňován řasnatými tělísky, čímž se mění její konvexnost. Tímto procesem, kterému se říká akomodace, je čočka schopna lomivost kalibrovat a měnit hloubku ostrosti. Každá čočka má však svou mez pružnosti, a tím i velikost tzv. blízkého bodu, tedy nejbližšího místa, na které jsme schopni zaostřit. S věkem se schopnost akomodace snižuje a při určité míře ztráty pružnosti hovoříme o tzv. **vetchozrakosti (presbyopii)**. [43]



Obr. 32 Akomodace čočky

3.3.3 Sítnice

Sítnice je křehká blána, tenká asi jako list papíru. Má několik vrstev buněk. Ta nejhlubší obsahuje světločivé buňky, fotoreceptory, které světlo pohlcují a tuto světelnou energii přeměňují na nervový vzruch. Na rozdíl od nás mají některá zvířata za sítnicí ještě vrstvu zvanou tapetum lucidum, která je reflexní a světelné paprsky odráží ještě jednou zpět na sítnici. To je důvod, proč například kočka vidí v noci až za šestkrát horších světelných podmínek než člověk. Její oči v noci světlo odráží a vytváří tak dojem, že svítí. [43]

Fotoreceptory mají dva druhy, tyčinky a čípky. Tyčinky umožňují vidět za zhoršených světelných podmínek, ale zato nedokáží rozlišovat mezi vlnovými délkami, a tím pádem ani barevnými tóny. Proto ve večerním světle nevnímáme tak silně rozdíly mezi barvami. Čípky mají naopak tři druhy, každý z nich citlivý na jinou vlnovou délku, což nám umožňuje

rozdíly barevných odstínů vnímat. Každý barevný tón totiž odpovídá určité vlnové délce dopadajícího světla. [43]

3.3.4 Mozek

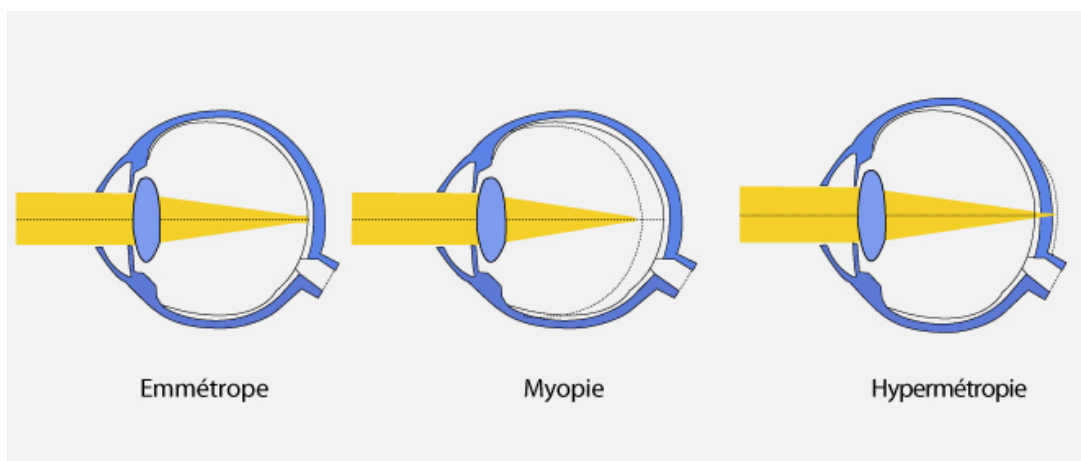
Zrakový orgán se stará o první fázi práce s podnětovou informací. Hlavní část nicméně probíhá v mozku, kam je potřeba signál přenést, aby ho příslušná mozková centra zpracovala. [43]

3.4 Časté vady zraku

Oční vada může vzniknout při vývoji dítěte, v důsledku dědičnosti nebo až v průběhu života. Podle doby přetrvávání vady může jít o krátkodobou poruchu (akutní), dlouhodobou (chronickou) nebo opakovanou (recidivující). Podle rozsahu zasažení části zrakového analyzátoru může jít o orgánovou nebo funkční poruchu. [34]

3.4.1 Refrakční vady (ametropie)

Refrakční vady jsou způsobeny nevyvážeností mezi délkou oka a silou optické soustavy. Pokud se u zdravého oka paprsky spojují přesně na sítnici, nazýváme tento stav emetropie. [34] Zda některou z těchto častých vad máme a jak se bude zhoršovat, to je dáno především našimi vrozenými predispozicemi.

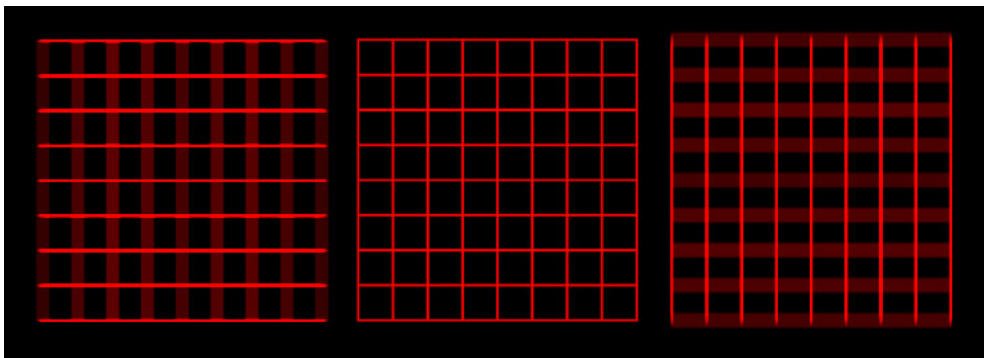


Obr. 33 Schéma refrakčních vad

Krátkozrakost (myopie) se projevuje neostrým viděním na dálku. Je to způsobeno příliš velkou délkou očního bulbu nebo přílišnou mohutností rohovky a čočky. To způsobuje, že se vzdálený obraz promítá ještě před sítnicí. [43]

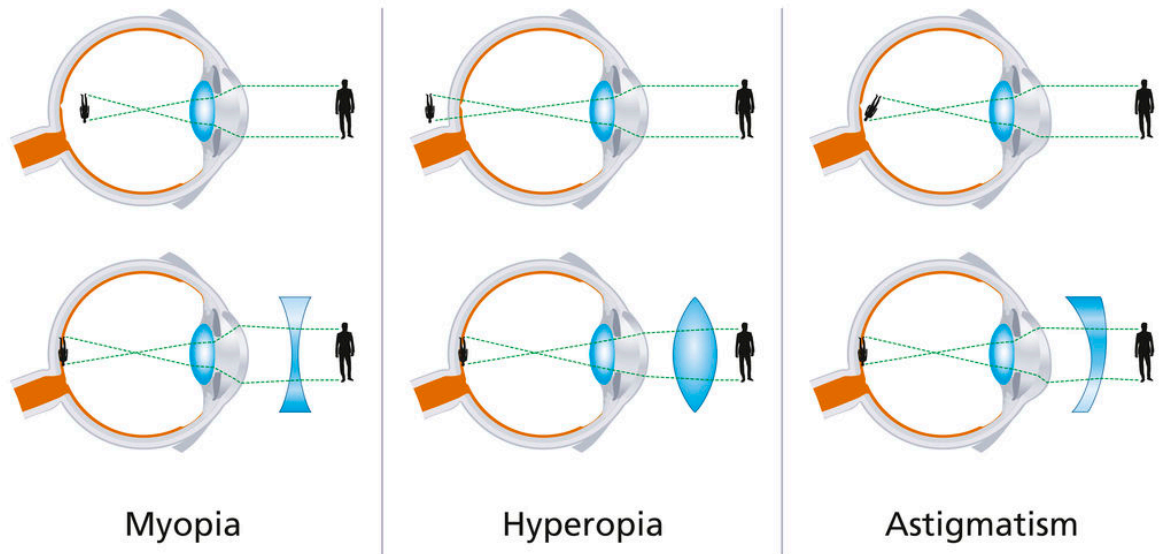
Dalekozrakost (hyperopie) se projevuje neostrým viděním na blízko. Oční koule je naopak příliš krátká nebo je lomivost optického prostředí nedostatečná. Paprsky světla se tak sbíhají až směrem za sítnici, tedy až za místo nejostřejšího vidění. [34]

Astigmatismus se projevuje neschopností zaostřit na jakoukoli vzdálenost. Je to způsobeno nepravidelným zakřivením rohovky nebo případně čočky. Má různé nepravidelnosti tvaru, které způsobují tím pádem i nepravidelnost směru některých paprsků. V některých orientacích se tedy obraz bude promítat ještě před sítnicí. Horizontální linie tak mohou být například ostré, ale vertikální rozmazané nebo naopak. [43]



Obr. 34 Neostrost vidění ve vertikální nebo horizontální ose při astigmatismu

Všechny tyto vady se dají korigovat brýlemi se speciálním tvarem čočky. U Krátkozrakosti mají tvar konkávní (tzv. rozptylky), u dalekozrakosti zase konvexní (tzv. spojky) a pro astigmatismus existují brýle s cylindricky broušeným sklem. [43]



Obr. 35 Schéma refrakčních vad a jejich korekce

3.4.2 Poruchy binokulárního vidění

Tyto poruchy vznikají, když se na sítnici každého oka tvoří odlišný obraz. Jejich spojením pak nevzniká prostorový vjem a hloubkové vidění. Je to funkční porucha, která je nejčastější poruchou dětí se zrakovým postižením. [34]

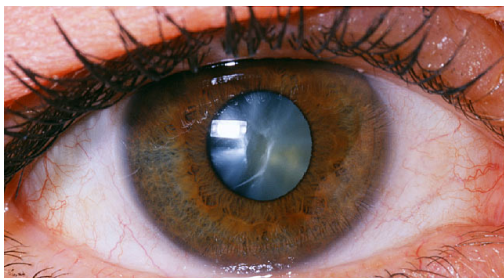
Šilhavost (strabismus) vzniká při výrazném snížení ostrosti jednoho oka, jehož funkce se potlačuje a oko se začne stáčet z důvodu nečinnosti do jedné strany. Strabismus může být sbíhavý (konvergentní) nebo rozbíhavý (divergentní). Může být zjevný i skrytý. Velký význam zde hraje dědičnost. [34]

Tupozrakost (amblyopie) vzniká, pokud je zraková ostrost jednoho z očí snížena natolik, že ji nelze korigovat brýlemi. Toto hůře vidící oko je čím dál více potlačováno, až začne uhýbat ze svého směru a ztrácet svou funkci – stává se tupozrakým. Často jde tedy o kombinaci silné refrakční vady na jenom nebo obou očích ve spojení s šilhavostí. [34]

3.4.3 Šedý zákal (katarakta)

Katarakta je nejčastějším zrakovým onemocněním na světě. Jde o postupnou ztrátu průhlednosti oční čočky, která vede až k jejímu zakalení. Člověk postižený kataraktou nemá

bolesti ani jiné potíže s podrážděním, postupně ale přestává vidět a v rozsáhlém stádiu je zakalenost čočky i zvnějšku viditelná. Zpočátku se dá korigovat brýlemi nebo čočkami a operativně se dá čočka zcela odstranit a nahradit nitroočním implantátem. [34] [44] Člověk s kataraktou začíná vidět rozmazaně na všechny vzdálenosti, vše může vypadat jako v mlze, za oblaky. Barvy začínají mít šedavý nádech, může se objevit i dvojitě vidění. [45]



Obr. 36 Oko postižené šedým zákalem

3.4.4 Zelený zákal (glaukom)

Zvýšením nitroočního tlaku se zhoršuje cévní výživa zrakového nervu, který v sobě vede veškeré informace o zpracovávaných obrazech. [34] [46] Projevuje se nejdříve ztrátou kontrastní citlivosti, poté úbytkem zorného pole a ostrosti vidění. [44] Vede k částečné nebo úplné ztrátě zraku, dá se ale medikamentózně a operačně udržovat stabilní a nebezpečí oslepnutí tak oddalovat. [34] Dá se tedy i léčit, ale zásadní je včasná diagnostika. [46]

3.4.5 Retinopatie nedonošených

Je hlavní příčinou slepoty dětí ve vyspělých zemích. Vzniká hlavně u nedonošených dětí (pod 1500 g nebo před 28. týdnem těhotenství). Sítnice ještě nemá dokončenou vaskularizaci a po vyjmutí z inkubátoru se objevuje krvácení, sítnice se může odchlípnout a srůst se sklivcem. [34]

3.4.6 Albinismus

Albinismus je vrozenou poruchou tvorby melaninu (pigmentového barviva). Člověk trpící albinismem je silně světloplachý, a proto mu činí potíže pobyt venku při slunečném počasí

a pohled na lesklé plochy, jako je vodní hladina, lesklá tabule apod. Často bývá přítomen nystagmus, tedy kmitavý pohyb očních bulbů. [34] To je důvodem, proč mívají lidé s albinismem problém zaostřit a například číst. Potíže mohou mít i s rozlišováním hloubky prostoru. Nedostatečné zbarvení čočky může vytvářet dojem červených očí. [47]

3.4.7 Diabetická retinopatie

Jde o poškození vyskytující se u lidí trpících diabetem (cukrovkou) 1. i 2. typu. Nejdříve se poškodí kapiláry v sítnici, poté se uzavírá krevní řečiště anebo se tvoří krevní otoky a usazeniny tuku ve zrakovém centru. [48] Na vidění se může projevovat rozmazaným a kolísavým viděním, tmavými skvrnami ve vidění a poruchou barvocitu. [49] Velmi důležitá je včasná diagnóza, pokud se nemoc neléčí, může vést až k celkové slepotě. Až 50 % diabetiků o své nemoci neví a může se na ni přijít třeba i běžnou kontrolou zraku. [48]

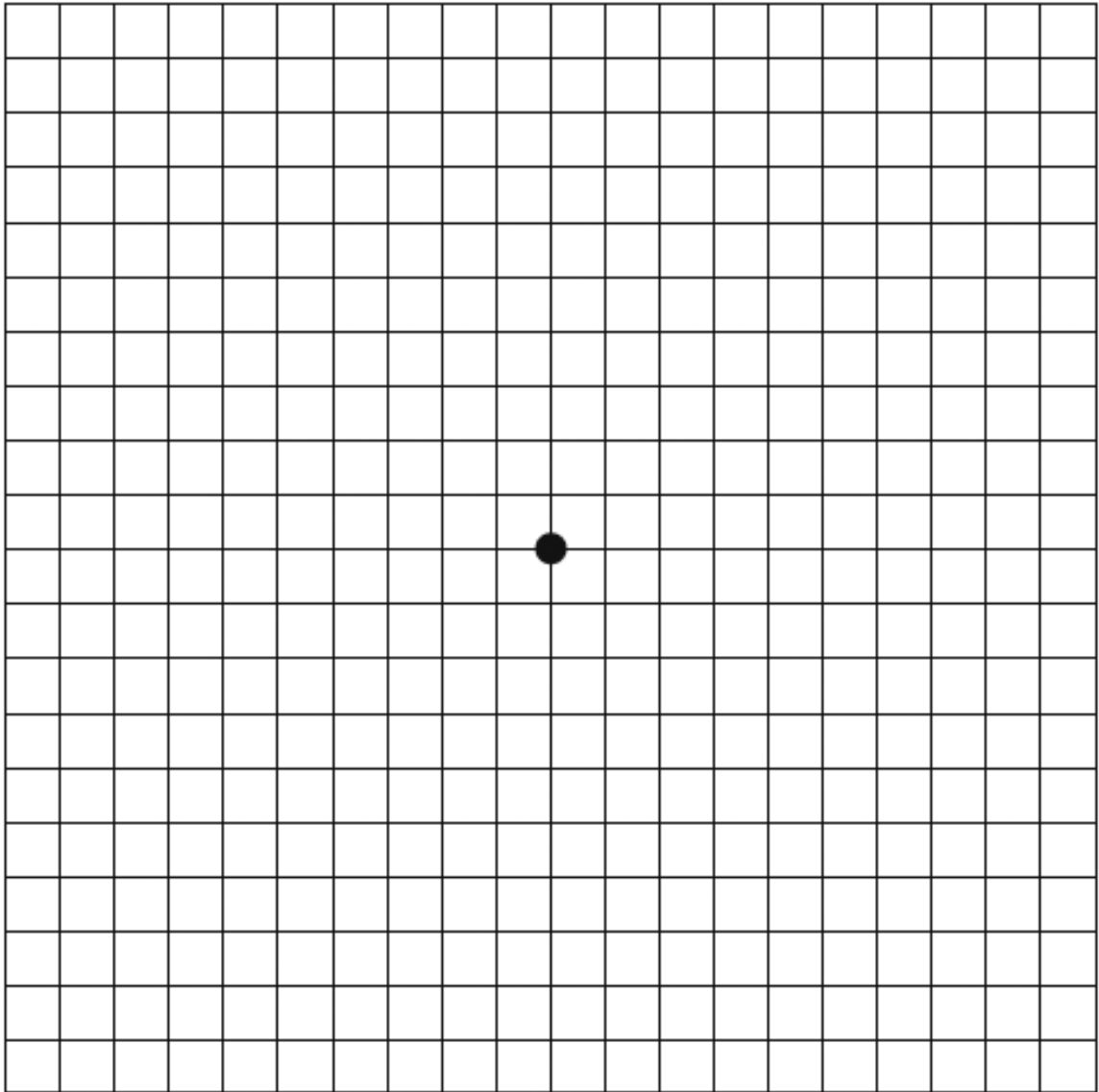
3.4.8 Pigmentová retinopatie

Toto genetické onemocnění sítnice postihuje přibližně každou z 5000 osob. Její formy jsou různé a vyvíjí se pomalu. Snižuje se hladina jasu a zmenšuje se zorné pole postupně až k tubicovému vidění. Zraková ostrost klesá. Jednou z dalších komplikací může být katarakta nebo odchlípení sklivce.

