

Univerzita Palackého v Olomouci
Filozofická fakulta
Katedra psychologie

PROXEMIKA A JEJÍ VLIV NA KOMUNIKACI VE VIRTUÁLNÍ REALITĚ

PROXEMICS AND ITS IMPACT ON COMMUNICATION IN
VIRTUAL REALITY



Magisterská diplomová práce

Autor: **Bc. Jan John**
Vedoucí práce: **PhDr. Jan Šmahaj, Ph.D.**

Olomouc

2024

Zde bych chtěl poděkovat zejména svému vedoucímu, PhDr. Janu Šmahajovi, Ph.D. za jeho otevřený, ochotný a podporující přístup během vedení mé magisterské práce. Rovněž jsem mu velmi vděčný nejen za jeho informační a metodickou podporu, ale zejména za jeho emoční podporu, kterou mi během náročnějších chvil tvorby výzkumného experimentu poskytoval, a která mi dodávala motivaci a sílu práci dokončit. Bez jeho neocenitelných poznatků a rad by tato práce nemohla nikdy vzniknout. Jako další bych rád poděkoval své rodině a všem přátelům, kteří mě v tvorbě práce podporovali, dodávali mi potřebnou energii a poskytli mi mnoho cenných rad, které výslednou práci pozitivně ovlivnily. Dále mé díky patří konkrétně panu Jakubu Remiarovi, Ph.D., bez jehož rad by konkrétní realizace našeho experimentu nemohla být zrealizována. Na závěr mé díky patří i samotným respondentům, kteří byli ochotní na experiment dorazit a dobrovolně ho podstoupit.

Místopřísežně prohlašuji, že jsem magisterskou diplomovou práci na téma: *„Proxemika a její vliv na komunikaci ve virtuální realitě“* vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci dne 19.03.2024

Podpis

OBSAH

Číslo	Kapitola	Strana
	OBSAH	3
	ÚVOD	5
	TEORETICKÁ ČÁST	6
1	Pojem virtuální realita	7
1.1	Různá pojetí virtuální reality	10
1.2	VR headsety se zaměřením na pracovní a komunikační účely	13
2	Psychologické vlivy VR na uživatele	16
2.1	Vnímání prostoru a času	18
2.2	Vnímání vlastního těla.....	21
2.3	Vnímání ostatních.....	24
3	Komunikace ve VR	26
3.1	Neverbální komunikace ve VR	27
3.1.1	Mimika	28
3.1.2	Gestikulace	29
3.1.3	Haptika	31
4	Proxemika v souvislosti s VR	33
4.1	Proxemické zóny	35
4.2	Komunikační aspekty proxemiky ve VR	37
4.3	Technické souvislosti proxemického zpracování ve VR.....	41
	VÝZKUMNÁ ČÁST	44
5	Výzkumný problém	45
6	Typ výzkumu a jeho metodologie	47
6.1	Experiment	47
6.2	Metodologie výzkumu.....	47
6.2.1	Prostředí.....	47
6.2.2	Rozhraní editoru Unity	49
6.2.3	Rozhraní softwaru SteamVR a kalibrace místnosti.....	56
6.2.4	Prostředí aplikace theBlu.....	57
6.2.5	Průběh experimentu.....	58
6.3	Testové metody	60
6.3.1	Dotazník IPQ.....	60
6.3.2	NEO Pětifaktorový osobnostní inventář.....	61
6.4	Formulace hypotéz ke statistickému testování	62
7	Sběr dat a výzkumný soubor	63
7.1	Pilotní studie.....	64

7.2	Etické náležitosti experimentu	65
8	Práce s daty a jejich statistická analýza	67
8.1	Výsledky statistických testů	67
8.1.1	Shrnutí výsledků ověření platnosti statistických hypotéz	70
9	Diskuse	72
10	Závěr.....	78
11	Souhrn.....	79
LITERATURA.....		83
PŘÍLOHY.....		94

ÚVOD

Virtuální realita je rok po roce neustále se rozvíjejícím a rostoucím oborem, který v době rychlého technologického postupu roste nejen ve svých možnostech, ale i oblibě a počtu nových uživatelů. Obzvláště v kontextu nedávných událostí, jako byla zejména pandemie SARS-CoV-2, je patrné, že lidé čím dál více preferují trávit čas uvnitř virtuálních prostředí, kde je netrápí záležitosti každodenního života. Virtuální realita je snadným způsobem úniku od okolního světa a od všech starostí s ním spojených.

Na druhou stranu nám virtuální realita umožňuje se potkávat s našimi blízkými, přáteli, nebo dokonce s našimi spolupracovníky v rámci virtuálních setkání, a to v reálném čase, ačkoli se každý účastník setkání může nacházet na zcela odlišném koutu planety. Oproti běžným telefonním rozhovorům nám k tomu všemu VR umožňuje být ostatním více na blízku, potkávat se s nimi uvnitř přenesených virtuálních prostředí, které nám alespoň částečně nahrazují složku fyzického kontaktu. Právě tato fyzická složka, konkrétně v podobě proxemické složky neverbální komunikace, nás zajímá v této práci.

Mezilidská komunikace, byť se tomu na první pohled nemusí zdát, je nesmírně komplexní pojem zahrnující nespočet faktorů, které si ani nemusíme během komunikování s ostatními sami uvědomovat. Právě tyto faktory, jenž se u komunikujících vyskytují v pozadí celého komunikačního procesu, mohou významně ovlivnit celý průběh a výsledek komunikace. Efekty vzhledu komunikujících uvnitř virtuálního procesu, samotné pohlaví komunikujících, jejich tělesná výška uvnitř virtuální reality, osobnostní rozpoložení, jsou pouze špičkou ledovce v rámci komunikačního procesu v rámci virtuálního i skutečného prostředí, kterou si tato práce klade za cíl prozkoumat.

Rovněž hned na úvod považujeme za důležité zmínit, že práce tematicky navazuje na předchozí bakalářskou práci autora. Jelikož je téma virtuální reality v kontextu psychologie poměrně specifické a úzké, rozhodli jsme se 3 první kapitoly naší teoretické práce převzat ze zmíněné bakalářské práce. Tyto kapitoly jsou pro celkový kontext tématu nezbytné, nicméně těmito tématy se zabýváme i v rámci magisterské práce, a proto jsme museli první 3 kapitoly práce zahrnout do práce magisterské.

TEORETICKÁ ČÁST

1 POJEM VIRTUÁLNÍ REALITA

Hned v úvodu explicitně zmiňujeme, že tato kapitola patří mezi kapitoly převzaté z bakalářské práce. Tato kapitola se bude zabývat popisem konceptu virtuální reality a termínů, které s virtuální realitou úzce souvisí a bez nichž by nebylo možné se do naší problematiky hlouběji ponořit. Rovněž si vysvětlíme, že je pojem „virtuální“ širokou veřejností využíván mnohdy příliš široce a ve skutečnosti na něj lze nahlížet z několika různých pohledů.

Pojem **virtualita** obecně označuje cokoli, co ve skutečnosti neexistuje, ačkoli se tak téměř jeví. V kontextu této práce je nicméně více patřičná definice v rámci počítačových technologií, kdy pojem **virtuální** označuje cokoli, co je pomocí počítačového softwaru zprostředkováno, ačkoli to ve skutečném fyzickém světě neexistuje („*virtual*“, 2021).

Na úvod bychom však rádi apelovali na význam tohoto konstruktů z filozofického hlediska, jelikož virtualita v našich životech sehrává mnohem větší roli, než se může zdát. Virtuální vjemy se nám nezobrazují pouze na televizních obrazovkách nebo prostřednictvím speciálních nasazujících brýlí, o kterých bude řeč v nadcházejících kapitolách. Dobrý příklad uvádí Peterson (2021), když popisuje, jakým způsobem člověk běžně uvažuje, když se například ráno probudí ve své ložnici. První, co nás napadne, není například popis jednotlivého nábytku, který se kolem nás nachází, jelikož naši místnost dlouhodobě dobře známe a není to pro nás v daný moment nikterak důležité. Způsob našeho uvažování má více psychologický základ, jelikož pravděpodobně jedna z prvních věcí, která nás doopravdy napadne, je způsob, jakým naložíme s naší budoucností (respektive s naším ránem v tomto případě). Tato budoucnost se dá popsat jako nezměrné množství možností, kterými se ráno můžeme vydat. Klíčové je si uvědomit, že tyto všechny možnosti, které nám ráno proletí hlavou, nejsou skutečné, ale jsou to právě výše zmíněné virtuální obrazy (představy), kdy pouze jeden ze všech vytvořených obrazů se skutečně zhmotní.

Tím pádem lze tvrdit, že to, co je možné, je stejné jako to, co je skutečné, akorát s tím rozdílem, že se tato možnost prozatím nezhmotnila. Také zároveň platí, že co je skutečné, je pouhým provedením něčeho, co bylo dříve vybaveno a představeno jako jedna z možností, tedy něčím virtuálním. Virtualita má tedy ve své podstatě vlastní realitu, akorát s tím rozdílem, že není přítomna teď a tady (Shaviro, 2007). Jedná se opět pouze o nekonečné

množství možností, které čekají, dokud se potřebným stimulem z reálného světa nestanou skutečností (Peterson, 2021).

Prozatím jsme se bavili o konceptu virtuality příliš teoreticky a stále vlastně není jasné, jak v současnosti tento koncept dokážeme zhmotnit. Z technického hlediska si zařízení pro virtuální realitu přiblížíme v dalších kapitolách a přílohách, ale vysvětleme si nyní její základní princip.