3.4.9 Věkem podmíněná makulární degenerace

Můžeme ji označit zkratkou VPMD nebo AMD (age-related macular degeneration). Postihuje až každého čtvrtého jedince nad 75 let. Původ má v genetice, ale přispívá i životní styl a okolní prostředí. [44] Nemoc způsobuje poškození makuly (žluté skvrny), tedy části sítnice přibližně v jejím středu. Projevuje se zamlženým viděním, šedavými skvrnami nebo zdeformovanými liniemi přímo v centru zorného pole. Ztrácí se schopnost čtení, rozeznání tváří, barev a tvarů. Postupuje pomalu a nenápadně. Nezpůsobuje celkovou slepotu a při včasné zjištění se dá zpomalit nebo zastavit. Často nejprve postihne jen jedno oko a zůstává přehlížena v domnění, že jde o „normální“ zhoršení zraku v jistém věku. [50]

Dá se otestovat pomocí Amslerovy mřížky. Sledujte černý bod uprostřed vytištěné mřížky ze vzdálenosti 30–40 cm. Pro každé oko zvlášť posuďte, zda se síť jeví pravidelná (zdravé vidění) nebo zda jsou některé čtverce deformovány nebo chybí. [51]



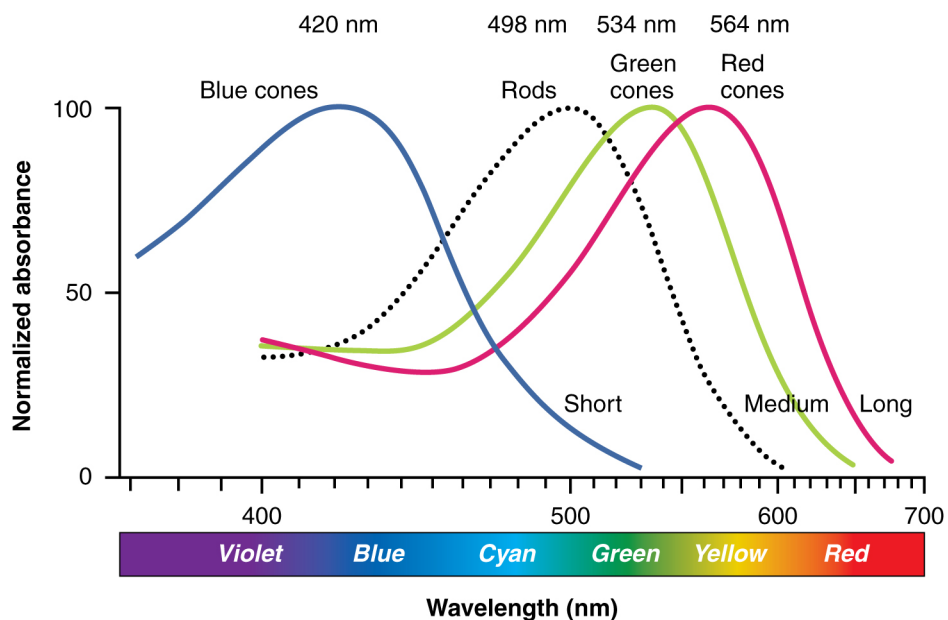
Obr. 37 Amslerova mřížka – test na vyšetření věkem podmíněné makulární degenerace

3.4.10 Porucha barvocitu

Porucha barvocitu je vhodnější název pro zaužívané slovo barvoslepost. Můžeme se setkat také s názvem daltonismus podle chemika Johna Daltona, který se jako první tuto poruchu pokusil popsat. [43]

Tato porucha se vyskytuje přibližně u 8,5 % populace, z toho 8 % mužů a 0,5 % žen. Porucha barvocitu je totiž genetickou záležitostí a přenáší se chromozomem X. Ženy jsou tedy většinou jen přenašečkami. [52]

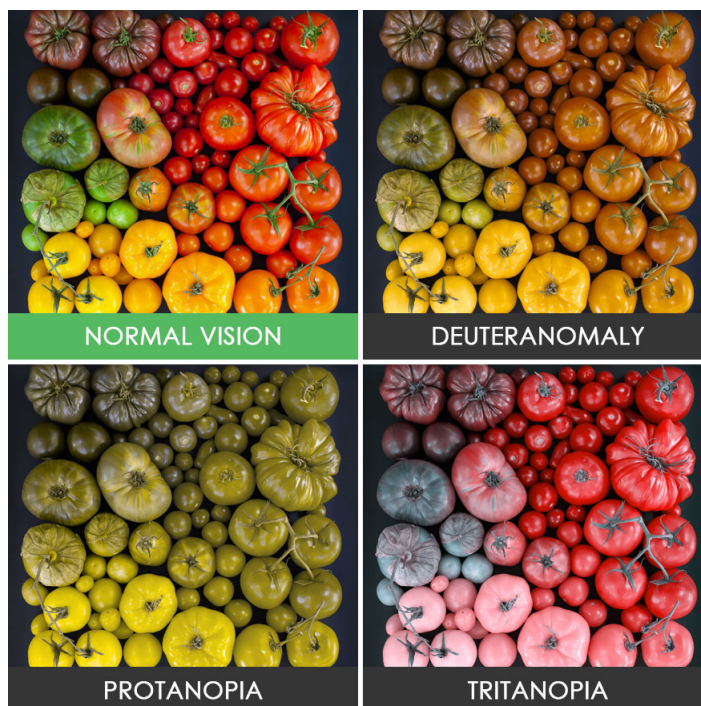
Mgr. Radovan Šikl Ph.D. popsal příčinu této vady zraku takto: „Poruchy barvocitu jsou zpravidla zapříčiněny absencí nebo změnou zrakového pigmentu v některém z druhů fotoreceptorů na sítnici; dopadající světlo je zachyceno a zpracováno pouze pomocí dvou, či dokonce jen jednoho druhu čípků, případně mohou být zachovány na sítnici tři druhy čípků, ty ovšem fakticky plní funkci dvou.“ Schopnost rozlišovat barvy je tedy limitována a jejich vnímaná podoba se liší. [43]



Obr. 38 Křivky absorbance tří druhů čípků a tyčinek pro různé vlnové délky světla

Člověka s neporušeným vnímáním barev můžeme označit názvem normální trichromat. Pokud má sítnice člověka všechny druhy čípků, ale spektrální citlivost některého z nich je posunuta, vytváří tím barevný vjem v jiném poměru. Tato porucha se nazývá anomální trichromazie a je tou nejmírnější a zároveň nejrozšířenější. Podle toho, který z čípků má citlivost posunutou, používáme vždy název s příponou -anomálie. U poruchy vnímání červené barvy je to protanomálie, u zelené deuteranomálie a u modré, která se téměř nevyskytuje, tritanomálie. [52]

Při dichromazii zobrazují barvy pouze dva druhy čípků, takže zcela nedokáží rozlišit jednu ze základních barev. [52] Při protanopii jedinec nerozlišuje barvy s vlnovou délkou větší než 492 nm, při deuteranopii zase s délkou větší než 498 nm. Nerozlišují tedy mezi červenou a zelenou. Při absenci třetího druhu čípku se poruše říká tritanopie. Tritanop obtížně rozlišuje barvy s vlnovou délkou pod 570 nm. [43]



Obr. 39 Vidění při poruše barvocitu

Úplná neschopnost rozlišovat barvy se nazývá monochromazie. Většinou jde o absenci všech druhů čípků a vidění osoby je v odstínech šedé. Starají se o něj totiž jen tyčinky. Pro představu, jak je tato porucha vzácná: deuteranomalie se vyskytuje u 5 % mužů, vzácná tritanopie u 0,008 %, monochromazie u 0,00001 %. [43]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ZÁMĚR PROJEKTU

Technologii virtuální reality vnímám nejenom jako současný trend v digitální sféře, ale i jako nový způsob projevu nebo prezentace s obrovským potenciálem. Oproti plochému obrazu běžného displeje nabízí imersivní zážitek přenesením uživatele přímo doprostřed všudypřítomného obrazu. Právě této přidané hodnoty VR jsem chtěla využít a najít takové téma, které umožní uživateli zažít něco, co obvykle není možné. Něco, co by při použití běžných technologií nebylo dostatečně silným zážitkem. Po předchozí zkušenosti, kde jsem společně s týmem pracovala na VR projektu seznamujícím s životem člověka s Alzheimerovou chorobou, jsem měla tendenci na toto nějakým způsobem navázat. Zobrazení očních vad touto technologií se jeví jako zajímavou příležitostí, jak využít toho, že se uživatel VR nemá možnost dívat jiným směrem než právě na obraz, který ho obklopuje. Existuje sice mnoho fotografií srovnávajících zdravé a poškozené vidění, nicméně na rozdíl od člověka majícího vadu zraku se může uživatel kdykoliv podívat někam jinam a nedokáže tak naplno vnímat tento často dramaticky rozdílný pohled na okolí.

Čím více jsem se o vady zraku zajímala, tím více jsem si začala uvědomovat, že druhů očních onemocnění je obrovské množství. Nejen že se každá projevuje rozdílně a je zapříčiněna odlišnými důvody, ale i projevy každé dané nemoci mohou být pro jednotlivé osoby rozdílné. Velmi často také dochází ke kombinaci několika očních vad najednou, což opět výrazně ovlivňuje vidění každého nemocného. Toto uvědomění pro mě bylo důvodem, proč jsem se hned zpočátku rozhodla zpracovávat výzkum, komunikovat s organizacemi pro nevidomé a slabozraké, a zajímat se o konkrétní zkušenosti a názory jejich klientů.

„Vidění je něco, nad čím ani nepřemýšlíme, dokud s tím nemáme problém. Bereme ho prostě jako samozřejmost.“

Brian Doolan,

generální ředitel Fred Hollows Foundation

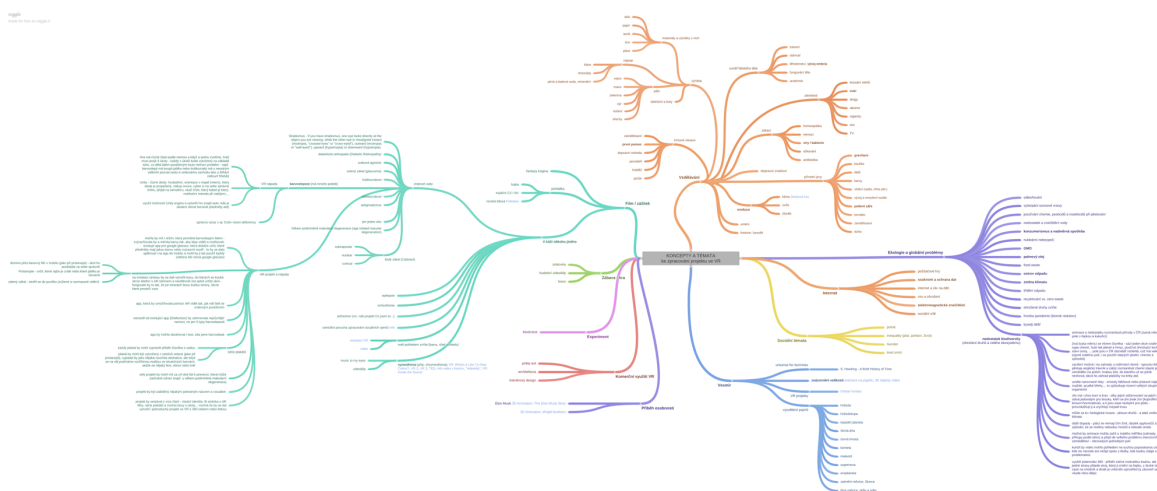
Až 80 % vad zraku může být včasnou léčbou zmírněno nebo odstraněno (viz str. 43). Proto bych chtěla zvyšováním povědomí o očních vadách podnítit širokou veřejnost k větší pozornosti a preventivní péči o svůj zrak. Ráda bych svým projektem pomohla více lidem

porozumět, jaké to je mít oční vadu, protože právě pochopení odlišnosti lidí je pro vzájemnou komunikaci a život zásadní.

Cílem projektu je tedy prostřednictvím VR simulovat oční vady. Mým záměrem je takovou aplikaci vytvořit pomocí herního enginu Unity. Bude použito virtuální prostředí i videa natočená ve 360 °. Před obraz budou umístěny „filtry“, skrze které uživatel uvidí simulaci oční vady. Výstupem má být funkční prototyp přizpůsobený pro VR headset Oculus Rift S. Celému projektu je potřeba vytvořit název, vizuální styl a uvažovat o jeho prezentaci. V prototypu se budou odrážet poznatky z výzkumu a komunikace s nevidomými a slabozrakými.

5 HLEDÁNÍ TÉMATU

Jeden z prvních úkolů při vypracování diplomové práce, je hledání vhodného a zajímavého tématu. Při rozhodování jsem se ptala sama sebe, jaká témata mě oslovují a o čem je důležité, aby se více mluvilo. Zároveň jsem uvažovala, jaká technologie je na to vhodná, a ve které se chci zdokonalit. Postupně jsem si vypisovala oblasti, kterými bych se mohla zabývat, klíčová slova, inspirující projekty a případně i konkrétní nápady k tématům. Část jsem nakonec přepsala do digitální myšlenkové mapy. Stejně myšlenkové mapy jsem používala k přehlednému zálohování zdrojů pro pozdější využití při psaní této práce.



Obr. 40 Myšlenková mapa k výběru tématu

Výsledkem tohoto hledání bylo zaměření se na imersivní technologie, konkrétně nejspíš VR. Přestože existuje už řadu let, nyní je v čím dál větší oblibě a nabízí mnoho zatím neprobádaných designérských příležitostí. Dala jsem si proto za úkol přijít na to, co se jejím prostřednictvím dá na rozdíl od skutečného světa zažít. Zprostředkování toho, jak vidí člověk s oční vadou tento požadavek splnilo. Kromě toho v sobě nese poslání šířit povědomí o málo diskutované problematice.

6 REŠERŠE PROJEKTŮ S PODOBNOU TEMATIKOU

Nedílnou součástí zpracování tématu projektu i navrhování jeho řešení je rešerše stávajících aplikací s podobnou tematikou. Ve své práci uvádím příklady, které si dávají za cíl zrakové vady simulovat nebo s nimi jiným způsobem úzce souvisí.

Aplikace simulující barvoslepost někdy nemají za cíl informovat o této poruše veřejnost, ale být nástrojem pro designéry jako kontrola přístupnosti pro osoby s poruchou barvocitu. Mód zobrazení barvosleposti mají dokonce i některé aplikace Adobe, jako je Photoshop a Illustrator. Jde o simulaci protanopie a deuteranopie. Režim lze zapnout touto cestou: Zobrazení → Nastavení kontrolního náhledu → Barvoslepost.

6.1 Vady zraku ve virtuální realitě

6.1.1 Využití VR k diagnóze glaukomu

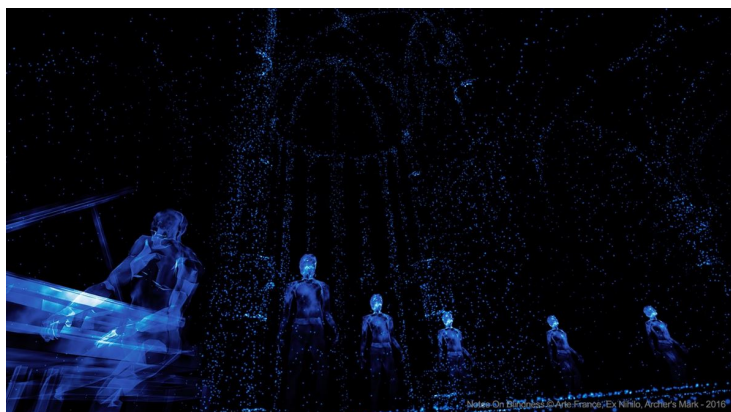
Studenti z Lehigh University v Pensylvánii ve spolupráci s oftalmologem vyvinuli aplikaci, která má dokázat diagnostikovat glaukom, tedy zelený zákal. Pomocí problikávajících bílých bodů je testováno periferní vidění osoby. Příznaky jsou ze začátku snadno přehlédnutelné, přitom včasná diagnóza je zásadní pro jeho léčbu. Hlavním cílem je zpřístupnit diagnostiku tam, kde není dostupné drahé a špatně přenosné zařízení očních klinik. [53]

6.1.2 Simulace zrakových vad

Analýza mě přivedla i k několika projektům, které zrakové vady simulují. Často se zaměřují na jednu konkrétní nemoc a jejich podoba a kvalita se liší. Většina z nich je velmi zjednodušená a slouží jen pro hrubou představu o nemoci.

Produkční společnost Passage Productions ze San Diega vytvořila video simulující glaukom. Na pozadí 360° fotky nebo videa je vyprávěn popis průběhu nemoci a s čím se osoba trpící glaukomem musí vyrovnat. Obraz je upraven rozmazanými a černými skvrnami, které se ovšem nepohybují spolu s otáčením hlavy, nýbrž zůstávají v určitých částech fotky, což příliš neodpovídá reálnému zážitku. Je tomu tak ale pravděpodobně z důvodu omezených technických možností při přehrávání takového videa v prohlížeči. [54]

Důkazem, že i úplná nevidomost může být dobrým podnětem k vytvoření simulačního VR videa, je film Notes on Blindness. Video je založené na stejnojmenném celovečerním dokumentu Petera Middletona a Jamese Spinneyho. Ve videu jsou použity autentické záznamy nahrávané na diktafon spisovatelem a teologem Johnem Hullem, který zcela oslepl. Popisuje, jak vnímá okolní svět svým sluchem. Popis je doplněn o prostorový zvuk a jemné znázornění mizejících částí okolních postav lehce fluoreskujících na tmavém kouřovém pozadí. [55]



Obr. 41 Notes on Blindness

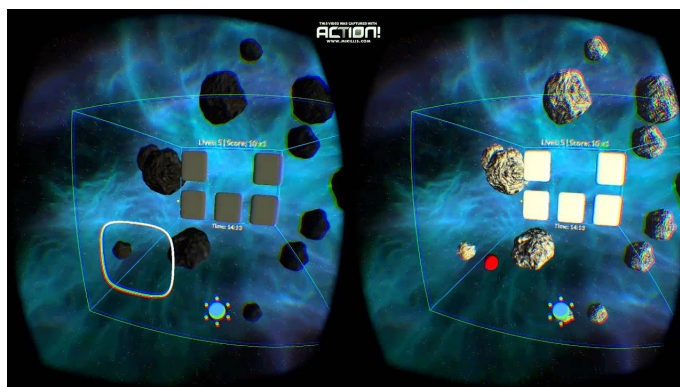
Jeden z projektů byl vytvořen v National Eye Institute. Jmenuje se See what I see a jde o VR aplikaci pro smartphony. Na dvou názorných 360° fotografiích zde ilustrují dvě nemoci, šedý a zelený zákal. [56]

O skutečně realistický zážitek se pokusil tým, který představil svůj projekt IChroughVR na mezinárodní konferenci virtuální reality a 3D uživatelských prostředí v Ósace roku 2019. Důkladné studium šedého zákalu a konzultace s osobami trpícími touto nemocí se pozitivně odrazili na aplikaci, která uživatele přenesse do virtuálního prostředí. Obraz je upraven po stránce hloubky ostrosti, kontrastu a barevného odstínu. Některá místa jsou tmavě zbarvena a citlivost na světlo je simulována září. Co dodává projektu na reálnosti je pokročilá technologie VR, která dokáže snímat pohyb očí uživatele, a tak dokáže obraz měnit adekvátně k tomu, kam se uživatel zrovna dívá. [57]

6.1.3 Vivid Vision – VR jako způsob léčby poruchy binokulárního vidění

Je známo, že dlouhodobý pobyt ve VR headsetu může způsobit nevolnost a točení hlavy. Podobně jako pro mozek je používání této technologie náročné také pro oči, které jsou velmi blízko displeje a musí na krátkou vzdálenost také neustále ostřit. Důkazem, že virtuální realita dokáže mít na zdraví i pozitivní vliv, je aplikace Vivid Vision. Jde o hru pro děti i dospělé, která má za úkol léčit poruchy binokulárního vidění, tedy schopnosti obou očí správně spolupracovat a vytvořit jeden smyslový vjem. Pokud každé oko například vlivem šilhání (strabismu) vysílá do mozku jiný obraz, naučí se ho časem ignorovat a funkce „líného oka“ je čím dál více potlačována. Této poruše se říká tupozrakost (amblyopie). Týká se především dětí a léčit se dá včasným trénováním postiženého oka.