Základní myšlenka je ve své podstatě vcelku jednoduchá. Určité zařízení (ať už samostatně či ve spolupráci s počítačem) pomocí své technologie vytvoří simulované prostředí, ve kterém mohou jedinci interagovat s okolním světem a prozkoumávat ho, jako kdyby v něm doopravdy byli (Riva et al., 2018). Výstižně vystihuje podstatu virtuální reality Sutherland (1965) když ji už v šedesátých letech popisuje jako matematickou říši divů, ve které nám skleněný displej napojený k počítači umožňuje seznámit se s koncepty, kterých bychom jinak ve skutečném fyzickém světě nebyli schopni dosáhnout. Matematická říše divů je velmi vystihující označení, jelikož nám tento digitální svět v dnešní době umožňuje zprostředkovat mnoho pokročilých simulací od jízdy autem po procházku na Měsíci (VR Education, 2021).

Klíčovou součástí této technologie je, že se do jisté míry snaží předpovídat uživatelské chování, čímž recipročně ihned vytváří nové smyslové vjemy, na které uživatel opět následně reaguje, a proces se tak opakuje stále dokola. Tento princip umožňuje vytvoření prostředí, které se v reálném čase formuje na základě důsledků chování uživatele. Stejně jako si člověk ve virtuálním světě vytvoří určitou představu o novém prostředí, ve kterém se právě nachází, tak i samotné zařízení zpracovává informace o chování a aktuálním místě svého uživatele. Toho dosahuje například pomocí mnoha různých senzorů očního či svalového pohybu či ovladačů, které uživatel drží ve svých rukou. Aby digitální prostředí působilo pro jedince co nejpřesvědčivěji, tak se virtuální realita (dále VR) snaží co nejvíce přizpůsobit běžnému lidskému fungování mozku, tedy čím více se VR přibližuje našemu každodennímu kognitivnímu modelu, tím více se jedinec cítí být přítomný ve virtuálním prostředí (Riva et al., 2018).

Od doby počátku virtuální reality, tak jak ji známe dnes, došlo v oblasti této technologie k významnému pokroku za úctyhodně krátký čas. Jedná se o technologii, která se rychle vyvíjí a velmi pravděpodobně se v nadcházejících letech opět posune značně kupředu. Ačkoli se to může zdát jako krátká doba, počátky této technologie sahají až do

šedesátých let dvacátého století (Cipresso et al., 2018). Prvním pokusem o vytvoření virtuální reality byla takzvaná *Sensorama* z roku 1962. Šlo o vynález Mortona Heiliga, který by se dnes dal přirovnat k 5D kinům, jak je dnes známe. Tato *Sensorama* umožnila divákovi promítnout krátké filmy, během kterých zařízení působilo kromě zraku i na další jeho smysly, jako například vůni či hmat (VR Education, 2021). V jednom z těchto filmů mohl divák například vidět motorku projíždějící městem, zatímco na něj simulovaně foukal vítr, čímž se mělo dosáhnout věrohodnějšího zážitku. (Heilig, 1962, citováno v Cipresso et al., 2018).

Ačkoli byla tato technologie vcelku působivá vzhledem k roku jeho vzniku, jednalo se pouze o určitý interaktivní film, nikoli virtuální realitu. V šedesátých letech však Ivan Sutherland pracoval na technologii, která dokázala to stejné co *Sensorama* a zároveň zprostředkovávala interaktivní obraz, čehož Heiligo *Sensorama* nebyla schopná. Sutherland spolupracoval ještě s dalšími svými studenty, kterým se povedlo v roce 1968 vytvořit historicky první simulační displej nasazený na hlavě, čímž bylo zařízení schopné navíc zachycovat aktuální polohu a orientaci uživatelské hlavy (Sutherland, 1965, citováno v Cipresso et al., 2018; VR Education, 2021). Toto zařízení bylo konstrukčně velmi náročné, zabíralo nemalou plochu a bylo nadměrně těžké, tudíž muselo být zavěšeno na stropě, aby ho jedinec byl vůbec schopný používat. Právě díky jeho specifickému mohutnému designu bylo zařízení pojmenováno *Damoklův meč* (VR Education, 2021).

Postupně začalo docházet k větší a větší popularizaci této technologie, což později inspirovalo některé umělce v knihách či seriálech, aby zakomponovali své představy o virtuální realitě do svých děl. Asi nejznámějším příkladem je seriál *Star Trek* ze sedmdesátých let, ve kterém se objevilo zařízení nesoucí název *Holodeck*, které jeho uživatelům umožňovalo se přesunout svým holografickým obrazem do zcela jiných míst, a dokonce i dob. Byla to právě tato možnost vzdálené interakce s prostředím, která od svého prvního působení v seriálu roku 1974 inspirovala další generace výzkumníků v oblasti technologie virtuální reality a počítačové grafiky (Zambetta, 2017).

V 70. a 80. letech byla již virtuální realita poměrně hojně využívána i v oblasti zdravotnictví, inženýrství či v armádním průmyslu. Například v roce 1982 pracovalo na této technologii americké letectvo, kterému se podařilo vytvořit první letecký simulátor na světě (Cipresso et al., 2018; VR Education, 2021).

V současnosti je virtuální realita velmi rozšířeným komerčním produktem i pro širokou veřejnost, která může za relativně dostupnou cenu využívat této technologie. Dokazují to například firmy jako *Oculus* nebo *HTC Vive*, které dnes patří mezi špičky na trhu v této oblasti. Jak moc velkým působitelem v oblasti zábavního průmyslu dnešní technologie virtuální reality je, může ilustrovat fakt, že společnost Facebook odkoupila v roce 2014 firmu *Oculus*, zabývající se VR, za 2 miliardy amerických dolarů (Luckerson, 2014). Oproti dřívějším technologiím jsou dnešní zařízení podstatně lehčí a příjemnější na užívání. Dále mimo jiné nabízejí mnoho novinek jako například sensory pohybu očí a svalů, vyšší rozlišení displeje a kratší odezvy na jedincovo chování (Cipresso, 2018).

1.1 Různá pojetí virtuální reality

V současnosti se pojem virtuální realita používá čím dál častěji, což ale vede k tomu, že ho široká veřejnost nepoužívá vždy úplně správně. Jak se dozvíme v této kapitole, sama virtuální realita označuje pouze specifickou část celého spektra mezi realitou a virtualitou. Abychom se v následujících kapitolách správně orientovali, je důležité si explicitně specifikovat, co přesně považujeme a nepovažujeme za virtuální realitu, případně jak budeme odlišné části virtuality nazývat.

Historicky první, kdo se problematikou reality/virtuality zabýval z tohoto úhlu pohledu, byli Milgram a Kishino (1994), kteří přišli s takzvaným *kontinuem virtuality*. Virtuální realita měla tehdy totiž nemalý problém v kategorizaci, kdy tento termín běžně označoval zcela syntetické prostředí, které nijak přímo nenavazuje na realitu, ačkoli ji samozřejmě může napodobovat. Druhým extrémem je skutečné prostředí, které kolem nás běžně vnímáme a které není nikterak ovlivněno počítačovými technologiemi. Klíčový problém však nastává v momentě, kdy virtuální realita sice zasahuje do skutečnosti, ale ovlivňuje ji jen částečně, čímž nedochází ke konstrukci zcela nového prostředí, nicméně pouze k určitému mísení těchto dvou pojmů. Aby bylo možné tyto specifické situace konkrétně pojmenovat, bylo vytvořeno výše zmíněné *kontinuum virtuality*, na které je možné přesně umístit a kategorizovat jednotlivé úrovně virtuální reality.

Obrázek 1 znázorňuje základní rozdělení kontinua v takové podobě, jak ho Milgram a Kishino původně zpracovali. Schéma narůstá zleva doprava v míře počítačově zpracovaných stimulů, kdy se na levém konci nachází skutečné prostředí bez sebemenšího ovlivnění počítačovými technologiemi, zatímco na pravém konci leží kompletně virtuální prostředí, kde jsou veškeré podněty uměle vytvořené počítačem (Nijholt & Traum, 2005).

Typ prostředí, ve kterém se v jakékoli míře mísí skutečné objekty s virtuálními, označují pojmem smíšená realita (*Mixed reality*). Ta se následně dělí na rozšířenou realitu (*Augmented reality*) nebo virtualitu (*Augmented virtuality*) v závislosti na převažujícím druhu podnětů. Pokud převažují skutečné vjemy a uměle vytvořené pouze doplňují celkový dojem, pak se jedná o rozšířenou realitu. V případě, že je většina vjemů umělé povahy a těch skutečných vnímáme pouze pár, pak hovoříme o rozšířené virtualitě (Skarbez et al., 2021).

Obrázek 1: Základní schéma kontinua virtuality



Zdroj: Milgram & Kishino,

Může se na první pohled zdát, že takovéto třídění dvou jednoduchých pojmů je redundantní a jedná se o pouhé slovíčkaření. Nicméně i v praxi se u různých typů zařízení a programů nezdá setkávat s touto kategorizací, a proto bychom si pouze s pojmem virtuální realita nemuseli vždy vystačit. Zároveň různé typy dnešních zařízení a jejich aplikací vytváří pro uživatele kvalitativně odlišný virtuální prožitek, a proto by nebylo dostačující je všechny kategorizovat jako virtuální realitu. Pojďme si nyní stručně definovat jednotlivé kategorie ležící na našem kontinuu.

Začneme z levé strany kontinua, na jehož konci se nachází realita. O přesné definování reality se již od antických dob pokoušelo nespočet filozofů. Jedná se samo o sobě o velmi obecný a obtížně uchopitelný pojem, ale zjednodušeně a co nejvíce objektivně můžeme v rámci našeho textu tvrdit, že **realitou myslíme náš aktuální, fyzický svět, ve kterém každý den žijeme a orientujeme se v něm**. Předměty a ostatní lidi kolem nás můžeme v reálném světě vnímat všemi našimi smysly (Farshid et al., 2018). Sám Milgram a Kishino (1994) výstižně definují koncept reality v kontrastu s virtualitou. Dle nich jsou reálné objekty ty, které objektivně existují tady a teď, zatímco virtuální objekty existují pouze ve své podstatě, ale nikoli formálně a přítomně. Skutečné objekty můžeme vnímat buď přímo nebo prostřednictvím určitého záznamu (například video či audio nahrávka),

zatímco abychom mohli vnímat virtuální předmět, musí být nejprve projektován pomocí některého zařízení, jelikož daný objekt ve skutečnosti neexistuje.

Rozšířená realita (*AR*) je prvním ze smíšených typů virtuality, kdy dochází k **zapojení uměle vytvořených virtuálních dat do skutečného světa** (Farshid et al., 2018). Abychom mohli hovořit o rozšířené realitě, měla by ve skutečném prostředí kombinovat skutečné s virtuálními objekty v reálném čase, přičemž skutečné a umělé objekty by na sebe měly reagovat a interagovat spolu (Azuma et al., 2001, citováno v Cipresso et al., 2018). Jak bylo zmíněno výše, rozšířená virtualita se na druhé straně kontinua liší pouze poměrem skutečných podnětů vůči uměle vytvořeným.

Dříve nebyly v literatuře hranice mezi rozšířenou a smíšenou realitou (*MR*) tak ostré, a proto se spíše používal termín smíšená realita i v oblastech, ve kterých bychom dnes mluvili spíše o rozšířené realitě. Jak ovšem technologie virtuální reality pokračuje neustále kupředu, hranice mezi rozšířenou realitou a rozšířenou virtualitou se postupně překrývají, a proto tvoří smíšená realita určitou neutrální hranici uprostřed kontinua (Milgram & Kishino, 1994). Kvůli této pozici uprostřed kontinua je však pro odborníky občas problém pevně definovat, ve kterých případech se jedná o smíšenou realitu. Například v populární literatuře definuje společnost Intel smíšenou realitu jako rozšířenou realitu, ve které je ovšem uživateli navíc umožněna interakce virtuálního se skutečným prostředím, čemuž u samotné rozšířené reality tak dle Intelu není (Intel, 2021). Naproti tomu Microsoft popisuje smíšenou realitu jako takový typ technologie, který se dokáže průběžně adaptovat na reálné prostředí a reaguje i na podněty samotného uživatele, zatímco rozšířenou realitu chápe spíše jen jako vygenerovanou grafiku na skutečném pozadí (Microsoft, 2021). Obecně daným přesvědčením tedy je, že smíšená realita zpracovává údaje o fyzickém světě, zatímco rozšířená realita tohoto není schopna (Skarbez et al., 2021).

Na druhém konci celého kontinua se nachází sama virtuální realita (*VR*). **Jedná se o typ prostředí, které je kompletně uměle vytvořené v trojrozměrném prostředí a neobsahuje žádné skutečné a v čase přítomné objekty.** Až nyní se vysvětluje, proč široká veřejnost mnohdy tento termín používá nesprávně, jelikož se jedná pouze o úzký výřez z celé škály virtuality (Farshid et al., 2018). Právě tento typ virtuality je širokou veřejností spojován s takzvanými headsety, o kterých si blíže povíme v nadcházející kapitole (Zambetta, 2017).

Ačkoli je koncept kontinua virtuality dodnes hojně využíván, má však několik nedostatků. Milgram a Kishino na celé kontinuum nahlíželi výhradně z hlediska vizuálních vjemů, zatímco na ostatní smysly nebrali takový ohled, což na druhou stranu oni sami také přiznávali. Ani předchozí životní zkušenosti nebyly v tomto konceptu příliš brány v potaz. Největší problém však vězí v tom, že ani s dnešními nejmodernějšími technologiemi není možné dosáhnout úplného prožitku virtuální reality, jelikož ačkoli umíme ovlivnit smysly reagující na vnější podněty (např. zrak, sluch apod.), tak ovšem stále nejsme schopni ovlivnit smysly interoceptivní (jako například rovnováhu; Skarbez et al., 2021). V tom případě bychom měli poněkud striktně tvrdit, že nic z dosavadních technologií nemůžeme umístit do pravého konce kontinua, nýbrž by se vždy jednalo pouze o určitý typ smíšené reality.

1.2 VR headsety se zaměřením na pracovní a komunikační účely

V současnosti se pojem Virtuální realita stává čím dál populárnějším a běžnějším. Velmi častým prvkem, který si běžná populace s tímto fenoménem spojuje, jsou takzvané headsety. Obecně se tomuto typu zařízení v angličtině říká *Head-mounted Display* (zkráceně *HMD*, volně přeloženo jako displej nasazený na hlavě). **Jedná se o speciálně tvarovanou obrazovku či promítač, který je umístěn na hlavě a zpravidla konstruován do podoby brýlí nebo přilby** („Gartner Glossary“, 2022). Právě aspekty virtuální reality, zprostředkovanými touto technologií, se budeme v naší práci primárně zabývat.

Základní princip těchto „brýlí s displejem“ je vcelku prostý. Obrazovka umístěná na obličejí uživatele tak, aby byla blízko k očím jedince, a zakrývala tak skutečný okolní svět, zprostředkovává uživateli počítačově generovaný obsah. Brýle se tak snaží nahradit obraz skutečného světa za virtuální svět, aby měl dotyčný s těmito brýlemi co největší pocit, že sleduje a opravdu se nachází ve zcela novém světě, který mu je promítán (Schroeder, 2002).

S dnešními moderními televizory a chytrými telefony nám přijde snadné vytvořit takový displej a pouze ho umístit uživateli na oči, nicméně musíme brát v potaz několik důležitých faktů. Obrazovka headsetu je umístěna neobvykle blízko očím, a proto musí mít nadprůměrně vysoké rozlišení, aby nebyly vidět nedokonalosti, kterých bychom si například při sledování televize vůbec nevšimli. Druhou klíčovou podmínkou je optika. Nemůžeme počítat s tím, že se člověk bude cítit vtažen do virtuálního světa, když uvidí pouze malou plochou obrazovku uprostřed zorného pole. Pro vytvoření dostatečně kvalitního obrazu, který napodobuje skutečné zorné pole, musí obrazovka zohledňovat i periferní vidění („Head-mounted Displays“, 2017).

Brýle však v rámci headsetů nejsou ten jediný nástroj, který se dotyčným snaží namluvit, že se skutečně nachází ve VR. Aby byl pobyt v tomto novém prostředí co nejvíce skutečný, sleduje headset také pohyby a aktuální polohu uživatele. Díky tomu se můžeme s headsetem ohýbat, krčit nebo například otáčet a v souladu s našimi pohyby se mění i pozorované prostředí (Llobera et al., 2010).

Další pomůckou při zprostředkování věrohodného zážitku jsou zpravidla i ovladače (*controller*)¹, které slouží jako napodobenina našich rukou a umožňují manipulaci s předměty ve VR. Dnešní pokročilejší ovladače zastávají také funkci určité dotykové zpětné vazby. Zpravidla pomocí svých vibrací mohou člověku poskytovat informace o napodobované váze, pevnosti či pohybu virtuálních předmětů (Burdea, 1999).

Na trhu se v současnosti pohybují desítky výrobců, které usilují o konstrukci co nejkvalitnějších headsetů. Aby byl náš výzkum proveditelný, museli jsme náš výběr zúžit pouze na ty nejznámější a nejpokročilejší z nich.

Prvním z nich je headset od společnosti *HTC* nesoucí název *Vive Pro 2*. Jedná se o doposud nejpokročilejší model této firmy navazující na předchozí model *Vive Pro* z roku 2018. Hlavní inovací a předností tohoto zařízení je právě jeho displej, který je oproti konkurenci z hlediska rozlišení a jemnosti obrazu výrazně napřed. Dalším kladem je takzvaná obnovovací frekvence, která je až dvojnásobná oproti většině dnešních televizorů a telefonů. Díky tomu obraz působí mnohem více plynule a zabraňuje takzvané kinetóze neboli nevolnosti z pohybu (Martinů, 2021).

Druhým neméně významným a hojně využívaným zařízením je *Oculus Quest 2*. Stejně jako v případě společnosti *HTC* se jedná o nástupce předchozího modelu *Oculus Quest*. Oproti svému předchůdci je zdokonalen v rozlišení a výkonu, ale oproti *Vive Pro 2* nedosahuje takových kvalit. Hlavní předností je jeho nízká cena v porovnání s konkurencí, díky které je mnohem přístupnější novým návštěvníkům do světa virtuální reality, na které nejspíše také cílí. Další výhodou jsou kvalitně ergonomicky vytvořené ovladače, které jsou v porovnání se staršími modely příjemnější na používání (Martinů, 2020, 19. září). Druhým klíčovým faktorem je, že toto zařízení patří mezi tzv. *autonomní headsety*. **Tato zařízení nepotřebují ke svému fungování napojení na počítač nebo chytrý telefon, jelikož mají vlastní procesor, paměť atd.** Díky této nezávislosti na jiném zařízení mohou být tyto

¹ Nejedná se o software ovladače, nicméně o koncová hardwarová zařízení pro interakci s virtuálním prostředím

headsety bezdrátové, díky čemuž uživatele nic neruší ve volném pohybu v prostředí a může se cítit lépe vtažen do virtuální reality (Aniwaa team, 2021).

Přesné technické parametry obou zařízení nenesou pro tento text hlavní význam. V případě zájmu jsou však k nalezení v podobě přílohy 3.

V současnosti je jasné, že headsety nejsou pouze experimentální technologií s nevýznamným využitím. Mimo dominantní oblast VR – zábavní průmysl, se tato technologie využívá také ve zdravotnictví, vědě, obchodní sféře i vzdělávání (Schroeder, 2002). Relevanci této technologie podporuje i fakt, že majitel sociální sítě Facebook Mark Zuckerberg koupil společnost Oculus (tvůrce již zmiňovaného headsetu *Oculus Quest 2*) za dvě miliardy amerických dolarů (Cipresso et al., 2018)

Jak bylo již lehce nastíněno v předchozí kapitole, celý koncept virtuální reality pochopitelně bojuje zejména s tím, aby se zážitek uživatelů těchto headsetů co nejvíce přibližoval realitě. V ideálním případě by měl jedinec vstoupit do prostředí, které bude pro něj druhou realitou, ve které si bude moci stanovovat vlastní pravidla.