Právě na trénink slabšího oka je hra Vivid Vision zaměřena. Virtuální realita funguje na principu stereoskopického promítání obrazu, který dohromady vytváří dojem hloubky. Vivid Vision promítá slabšímu oku výraznější obsah, zatímco tomu normálně fungujícímu jsou herní prvky upozaděny. „Líné oko“ je tímto donuceno více pracovat. S postupným trénováním se rozdíly v promítaném obrazu zmenšují a funkce obou očí se sjednocuje. Tato aplikace je používána některými očními klinikami jako způsob léčby. [58]



Obr. 42 Hra Vivid Vision předchází tupozrakosti oka

7 PŘÍPRAVNÁ FÁZE PROJEKTU

Tato kapitola popisuje proces utváření konkrétní představy o podobě projektu a úvahy o jeho možnostech zpracování s využitím nabytých znalostí a výsledků z prováděného výzkumu. Kterými konkrétními vadami zraku se budu zabývat? Bude téma storytelling v projektu zahrnuto pouze obecně, nebo budu doslova vyprávět příběhy respondentů? Budou simulace ztvárněné pomocí 360° fotografie, 360° videa nebo ve virtuálním prostředí? Bude v pozadí hrát hudba nebo by bylo možné zajistit mluvené slovo? Jakým způsobem se bude aplikace ovládat? Podobné otázky jsem si kladla a hledala způsob, jak se vydat pouze jednou společnou cestou.

7.1 Zpracování informací z výzkumu

Jedna z prvních otázek je, jak zpracovat veškeré informace, které jsem získala z výzkumu. Jednak je musím nějakým způsobem obsáhnout do písemné části práce a jednak bych je případně použila i pro svůj praktický výstup.



Obr. 43 Zpracování informací z výzkumu

7.2 Výběr konkrétních vad zraku

Některé oční vady je velmi obtížné realisticky simulovat. Například **věkem podmíněná makulární degenerace** (VPMD) spočívá v tom, že se jako první zhorší centrální vidění. Zhoršení postupuje dále do větší a větší šíře zorného pole, až zůstává pouze periferní vidění a může vést až k úplné slepotě. Problém v simulaci je ten, že zdravé oko má možnost podívat se do ostrých okrajových částí promítaného obrazu ve VR stejně tak jako do průhledné okrajové části simulačních brýlí. Člověk s VPMD tuto možnost nemá, kamkoli se podívá, tam se jeho vada projevuje právě v tomto centru vidění. I přes to, že o této skutečnosti vím, ráda bych se VPMD zabývala. Především z důvodu, že jde o velmi časté a zároveň závažné onemocnění, kterému lze předcházet nebo ho zpomalit, pokud ho léčíme v jeho počátcích.

Trubicové vidění se projevuje jako důsledek nějaké z nemoci. Může to být například zelený zákal, degenerace sítnice, roztroušená skleróza a další. Pro širokou veřejnost je velmi těžko pochopitelným onemocněním. Pro osoby s tímto omezením je právě nepochopení okolí obrovským problémem. Snaha o zvýšení povědomí je tedy více než žádaná.

Porucha barvocitu nemá většinou velký dopad na kvalitu života osob s touto vadou zraku. Jako největší překážky vnímám nemožnost volby některých zaměstnání, jako je například pilotování letadel a další. Běžnou komplikací je také špatná orientace v barevných grafech a mapách, která je buďto velmi náročná nebo zcela nemožná. Určitá úroveň poruchy barvocitu se projevuje až u 8,5 % populace (více na straně 53). Ztvárnění různých podob této vady zraku by bylo vizuálně zajímavé, ale také by mohlo vést k větší vstřícnosti při zpracovávání podobných grafických řešení.

Šedý zákal je opět velmi častým očním onemocněním. Dá se dlouhodobě nebo i nastálo odstranit operativně. Tato běžná operace trvá jen okolo 15 minut a na druhý den už pacient vidí bez obtíží. Dříve se říkalo, že je lepší s touto operací počkat do pokročilejší fáze nemoci, dnes je tomu naopak. Zpracování do projektu by při zapojení osobní zkušenosti s touto nemocí snad pomohlo odbourat strach z tohoto zákroku.

Diabetická retinopatie se vyskytuje u lidí trpících diabetem. Někdy se ale diabetes u pacienta objeví právě díky kontrole u očního lékaře. Výzva k preventivní prohlídce je tedy opět důvodem k volbě zpracování této nemoci. Její projevy jsou také zcela odlišné od výše zmíněných.

7.3 Výběr technologie



Obr. 44 Výběr technologie

7.4 Možné výstupy projektu

Dospěla ke třem variantám, jak by mohl výsledný výstup této diplomové práce vypadat. Základem pro všechny varianty je 360° video.

Možnosti interakce se u všech možnosti vztahují především k základnímu ovládání, tedy přepínání mezi scénami s danými nemocemi nebo jejich fázemi, změna hlasitosti nebo případně i přemísťování se po prostoru pomocí vyznačených míst, na které se uživatel může přenést.

7.4.1 Obecné představení několika vad zraku

V této variantě jde především o demonstraci, jak vypadá svět pro různé lidi s očními nemocemi. Uživatel by si prohlížel 360° video skrze filtr upravující vidění. Jako zvukový podkres by byly použity zvuky okolí nebo hudba.

7.4.2 Volba jedné vady zraku a jedné osoby, která ji představuje

Zaměření se na jednu konkrétní vadu by nabízelo více prostoru pro její hlubší poznání. Nahrávka mluveného slova osoby s vadou zraku by byla základním nosným prvkem projektu. Doplněovalo by ji opět video s upraveným viděním.

7.4.3 Volba několika vad zraku a několika osob, které je představují

Poslední z uvažovaných variant by představovalo více vad zraku, které by byly opět vyprávěny mluveným slovem osob s danou oční vadou a doplněny o video s filtrem. Nabízí se zde pestřejší zážitek, avšak i povrchnější poznání jednotlivých nemocí. Je také zapotřebí kontaktovat více osob, které budou ochotné vést osobně rozhovor nahrávaný přes mikrofon.

8 VÝZKUM

8.1 Konzultace s organizacemi pro nevidomé a slabozraké

Kontaktovala jsem několik organizací zaměřených na nevidomé a slabozraké. Důvodem byla distribuce dotazníků, ale také konzultace své myšlenky s lidmi, kteří mají s očními vadami přímo nebo nepřímo mnoho zkušeností. Zjišťovala jsem, zda o plánovaný projekt projeví zájem a zda by pro něj našli případné uplatnění v rámci jejich zařízení nebo prezentační akce.

8.1.1 SONS Zlín

Spojila jsem se s pobočkou SONS ve Zlíně (Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých), kde jsme si sjednali osobní schůzku a domluvili se na zanechání tištěných dotazníků v jejich sídle. Diskutovali jsme o zvolených otázkách a velikosti písma, což se zaměstnancům obojí zdálo v pořádku. Zmínili se o tom, že do jejich zařízení chodí školní exkurze, a tak by využití mého projektu připadalo v úvahu při těchto příležitostech.

V pobočce jsem měla možnost vidět mnoho kompenzačních pomůcek. Ukázali mi tzv. simulační brýle, které mají umožnit zdravému člověku vyzkoušet si mít určité vady zraku. Jsou vyrobeny ručně z pracovních ochranných brýlí. Každé z nich jsou potom nějakým způsobem upraveny, například poškrábáním, nalepením fólie nebo různým způsobem ztmaveny černou barvou.



Obr. 45 Simulační brýle

8.1.2 SONS Hradec Králové

Pobočka SONS v Hradci Králové mimo jiné učí nevidomé a slabozraké používat počítač se softwarem přizpůsobujícím jeho uživatelské rozhraní. Právě to je zřejmě důvodem pro pozitivní odezvu na projekt mé diplomové práce. Jeho přesná podoba však v této době ještě nebyla dána. Diskutovali jsme možnosti jeho forem a použití. Hlavní překážkou se ukazuje nezbytnost zakoupit VR headset, pro který by muselo být dostatečné využití. Disponují však výkonnými počítači. Existuje ještě možnost využít brýle na virtuální realitu pro chytré telefony. Jde o velmi dostupné řešení, z mého pohledu však také pouze o zlomek možného zážitku.

Měla jsem možnost být součástí exkurze po městě, kde mě a studentku speciální pedagogiky UHK provázel nevidomý zaměstnanec pobočky. Demonstroval, jakým způsobem se nevidomí orientují ve městě, jak se přepravují MHD a jaké technické pomůcky jim k tomu pomáhají. Disponují speciální vysílačkou, která umí spustit zvukové nahrávky pomáhající k orientaci v prostoru. Mohou si takto například spustit čtení jízdního řádu na autobusové zastávce nebo čísla autobusu, který na ní právě stojí. Stejným způsobem jim pomáhá hlasová nahrávka při vstupu na poštu a zároveň mohou oznámit zaměstnanci, že vstoupil někdo, kdo vyžaduje asistenci či odlišný způsob vyřízení požadavku. Přejechy pro chodce jsou často vybaveny zvukovým signálem. Při placení nevidomí někdy využívají čtečky schopné rozlišit bankovky. Mince je snadné rozlišit hmatem.

Jedna z mála velmi dobře uzpůsobených budov pro nevidomé je Knihovna města Hradce Králové. Při exkurzi se potvrdila funkčnost všech prvků a vodicích linek, se kterými náš průvodce neměl nejmenší problém se po prostoru pohybovat. Její součástí je i zvuková knihovna, kde jsem už dříve zanechala část tištěných dotazníků.

V některých oblastech se náš nevidomý průvodce pohyboval bez nejmenších obtíží. Často se od nás však nechal provádět kvůli pohodlí a úspoře času. Narazili jsme však také na mnoho případů, kdy technika nefungovala tak, jak měla. Některé zastávky a autobusy zvuk nepřehrávaly. Zaměstnankyně pošty nevěděla, co zvukové znamení v přítomnosti nevidomého znamená. Okolo procházející lidé si ne vždy povšimnuli bílé orientační hole, kterou průvodce používal. Za problematickou považují přepravu MHD, ve které je fungující zvukové znamení velmi důležité, a kde bylo potřeba se neustále mýjet s vidomými nastupujícími a vystupujícími pasažéry. Průvodce nás upozorňoval na mnoho chyb ve značení a výstavbě. Například chodník by měl mít vždy dostatečně vysoký obrubník nebo by se měla výrazně lišit jeho struktura, aby bylo možné tuto změnu rozeznat pomocí

orientační hole. Stěny budov tvoří stejně tak důležitou vodící linii, často je však narušena různými stavebními prvky, informačními tabulemi apod.

8.1.3 Tyfloservis Zlín

Ještě před uskutečněním dlouho dopředu plánované schůzky mi byla zaměstnankyně Tyfloservisu velmi nápomocná při rozesílání online dotazníků. Dostala jsem poměrně hodně odpovědí, a to především od nevidomých osob.

Na schůzce jsme probírali vady zraku, které jsem uvažovala zahrnout do své práce. Na příkladu simulačních brýlí jsem byla informována, jak se dané vady projevují, ale také jaké problémy lidé s danou nemocí například mají. Často nejsou se svým zdravotním stavem zcela vyrovnaní a někdy o něm nechtějí hovořit.

Simulační brýle a pohyb se signalizační holí jsem si otestovala v okolním terénu. Cesta byla různě obtížná podle oční vady, kterou jsem si v danou chvíli zkoušela. Obecně bylo ale mnohem náročnější neztratit o svém okolí přehled a byla jsem ráda, že s sebou mám doprovod, který mé kroky hlídá.

Na pobočce jsem také konzultovala výhody a nevýhody různých řešení mého projektu a jeho možnosti uplatnění. Došli jsme k závěru, že by připadalo v úvahu zakoupit jedny brýle pro celou síť poboček Tyfloservis, vhodnější by ale byly takové, které nevyžadují výkonný počítač.

8.2 Výsledky dotazníkového šetření

Jeden z prvních kroků při práci na praktické části bylo vytvoření dotazníku. Vznikl nejdříve ve dvou formátech. Tištěné PDF určené k umístění především do zařízení pomáhajících slabozrakým a zrakově postiženým. Online verze byla vytvořena na webu www.survio.com. Zpětná vazba však ukázala, že je pro tento účel nejvhodnější použít Google formuláře, které jsou nevidomým a slabozrakým mnohem přístupnější. Vhodnou možností je také dokument ve formátu .DOCX, do kterého mohou tyto osoby snadno doplňovat své odpovědi a vyplněný dokument zaslat na e-mailovou adresu. Při této formě odpadá možnost anonymního vyplňování, nicméně pokud by tato skutečnost byla pro někoho překážkou, mohl zvolit také možnost vyplnění Google formuláře.

V úvodu dotazníku zjišťuji, jakou oční vadou respondent trpí, abych mohla odpověď správně zařadit a výpovědi osob s podobnými vadami využít v části projektu zaměřeném na tuto konkrétní vadu zraku.

Jedna jeho část pokládá uzavřené otázky. Tyto otázky zjišťují názory respondenta na informovanost široké veřejnosti o očních vadách a na možnost využít současné technologie k tomu, aby se tato informovanost zvýšila a přiblížila běžné společnosti život se zrakovou vadou.

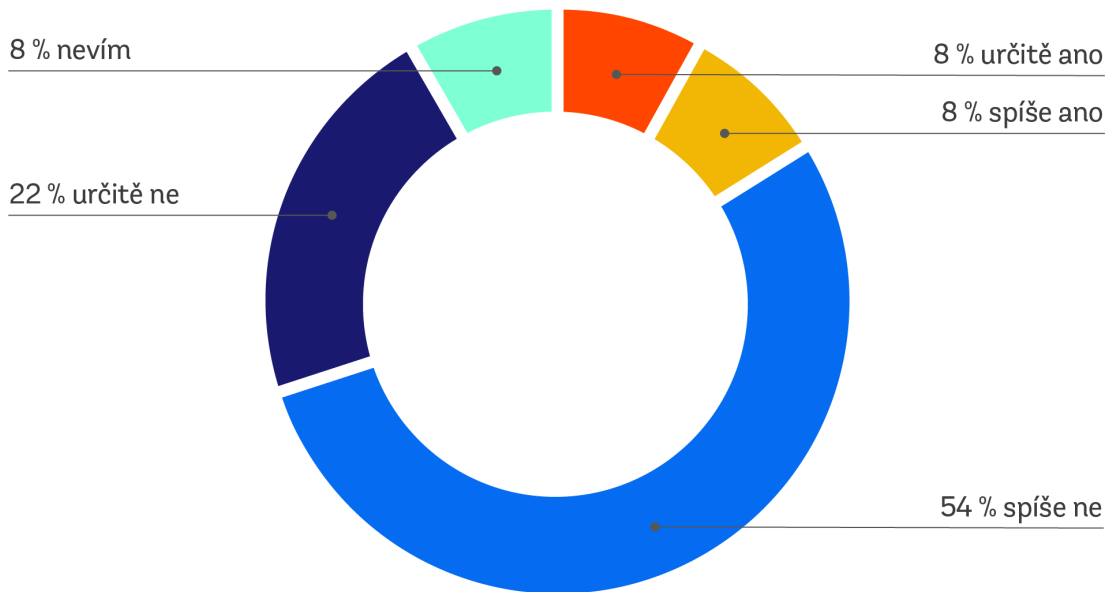
Druhá část dotazníku je složena z otevřených otázek s libovolnou délkou odpovědi. Otázky jsou osobní a zaměřené na život osoby se zrakovou vadou nebo postižením. Cílem je získat popis toho, jakým odlišným způsobem respondent vidí, s čím se musí v běžném životě potýkat a co mu činí potíže. Dále dávám prostor pro popis situace, která v respondentovi zanechala silnější emoce, jak pozitivní a úsměvné, tak ty negativní. Nakonec se ptám, zda respondenta napadá, co by se mělo změnit nebo vzniknout, aby se jeho život s oční vadou usnadnil.

Přestože byly dotazníky až na formát .DOCX zcela anonymní, v každém dotazníku byl prostor pro zanechání e-mailové adresy. Tento kontakt byl možný zanechat v případě, že by měl respondent zájem být informován o vývoji projektu nebo by byl ochotný více pomoci s projektem svými názory nebo formou osobnějšího rozhovoru.

Na dotazník odpovědělo celkem 37 respondentů. Každý z nich má zrakovou vadu, od lehké vady (například porucha barvocitu) až po úplnou nevidomost. Odpovědi byly získávány především skrze organizace pro nevidomé a slabozraké, ale také přes vybrané facebookové skupiny a zvukovou knihovnu v Hradci Králové.

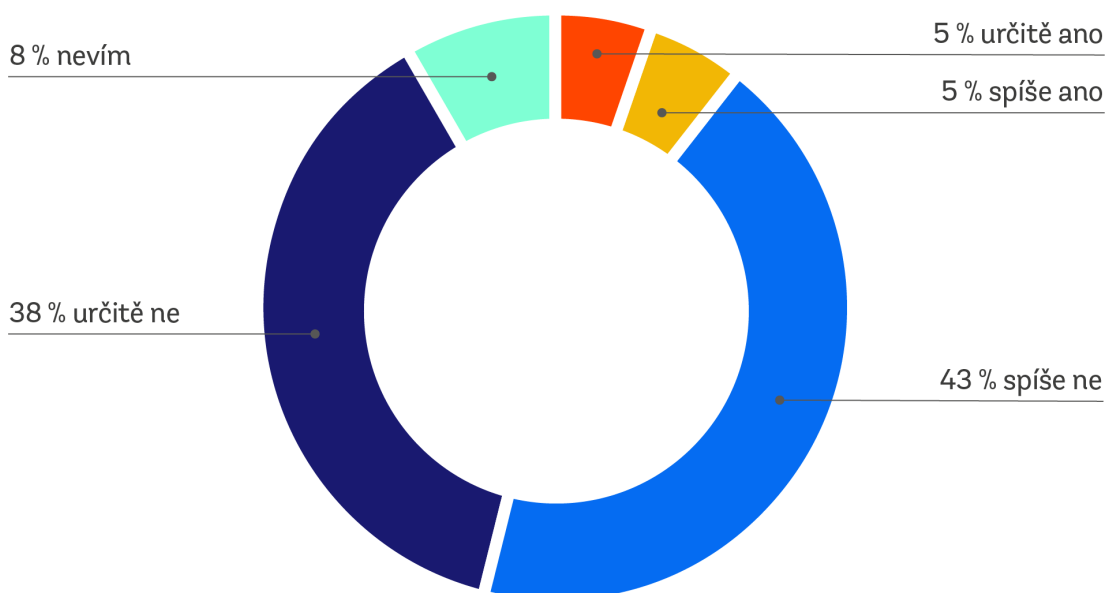
8.2.1 Grafické zpracování výsledků z uzavřených otázek

Myslíte si, že je většinová populace dostatečně informována o zrakových vadách?



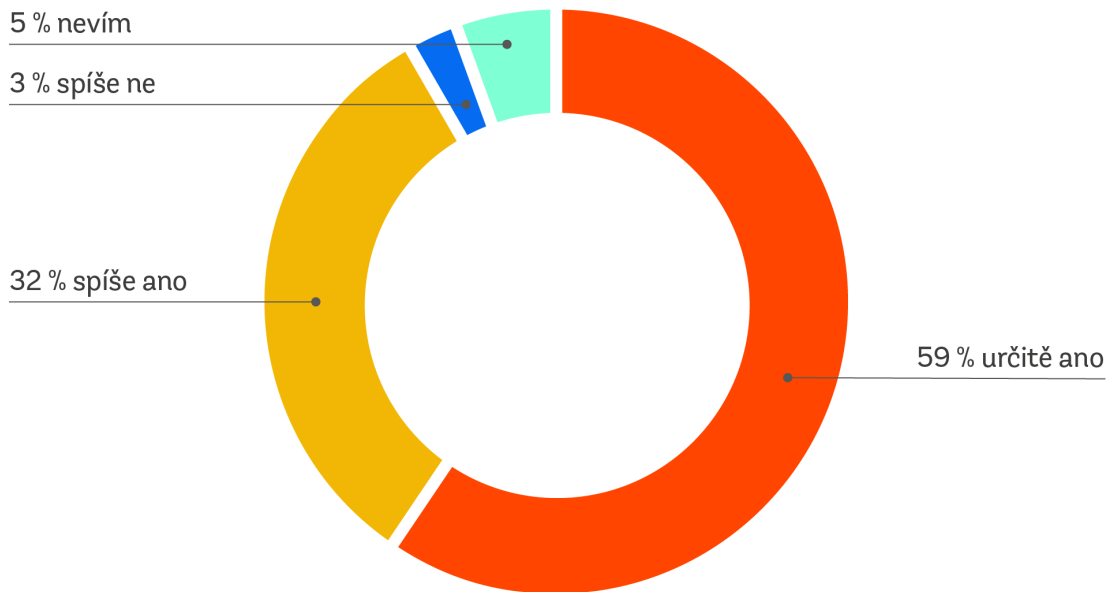
Obr. 46 Zpracování výsledků výzkumu

Připadá Vám, že si lidé ve Vašem okolí umí představit, jak se tato vada zraku projevuje a jaký má vliv na život člověka?



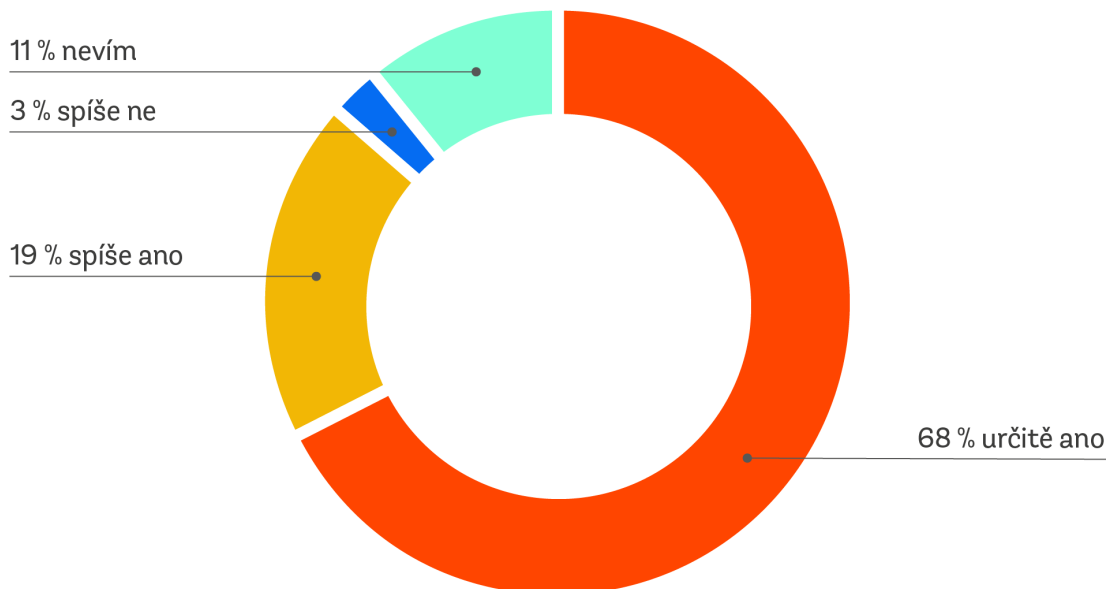
Obr. 47 Zpracování výsledků výzkumu

Ocenil/a byste nové možnosti, jak jim tuto zrakovou vadu prostřednictvím moderních technologií přiblížit / ukázat?



Obr. 48 Zpracování výsledků výzkumu

Myslíte si, že by tato možnost pomohla veřejnosti lépe porozumět lidem s vadou zraku?



Obr. 49 Zpracování výsledků výzkumu

8.2.2 Vybrané odpovědi z otevřených otázek

Otevřené otázky jsem zpracovala do výběru odpovědí, které se zdály být nejpřínosnější nebo nejzajímavější vzhledem k záměru projektu. Některé výroky byly mírně upraveny nebo parafrázovány z důvodu překlepů, překladu z anglického jazyka nebo případně pro lepší srozumitelnost.

Některé výpovědi bylo možné zařadit do určité skupiny, jako například odpovědi osob trpících zeleným zákalem. Očních vad je však obrovské množství a často se jedná i o jejich kombinaci.

„Slyšela jsem, jak se děti na ulici baví: ‚Má tu hůlku, protože neslyší!‘“

„Jednou v restauraci jsem si vesele přisedla k jednomu stolu a pozdravila ‚ahoj‘. Po chvíli se ozvalo, že mě neznají.“

„Přecházím křižovatku s holí, v tom přijde paní a chce mne převést. Říkám jí ‚Ale pozor, pojedete ze zastávky tramvaj.‘ A ona: ‚Nepojede, já jsem řidička.‘“

„Jsem nevidomý od narození. Zpočátku jsem měl pravděpodobně světlocit, ale představa světla začala postupně splývat s představou tepla.“

„V obchodě čekám u pultu, a tak nějak s paní prodavačkou naproti sobě stojíme, ona čeká, co bude a já taky.“

„O zrak jsem přicházela v průběhu dospívání. Asi vůbec nejtěžší bylo se s tím psychicky vyrovnat tak, abych neustále neřešila, jak mě většinová společnost přijme.“

8.2.2.1 Výběr výroků osob se zeleným zákalem

„Lidé bez vlastních zkušeností nemají ani hrubou představu o tom, jaké je mít zrakové postižení.“

„Asi ve 14 letech mě rodiče vzali k očnímu. Ten naneštěstí zrovna někam spěchal, takže mě nevyšetřil. Napsal mi brýle s 1 dioptrií a jeli jsme domů. V 18 letech mi diagnostikovali glaukom a dnes už nevidím ani Slunce. S postupným zhoršováním si ale člověk vypracuje určité postupy, takže ani nemusí být patrné, že je nevidomý. Když se mě známý zeptal, co vlastně vidím, odpověděl jsem, že nic. To ho dost překvapilo.“

„S okrajovým viděním jsem nemohl číst, do kina také nebylo proč. Stačilo to ale k tomu, abych mohl stále chodit sám. Nepoznal jsem lidi, které jsem míjel, ale nevrážel jsem do nich. Byly to jen siluety – něco jako stíny. Podobně je to s nápisy na obchodech. Jen tabule bez možnosti rozeznání, co je na nich napsáno.“

„Dle mých zkušeností si většina lidí myslí, že člověk, který hůře vidí, je na tom jako oni sami, když si zapomenou brýle. Jenže brýle zlepšují ostrost vidění. Při očním onemocněním může ostrost zraku zůstat, ale zmenšuje se jejich zorné pole a schopnost rozeznat své okolí.“

„Problém mi dělá každá situace, kdy je potřeba přečíst nějaký text. Každá, kdy je potřeba sledovat cestu. Také rozpoznávání barev třeba u oblečení.“

„Vždycky musím čekat, až mě osloví ten druhý vidící, protože já sám bych ho nenašel.“

„Nedokázal jsem tak rychle reagovat na změny jako moje okolí. Tím jsem se stával méně průbojným, méně schopným a pro dívky méně zajímavým. Oční onemocnění znamená hlavně ztrátu budoucnosti. Jakékoliv kompenzační pomůcky jsou pouze berličkami, které člověku umožní zúčastnit se závodu, ale nikdy ne vyhrát. I když má nevidomý vysokou školu a dobrou práci, vždy to bude ten, který je snaživý a úspěšný, ale slepý.“

„Před mnoha lety jsem žádal o přiznání průkazu ZTP. Byl jsem pozván před posudkovou komisí. Vstoupil jsem do kanceláře a člen komise se mě ptal: ‚Jak vlastně vidíte?‘ Odpověděl jsem: ‚Vás například vidím jako stín. Barvu Vašich vlasů nebo oblečení nerozeznám.‘ Ostatní členové komise začali pokašlávat a dotyčný úředník pravil: ‚Tak vám ten průkaz schválíme.‘ Naklonil se nad psací stůl, aby něco zapsal a v tom okamžiku na něj dopadlo sluníčko z okna a já si teprve všimnul, že je úplně holohlavý.“

„Nepoznávám lidi, takže jsem kolikrát oslovila cizího člověka. Někdy to byla sranda, jindy to moc příjemné nebylo.“

„Pomohlo by více pochopení od vidících lidí.“

„Zdravý člověk vidí celý prostor a věci v místnosti. Není problém cokoli najít. Při odchodu například z vlaku se ohlédne, jestli tam něco nenechal. Já tam snadno zapomenou odložený deštník nebo pověšenou bundu. Musím otáčet hlavu a zkoumat místnost postupně, než si všimnu, co jsem tam nechala.“

„Mému mozku chvíli trvá, než se viděný obraz přenese a zpracuje. Když potkám nějakou osobu, často vím, že ji znám, ale nedokážu ji okamžitě zařadit. Pozdravím: ‚dobrý den‘ a ona mi odpoví: ‚ahoj‘. Ujdu několik kroků, mineme se a teprve když je pryč mi dojde, že to vlastně byl ten nebo onen.“

„Úplně se vám změní život. Je to velmi depresivní.“

8.2.2.2 Výběr výroků osob zcela nevidomých

„Jednou se mě v restauraci pokoušel rozesmát jiný návštěvník. Byl to pravděpodobně herec nebo klaun, protože se neustále převlékal nebo měnil masku. A přitom netušil, že ho vůbec nevidím.“

„Nejhorší je pro mě dokázat vřele odmítnout nevyžádanou pomoc. Někdy mi chtějí lidé pomoci a myslí to dobře, jenže mně to naopak zkomplikuje orientaci.“

„Nejhorší bylo psychicky se smířit s tím, že jednou zcela oslepnu.“

„Rád bych, aby hendikepovaným lidem vysvětlili, že i postižený člověk může žít plnohodnotný život.“

„Stačí slušnost a snaha pomoci! My také musíme chápat, že ten, kdo nám pomáhá, je neznalý.“

„Jedni si myslí, že zvládneme vše. Druzí si o slepci, jenž jde klidně ulicí, myslí, že vidí. Neumí si představit, jak zcela slepý může chodit samostatně.“

„Jednou jsem jel v metru s bílou holí v kapse. Skupinka lidí vedle mě požádala, ať je rozsoudím, jakou barvu má košile jednoho z nich.“

8.2.2.3 Výběr výroků osob s poruchou barvocitu

„Zavolala jsem kolegyni, jestli jsem nenechala v kanceláři svou hnědou tašku. Řekla mi, že ne, ale že tam zůstala nějaká zelená.“

„Jednou jsem si koupil modrý svetr. Když jsem došel domů a ukázal ho manželce, řekla, že ho nemůžu nosit, protože je to přílišná tyrkysová.“

„Když hraju ve škole fotbal, někdy je těžké rozeznat kdo je v jakém týmu. Kvůli tomu občas nechci vůbec hrát.“

„Ovoce v obchodě si musím důkladně prohlédnout, abych poznal, jestli je to jablko nebo hruška. Taky nedokážu říci, jestli je banán zralý nebo zelený.“

„Předstíral jsem, že nevidím kečup na koberci, abych ho nemusel uklízet.“

„Barevně značené mapy jsou peklo!“

„Nerad popisuji věci okolo sebe, protože tuším, že špatně odhadnu jejich barvu.“

„Všechno, co je potřeba, je informovanost.“

8.3 Osobní rozhovory s lidmi s vadou zraku

Provádění výzkumu se ukázalo být klíčovou součástí tohoto projektu. Osobní výpovědi a zkušenosti byly velmi autentické. Někteří z respondentů byli velmi ochotní se na projektu podílet, a proto jsem využila této příležitosti i k osobnímu setkávání.

Cílem těchto rozhovorů bylo získat osobní zkušenosti a vyprávění osob, kteří mají s očními vadami vlastní zkušenost. Po svolení k nahrávání mluveného slova vznikly čtyři nahrávky k dalšímu zpracování. Každou z nich jsem potom sestříhala tak, aby zůstalo pouze mluvené slovo dotazovaného. Odstranila jsem z nich šum, hezitační zvuky, pauzy, přeroknutí a další nedostatky. Přestože vzniklo hodně materiálu k dalšímu použití, pro potřeby této práce bylo nezbytné vytvořit jen několikaminutovou stopáž.

Celkem proběhly čtyři osobní rozhovory. Každý z dotazovaných má nebo v minulosti měl odlišnou oční vadu. U většiny slabozrakých a nevidomých se nejedná o jediné onemocnění očí, ale spíše o jejich kombinaci. I to je důvodem, proč je každé vidění zcela individuální a může se projevovat trochu jiným způsobem.

Ačkoli jsem měla na každého z nich připraveno mnoho konkrétních otázek, dávala jsem přednost spontánnímu vývoji vyprávění, aby výsledná nahrávka byla co nejvíce uvolněná. Atmosféra byla spíše přátelská než formální.

Ke každému následujícímu popisu rozhovoru je přiložen náhled simulace z výsledného prototypu.

8.3.1 Rozhovor č. 1 – trubicové vidění následkem roztroušené sklerózy

Dotazovaná má koncentricky omezené zorné pole neboli trubicové vidění. To znamená, že zorné pole osoby je zúženo na velikost do 10° . Dotazovaná má konkrétně vidění do 5° , což se dá připodobnit k dívání se skrze slámku na nápoje. Centrální vidění, tedy střed místa, kam se právě díváme, zůstává často neporušené. Právě to zapříčiňuje mnoho nedorozumění. Představme si například situaci, kdy se nevidomý pohybuje prostorem s bílou holí, s vodicím psem nebo využije pomoci svého okolí. Následně je ale například schopen používat svůj dotykový mobilní telefon nebo si přečíst kousek z novin. Okolí je většinou zmatené a takto postiženou osobu považuje za podvodníka.

Povídali jsme si hlavně o každodenním životu s takovouto oční vadou a různými nástrahami, které přináší. Dotazovaná považuje za důležitou sounáležitost s lidmi ve svém okolí. Věci v její blízkosti musí mít například svůj řád, jinak se orientace v prostoru stává velmi komplikovanou.

Centrum vidění popisuje jako ostré, ovšem jen do několika málo stupňů. Periferní vidění je extrémně rozmazané.



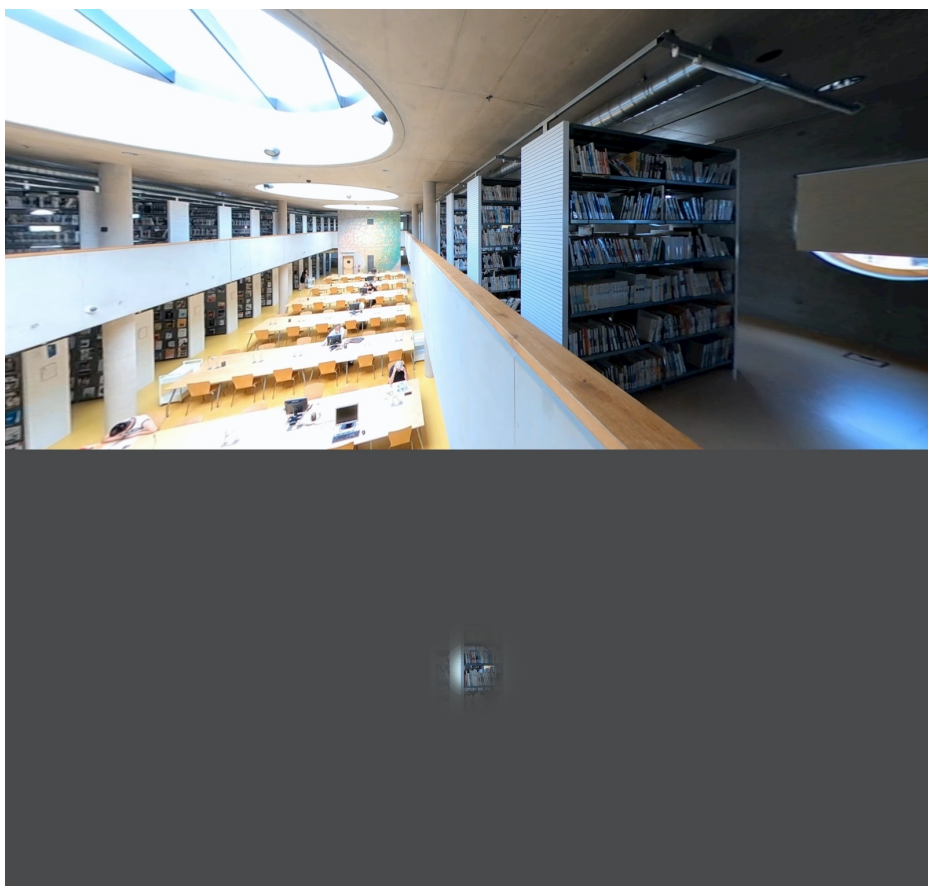
Obr. 50 Simulace trubicového vidění následkem roztroušené sklerózy

8.3.2 Rozhovor č. 2 – trubicové vidění následkem pigmentové degenerace sítnice

Další dotazovaná má velmi podobné příznaky, které jsou ale následkem odlišné nemoci. Největším problémem je tedy opět orientace v neznámém prostoru. Vidění do 5 ° zorného pole lze označit za praktickou slepotu. Kromě zúženého vidění je dalším příznakem tzv. šeroslepost a světloplachost. Přesto dotazovaná až do běžné návštěvy lékaře netušila, že má závažný problém s viděním a okamžitý nárok na invalidní důchod.

Hovořila o činnostech, které už nemohla dál provádět, jako například jízda na kole. Naopak se stala úspěšnou ve zvukové střelbě pro zrakově postižené sportovce. Otevřeně hovořila také o tom, jak ve strachu z vysoké pravděpodobnosti dědění nemoci stála před rozhodnutím, zda mít vlastní rodinu.

Svůj pohled popisuje jako několik stupňů ostrého zraku přímo v centru vidění, vše ostatní se jeví jako šedá plocha. Okolo centra vidění vnímá tmavší barvu, jakési černé orámování. Při simulaci ve VR však tento efekt způsoboval nevolnost. Z toho důvodu je v prototypu vynechán.



Obr. 51 Simulace trubicového vidění následkem pigmentové degenerace sítnice

8.3.3 Rozhovor č. 3 – věkem podmíněná makulární degenerace

Další dotazovaný má dá se říct přesně opačné příznaky nemoci. Jeho periferní vidění zůstává do určité míry zachováno, centrální vidění je však zcela neostré se schopností rozeznávat pouze hrubé obrysy. Dokáže se tedy pohybovat po prostoru, ale schopnost rozlišovat jakékoliv detailnější podněty je nemožná. S upraveným softwarem dokáže pracovat na počítači. Na mobilním telefonu, PC a podobných zařízeních využívá funkci hlasitého čtení. Samotné čtení textu je možné až po velmi výrazném zvětšení. Na schopnost rozeznávat okolí má také vliv míra osvětlení. Komplikované je příliš světlé i příliš tmavé prostředí.