Největší překážkou v této oblasti není zapojení smyslových orgánů, zejména zraku a sluchu, to je pouze otázka času, než tuto stránku dovedeme k dokonalosti. Hlavním úskalím virtuálního prostředí je možnost zapojit se do sociálních interakcí a možnost fyzicky se v prostředí pomocí vlastního těla pohybovat takovým způsobem, jaký je pro člověka přirozený, jelikož se oba tyto aspekty během projekce virtuální reality dostávají do konfliktu se skutečným prostředím. Právě otázkou komunikace a mezilidských interakcí ve VR se budeme zabývat v dalších kapitolách (Zambetta, 2017).

2 PSYCHOLOGICKÉ VLIVY VR NA UŽIVATELE

V úvodu kapitoly explicitně objasňujeme, že tato kapitola je převzata z bakalářské práce pro svoji tematickou důležitou, ale zároveň i podobnost s předchozím výzkumným tématem minulé práce. Lidská mysl a vnímání je natolik komplexní pojem, že se nedá zúžit na jedinou dominantní oblast, ve které funguje. Obecně však můžeme tvrdit, že se ve světě orientujeme a udržujeme si náš duševní stav především na základě patřičného kontaktu s vnějším světem. Mnoho výzkumů týkající se sensorické deprivace prokázalo, jak silně neblahý vliv na naši celkovou psychiku (ať už z hlediska emotivity, poruch vnímání či myšlení) má absence těchto vnějších vjemů (Solomon et al., 1957). Jak na nás však působí vjemy, které se tváří, že pochází z okolní reality, ačkoli jsou zcela smyšlené a zkonstruované virtuální realitou? Evolučně naše mozky nepochybně nejsou připraveny na rozlišování mezi skutečným a uměle vytvořeným světem, a proto nelze pochybovat o tom, že v dlouhodobějším měřítku nás tyto vjemy určitým způsobem ovlivní, ať už v pozitivním či negativním smyslu.

Naše poznávací funkce do velké míry spoléhají na naše vlastní tělo a jeho operace, které v interakci s vnějším světem provádí. Z toho vyplývá, že schopnost učení a porozumění má své základy postavené právě na tomto základním mechanismu (Hostetter & Alibali, 2008 citováno v Johnson-Glenberg, 2018). Virtuální realita je zejména v tomto ohledu pro nás příhodná, jelikož má tuto obdivuhodnou schopnost napodobit jakékoli prostředí, které si zrovna přejeme, a proto má obrovský potenciál stimulovat naši schopnost učit se novým věcem (Bailenson, 2017 citováno v Johnson-Glenberg, 2018). VR, které je schopné nás „ponořit“ do svého světa, pozitivně stimuluje oblasti mozku, zodpovědné za zpracování informací a emoční vnímání, díky čemuž upoutává naši pozornost a zájem, což je v oblasti učení vnímáno jako veliké plus (Johnson-Glenberg, 2018).

Již zmiňovaný aspekt „ponoření“ neboli imerze (přeloženo z anglického *immersion*) uživatele do VR je jednou z klíčových měřitek kvality VR. Fenomén imerze je poměrně obtížně definovatelný. Slater (2009, citováno v Slater 2018) ho vnímá jako určitou kombinaci specifických objektivních měřitek daného zařízení zprostředkovávající virtuální zážitky. Je možné tento pojem škálovat od „nízkého“ do „vysokého ponoření“ systému. Čím má VR například propracovanější zařízení pro reakci na uživatelské podněty, kvalitnější stereo, rozlišení obrazu až po měření polohy celého těla, tím toto kritérium dosahuje vyšších hodnot.

Další pojem, který je velmi úzce spojen s imerzí, je tzv. *sense of presence* (dále *SoP*) (volně přeloženo jako pocit přítomnosti; v textu budeme využívat český i anglický ekvivalent, jelikož se domníváme, že český výraz z terminologického hlediska dostatečně nevystihuje pravou podstatu tohoto fenoménu). Významově je velmi podobný předchozího pojmu. Také se jedná o měřítko, které vyjadřuje, jak moc je VR systém věrohodný a přesvědčivý pro uživatele. Klíčový rozdíl v tomto pojmu však je ten, že *sense of presence* zohledňuje **skutečný subjektivní prožitek uživatele, do jaké míry se jedinec cítí, že se „skutečně nachází“ ve virtuálním prostředí** (Heeter, 1992 citováno v Cipresso et al., 2018). Jde o velmi komplexní psychologický pojem, jelikož neexistuje žádný uživatel, který by skutečně věřil tomu, že se nachází v prostředí, které mu je projektováno. Jde tedy spíše o měřítko určitého faktoru důvěry, na základě kterého se jedinec více nebo méně chová tak, jako kdyby se v reálném prostředí opravdu nacházel, ačkoli si je vědom toho, že tomu tak není ²(Slater, 2018).

Doposud jsme zmiňovali pouze uživatele a jeho interakci s vnějším prostředím, nesmíme však zapomenout, že uživatel má i ve VR vybudovanou určitou identitu a pocit přítomnosti vlastního těla v tomto novém prostředí. Opět se jedná o velmi komplexní pojem, jelikož každý jedinec vnímá přítomnost „svého těla“ v umělém prostředí trochu jinak. Ať už z hlediska identifikování „toho opravdového těla“, případně interakcí skutečného či nového, uměle vytvořeného těla s virtuálním prostředím (Apps & Tsakiris, 2014; Riva, 2016 citováno v Riva et al., 2018).

U našich vlastních těl to ovšem zdaleka nekončí. Pokud do prostředí vložíme více uživatelů naráz a necháme je mezi sebou interagovat, dramaticky tím obohatíme nový zážitek. Lidé jsou přeci jenom společenší tvorové nehledě na to, zda se mohou socializovat v realitě či realitě virtuální.

² Všechny tyto součásti virtuálního prožitku hrají nemalou roli v celkovém dojmu, který si uživatel z pobytu ve VR odnáší. Nelze popřít, že všechna tato hlediska mají vliv i na naši psychiku. Mohu sem krátce vložit svůj vlastní zážitek s virtuální realitou týkající se *sense of presence*, ve které jsem byl vložen do zjednodušeného, bíločerného prostředí kancelářské budovy. Prostředí vypadalo příliš jednoduše, mělo hladké, bílé zdi, všechen nábytek byl velmi chudý, co se detailů týče. Mému vnímání to nicméně stačilo k tomu, abych si vytvořil zjednodušenou představu, že jsem osoba v kanceláři, které se něco děje. V příběhu virtuální reality jsem byl v určitém okamžiku prohozen oknem této kancelářské budovy a já jsem viděl, jak uprostřed města padám z veliké výšky dolů na chodník. Vědomě jsem věděl, že se jedná pouze o simulaci, což graficky primitivní prostředí ještě o to více umocňovalo, nicméně do dnešního dne si pamatuji, jak mi při virtuálním pádu začaly silně mravenčit nohy, jak kdyby se připravovaly na tvrdý pád. Stále jsem tímto zážitkem ohromen, jak mé tělo skutečně reagovalo na podnět, který jsem však vnímal jako falešný.

Tento aspekt zahrnuje tolik různých složek od verbální, neverbální komunikace, vnímání ostatních, jejich i našich sociálních rolí až po otázky proxemiky a mnoho dalšího (Schroeder, 2002).

Všechny zmíněné aspekty jsou příliš komplexní a nelze je krátce shrnout, a proto jim jsou věnovány následující kapitoly.

2.1 Vnímání prostoru a času

Při vstupu do virtuálního prostředí je na první pohled nejvíce patrné, co se děje kolem nás a co my sami můžeme v prostředí provádět. Právě tyto komponenty mají velmi silný, ne-li největší vliv na to, jak bude daný jedinec virtuální realitu vnímat. Samotné systémy zprostředkovávající virtuální realitu věnují těmto oblastem nejvíce pozornosti. Celá tato tematika se točí kolem hlavních dvou oblastí, které jsme již lehce nastínili v předešlé kapitole. Jedná se o tzv. imerzi a *sense of presence* neboli pocit přítomnosti.

Začněme již zmíněnou imerzí. Jedná se zjednodušeně o určitou schopnost systému „ponořit“ uživatele do svého uměle vytvořeného prostředí a co nejvíce upoutat jeho pozornost. Název může být lehce matoucí, jelikož se zdá, že hovoří o uživateli samotném, ačkoli opak je pravdou. Imerze vyjadřuje, jak moc je zařízení výkonné, jaké má schopnosti a co všechno uživateli nabízí. Tento pojem můžeme tedy považovat za čistě objektivní a kvantifikovatelný (Slater & Wilbur, 1997).

Jak bylo již mnohokrát zmíněno, celý koncept virtuální reality stojí na principu co nejlepší simulace a ztvárnění skutečnosti. Imerze zde není žádnou výjimkou. Ideální systém, který co nejvíce „pohltní“ uživatele, promítá podněty, které jedinec může zpracovat svými senzomotorickými dovednostmi. Zjednodušeně řečeno, člověk by se měl v tomto umělém prostředí zcela intuitivně navigovat pomocí stejných dovedností a principů, které užívá v běžném životě (ať už jde o rozhlížení se po okolí pohyby hlavy, zvedání předmětů rukama, přemísťování se po okolí pomocí vlastních nohou, interakce s předměty, které se chovají dle fyzikálních zákonů apod.; Llobera et al., 2010).

Parametrů, na základě kterých posuzujeme míru a kvalitu imerze, je celá řada. Velmi podstatnou součástí je například kvalita a rozlišení displeje, kde se klade důraz např. na velikost zorného pole, kvalitu barev a ostrost obrazu, počet snímků za vteřinu a mnoho dalšího. Častým problémem v této oblasti je vliv výkonu systému na zpracování obrazu. Pokud je nátlak na výkon systému příliš vysoký, a on tak nestíhá všechny informace zpracovat včas a zobrazovat příslušný obraz uživateli, může dojít k určitým zásekům, které

ve virtuální realitě působí obzvláště rušivě a nepřírozně. Jedná se například jednat o situaci, kdy vůz jedoucí po silnici se v určitý moment zcela zastaví a náhle o vteřinu později „přeskočí“ o sto metrů dále. Dalším podstatným aspektem je délka prodlevy mezi provedenou akcí uživatele a její následnou reakcí systému, což se často projevuje například v situaci, kdy participant otočí hlavou za sebe a systém včas zobrazí prostředí ve směru otáčení hlavy. Pokud by byla prodleva příliš dlouhá, imerze se tím snižuje (Sanchez-Vives & Slater, 2005).

Prodleva odpovědi systému na reakce uživatele se zaměřuje spíše na časové hledisko, nicméně nesmíme zapomenout i na hledisko kvalitativní, které se v literatuře popisuje jako určitá souhra (z anglického *matching*). Nejde pouze o to, kdy systém odpoví na člověka, ale také jak systém odpoví na člověka. K patřičnému fungování tohoto konceptu je nutné, aby reakce systému vhodně napodobovaly změnu, která by se pravděpodobně uskutečnila i v realitě (tedy pokud se člověk podívá směrem vpravo, obraz by se měl též natočit doprava, a ne například naopak). Ke správnému fungování této technologie je potřeba, aby systém dokázal správně sledovat a zaznamenávat polohu a pohyby člověka. V současnosti se běžně sledují především pohyby hlavy a rukou, ale je logické, že čím více částí těla systém sleduje, tím více se zkvalitňuje celková imerze (Slater & Wilbur, 1997). Zeltzer (1992, citováno v Slater & Wilbur, 1997) do konceptu imerze řadí ještě jeho tzv. autonomii a interakci. Autonomii v tomto kontextu myslí rozsah, ve kterém se objekty v okolním prostředí dokážou samy na základě určitých pravidel pohybovat a chovat. Pod pojmem interakce je zde myšleno, jak moc může uživatel ovlivnit dění a celkové prostředí.

Doposud jsme se zaměřovali zejména na vizuální složku imerze, avšak zcela stejná pravidla platí i pro ostatní smysly (například kvalita přehrávaného zvuku, jeho prodleva a souhra vícero zvuků atd.)

Výhodou tohoto konceptu je, že jelikož se zaměřuje na objektivní měřítka samotných zařízení, můžeme imerzi měřit teoreticky nezávisle na lidské přítomnosti a jejich zkušenostech se zařízením (Sanchez-Vives & Slater, 2005).

Druhým, také již zmiňovaným pojmem, který si je velmi blízký s imerzí a jeho měření už tak snadné není, je *Sense of presence (SoP)*. Jedná se o pocit uživatele, že se nachází ve virtuálním prostředí. Klíčovým rozdílem mezi těmito dvěma pojmy je, že *sense of presence* se zaměřuje na subjektivní pocit jedince, nikoli na technické a konstrukční vlastnosti koncového zařízení (*HMD*) (Johnson-Glenberg, 2018).

Základní a klíčovou myšlenkou tohoto pocitu přítomnosti ve virtuální realitě je, že čím více se jedinec cítí přítomen ve VR, tím více pozornosti mu věnuje a vnímá ho jako

zcela nové unikátní prostředí, nikoli pouze jako prezentaci jednotlivých obrazů (Slater & Wilbur, 1997).

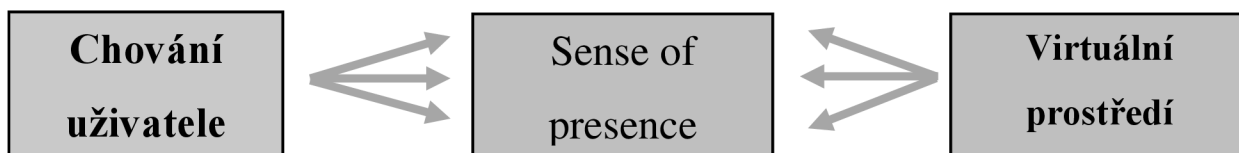
Poněkud paradoxní skutečností, vyplývající ze současné nedokonalosti virtuální reality, je, že v perfektně provedeném VR by žádný koncept pocitu přítomnosti nevznikl, jelikož by tento pocit vždy nastoupil zcela automaticky v plné míře. Důvod, proč se snažíme *sense of presence* měřit, je jeho limitace dnešními technologickými zdroji a možnostmi (Sanchez-Vives & Slater, 2005).

Na rozdíl od jednoduše definovatelné imerze je pocit přítomnosti mnohem složitější konstrukt na uchopení jak z hlediska jeho pochopení, tak měření.

Obecný princip, na kterém *sense of presence* stojí, spočívá v iluzi jednotlivce, že se jeho tělo nachází ve virtuálním prostředí. Hovoříme specificky o iluzi, nikoli důvěře jednotlivce v přítomnost ve VR, poněvadž neexistuje situace, ve které by účastník VR kognitivně nevěděl, že prostředí, ve kterém „se nachází“, je uměle vytvořené. Jde nám tedy spíše o iluzi ve vnímání smyšleného prostředí naším tělem. Názorným příkladem by mohl být například padající kámen ve VR, před kterým instinktivně rychle uhneme (společně s vegetativními příznaky jako např. zrychlení tepové frekvence), ačkoli sami jsme si vědomi toho, že žádný kámen, který by nám mohl ublížit, neexistuje. V tomto principu spočívá velká síla virtuální reality, kdy navzdory vědomí o promítané iluzi a její nepravosti instinktivně reagujeme takovým způsobem, jako kdyby o žádnou iluzi nešlo (Slater, 2018).

Jak jsme naznačili v příkladu s padajícím kamenem, **čím reálněji působí podněty vytvořené VR systémem, tím více jedinec napodobuje chování reality**. Tento proces funguje recipročně, tedy **čím reálnější je uživatelské chování v umělém prostředí, tím jsou pro něj představované podněty skutečnější** (Baños et al., 2000, 2009, citováno v Cipresso et al., 2018).

Obrázek 2: schéma vlivu *Sense of presence* jako mediátoru prožitku ve VR



Pokud do jednoho virtuálního prostředí umístíme více účastníků, nabere pocit přítomnosti na zcela nových obrátcích. Najednou se nemůžeme zabírat pocitem přítomnosti pouze jednoho účastníka, ale musíme zohlednit *SoP* všech jedinců najednou a jejich vzájemný vliv. V tomto případě hovoříme o tzv. *Copresence*, což by se dalo popsat jako pocit sounáležitosti ve VR. Tento fenomén je však důležitější z hlediska vzájemné

interakce, a proto je podrobněji popsán v příštích kapitolách.

Komplikací v konstruktivním pocitu přítomnosti není pouze složitost v přesném pojmenování, ale také v jeho objektivním měření. Standardně se k měření *SoP* využívají dotazníky tazající se na dojmy z virtuálního prostředí, před jejichž vyplněním předchází experimentální provedení několika zadaných úkolů ve VR. Druhou možností je pozorování chování účastníků ve virtuální realitě a následné porovnávání s běžným chováním ve skutečném prostředí. Pokud se chování ve VR přibližuje realitě, je to považováno za *SoP* (Sanchez-Vives & Slater, 2005).

Specifický fenomén, při kterém dochází k určitému narušení pocitu přítomnosti ve VR, se nazývá narušení přítomnosti (z anglického *Break in presence*). Nastává v momentě, kdy uživatel přestává reagovat na podněty z virtuálního prostředí a vrací se k reakci na podněty ze skutečného prostředí (Slater et al., 2003). Jedná se tedy o určité navrácení pozornosti směrem zpět k realitě. Toto narušení přítomnosti je také možné kvantifikovat a použít k měření pocitu přítomnosti (Slater & Steed, 2000, citováno v Sanchez-Vives & Slater, 2005).

Celý fenomén *sense of presence* a jeho výzkumy mají však jeden zásadní problém, kterým je nepotvrzená existence tohoto konstruktivního pojmu. Na vědeckém poli pojem *SoP* vznikl pouze díky introspekci vědeckých výzkumníků, což však ještě nepotvrzuje jeho skutečnou existenci (Slater, 2004).

Je možné, že celá existence tohoto pojmu se jeví jako skutečná jen z toho důvodu, že se na ni výzkumníci tážou. Je celkem předvídatelné, že při položení otázky na *SoP* s možností odpovědi na škále od 1 do 5 respondenti některé číslo zkrátka zaškrtnou navzdory tomu, že jakákoli odpověď může být pouhý smyšlený odhad. Například úzkost je možné měřit hladinou některých hormonů a dalších vegetativních příznaků, zatímco pocit přítomnosti je tak široce postavený a nejasný konstrukt, který zatím žádný měřitelný znak v této podobě nemá (Slater, 2004). Na druhou stranu však není zároveň ani vyvrácena existence tohoto pojmu, a proto je hlavním kamenem úrazu spíše jeho nevhodná a příliš komplexní definice, než jeho neměřitelnost (Gilkey & Weisenberg, 1995; Held & Durlach, 1992; Sheridan, 1992, citováno v Zahorik & Jenison, 1998).

2.2 Vnímání vlastního těla

S postupným rozvojem technologie VR přišla na řadu otázka, jak zakomponovat do uměle vytvořeného prostředí skutečné pohyby těl uživatelů. Určitým předstupněm v této oblasti

můžeme jako známý příklad jmenovat *Microsoft Kinect*, který pomocí kamery umístěné před uživatelem pozoroval jeho pohyby, a následně tím měnil chování postavy uvnitř aplikace (v tomto případě však hovoříme spíše o smíšené realitě). V současnosti jsou však zařízení fungující na tomto principu ve VR běžnou součástí, ať už se jedná o gyroskopy, zařízení na měření teploty či tlaku a mnoho dalšího. Hlavním cílem těchto prostředí je totiž umožnit uživatelům co největší možnou míru komunikace prostřednictvím vlastního těla, a nejen pomocí hlasu (Zambetta, 2017).