Obr. 52 Simulace věkem podmíněné makulární degenerace

8.3.4 Rozhovor č. 4 – šedý zákal

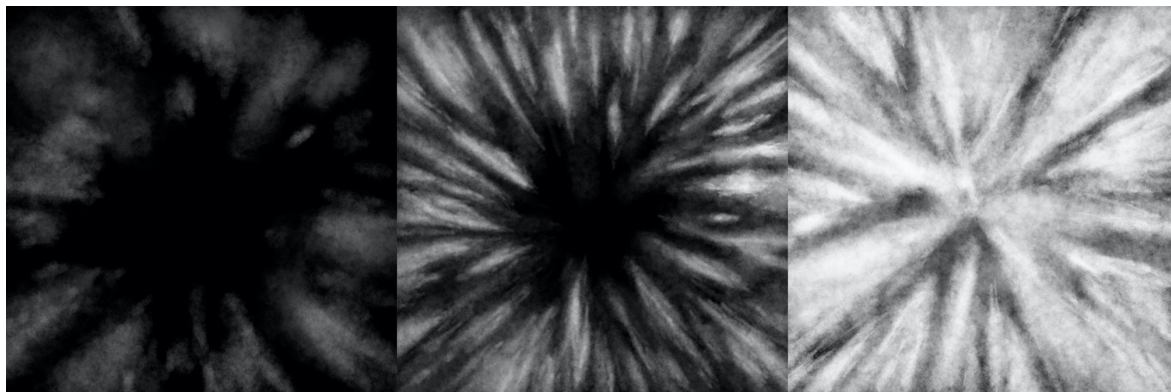
Dotazovaný prodělal kataraktu neboli šedý zákal už před několika lety. Po stanovení diagnózy mu byl chirurgicky operován, díky čemuž má vlastní srovnání daného onemocnění se zdravým viděním. Následně prodělal i druhotný šedý zákal. Otevřeně hovořil o prvotním překvapení, že se nejedná pouze o běžnou krátkozrakost, ale o závažnější chorobu s nutnou operací. Dále hovořil také o vlastním pozitivním přístupu k nemoci a o obrovském rozdílu ve vidění po operaci, která neodstranila pouze rozmazané vidění, ale umožnila také opětovné vnímání jasných barev.

Člověk s onemocněním šedého zákalu tedy vidí barvy bez živých tónů, méně kontrastně, neostře, pohled se zdá být zahalený do mlhy nebo „za oblaky“.



Obr. 53 Simulace šedého zákalu

Zamlženého vidění bylo docíleno vytvořením digitální malby. Představuje několik fází a byla inspirována kresbou v oku člověka s pokročilým šedým zákalem.



Obr. 54 Malba efektu zamlženého vidění při šedém zákalu

9 FINÁLNÍ ŘEŠENÍ PROJEKTU

Konečnou podobu projektu si lze představit jako experimentální dokumentární film ve virtuální realitě. Jeho hlavní součástí jsou totiž videa natočená 360° kamerou doplněná o mluvené slovo. Tématem projektu jsou vady zraku, které jsou ve virtuální realitě simulované pomocí filtrů upravujících obraz. Autentické mluvené slovo bylo nahráno při rozhovorech s osobami s různými očními vadami.

Dle mého výzkumu je jedním z hlavních problémů nevidomých a slabozrakých nepochopení a neinformovanost ze strany široké veřejnosti. Právě většinová společnost tvoří hlavní cílovou skupinu, kterou projekt atraktivně seznamuje s odlišným pohledem na svět, jak ho někteří vnímají. Další cílovou skupinu tvoří okolí a rodinní příslušníci slabozrakých, kteří chtějí mít lepší pochopení pro jejich blízkého a vyzkoušet si dívat se jeho očima.

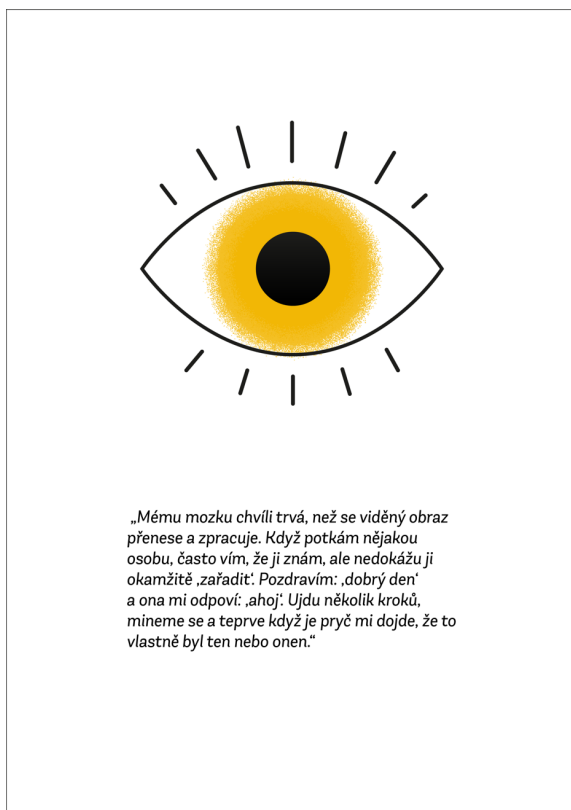
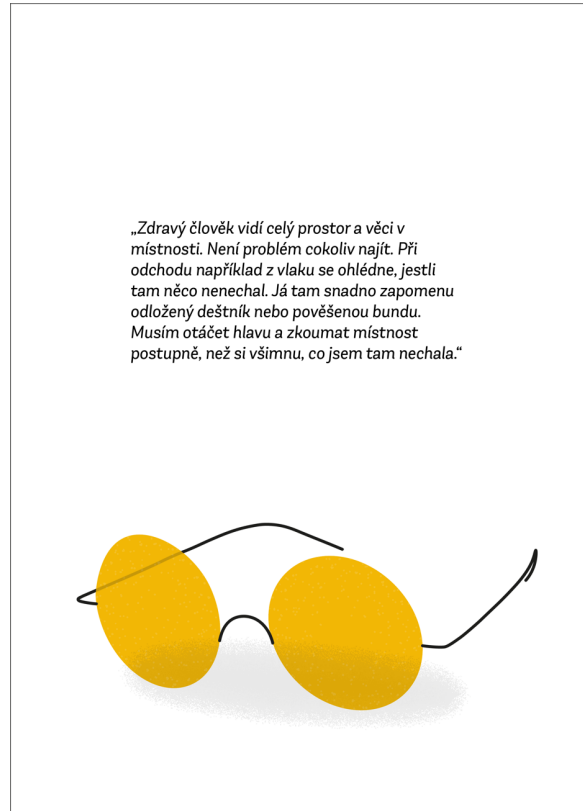
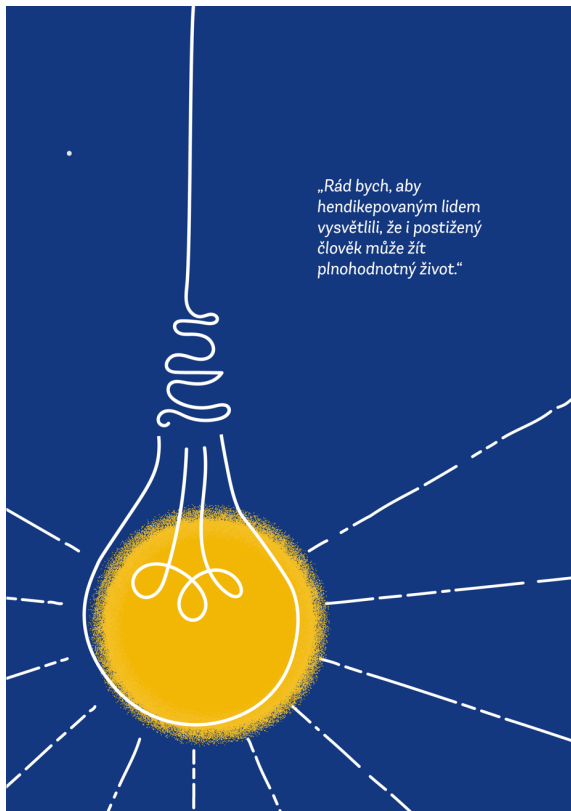
9.1 Jazyk a název

Prvotní návrhy názvu projektu odrážely kromě vad zraku především technologii, kterou využívá. S časem se ale pro mě stávalo čím dál více důležité autentické vyprávění osob s očními vadami. Rozhodla jsem se využít jejich mluvené slovo, a proto mi také přišlo samozřejmé, že když se v projektu objevují nahrávky v českém jazyce, měl by být ve stejném jazyce i jeho název a obsah.

Zvolila jsem název MÝMA OČIMA, který odráží osobní pohled konkrétních lidí, do kterých se máme jako uživatelé vžít. Nemáme být pouhými pozorovateli, ale zaposlouchat se do vyprávění a s pomocí imersivního videa a filtru simulujícího vidění daného člověka se jím na okamžik také stát. Pro jasnější představu, co projekt nabízí, jsem určila i podnázev – Vady zraku prostřednictvím virtuální reality.

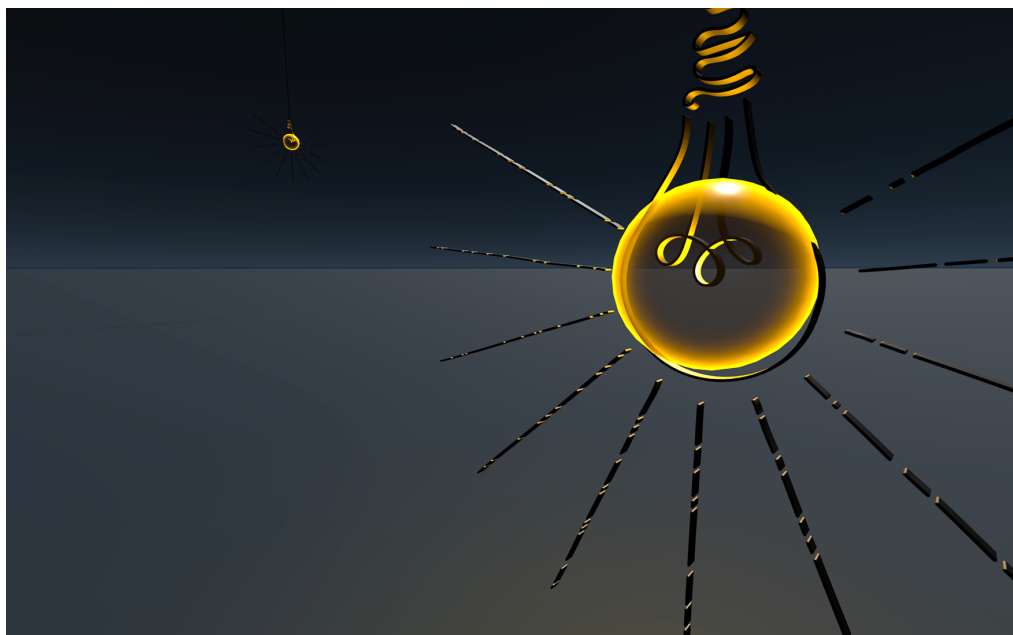
9.2 Vizuální styl

Původní návrh vizuálního stylu tvořily především ploché minimalistické ilustrace v barvách využívaných organizacemi pro slabozraké a nevidomé – žluté a modré barvě. Ideou bylo vytvořit kontrastní ilustrace s použitím čar a barevných ploch. Čáry by poté mohly být zvýrazněny ražbou, jaká se používá na tvorbu map pro nevidomé. Takové ilustrace by byly použity pro další prezentaci, kde by mohly doplňovat např. citace respondentů z výzkumu.

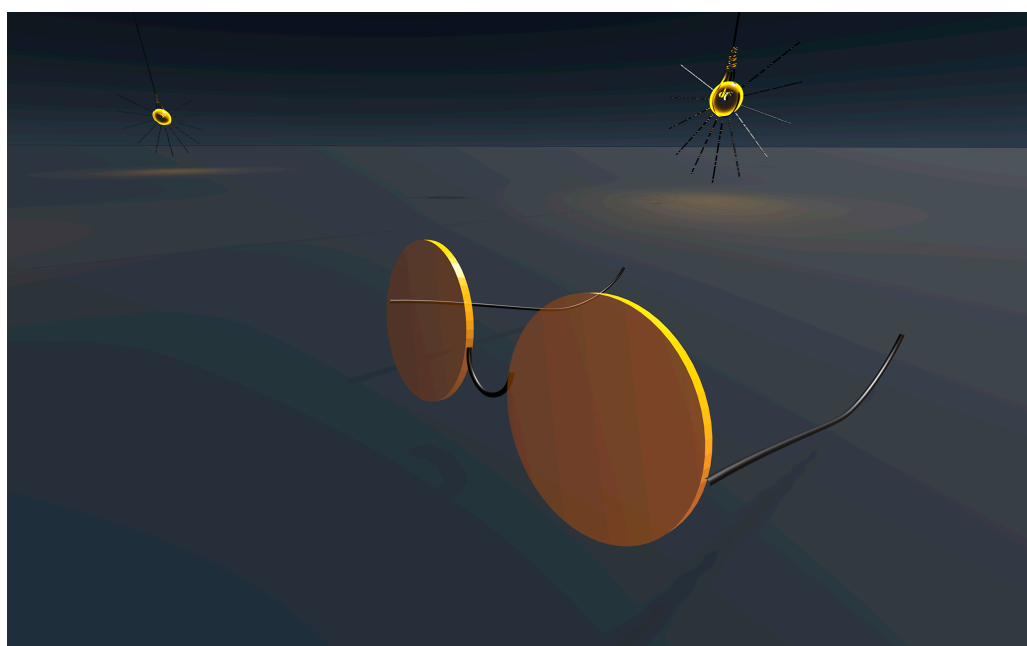


Obr. 55–58 Ilustrace původního vizuálního stylu

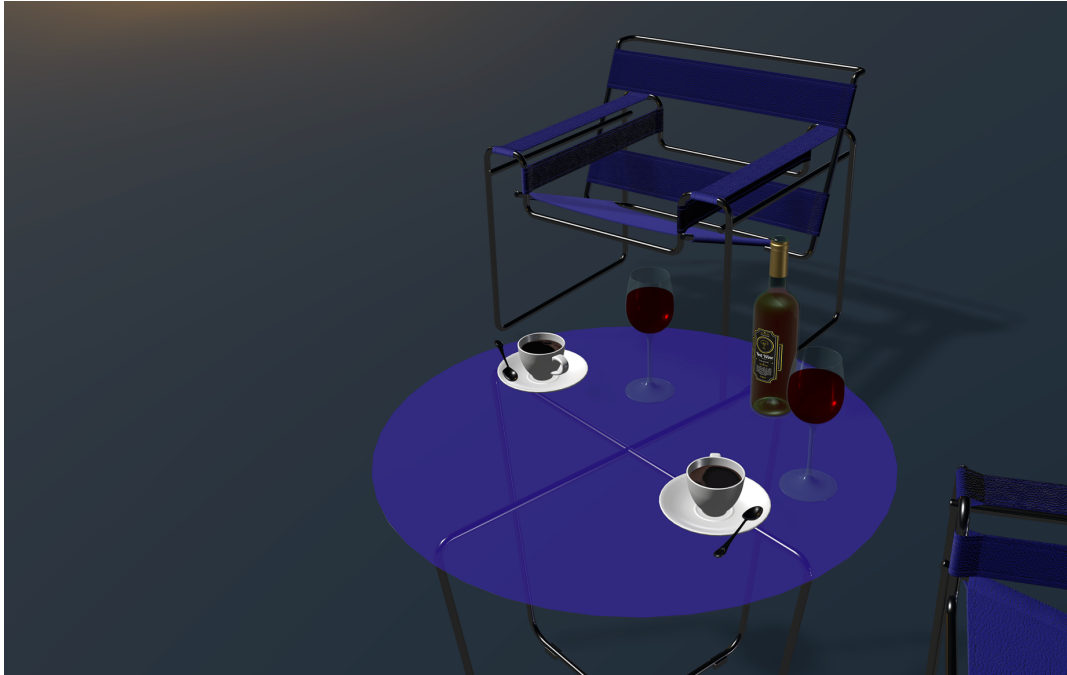
Protože prototyp má podobu třídimenziálního virtuálního prostředí, převedla jsem i tyto ilustrace do podoby 3D objektů. Linky tvoří jakýsi „drátěný“ základ modelu a plochy jsou řešeny prostorově. Pro lepší sjednocení samotného projektu a doprovodných tiskovin jsem se rozhodla nekombinovat 2D a 3D styl, ale založila svou prezentaci přímo na ukázkách prototypu.



Obr. 59 3D objekty tvořící součást vizuálního stylu projektu



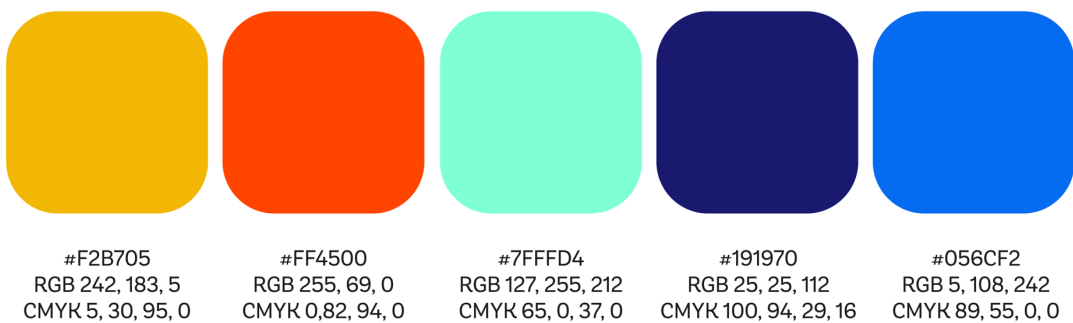
Obr. 60 3D objekty tvořící součást vizuálního stylu projektu



Obr. 61 3D objekty tvořící součást vizuálního stylu projektu

9.2.1 Barevné schéma

Většina organizací pro nevidomé a slabozraké používá ve svém vizuálním stylu kombinaci žluté a modré barvy. Zřejmě protože žlutá barva se v běžném okolí ve městě vyskytuje málo a značí se jí různá nebezpečí, jako například schody, zábradlí, sloupy apod. Kombinaci žluté a modré bez problémů rozlišuje většina lidí s poruchou barvocitu, což považuji za důležité. V projektu používám také cihlově červenou barvu, která společně s půlnoční modrou tvoří velmi výraznou komplementární dvojici. Tyrkysová a světlejší odstín modré jsou jen doplňkovými barvami.



Obr. 62 Barevné schéma

9.2.2 Logotyp

Tak jako slabozrací nevidí prostor kolem sebe zcela kompletní nebo se jim jeví v něčem odlišný, stejně tak je i logotyp sestaven z neúplných písmen nesedících na rovné linii. Na vytvoření logotypu byl použit font BLANKA. Je možné ho použít v barvách vizuální identity nebo v bílé a černé podobě.



Obr. 63 Logotyp

9.2.3 Font

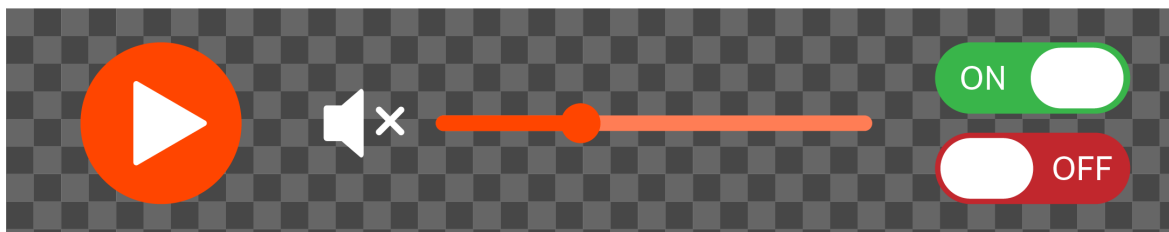
Na textové části práce je využíván font AndesNeue, a to především v řezech *book*, *medium* a *black*. Je zvolen pro své oblé tvary korespondující s vizuálním stylem, ale i celkovou profesionalitu a univerzálnost.