Pokud se ještě krátce vrátíme k tématice pocitu přítomnosti, ukazuje se, že jedinci s vysokou mírou pocitu přítomnosti se intuitivněji snaží své tělo přirozeně používat k interakcím s virtuálním okolím, v porovnání s lidmi s menší mírou *SoP*. Typicky se tento fenomén projevuje například snahou přesouvat se po okolí pomocí skutečné chůze, nikoli pomocí speciálního tlačítka na ovladači, které je k pohybu navrženo. Důvodem, proč je k pohybu ve VR uzpůsobené tlačítko namísto skutečné chůze, je totiž ten, že uživatelé s headsety mají typicky kolem sebe připojených několik různých elektrických kabelů, které jsou k fungování zařízení nutné, což však vede k výrazné limitaci pohybu³ (Sanchez-Vives & Slater, 2005).

Kromě vizuálních vjemů je pocit našeho vlastního těla uvnitř virtuálního prostředí pravděpodobně jeden z nejvíce intenzivních a podstatných pro celý mechanismus virtuální reality. Fakt, že našim vlastním otočením hlavy změníme i virtuální prostředí vzbuzuje veliké zaujetí a pocit vtažení do prostředí, které vytváří **dojem, že se naše těla skutečně přesunula do zcela nové reality** (Johnson-Glenberg, 2018). Této situaci se v kontextu VR někdy říká *embodiment*, neboli ztělesnění (Riva et al., 2016, citováno v Riva et al., 2018). Celý tento proces má podstatný vliv na lidské vědomí i tělesné projevy. Navzdory vědomí o iluzi nového prostředí lidé zpravidla přejímají virtuální okolí i svá „nová těla“ a často jednají v rámci běžných konvencí v realitě (například chodí po chodníku, aby je nesrazilo auto). Prostor má však vliv i na nevědomé vegetativní projevy, které jsou snadno měřitelné (například změny srdečního rytmu, dýchání či vodivost kůže; Sanchez-Vives & Slater, 2005).

V literatuře se v souvislosti s vnímáním lidského těla a okolního prostředí ve VR hovoří o tzv. „Body matrix“, které se dá zjednodušeně definovat jako určitá vnitřní mozková

³ V současnosti již existují i některá plně bezdrátová řešení propojení počítače s VR systémem, jako například bezdrátový adaptér od společnosti *VIVE* (VIVE, 2022b).

reprezentace našeho těla a okolního prostředí napříč všemi našimi smysly (Moseley et al., 2012).

Ačkoli současné technologie dokáží leccos, mají stále své významné limity. VR sice dobře dokáže zpracovat vnější prostředí a podněty prezentující uživateli, nedokáže však ovlivnit jeho viscerální komponentu. Zároveň je doposud kladen primární důraz na zrak a sluch, zatímco ostatní smysly (především chuť a čich, případně hmat) jsou poněkud pozadu (Riva et al., 2018).

Lidským napodobeninám ve virtuální realitě se říká avataři. Jejich princip je pro ilustraci velmi podobný filmu Avatar, ve kterém se hlavní postava dokázala pomocí speciálního zařízení vtělit do jiného těla (Cameron, 2009). Jedinec například pomocí svého headsetu vstoupí do virtuálního prostředí, ve kterém jeho tělo zastupuje zjednodušená lidská reprezentace jeho vlastní osoby. **Funkce avatara je prostá, a to reprezentovat jedince v tomto novém prostředí a poskytovat zpětnou vazbu o jeho činnostech, pohybech, komunikaci a mnoho dalšího.** Je zajímavé, že v případě avatarů není nutné perfektní grafické ztvárnění, které jedince vystihuje do každého detailu na základě jeho skutečného vzezření. K věrohodnému a správnému fungování stačí vcelku zjednodušená a „chudá“ reprezentace (Fabri et al., 1999). Domnívám se, že to může být způsobené tím, jak se lidé běžně ve světě orientují. Člověk dle mého názoru neuvažuje ve všech detailech, které spatří, ale vystačí si s pouhou znalostí funkcí, úmyslů a procesů okolních osob či objektů, aby s nimi mohl vhodně interagovat. To ostatně částečně podporuje Capin et al. (1998), když tvrdí, že virtuální objekt/uživatel musí k buzení dojmu skutečnosti splňovat několik funkcí, a to:

- grafické ztvárnění a přesvědčivé pohyby
- možnost interagovat se světem
- možnost být zpracován a vystihovat své charakteristiky pomocí různých smyslů

Heidicker et al. (2017) zjistili, že přítomnost vlastního avatara ve virtuálním prostředí významně zvyšuje pocit přítomnosti. Přesné důvody pro tento fenomén zatím nejsou známe, ale autoři se domnívají, že je stimulován přítomností avatarů jiných osob ve stejném prostředí a jejich vzájemná závislost během sociálních interakcí.

Velmi podstatnou komplikací v oblasti sžítí se s virtuálním tělem je tzv. *Motion Sickness*, neboli Nevolnost z pohybu. Nastává zejména v situacích, kdy smyslové modality nedostávají ve skutečném prostředí patřičné podněty, které si mozek myslí, že by měl ve

virtuálním prostředí zaznamenat. Nejčastěji se jedná o situaci, kdy ve VR například jedeme autem, zatímco naše tělo sedí stabilně na židli a nepocítuje žádné změny v rovnováze. Problémem je, že na některé aspekty této nevolnosti se nelze příliš adaptovat a reakce bývají napříč uživatelským spektrem silně individuální, ať už z hlediska konkrétních projevů či povahy spouštěčů nevolnosti. Mezi konkrétní projevy patří často například bolesti hlavy, zvracení, bolesti očí, vyčerpání nebo zmatenost (Brooks et al., 1992).

2.3 Vnímání ostatních

Jak jsme již lehce nastínili v předešlých kapitolách, ve virtuálním prostředí existují situace, kdy se dva či více jedinců potká na „stejném virtuálním místě“ a mohou společně cítit jistou fyzickou i sociální blízkost, což je stimulováno virtuálními mezilidskými interakcemi. Tomuto fenoménu se říká *copresence* (Wilcox et al., 2006).

Již z podobného názvu intuitivně vyplývá otázka, zdali je *copresence* určitým způsobem spojené s pocitem přítomnosti. I v běžném životě se dá předpokládat, že pocit přítomnosti v určité lokaci je posílen pocitem, že se nacházíme na určitém místě s někým jiným. Zdá se, že toto pravidlo platí i pro virtuální prostředí (Schroeder, 2002). Tuto myšlenku potvrzují i Slater et al. (2000) svým zjištěním, že pocit přítomnosti a *copresence* spolu pozitivně korelují.

Jelikož jsou VR systémy orientované především na vizuální stránku, ani v případě *copresence* tomu není jinak. Jedinci se v tomto prostředí mohou identifikovat pomocí určitého symbolu, obrazu či virtuálního těla (avataru). Účel tohoto zpracování je prostý, a to identifikovat, kdo zrovna je a není v prostředí přítomný, a zároveň možnost rozeznat, o koho přesně se jedná. Každý jedinec je v prostředí určitým specifickým způsobem graficky zpracován a identifikován, což nás přivádí k otázce identity ve VR. Jde o poměrně složité téma, jelikož prostředí, ve kterých se jedinec může nacházet, je nespočet, a tím pádem může mít i nespočet svých grafických zpracování. Je možné tedy o identitě ve VR uvažovat na několika úrovních. První z nich je rozpoznání účastníka například od neživého objektu ve VR. Druhou je vzájemné odlišení dvou jedinců od sebe. Třetí je identita napříč časem (tedy pokud se dva jedinci rozloučí, zdali budou schopní se při dalším setkání ihned rozpoznat). Čtvrtou je identita v rámci fyzického virtuálního vzhledu (Benford et al., 1995).

Zdá se, že i když se mezilidské interakce odehrávají ve zjednodušeném uměle zpracovaném prostředí, lidé na sebe i přesto v tomto prostředí velmi intenzivně reagují, ačkoli se ve své podstatě koukají pouze na pixelové napodobeniny (Slater & Steed, citováno

v Schroeder, 2002). Tato zjištění jsou v souladu i s tím, co zjistili Sanchez-Vives a Slater (2005), a to že lidé se chovají ke svým vizuálně chudým virtuálním protějškům stejně, jako kdyby šlo o skutečné lidi, tedy například projevy v oblasti očního kontaktu nebo různých společenských konvencí mají i ve VR podobný smysl a účinek, jako kdyby šlo o reálné situace.

Ani málo imerzivní virtuální prostředí (například bez možnosti gestikulace, mimiky, fyzické interakce apod.) není pro pocit *copresence* překážkou. Zdá se, že základní a nezbytnou podmínkou smysluplných interakcí a vzájemné pozornosti účastníků je jejich reciprocita, díky které se účastníci orientují o úmyslech a chování druhých, což se zdá být pro VR dostačující (Buescher et al., 2001, citováno v Schroeder, 2002).

Pokud se vrátíme k tématu avatarů, tak ani ti nevyžadují detailní zobrazení a k jejich fungování ve VR stačí, aby alespoň vzdáleně připomínali lidskou postavu za předpokladu, že okolní prostředí poskytuje dostatek podnětů k efektivním mezilidským interakcím. Dostatkem podnětů se rozumí například interaktivní prostředí, které účastníci mohou společně měnit, možnost rozeznat, který účastník komunikuje s kým, komu je věnována pozornost nebo i informace o tom, kdo se do prostředí právě připojil nebo z něj odešel (Slater & Wilbur, 1997).

O složkách komunikace pojednává primárně nadcházející kapitola, avšak je důležité v souvislosti s avatary zmínit, jak na sebe jednotlivci a svá „těla“ v umělém prostředí reagují.

Slater et al. (2000) provedli výzkum, ve kterém nechali účastníky komunikovat ve VR a sledovali jejich reakce. Zajímavé je, že se všichni účastníci ve skupině ke svým tělům navzájem chovali stejně, jako by se chovali v realitě, tedy panoval zde vzájemný respekt, odstup, a nedošlo k ničemu, co by v realitě způsobovalo napětí. Zároveň nedošlo k žádnému úmyslnému chování, které by bylo ve VR možné, ale v realitě nikoliv. Zajímavý fenomén nastal v momentě, kdy dva jedinci (neúmyslně) prošli svými těly. Reakce všech účastníků na tuto situaci byly velmi pestré. Někdo se za tuto „nehodu“ styděl a omlouval se tomu druhému, někomu to přišlo podivuhodné, jinému člověku to přišlo děsivé a jeden účastník toto dokonce považoval za neslušné.

3 KOMUNIKACE VE VR

V úvodu kapitoly zmiňujeme, že jsme tuto kapitolu převzali z bakalářské práce, jelikož ta rovněž pojednávala o komunikaci v rámci virtuální reality. Zároveň je tato kapitola nezbytná pro náš aktuální výzkumný záměr. Existuje mnoho typů virtuálních prostředí, kde si jedinec sám užívá krás prostředí, pohybuje se v něm a provádí celou řadu operací. Zcela novou dimenzi však otevírá případ, kdy vpustíme dva či více jedinců do stejného prostředí a umožníme jim spolu do jisté míry interagovat. Ač to na první pohled může působit jednoduše, zprostředkování tohoto virtuálně sociálního zážitku vyžaduje mnoho nových požadavků a funkcí, které v prostředí s jediným účastníkem nejsou potřeba. Tvůrci této technologie se v takovém případě musí zamyslet nad tím, co za prostředí vytvořit, jak uživatelům zprostředkovat setkání v tomto prostředí, jakou formou uživatele v takovém prostředí ztvárnit a jaké prostředky k přirozené a fungující komunikaci jim poskytnout.

Současným hlavním trendem v oblasti VR je umožnit lidem v tomto prostředí vzájemně komunikovat pomocí souhry komunikačních prostředků, které využíváme i v každodenní realitě, tedy pomocí našeho hlasu, ale zároveň i těla. Spektrum konkrétních zařízení je široké a některá ke komunikaci vyžadují fyzicky držet či nosit určitý předmět, zatímco jiná stejného efektu dosahují i bez toho, aniž by si uživatel vědomě všimal technických limitací (Zambetta, 2017).

Prostředí sloužících k sociálním interakcím je nespočet. V podstatě cokoli, co si jen člověk představí, se může stát touto virtuální realitou, ve které se lidé mohou vzájemně potkávat a prostředí různě utvářet, od nákupních center, přes virtuální školy, sportovní centra a mnoho dalšího. Ani množství využití není nijak limitováno na pouhé pobavení a například obchodní jednání, studijní přednášky či dokonce terapeutická setkání nejsou už pouhou otázkou budoucnosti (Page, 2011; Scarle, et al., 2012; Schroeder, 2002).

Konkrétní komunikační prostředky budou více popsány v následujících kapitolách, nicméně dnešní VR umožňuje uživatelům ke sdělování informací zachycovat jak verbální, tak neverbální komunikaci například pomocí uměle vytvořené mimiky a gestiky. Uživatelské chování je zařízením zachyceno, síťově přeposláno do virtuálního prostředí, kde je v reálném čase prezentováno ostatním účastníkům sdílené VR. V ideálním případě by

snímací zařízení neměla působit rušivě pro uživatele kvůli co nejlepšímu pocitu interakce a vžití se do nového prostředí (Capin et al., 1998).

Navzdory velikému pokroku v této technologii je uživatelům komunikování ve VR ztíženo několika faktory a pochopitelně se nerovná úrovni a možnostem komunikace ve skutečném prostředí. Velmi podstatným současným problémem je hlavně vysoká cena a náročnost tvorby virtuálních simulací. Druhým problémem je přílišné funkční zúžení některých prostředí, které jsou specificky zaměřené na jednu oblast a neumožňují uživatelům dělat jiné aktivity, které by si přáli. Třetí klíčovou komplikací je zhoršená ergonomie současné technologie, která je nezřídka zátěží pro lidské tělo, a kvůli které si uživatelé musí dávat časté přestávky v pobytu ve VR, což jim brání v komunikaci (Mallam & Nazir, 2021).

3.1 Neverbální komunikace ve VR

Na první pohled se zdá, že v běžné komunikaci se většina informací se sděluje prostřednictvím hlasových sdělení, ačkoli tomu tak úplně není. Nonverbální komunikace hraje v sociální oblasti významnou roli, dokonce i významnější než samotná verbální sdělení, jelikož ve své podstatě neexistuje žádná oblast mezilidských interakcí, na které by se neverbální komunikace alespoň lehce nepodílela (Hall et al., 2019). Učíme se jí dlouhodobě pomocí kultury, ve které vyrůstáme, aniž bychom si to příliš uvědomovali (Tanenbaum et al., 2014).

Neverbální komunikaci můžeme velmi zjednodušeně definovat jako veškerou formu komunikace, která nezahrnuje slovní složku. Lingvistická složka však během komunikování s neverbální složkou velmi úzce souvisí, vzájemně se ovlivňují i doplňují a často probíhají paralelně vedle sebe, a proto tato definice není úplně správná (Hall et al., 2019).

Zatímco v běžném světě probíhá nonverbální komunikace zcela přirozeně a často nevědomě, v oblasti virtuální reality tomu tak není. Aby tato komunikační složka v uměle zpracovaných prostředích fungovala, vyžaduje u jejich uživatelů nezřídka vědomou kontrolu a regulaci (Tanenbaum et al., 2014). Problémem je, že nonverbální komunikace hraje v našich životech obrovskou roli, a proto její absence či zhoršení kvality výrazně ochuzuje celé virtuální prostředí o dost podstatnou komponentu. Pokud by ve VR byla nonverbální komponenta dostatečně zahrnuta, výrazně by to zlepšilo kvalitu a přirozenost uživatelských zážitků (Guye-Vuillème et al., 1999).

Existuje několik základních kategorií neverbální komunikace, na které se tvůrci VR zaměřují, a tím jsou: mimika, gestika, oční kontakt a proxemika (Maloney et al., 2020).

Hlavními způsoby, jakými jsou neverbální signály v některých systémech virtuální reality zprostředkovány, fungují především prostřednictvím již zmíněných avatarů, na kterých se jak kdyby promítají výše zmíněné kategorie nonverbální komunikace. Pomocí vzhledu, animací a možností interakce s ostatními avatary se současné VR systémy snaží o co největší a nejintuitivnější napodobení neverbální komunikace (Tanenbaum et al., 2014).

V této oblasti však zároveň leží největší komplikace celého konceptu. Ačkoliv současná technologie virtuální reality od svého začátku značně pokročila, zprostředkování dostatečně kvalitních avatarů zachycujících veškeré detaily a jejich věrohodné interakce je stále velmi obtížné na uskutečnění. Lidské emoce a jejich neverbální projevy jsou tak komplexním a individuálním fenoménem, že jejich samovolné fungování a přesvědčivé zpracování je i dnes nesmírně technologicky náročné (Gobron et al., 2011). I pokud pomíneme například faktor lidských pohybů, které jsou alespoň navenek viditelné, pouhé zpracování komunikace pomocí emočních signálů samo o sobě zůstává velikým oříškem (Tanenbaum et al., 2020).

3.1.1 Mimika

Mimické projevy hrají během komunikování významnou roli. Slouží především k vyjadřování emocí a dokreslování významu sdělovaných tvrzení (Capin et al., 1998). Benford et al. (1995) uvádí, že mimika je z celého našeho arsenálu komunikačních prostředků největším vnějším poslem informací o našich emocích a je velmi úzce propojena s celkovou gestikulací. Ač si to někdy ani příliš neuvědomujeme, věnujeme (vědomě či nevědomě) mnoho pozornosti obličejům těch, se kterými komunikujeme, a snažíme se z nich vyvodit určité informace (Fabri et al., 1999).

V současnosti se využívají zejména dva hlavní způsoby, jak mimické projevy ztvárnit ve virtuální realitě. Prvním z nich je snímání uživatele kamerou, případně speciálními senzory, které zachycují buď pouze uživatelův obličej, nebo případně někdy i celé tělo. V reálném čase se pak zachycený obraz zpracuje a promítne ve virtuálním prostředí. Lidská mimika je velice detailní a složitá, a proto není lehký úkol ji věrohodně takto rychle a dostatečně kvalitně zpracovat, a proto tento způsob poskytuje většinou pouze zjednodušené obrazy lidské tváře a jejich projevů (Benford et al., 1995; Fechteler et al., 2016). Tento mechanismus popisuje obrázek 3.

Obrázek 3: Zařízení sloužící ke sledování mimických výrazů a jejich promítání do avatara ve VR



Zdroj: VIVE, 2022a

Druhý způsob je sice podstatně jednodušší na zprostředkování, ale má nevýhodu v tom, že dokáže zpracovat pouze vědomé mimické projevy uživatelů, nikoli ty nevědomé. Princip totiž spočívá v předem připravených mimických projevech, které se uživatel nehledě na jeho vlastní mimiku sám rozhodne mechanicky přehrát pomocí zmáčknutí některého tlačítka. Tento princip se dá přirovnat k dnešním *emojis* v běžné textové komunikaci (Capin et al., 1998).

Ačkoli jsou mimické reprezentace ve virtuálních prostředích stále poněkud zjednodušené, zdá se, že hrají během komunikace ve VR podstatnou roli. Například výzkum Theonase et al., (2008) týkající se virtuálních přednášek s učiteli a studenty ukázal, že čím více jsou přednášející mimicky aktivnější, tím více mimických projevů vyjadřují i studenti a zároveň se tím zvyšuje jejich motivace a pozornost na přednášku.