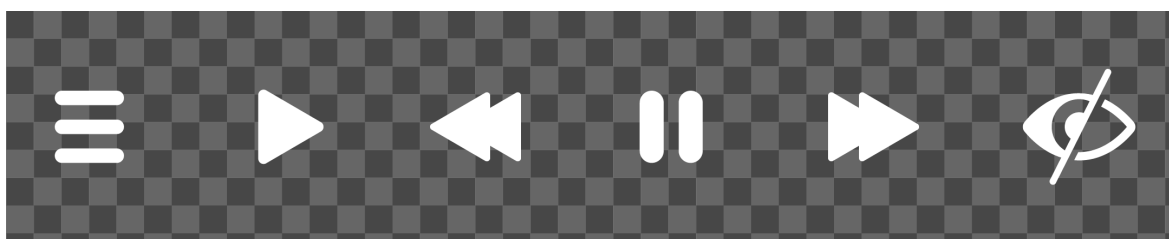
Obr. 64 Font Andes Neue

9.2.4 Grafické prvky a ikony

Veškeré grafické prvky v projektu mají oblé hrany nebo využívají přímo tvar kruhu. Na tmavém pozadí se objevují většinou v bílé nebo cihlově červené barvě. Toggle switch ponechávám v zelené a červené, protože jsou tyto barvy pro podobný účel už velmi zaužívané, a tak budou i nejsnáze pochopitelné pro uživatele.



Obr. 65 Grafické prvky UI



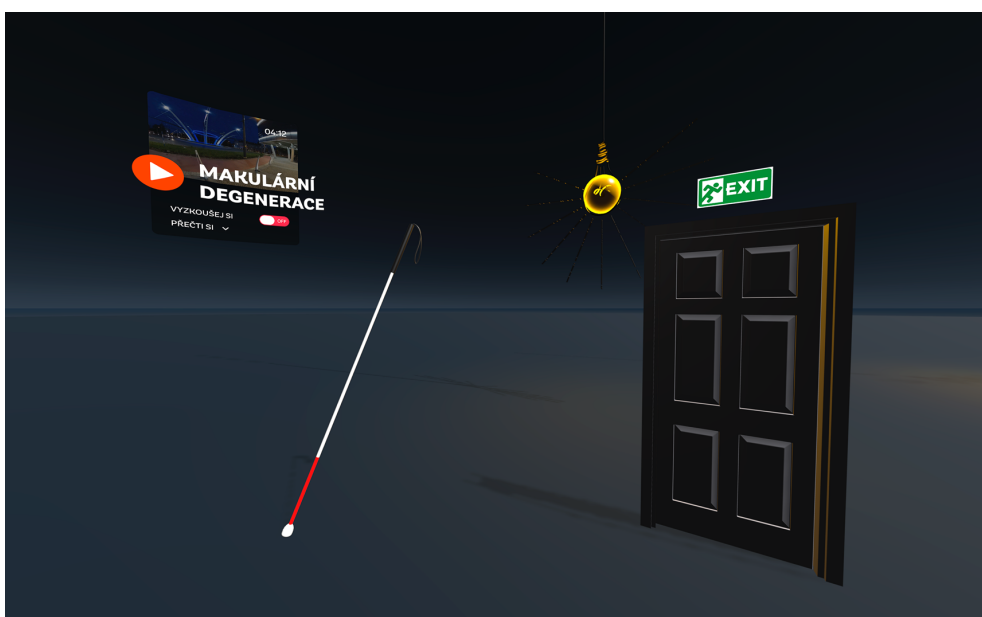
Obr. 66 Ikony

9.3 Funkční prototyp

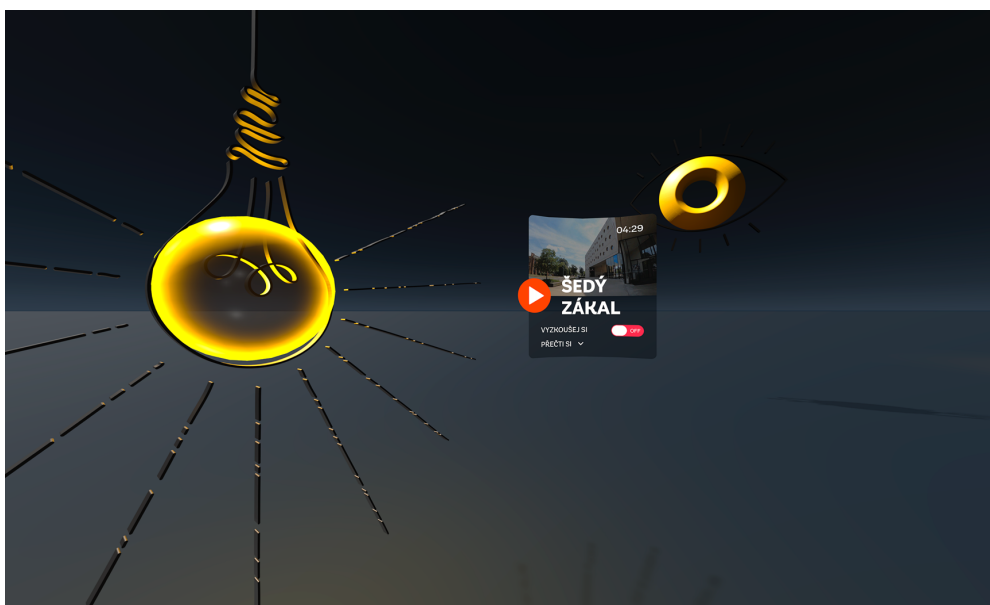
Výsledná aplikace byla vytvářena v softwaru Unity. Práce na funkčním prototypu vyžadovala najít řešení pro mnoho aspektů projektu – způsoby promítání 360° videí, nastavování funkčních a animovaných avatarů rukou, modelování předmětů, nastavování materiálů a světel, interakce 3D tlačítek a objektů, fyzické vlastnosti objektů, vzdálené ovládání uživatelského rozhraní, vytváření funkčních grafických prvků uživatelského rozhraní a textů, animování některých těchto prvků, nastavování zvuků, psaní a kombinování scriptů přidávajících objektům vlastnosti a funkce, přechody mezi scénami a další aspekty práce na tomto projektu.

Prototyp lze rozdělit do několika částí. První scéna, kterou uživatel vidí, slouží jako hlavní menu a rozcestník, odkud se může vydat do dalších scén a přemístit se tak pomyslně do kůže člověka s oční vadou.

Prostor úvodní scény připomíná snovou krajinu. Světlo působí jako denní doba brzy po setmění. V pozadí hraje klidná ambientní hudba. Volně ve vzduchu jsou umístěny objekty symbolizující oční vady – oči, žárovky, bílá hůl, brýle. Ve scéně jsou také dvě křesla a stůl dokreslující atmosféru nahraných rozhovorů. Na různých místech okolo diváka se nachází uživatelské rozhraní ve formě menu. Ve scéně můžeme najít i volně stojící dveře, které mají funkci ukončení aplikace.



Obr. 67 Úvodní scéna prototypu

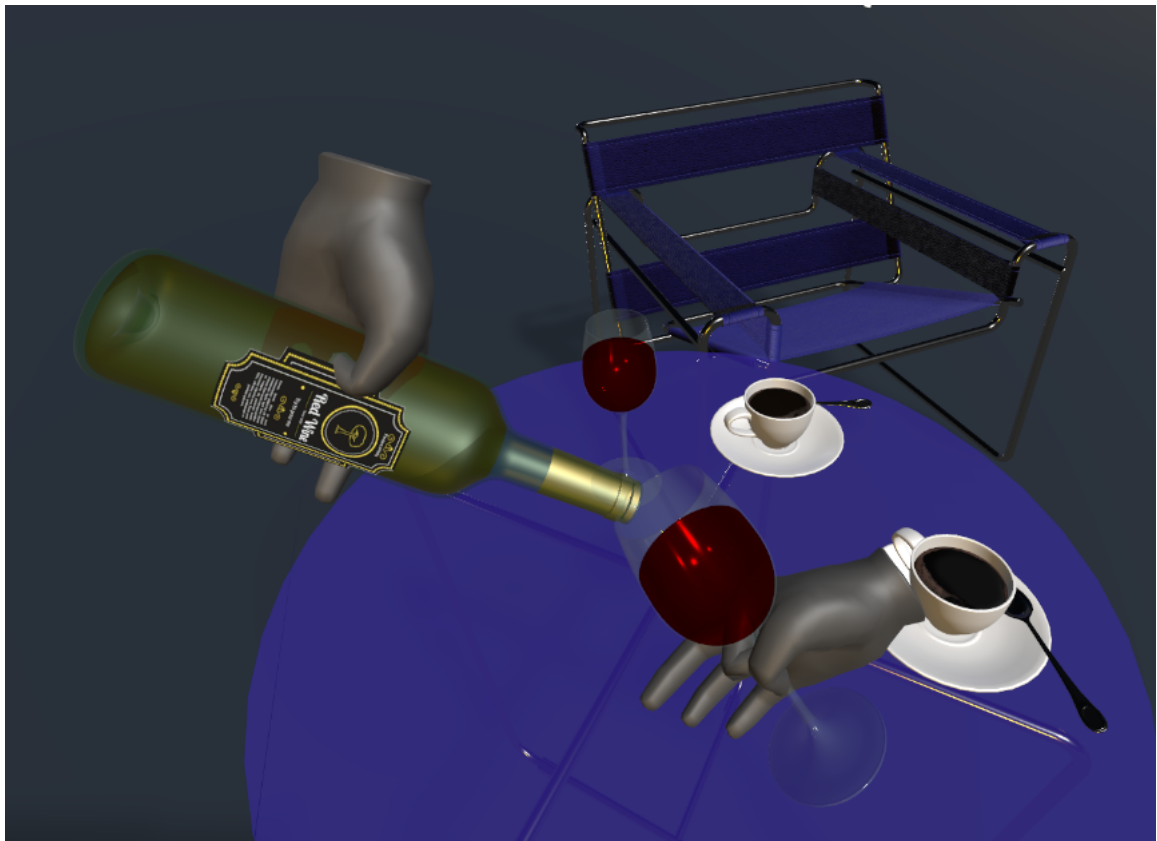


Obr. 68 Úvodní scéna prototypu



Obr. 69 Úvodní scéna prototypu

Úvodní scéna neslouží pouze jako pasivní rozdělovník. Je v ní možné si zapnout filtr každé z uvedených vad zraku. Nabízí i drobné interakce jako zvedání předmětů virtuálními rukami.



Obr. 70 Úvodní scéna prototypu

Ostatní scény sestávají především z prostředí 360° videa, které obklopuje celý prostor kolem uživatele. Scénu ovládá tentokrát pomocí 3D panelu, kde jsou tlačítka, které může stisknout vlastní virtuální rukou (tedy pohybem fyzického ovladače). Při vstupu do scény se začnou přehrávat zvukové stopy (výňatky z rozhovoru s osobou s oční vadou), mezi kterými může uživatel přepínat nebo je pozastavit. Může si zde také zapnout a vypnout filtr oční vady nebo se vrátit do úvodní scény. Pomocí ovladače s laserovým paprskem se může přemisťovat v prostoru. Označením jedné z prostorových šipek se totiž spustí nové video z místa, na které šipka ukazuje.



Obr. 71 Ukázka ze scény s 360° videem



Obr. 72 Ukázka ze scény s 360° videem

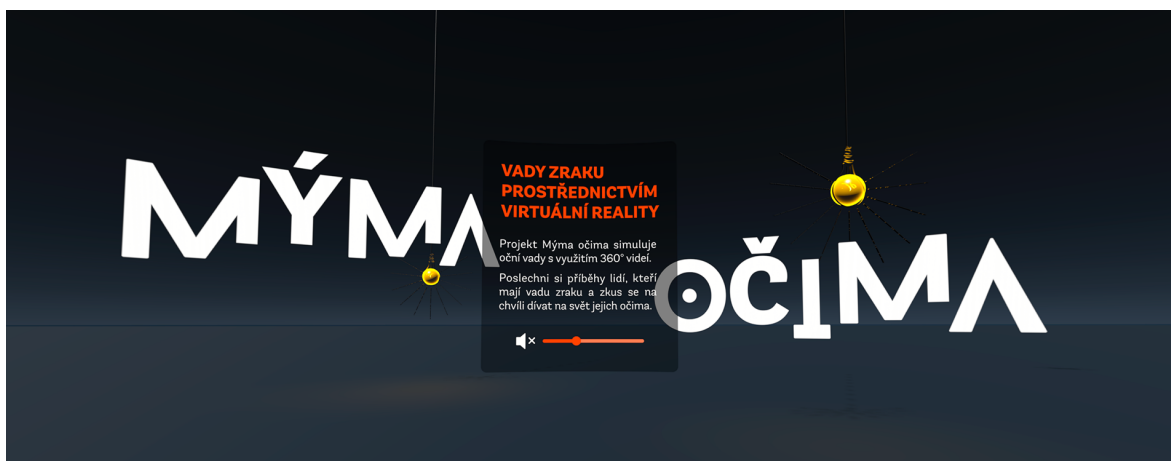


Obr. 73 Ukázka ze scény s 360° videem

9.3.1 Uživatelské rozhraní

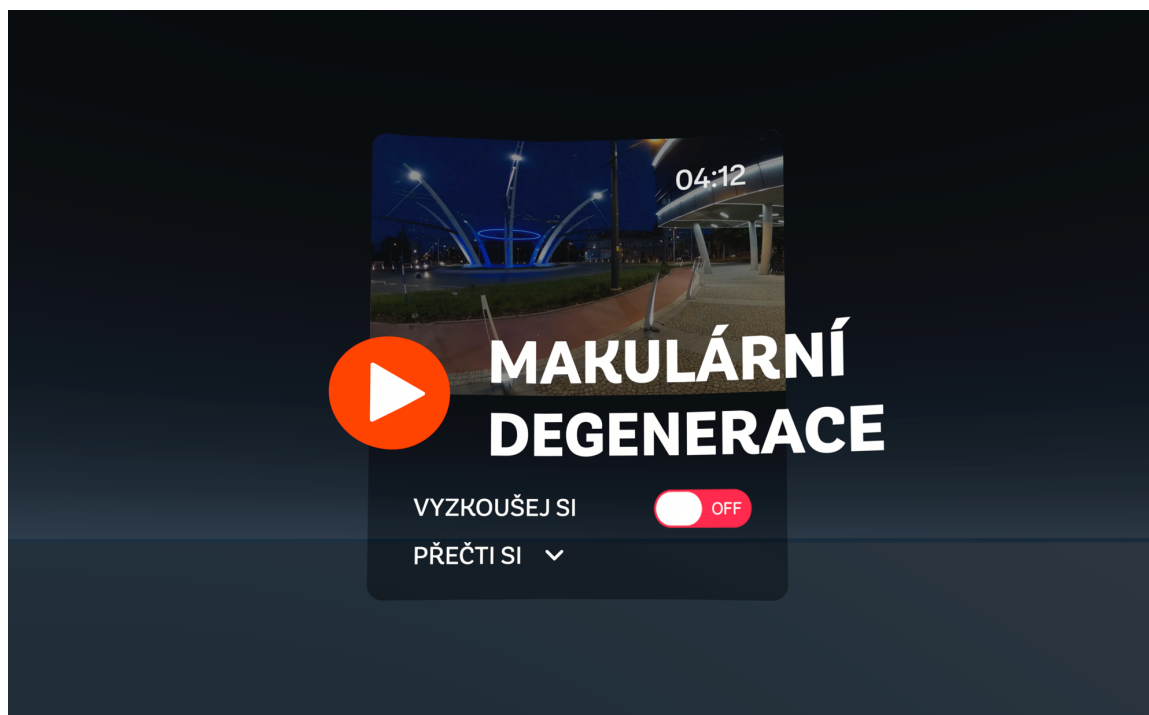
Uživatelské rozhraní úvodní scény se ovládá vzdáleně pomocí ovladače a laserového paprsku. Je rozděleno na pět částí, hlavní menu a čtyři menší panely pro každou ze scén, do kterých se dá vstoupit. Všechny panely jsou v transparentně černé barvě. Texty, tlačítka a další prvky mají bílou nebo cihlově červenou barvu, která koresponduje s barevným schématem vizuálního stylu a je na tmavém pozadí kontrastní.

Hlavní menu je obklopeno logotypem a na sobě nese podnázev *Vady zraku prostřednictvím virtuální reality*. Dál krátkým textem představuje projekt a nabízí úpravu hlasitosti hudby hrající na pozadí scény.



Obr. 74 Panel hlavního menu

Zbývající čtyři panely na sobě nesou vždy název oční vady, ikonu pro vstup do scény a její náhled, tlačítko pro zapínání a vypínání filtru oční vady. Je možné přečíst krátký text popisující danou vadu, který se zobrazí po rozbalení lišty.



Obr. 75 Ukázka panelu pro vstup do scény s oční vadou

9.3.2 360° video

Jak už bylo zmíněno v kapitole o ovládání UI ve virtuální realitě (str. 35), pokud se pohybuje prostředí okolo uživatele, ale ne uživatel sám, je to pro jeho mozek matoucí a náročné tuto informaci zpracovat, což způsobuje nevolnost. Z tohoto důvodu jsem se rozhodla videa natáčet z jednoho místa pomocí kamery umístěné na stativu. Ve scéně VR se lze přemísťovat díky „teleportačním bodům“, objektům, které uživatele přemístí o kus dál. Jde o stejný princip jako využívá např. Google Street View.

Všechna použitá videa byla natáčena na akční 360° kameru GoPro Max s rozlišením až 5,6K. Z důvodu kompatibility formátu a také obrovské úspory objemu dat jsem videa exportovala v rozlišení 4K a formátu .mp4.

Každá oční vada má svou scénu a svoje místo natáčení. Lokalitu jsem volila především tak, aby byla rozmanitá. Zahrnují rušný a klidný exteriér, také interiér a večerní scénu. Všechna byla natáčena v Hradci Králové.

9.3.3 Místa natáčení

Jedno ze zvolených míst je Terminál hromadné dopravy. Má architektonicky zajímavý vzhled a na obraze videa se neustále něco děje – okolo se míjejí autobusy, lidé, auta. V jeho blízkosti se nachází i nejrůznější nápisy, které si uživatel může zkusit s oční vadou přečíst. Nabízí možnost pohybovat se nejen v exteriéru terminálu, ale nahlédnout i do vnitřní haly pro cestující. Zajímavostí je zde například důmyslná kancelář dispečera, která je umístěna u stropu haly v kouli ze zatemněného skla.



Obr. 76–77 Terminál hromadné dopravy Hradec Králové

Jako další místo pro natáčení jsem zvolila Studijní a vědeckou knihovnu v Hradci Králové. Natáčela jsem jak interiér, tak exteriér. Knihovna představuje místo, kde se každý den setkávají lidé každé věkové kategorie z různých prostředí a oborů. Je to klidné místo s možností prozkoumávání mnoha detailů.



Obr. 78–79 Studijní a vědecká knihovna v Hradci Králové

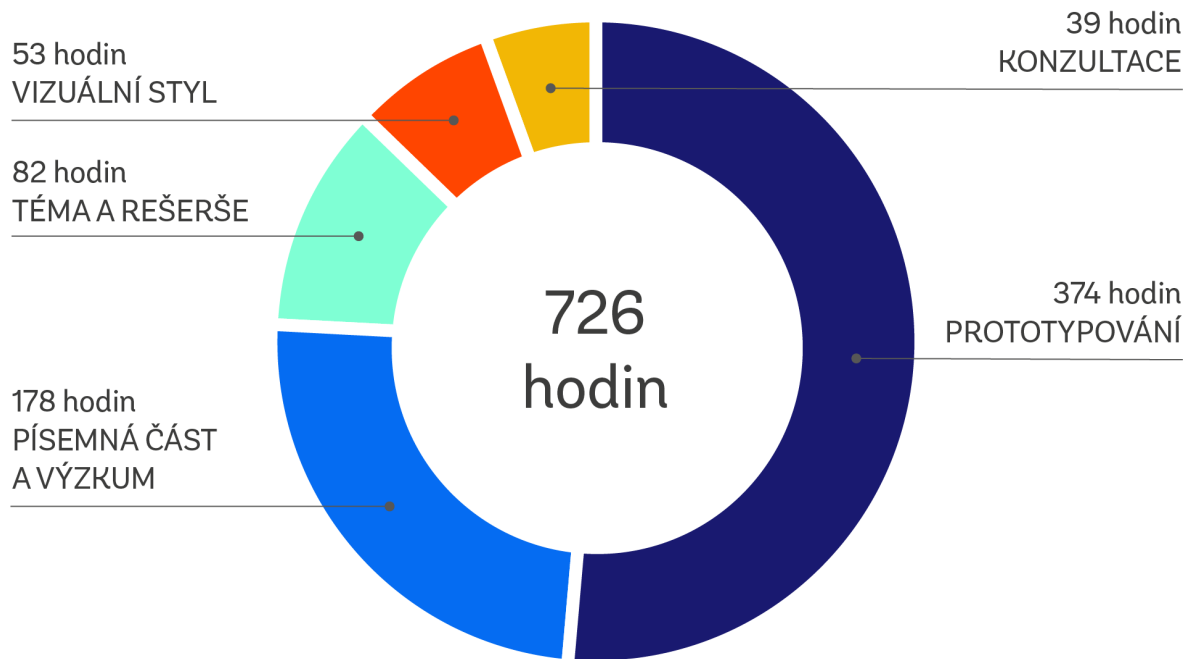
Posledním místem natáčení byla křižovatka Koruna. Jde o rušný kruhový objezd na Gočárově třídě v Hradci Králové. Svým vzhledem připomíná korunu, čímž odkazuje na minulost Hradce Králové jako královského města. Večer je působivě osvětlený stejně jako nový obchodní dům stojící hned vedle objezdu. Z toho důvodu jsem zde natáčela těsně po setmění večerní scénu.



Obr. 80 Křižovatka Koruna

9.4 Časová náročnost projektu

Pomocí aplikace Toggl jsem zaznamenávala, kolik hodin čistého času jsem diplomové práci přibližně věnovala (počítáno bez přestávek, dopravy atd.).



Obr. 81 Časová náročnost projektu

ZÁVĚR

Na cestě k vytvoření finálního výstupu jsem čelila mnoha výzvám. Tento projekt vyžadoval znalosti z různých oblastí. Šlo například o vedení výzkumu a rozhovorů, zpracování zvuku, natáčení a zpracování 360° videí, návrh vizuálního stylu a práce v grafických programech, návrh uživatelského rozhraní nebo modelování 3D objektů. Za největší výzvu považuji vytvoření prototypu pomocí softwaru Unity. Bylo potřeba zpracovat mnoho aspektů, jako je tvorba virtuální scény, materiály a světla. Technické funkce často vyžadují použití programovacích jazyků. Jsou to například interakce jednotlivých objektů, uživatelského rozhraní, přehrávání videí, přechody mezi scénami a další.

Zjistila jsem, že pro realizaci podobných projektů by bylo žádoucí spolupracovat s týmem odborníků, na které se lze obrátit a mít možnost tyto technické překážky lépe překonat. Samotný software Unity se mi nejevil uživatelsky příliš přívětivý. Vyžadoval si často aktualizaci, která někdy změnila dosavadně vytvořený projekt takovým způsobem, že bylo nutné některé aspekty zcela přepracovat. Zdánlivě jednoduchý problém mnohokrát nebylo snadné vyřešit také z toho důvodu, že se nejedná o aplikaci pro běžné zařízení. Virtuální realita funguje jiným způsobem a nabízená řešení proto nebyla mnohdy aplikovatelná pro tento projekt.

Za limitující považuji rozlišení 360° kamery GoPro MAX, kvalitu vlastního mikrofonu pro nahrávání rozhovorů, a především potom rozlišení současně dostupných VR headsetů. V případě použití profesionálního vybavení by bylo o to více vhodné spolupracovat s dalšími odborníky.

Všechny překážky ovšem vnímám jako cestu k osobnímu růstu a s každým nalezeným řešením jsem se cítila být zkušenější a snáze tak hledala odpovědi na příští otázky. Získané poznatky o problematice očních vad se jistě odrazí v mé budoucí profesní tvorbě, a to především větším důrazem na čitelnost a kontrast grafických návrhů. Pokud je návrh určen široké veřejnosti, mělo by být také zvaženo barevné schéma vhodné i pro osoby s poruchou barvocitu.

Názory profesionálů pracujících v organizacích pro slabozraké a nevidomé mě utvrdily v přesvědčení, že tento projekt má smysl a pomohly mi utvářet si představu o jeho možném využití. Považují za velmi důležité informovat širokou veřejnost o této problematice a zlepšovat pochopení mezi slabozrakými, nevidomými a jejich okolím. Příležitost využít tento projekt vidí zaměstnanci organizací například při návštěvě rodinných příslušníků jejich

klientů nebo například při exkurzích škol a vykonávání studentských praxí. Překážkou v realizaci je především nutnost zakoupení VR zařízení a výkonného počítače. Osobně vidím potenciál využití tohoto projektu například při prezentačních akcích, které se každý rok konají pro veřejnost. Bylo by možné obohatit prototyp o více příkladů očních vad a osobních zkušeností dalších osob.

Virtuální realita je stále na své cestě za ještě přesvědčivějším uživatelským zážitkem. Její technologický pokrok a práce vývojářů neustále zlepšují podmínky a postupy k dosažení tohoto cíle. V blízké době bude jistě běžně dostupná i technologie, která přímo sleduje pohyb očí uživatele (eye tracking).

Projekt MÝMA OČIMA byl pro mě příležitostí objevovat současné možnosti a potenciál virtuální reality. Náhled do problematiky očních vad byl pro mě osobním obohacením.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

podle citační normy ČSN ISO 690

- [1] LAMBERT, Joe a H. Brooke HESSLER. *Digital storytelling: capturing lives, creating community*. Fifth edition, revised and updated. New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2018. ISBN 978-1-138-57766-4.
- [2] Co je storytelling. In: *Storytelling* [online]. Storytelling o.s. [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: http://story-telling.cz/index_cojestorytelling.html
- [3] DOBEŠ, Martin. Storytelling: jak učit a poznávat s pomocí příběhů. In: *EPALE Electronic Platform for Adult Learning in Europe* [online]. Brussels, Belgium, 31. října 2017 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://epale.ec.europa.eu/en/node/42398>
- [4] MILLER, Carolyn Handler. *Digital storytelling: a creator's guide to interactive entertainment*. 4th edition. Boca Raton: CRC Press, 2019. ISBN 978-1-138-34158-6.
- [5] DOHNAL, Radomír. Zažít pocity prostitutky, legionáře nebo přežít katastrofu. To je larp. In: *IDNES.cz* [online]. MAFRA, 2020, 17. září 2014 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/hobby/domov/larp-akcni-hry-nazivo.A140903_092710_hobby-dilna_mce
- [6] LOSOWSKY, Andrew. *Visual Storytelling: Inspiring a New Visual Language*. Berlin: Gestalten, 2011. ISBN 978-3-89955-375-8.
- [7] ØRNTOFT, Peter. Infographics in context. In: *Peter Ørntoft* [online]. [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <http://peterorntoft.com/infographicsincontext.html>
- [8] LUTZ, Eleanor. Flight videos deconstructed. In: *TABLETOP WHALE* [online]. Eleanor Lutz, ©2014-2019, SEPTEMBER 29 2014 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <http://tabletopwhale.com/2014/09/29/flight-videos-deconstructed.html>
- [9] 12 hot augmented reality ideas for your business. In: *Information Age* [online]. Fleet House, 59-61 Clerkenwell Road, EC1M 5LA T. 0207 250 7010: © Bonhill Group [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.information-age.com/12-hot-augmented-reality-ideas-for-your-business-123471817/>
- [10] ARCore je budoucnost v rozšířené realitě. Neuvěříte, co váš telefon umí už dnes (reálné ukázky). In: *Svět Androida* [online]. SvetAndroida.cz, ©2010-2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/google-arcore-rozsirena-realita/>
- [11] LESTER, Paul Martin. *Digital Innovations for Mass Communications: Engaging the User*. United States of America: Routledge, 2014. ISBN 978-0-415-66294-9.
- [12] RASKIN, Avraham. Augmented Reality for Moovit. In: *Prototypr.io* [online]. Medium, Nov 23, 2017 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <https://blog.prototypr.io/augmented-reality-for-moovit-44db55c4d9cd>

- [13] Augmented Reality in Education. In: *ThinkMobiles* [online]. ©2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://thinkmobiles.com/blog/augmented-reality-education/>
- [14] Pokémon Go ztratil 80 % pravidelných hráčů. In: *Hrej.cz* [online]. Hrej.cz, 2019 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <http://www.hrej.cz/novinky/2017/04/04/pokemon-go-ztratil-80-procent-pravidelnych-hracu-43980/>
- [15] ZACH, Ondřej. Vzpomínáte na fenomén Pokémon Go? Hra má za sebou rekordní rok Zdroj: https://www.idnes.cz/hry/novinky/pokemon-go-2019-prijmy.A200110_124946_bw-novinky_oz. In: *IDNES.cz* [online]. MAFRA, 2020, 10. ledna 2020 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/hry/novinky/pokemon-go-2019-prijmy.A200110_124946_bw-novinky_oz
- [16] Pokémon Go. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Pokémon_Go
- [17] HOUSKA, Filip. Telefony jako kouzelnické hůlky. Tvůrci fenoménu Pokémon GO spouští novou AR hru ze světa Harryho Pottera. In: *CZECHCRUNCH* [online]. Praha: CzechCrunch, ©2020, 21. 6. 2019 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <https://www.czechcrunch.cz/2019/06/telefony-jako-kouzelnicke-hulky-tvurci-fenomenu-pokemon-go-spousti-novou-ar-hru-ze-sveta-harryho-pottera/>
- [18] Social AR 101 – An Insider’s Guide to Social Augmented Reality. In: *Groove Jones* [online]. Groove Jones, ©2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: https://www.groovejones.com/social_ar_101/
- [19] OGBORN, Matt. Experience the Red Bull Stratos jump with these AR and VR technologies. In: *Red Bull* [online]. Red Bull Stratos, 09/25/2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.redbull.com/us-en/experience-red-bull-stratos-in-new-vr-exhibit>
- [20] ALGER, Mike. *Visual Design Methods for Virtual Reality* [online]. In: . MA Moving Image, 2015, September 2015 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/0B1917cJ7tVJyRkpUM0hVYmxJQ0k/view>
- [21] BARNARD, Dom. History of VR - Timeline of Events and Tech Development. In: *VirtualSpeech* [online]. VirtualSpeech, ©2020, AUGUST 06, 2019 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>
- [22] VIRTUÁLNÍ REALITA Z ROKU 1935! In: *Holistic Management* [online]. Lipová 1789/9, 370 05 České Budějovice: Holistic management [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://www.holistic-management.cz/novinky/2018/virtualni-realita-z-roku-1935.htm>
- [23] LAVAL VIRTUAL 2009 SAS CUBE. In: *YouTube* [online]. Google, ©2020, 29. 6. 2009 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=LgQwajAgiAg>
- [24] KUMPARAK, Greg. A Brief History Of Oculus. In: *TechCrunch* [online]. Verizon Media, ©2013-2020, March 26, 2014 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://techcrunch.com/2014/03/26/a-brief-history-of-oculus/>

- [25] WHEN WATCHING 360 VR VIDEOS, WHY DOES 4K LOOK LIKE 480P? In: *VizioFly* [online]. VIZIOFLY, ©2020, NOVEMBER 12, 2017 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.viziofly.com/blog/when-watching-360-vr-videos-why-does-4k-look-like-480p/>
- [26] S čím se ponořit do virtuální reality a za kolik? Čtěte podrobného průvodce. In: *IDNES.cz* [online]. MAFRA, a. s, 2020, 5. července 2019 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/hry/magazin/prehled-vr-headsety-na-trhu.A190626_141418_bw-magazin_oma
- [27] BALÁČ, Karel. OCULUS RIFT S PŘEDSTAVEN! LEPŠÍ OBRAZ, ERGONOMIE A 5 INSIDE-OUT KAMER. In: *VR blog.cz*[online]. vr-blog.cz, ©2018-2019, 21. 3. 2019 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://vr-blog.cz/2019/03/21/oculus-rift-s-predstaven-lepsi-obraz-ergonomie-a-5-inside-out-kamer/>
- [28] MELNICK, Kyle. Latest Oculus Quest Update Introduces Auto Hand Tracking Functionality. In: *VR scout* [online]. VRScout, ©2020, February 4, 2020 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://vrscout.com/news/oculus-quest-automatic-hand-tracking/#>
- [29] Virtuální realita od legendárního studia Valve odhalena, cena je vysoká. In: *IDNES.cz* [online]. MAFRA, 2020, 2. května 2019 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/hry/magazin/valve-index-vr-predstaveni.A190501_102940_bw-magazin_oma
- [30] CHU, Alex. VR Design: Transitioning from a 2D to 3D Design Paradigm. In: *Alex Chu Design* [online]. 20. 11. 2014 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=XjnHr_6WSqo
- [31] KOŚCIESZA, Jacek. HoloLens 2 vs HoloLens 1: what's new? In: *4experience* [online]. 4experience, 01/14/2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://4experience.co/hololens-2-vs-hololens-1-whats-new/>
- [32] DIAZ, Jesus. From Apple Glasses to Hololens 2: AR glasses you can buy now (and soon): 2022 will be the year of AR. In: *Tom's guide* [online]. Inc. 11 West 42nd Street, 15th Floor, New York, NY 10036: Future US, November 04, 2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.tomsguide.com/reference/ar-glasses>
- [33] POHL, Ondřej. Co se vlastně stalo s Google Glass? In: *Mobilenet.cz* [online]. 24net, ©2020, 05. 07. 2018 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://mobilenet.cz/clanky/co-se-vlastne-stalo-s-google-glass-35517>
- [34] NOVOHRADSKÁ, Hana. *Vybrané kapitoly z oftalmopedie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta, 2009. ISBN 978-80-7368-731-1.
- [35] PAVLÍČEK, Radek. Kolik je v České republice zrakově postižených lidí? In: *Poslepu.cz* [online]. 2007, 1. 6. 2018 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://poslepu.cz/kolik-je-v-ceske-republice-zrakove-postizenych-lidi/>

- [36] Global data on visual impairment. In: *World Health Organization* [online]. WHO, ©2020, 2011 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://www.who.int/blindness/publications/globaldata/en/>
- [37] Blindness and vision impairment. In: *World Health Organization* [online]. WHO, ©2020, 8 October 2019 [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- [38] Snellenova tabule. In: *NeoVize: Oční klinika* [online]. NeoVize, ©2008-2019 [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: <https://www.neovize.cz/spickova-technika-pro-vase-oci/snellenova-tabule/>
- [39] Klasifikace zrakového postižení podle WHO. In: *SONS* [online]. SONS ČR, ©2002-2015 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <http://archiv.sons.cz/klasifikace.php>
- [40] ČÁKIOVÁ, Julie. Klasifikace zrakového postižení. In: *NICM* [online]. NICM, 28 Březen, 2014 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <http://www.nicm.cz/klasifikace-zrakoveho-postizeni>
- [41] FINKOVÁ, Dita, Libuše LUDÍKOVÁ a Veronika RŮŽIČKOVÁ. *Speciální pedagogika osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1857-5.
- [42] Oftalmolog. In: *Čočkyshop.cz* [online]. Praha: Čočkyshop.cz, ©2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.cockyshop.cz/slovník-pojmu/oftalmolog>
- [43] ŠIKL, Radovan. *Zrakové vnímání*. Praha: Grada, 2012. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3029-5.
- [44] BENEŠ, Pavel. *Zraková postižení: behaviorální přístupy při edukaci s pomůckami*. Praha: Grada, 2019. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-271-2110-6.
- [45] SHARMA, Shalini. A Guide to Cataract. In: *MediConnect* [online]. mediconnectindia.com, ©2020, December 31, 2015 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <https://www.medicalindiatourism.com/blog/guide-cataract.html>
- [46] Co je zelený zákal neboli glaukom. In: *Www.zeleny-zakal.cz: Informace pro pacienty* [online]. [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <https://www.zeleny-zakal.cz/co-je-zeleny-zakal>
- [47] FERGUSON, Annette. What Can I See. In: *YouTube* [online]. 28. 10. 2011 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=RrqdFKs2Hzw>
- [48] Diabetická retinopatie. In: *Wellion* [online]. MED TRUST, ©2013 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: https://www.wellion.cz/cs/Cukrovka/Pozdni_komplikace/Diabeticka_retinopatie/

- [49] Diabetic retinopathy. In: *MayoClinic* [online]. Mayo Foundation for Medical Education and Research (MFMER), ©1998-2020 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/diabetic-retinopathy/symptoms-causes/syc-20371611>
- [50] Makulární degenerace je vážné onemocnění, léčba je však možná. In: *Www.zeleny-zakal.cz/: Informace pro pacienty* [online]. MeDitorial, ©2018 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <https://www.zeleny-zakal.cz/novinky/makularni-degenerace-je-vazne-onemocneni-lecba-je-vsak-mozna-547?fbclid=IwAR2LIpwZaorw2WJgOoSyw4dHPwCvjByQ9-xBecqc2PUHzCbzRX90903IWSs>
- [51] OTESTUJTE SE!: AMSLEROVA MŘÍŽKA – ZJISTĚTE, ZDA NETRPÍTE VPMD. In: *Degeneracemakuly.cz* [online]. ©2008 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <https://degeneracemakuly.cz/otestujte-se-na-makularni-degeneraci-VPMD>
- [52] Co je to barvoslepost? In: *Videni.cz* [online]. Videni.cz, ©2009-2014, 14. leden 2010 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <http://www.videni.cz/nemoci-oci/25-barvoslepost>
- [53] Using Virtual Reality to Diagnose Glaucoma. In: *Lehigh University* [online]. 27 Memorial Drive West Bethlehem, PA 18015 USA: Lehigh University, ©2020, January 12, 2018 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www2.lehigh.edu/news/using-virtual-reality-to-diagnose-glaucoma>
- [54] Glaucoma 360 VR Medical Video Simulation. In: *YouTube* [online]. Google, ©2020, 22. 2. 2018 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=2sdR5BWjUSU>
- [55] Notes on Blindness. In: *Within* [online]. [2014], 2016 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.with.in/watch/notes-on-blindness>
- [56] See What I See: Virtual Reality Eye Disease Experience. In: *NIH National Eye Institute* [online]. Bethesda, June 26, 2019 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/resources-for-health-educators/see-what-i-see-virtual-reality-eye-disease-experience>
- [57] [S24_2] ICthroughVR: Illuminating Cataracts through Virtual Reality. In: *YouTube* [online]. Google, ©2020, 24. 4. 2019 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=3iAyqxori_Y
- [58] Virtual reality vision treatment for lazy eye. In: *VIVID VISION* [online]. Vivid Vision, ©2018 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.seevividly.com>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ARG Alternate Reality Games („hry alternativní reality“)

LARP Live Action Role Play („hraní rolí naživo“)

AR Augmented Reality (rozšířená realita)

VR Virtual Reality (virtuální realita)

FB Facebook

HMD Head Mounted Display („displej namontovaný na hlavě“)

UI User Interface (uživatelské rozhraní)

UX User Experience („uživatelský prožitek“)

SONS Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých

WHO World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

UHK Univerzita Hradec Králové

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Infografika využívající fotografii (Peter Ørntoft).....	17
Obr. 2 Fifty Years of Space Exploration (5W Infographics).....	18
Obr. 3 Animovaná infografika (Eleanor Lutz)	18
Obr. 4 Únik z dvoudimenzionálního plátna (Pere Borrella del Caso – Únik kritikům)	20
Obr. 5 AR aplikace, se kterou se v novém městě neztratíte	21
Obr. 6 Aplikace Moovit fungující na principu rozšířené reality.....	22
Obr. 7 Hra Pokémon Go využívající AR a geolokační prvky	23
Obr. 8 AR aplikace firmy IKEA, kde si můžete vyzkoušet umístění a barvy nábytku	25
Obr. 9 Anatomy 4D nabízí nový způsob učení anatomie	26
Obr. 10 Sensorama, „Kino budoucnosti“.....	28
Obr. 11 Interaktivní platforma Videoplace z roku 1975.....	28
Obr. 12 Virtuality, první masově vyráběné herní zařízení s virtuální realitou	29
Obr. 13 Rozdíl v rozlišení HD a 4K videa zblízka	31
Obr. 14 Pozorování 4K videa na monitoru televize vs. 4K 360° video ve VR	32
Obr. 15 Google cardboard a zobrazení VR video na displeji	32
Obr. 16 HTC Vive	33
Obr. 17 Oculus Rift S	34
Obr. 18 Koncept radiálního menu a zadávání písmen ve stylu „dirigenta“.....	36
Obr. 19 Posuvníky (zleva: fyzický, 2D, volumetrický – objemový).....	37
Obr. 20 Zorné pole a vnímání hloubky (Oculus Rift Developer Kit 2).....	37
Obr. 21 Zóny obsahu	38
Obr. 22 Smíšená realita by mohla pomoci školit zaměstnance	39
Obr. 23 Mica, hyperrealistická virtuální žena s umělou inteligencí (Magic Leap)	40
Obr. 24 Hololens 2.....	41
Obr. 25 Magic Leap One	41
Obr. 26 Koncept Apple AR Glasses	42
Obr. 27 Google Glass.....	42
Obr. 28, 29, 30 Snellenovy optotypy a obrázkový optotyp	44
Obr. 31 Schematický řez okem.....	46
Obr. 32 Akomodace čočky	47
Obr. 33 Schéma refrakčních vad.....	48
Obr. 34 Neostrost vidění ve vertikální nebo horizontální ose při astigmatismu.....	49
Obr. 35 Schéma refrakčních vad a jejich korekce	50
Obr. 36 Oko postižené šedým zákalem	51

Obr. 37 Amslerova mřížka – test na vyšetření věkem podmíněné makulární degenerace..	53
Obr. 38 Křivky absorbance tří druhů čípků a tyčinek pro různé vlnové délky světla	54
Obr. 39 Vidění při poruše barvocitu	55
Obr. 40 Myšlenková mapa k výběru tématu.....	59
Obr. 41 Notes on Blindness	61
Obr. 42 Hra Vivid Vision předchází tupozrakosti oka	62
Obr. 43 Zpracování informací z výzkumu.....	63
Obr. 44 Výběr technologie.....	65
Obr. 45 Simulační brýle.....	67
Obr. 46 Zpracování výsledků výzkumu.....	71
Obr. 47 Zpracování výsledků výzkumu.....	71
Obr. 48 Zpracování výsledků výzkumu.....	72
Obr. 49 Zpracování výsledků výzkumu.....	72
Obr. 50 Simulace trubicového vidění následkem roztroušené sklerózy	79
Obr. 51 Simulace trubicového vidění následkem pigmentové degenerace sítnice.....	80
Obr. 52 Simulace věkem podmíněné makulární degenerace.....	81
Obr. 53 Simulace šedého zákalu.....	82
Obr. 54 Malba efektu zamlženého vidění při šedém zákalu.....	83
Obr. 55–58 Ilustrace původního vizuálního stylu.....	85
Obr. 59 3D objekty tvořící součást vizuálního stylu projektu	86
Obr. 60 3D objekty tvořící součást vizuálního stylu projektu	86
Obr. 61 3D objekty tvořící součást vizuálního stylu projektu	87
Obr. 62 Barevné schéma	87
Obr. 63 Logotyp.....	88
Obr. 64 Font Andes Neue	88
Obr. 65 Grafické prvky UI.....	89
Obr. 66 Ikony	89
Obr. 67 Úvodní scéna prototypu.....	90
Obr. 68 Úvodní scéna prototypu.....	90
Obr. 69 Úvodní scéna prototypu.....	91
Obr. 70 Úvodní scéna prototypu.....	91
Obr. 71 Ukázka ze scény s 360° videem	92
Obr. 72 Ukázka ze scény s 360° videem	93
Obr. 73 Ukázka ze scény s 360° videem	93
Obr. 74 Panel hlavního menu	94

Obr. 75 Ukázka panelu pro vstup do scény s oční vadou	95
Obr. 76–77 Terminál hromadné dopravy Hradec Králové	96
Obr. 78–79 Studijní a vědecká knihovna v Hradci Králové	96
Obr. 80 Křižovatka Koruna	97
Obr. 81 Časová náročnost projektu.....	98

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ K OBRÁZKŮM

- Obr. 1 ØRNTOFT, Peter. Infographics in context. In: Peter Ørntoft [online]. [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <http://peterorntoft.com/infographicsincontext.html>
- Obr. 2 MARCHIS, Franck. 54 YEARS OF SPACE EXPLORATION: AN UPDATED MAP THAT YOU MUST SEE. In: Franck Marchis[online]. Franck Marchis Blog. SETI Institute, ©2020, May 19, 2014 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: http://cosmicdiary.org/fmarchis/2014/05/19/54_years_of_exploration/
- Obr. 3 LUTZ, Eleanor. Flight videos deconstructed. In: TABLETOP WHALE [online]. Eleanor Lutz, ©2014-2019, SEPTEMBER 29 2014 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <http://tabletopwhale.com/2014/09/29/flight-videos-deconstructed.html>
- Obr. 4 Pere Borrell del Caso: Escaping Criticism. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:Escaping_criticism-by_pere_borrel_del_caso.png
- Obr. 5 GARDONIO, Scottie. Will Augmented & Virtual Reality Replace Travel & Tourism? In: IoT For All [online]. IoT For All, July 25, 2017 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.iotforall.com/augmented-virtual-reality-travel-tourism/>
- Obr. 6 RASKIN, Avraham. Augmented Reality for Moovit. In: *Prototypr.io* [online]. Medium, Nov 23, 2017 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <https://blog.prototypr.io/augmented-reality-for-moovit-44db55c4d9cd>
- Obr. 7 LEE, Nicole. 'Pokémon Go' will let you play with your friends' monster pals in AR. In: Engadget [online]. Verizon Media, ©2020, 11.06.19 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.engadget.com/2019/11/06/pokemon-go-buddy-adventure/?guccounter=1>
- Obr. 8 12 hot augmented reality ideas for your business. In: Information Age [online]. Fleet House, 59-61 Clerkenwell Road, EC1M 5LA T. 0207 250 7010: © Bonhill Group [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.information-age.com/12-hot-augmented-reality-ideas-for-your-business-123471817/>
- Obr. 9 HARDMAN, Sara. When the Human Body Gets a 4D Treatment. In: Gottesman Libraries, Teachers College Columbia University [online]. 525 West 120th Street, New York, NY 10027: Gottesman Libraries, Teachers College Columbia University, ©2020, Feb 13 2017 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://edlab.tc.columbia.edu/blog/17854-When-the-Human-Body-Gets-a-4D-Treatment>
- Obr. 10 BARNARD, Dom. History of VR - Timeline of Events and Tech Development. In: VirtualSpeech [online]. VirtualSpeech, ©2020, AUGUST 06, 2019 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>

Obr. 11 BARNARD, Dom. History of VR - Timeline of Events and Tech Development. In: VirtualSpeech [online]. VirtualSpeech, ©2020, AUGUST 06, 2019 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>

Obr. 12 BARNARD, Dom. History of VR - Timeline of Events and Tech Development. In: VirtualSpeech [online]. VirtualSpeech, ©2020, AUGUST 06, 2019 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>

Obr. 13 WHEN WATCHING 360 VR VIDEOS, WHY DOES 4K LOOK LIKE 480P? In: VizioFly [online]. VIZIOFLY, ©2020, NOVEMBER 12, 2017 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.viziofly.com/blog/when-watching-360-vr-videos-why-does-4k-look-like-480p/>

Obr. 14 WHEN WATCHING 360 VR VIDEOS, WHY DOES 4K LOOK LIKE 480P? In: VizioFly [online]. VIZIOFLY, ©2020, NOVEMBER 12, 2017 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.viziofly.com/blog/when-watching-360-vr-videos-why-does-4k-look-like-480p/>

Obr. 15 GOOGLE CARDBOARD VIRTUAL REALITY IMMERSIVE EXPERIENCE GENERATOR. In: Comprenew [online]. 1454 28th Street SE, Grand Rapids, MI 49508: Comprenew, ©2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://shopcomprenew.org/products/google-cardboard-virtual-reality-immersive-experience-generator>

Obr. 16 JAMES, Paul. The HTC Vive Costs \$799 and Ships April 1st. In: Road to VR [online]. Road to VR, Feb 21, 2016 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.roadtovr.com/htc-vive-price-799-and-release-date-april-1st/>

Obr. 17 BALÁČ, Karel. OCULUS RIFT S PŘEDSTAVEN! LEPŠÍ OBRAZ, ERGONOMIE A 5 INSIDE-OUT KAMER. In: VR blog.cz[online]. vr-blog.cz, ©2018-2019, 21. 3. 2019 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://vr-blog.cz/2019/03/21/oculus-rift-s-predstaven-lepsi-obraz-ergonomie-a-5-inside-out-kamer/>

Obr. 18 ALGER, Mike. Visual Design Methods for Virtual Reality [online]. In: . MA Moving Image, 2015, September 2015 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/0B19I7cJ7tVJyRkpUM0hVYmxJQ0k/view>

Obr. 19 ALGER, Mike. Visual Design Methods for Virtual Reality [online]. In: . MA Moving Image, 2015, September 2015 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/0B19I7cJ7tVJyRkpUM0hVYmxJQ0k/view>

Obr. 20 ALGER, Mike. Visual Design Methods for Virtual Reality [online]. In: . MA Moving Image, 2015, September 2015 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/0B19I7cJ7tVJyRkpUM0hVYmxJQ0k/view>

Obr. 21 ALGER, Mike. Visual Design Methods for Virtual Reality [online]. In: . MA Moving Image, 2015, September 2015 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/0B19I7cJ7tVJyRkpUM0hVYmxJQ0k/view>

- Obr. 22 SARVAIYA, Dhaval. Augmented Reality: Transforming Training with Immersive Experiences. In: Readwrite [online]. ReadWrite, 13 Aug 2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://readwrite.com/2019/08/13/augmented-reality-transforming-training-with-immersive-experiences/>
- Obr. 23 BUSCHMANN, Josefina. The Body in the Machine. In: Immerse [online]. Mar 8, 2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://immerse.news/the-body-in-the-machine-946e9de036ea>
- Obr. 24 TRLICA, David. Microsoft Hololens 2 není levný. Značně ale vylepšuje komfort i pohlcení do rozšířené reality. In: SvetAndroida [online]. SvetAndroida.cz, ©2010-2020, 27.2.2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/microsoft-hololens-2-predstaveni/>
- Obr. 25 DIAZ, Jesus. From Apple Glasses to Hololens 2: AR glasses you can buy now (and soon): 2022 will be the year of AR. In: Tom's guide [online]. Inc. 11 West 42nd Street, 15th Floor, New York, NY 10036: Future US, November 04, 2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.tomsguide.com/reference/ar-glasses>
- Obr. 26 DIAZ, Jesus. From Apple Glasses to Hololens 2: AR glasses you can buy now (and soon): 2022 will be the year of AR. In: Tom's guide [online]. Inc. 11 West 42nd Street, 15th Floor, New York, NY 10036: Future US, November 04, 2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.tomsguide.com/reference/ar-glasses>
- Obr. 27 BRUNNER, Grant. Why Google Glass Failed, and What to Expect Next. In: ExtremeTech [online]. Ziff Davis, LLC. PCMag Digital Group, ©1996-2020, May 22, 2018 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.extremetech.com/electronics/269215-why-google-glass-failed-and-what-to-expect-next>
- Obr. 28 DAHL, Jeff. A typical Snellen chart. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 23 July 2008 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Snellen_chart#/media/File:Snellen_chart.svg
- Obr. 29 VISUAL ACUITY. In: Visual Impairment : Special Educational Needs [online]. [1995] [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://www.visen.org.uk/VIp10.html>
- Obr. 30 Snellen Eye Vision Testing Chart for Children testing at 20 feet size 22 X 11 Inches. In: Amazon [online]. Amazon.com, Inc. or its affiliates, ©1996-2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.amazon.in/Snellen-Vision-Testing-Children-testing/dp/B07MTGPMBX>
- Obr. 31 KOŘÍNKOVÁ, Anna. DIABETICKÁ RETINOPATIE – ROZDĚLENÍ, DIAGNOSTIKA A LÉČBA. Brno, 2017. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ. Vedoucí práce MUDr. Monika Synková.
- Obr. 32 O zrakových vadách. In: TyfloCentrum České Budějovice, o.p.s. [online]. TyfloCentrum České Budějovice [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://www.tyflokabinet-cb.cz/zrak.htm>

- Obr. 33 Amétropie (Astigmatisme, Hypermétropie, Myopie, Presbytie). In: *Santeweb.ch* [online]. mediscope [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: https://www.santeweb.ch/Maladies/Ametropie_Astigmatisme_Hypermetropie_Myopie_Presbytie.html
- Obr. 34 O zrakových vadách. In: TyfloCentrum České Budějovice, o.p.s. [online]. TyfloCentrum České Budějovice [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://www.tyflokabinet-cb.cz/zrak.htm>
- Obr. 35 3 největší mýty o brýlích. In: Zdraví pro oči.cz [online]. 31.3. 2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://zdraviprooci.cz/3-nejvetsi-myty-o-brylich/>
- Obr. 36 Slideshow: A Visual Guide to Cataracts. In: WebMD [online]. WebMD, ©2005-2019, June 01, 2018 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.webmd.com/eye-health/cataracts/ss/slideshow-cataracts>
- Obr. 37 OTESTUJTE SE!: AMSLEROVA MŘÍŽKA – ZJISTĚTE, ZDA NETRPÍTE VPMD. In: Degeneracemakuly.cz [online]. ©2008 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://degeneracemakuly.cz/otestujte-se-na-makularni-degeneraci-VPMD>
- Obr. 38 Photoreceptor cell. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, Jun 19, 2013 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Photoreceptor_cell#/media/File:1416_Color_Sensitivity.jpg
- Obr. 39 You'll Be Surprised How People With Color Blindness See The World (10 Pics). In: DeMilked [online]. DeMilked, ©2010-2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.demilked.com/what-color-blind-people-see-different-types-blindness/>
- Obr. 40 Zdroj: vlastní
- Obr. 41 D'APRILE, Jason. 'Notes on Blindness' Uses VR to Tell a Story of Life Without Sight. In: *UPLOAD* [online]. UVR Media, 2019, AUGUST 02, 2016 [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://uploadvr.com/notes-on-blindness-gear-vr-narrative/>
- Obr. 42 Vivid Vision for Amblyopia. In: YouTube [online]. Google, ©2020, 6. 1. 2015 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=VSGeJOc9dLk>
- Obr. 43 Zdroj: vlastní
- Obr. 44 Zdroj: vlastní
- Obr. 45 Zdroj: vlastní
- Obr. 46 Zdroj: vlastní
- Obr. 47 Zdroj: vlastní
- Obr. 48 Zdroj: vlastní

- Obr. 49 Zdroj: vlastní
- Obr. 50 Zdroj: vlastní
- Obr. 51 Zdroj: vlastní
- Obr. 52 Zdroj: vlastní
- Obr. 53 Zdroj: vlastní
- Obr. 54 Zdroj: vlastní
- Obr. 55 Zdroj: vlastní
- Obr. 56 Zdroj: vlastní
- Obr. 57 Zdroj: vlastní
- Obr. 58 Zdroj: vlastní
- Obr. 59 Zdroj: vlastní
- Obr. 60 Zdroj: vlastní
- Obr. 61 Zdroj: vlastní
- Obr. 62 Zdroj: vlastní
- Obr. 63 Zdroj: vlastní
- Obr. 64 Andes Neue. In: *MyFonts* [online]. MyFonts, © 1999-2020 [cit. 2020-08-05]. Dostupné z: <https://www.myfonts.com/fonts/latinotype/andes-neue/>
- Obr. 65 Zdroj: vlastní
- Obr. 66 Zdroj: vlastní
- Obr. 67 Zdroj: vlastní
- Obr. 68 Zdroj: vlastní
- Obr. 69 Zdroj: vlastní
- Obr. 70 Zdroj: vlastní
- Obr. 71 Zdroj: vlastní
- Obr. 72 Zdroj: vlastní

Obr. 73 Zdroj: vlastní

Obr. 74 Zdroj: vlastní

Obr. 75 Zdroj: vlastní

Obr. 76 Terminál ze světa sci-fi. In: *ASB* [online]. © Jaga Media, 20. května, 2009 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/inzenyrskestavby/doprava/terminal-ze-sveta-sci-fi>

Obr. 77 Terminál ze světa sci-fi. In: *ASB* [online]. © Jaga Media, 20. května, 2009 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/inzenyrskestavby/doprava/terminal-ze-sveta-sci-fi>

Obr. 78 DVOŘÁK, Pavel. Hradec Králové má novou knihovnu z písmene X. In: *DESIGNMAG* [online]. © DesignMag.cz, 2007–2020, 20.10.2008 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <http://www.designmag.cz/architektura/4263-hradec-kralove-ma-novou-knihovnu-z-pismene-x.html>

Obr. 79 Fotogalerie. In: *Studijní a vědecká knihovna v Hradci Králové* [online]. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.svkhhk.cz/O-knihovne/Fotogalerie.aspx>

Obr. 80 KITTOVÁ, Jana. Křižovatka U Koruny získala titul Dopravní stavba roku: síť internetových novin. In: *Regiony24.cz* [online]. WWW design, © 2003-2020, 16.6.2017 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.regiony24.cz/13-230242-krizovatka-u-koruny-bude-bojovat-o-titul-dopravni-stavba-roku>

Obr. 81 Zdroj: vlastní