3.1.2 Gestikulace

Ruce jsou v běžném životě jedním z našich nejužitečnějších nástrojů. Díky nim můžeme uchopovat předměty, pohybovat s nimi a různě si je upravovat dle našich představ. Zároveň je velmi často využíváme v komunikaci s ostatními (Li et al., 2019b). Gesta našich rukou nezářídka kdy doplňují naše tvrzení a dodávají mu význam, případně pomocí nich upoutáváme pozornost ostatních a sdělujeme, na co společnou pozornost zaměřit (Maloney et al., 2020).

Jelikož jsou naše ruce hlavním nástrojem pro interakci s okolím, přináší nám jejich zpracování ve virtuální realitě veliký užitek (Pouliquen et al., 2007).

Opět známe vícero způsobů, jak naše ruce zaznamenávat a přetvořit do VR. První možností je jejich zaznamenávání pomocí speciální kamery, stejně jako tomu bylo u mimických projevů, druhou pak pomocí speciálních rukavic nebo ovladačů, které má uživatel nasazené a které využívá jako nástroj ve VR. Pro zvýšení imerze a přirozenosti je opět vhodnější, aby uživatel žádná přídavná zařízení nosit nemusel (Cabral et al., 2005). Třetí varianta spočívá v předem připravených a vymodelovaných gestech, které uživatel pomocí některého tlačítka vědomě spustí, když uzná za vhodné (Taylor, 2002, citováno v Allmendinger, 2010).

Díky této technologii následně můžeme ve virtuálním prostředí provádět celou řadu nových interakcí od ukazování po uchopování a manipulace s předměty a nástroji (Weissmann & Salomon, 1999).

Šíře využití virtuálních rukou je v současnosti veliká. Zejména v lékařství, kdy bylo dříve nutné provádět školení na skutečných preparátech (někdy dokonce například i na živých zvířatech), které byly často příliš drahé a vzácné pro jednorázové využití, je virtuální realita ideálním nástrojem pro nácvik řady zákroků či operací (Luciano et al., 2009). Dále se virtuální gesta ukazují jako skvělý nástroj pro vzdělávání, kdy napomáhají přesměrovat pozornost a dokreslit vyučovanou látku, která se díky této možnosti stává více interaktivní a zábavná (Allmendinger, 2010; Li et al., 2019b).

Naše lidské ruce jsou však velmi komplexní končetiny skládající se z celé řady svalů a množství kostí, což z nich žele dělá náročný objekt na detailní zpracování ve VR. Z tohoto důvodu vidíme při pobytu ve VR často pouze zjednodušené reprezentace našich rukou,

zatímco zápěstí a zbytek paže vyobrazeny zpravidla nejsou (Pouliquen et al., 2007). Vzhled rukou v některých VR systémech ilustruje obrázek 4.

Obrázek 4: podoba virtuálních rukou v aplikaci Half-Life: Alyx



Zdroj: Sutrich, 2019

V případě některých rukavic či ovladačů může být jejich delší nošení nekomfortní, a zhoršovat tak celkový dojem a přesvědčivost virtuální reality (Li et al., 2019b). Zároveň je nutné myslet na kulturní rozdíly ve významu gest, což může někdy způsobovat celou řadu nedorozumění (Maloney et al., 2020).

3.1.3 Haptika

Se schopností komunikovat pomocí gest úzce souvisí i oblast doteků. Celkový pocit přítomnosti se významně zvyšuje, pokud jsou uživatelé schopni cítit určitou odezvu na předmět, kterého se ve VR dotýkají, v porovnání s pouhou vizuální odezvou, kdy člověk sice vidí, jak s předmětem manipuluje, ačkoli ho nijak necítí (Brooks et al., 1992).

Obecně můžeme haptická zařízení dělit na dvě základní kategorie: pasivní a aktivní (Skarbez et al., 2021).

Pasivní zařízení jsou o něco méně „virtuální“, jelikož se skládají ze skutečných, fyzicky přítomných objektů, které rámcově připomínají svým tvarem, velikostí a materiálem předmět ve VR. Rozdíl oproti aktivním zařízením je ten, že zpětná haptická vazba, kterou uživatel od předmětu dostává, není kontrolována počítačem (Lindeman et al., 1999).

Oproti tomu aktivní zařízení sleduje uživatelské chování, a na základě něj upravuje dotekovou stimulaci. Zde musí zařízení v reálném čase měřit, kdy má docházet ke „kolizi“ uživatele s předmětem, s jakou silou se jedinec předmětu dotýká, z jakého úhlu a jak konkrétně s ním manipuluje, na základě čeho stimuluje virtuální doteky (Burdea, 1999).

Mezi často využívaná zařízení simulující haptické stimulační patří například speciální rukavice (Perret & Vander Poorten, 2018) nebo opasky s několika senzory a vibračními zařízeními, imitující dotekovou stimulaci (Tsukada & Yasumura, 2004). Nevýhoda těchto zařízení spočívá v omezeném poli haptického působení, jelikož dokážou stimulovat pouze omezenou konkrétní oblast lidského těla a mohou snižovat pocit přítomnosti svojí nutností připevnění k tělu (Hoppe et al., 2018).

Otázkou je, jaký vliv mají doteky v rámci mezilidské virtuální komunikace. Zdá se, že v případě umožnění haptických interakcí mezi jedinci ve VR se významně zvyšuje jejich *copresence* (Basdogan et al., 2000).

Současné technologie se v oblasti virtuální haptiky zlepšily, nicméně stále mají řadu problémů. Velikou komplikací je možnost dotýkat se velikých a těžkých předmětů, jelikož většina zařízení není schopna vytvořit dostatečně veliký odpor, a vytvořit tak dojem nadměrné váhy (Lopes et al., 2017).

4 PROXEMIKA V SOUVISLOSTI S VR

Doposud jsme o avatarech hovořili pouze v souvislosti s jejich tvorbou ve virtuálním prostředí a pohlíželi jsme na ně spíše jako na napodobeninu či reprezentaci našich skutečných těl v umělém digitálním prostředí. Neméně podstatnou roli však v komunikaci hrají avataři i v oblasti proxemiky.

Proxemikou, teritorialitou či **osobním prostorem** myslíme vnímanou vzdálenost nebo určité kontinuum blízkosti/vzdálenosti mezi jedinci či skupinou v dané oblasti (Hecht et al., 2019). Hayduk (1978) vnímá pojem osobní prostor jako oblast, kterou mezi sebou jedinci cíleně udržují a v případě jejího narušení dochází k diskomfortu.

Byť si to možná během našich každodenních aktivit neuvědomujeme, proxemické chování má v našich životech mnoho důležitých funkcí. Zaprvé slouží jako jeden z komunikačních nástrojů pro vzájemné vyhodnocení postavení a vztahů mezi komunikujícími (Hall et al., 1968). Evans (1974, citováno v Bogović et al., 2016) zjišťuje, že pomocí našeho regulačního systému využíváme mezilidskou vzdálenost k tomu, abychom kontrolovali množství přichozích počitků a informací, abychom se tak vyvarovali senzorickému přetížení. Edney et al. (1976) ve svém výzkumu zjistili, teritorialita má především sebezáchovnou funkci, která nás v případě ohrožení drží dále od případných zdrojů nebezpečí, abychom se vyhnuli fyzickým i psychickým hrozbám. Rovněž předpokládají, že vyšší vnímané riziko narušení soukromí, emočního stavu či fyzického stavu souvisí s větší interpersonální vzdáleností pro případný jednodušší únik.

Výzkumy rovněž ukazují, že i duševní poruchy mají vliv na proxemické chování v porovnání se zdravou populací. Ukazuje se, že jedinci s nižším sebevědomím a vyšší mírou úzkosti vyžadují větší míru interpersonální vzdálenosti (Lourenco et al., 2011). Park et al. (2009) ve svém výzkumu zjistili, že také pacienti s diagnostikovanou schizofrenií mají tendenci si udržovat větší odstup od ostatních a jejich oční kontakt a natočení hlavy je při kontaktu s ostatními ve větším úhlu než u zdravé populace.

Proxemiku řadíme do oblasti neverbální komunikace, což znamená, že k ní často dochází zcela spontánně (částečně i nevědomě) bez explicitního záměru, ale přesto zásadně ovlivňuje směr, jakým se konverzace posune a obohacuje ji o další složku (Williamson et al., 2021).

Naše rozhodování o tom, ke komu jsme v prostoru nastaveni zády, na koho směřujeme čelem a jaký prostor si od ostatních udržujeme a k jakým jedincům ve skupině máme tendenci se naopak přibližovat, hraje při navazování kontaktu důležitou roli. Pokud k nám někdo přijde a zeptá se nás na otázku, vědomě i nevědomě v daný moment zohledňujeme, jak daleko by se od nás jedinec měl ideálně nacházet, aby nám zodpovězení otázky bylo příjemné. Pokud se nás bude dotýkat rameny, bude ohrožovat náš bezpečný osobní prostor, ale zároveň pokud na nás promluví z druhého konce ulice, tak neuslyšíme jeho otázku, a proto neexistuje pevně daná komunikační vzdálenost a obě strany při komunikaci neustále vyhodnocují ideální rozestup od komunikačního partnera. Jistě si všichni i bez této teorie uvědomujeme, že máme kolem sebe určitou pomyslnou „bublínu“, do které si nechceme ostatní pustit. Navzdory zažitému termínu „bublína“, který vzbuzuje představu prostoru kulatého tvaru, se odborníci nemohou shodnout, jaký tvar náš osobní prostor vlastně doopravdy má (Hecht et al., 2019).

Pojem proxemika je důležitý koncept nejen v psychologii, ale například i v sociologii, antropologii nebo v oblasti managementu. Jak jsme již ale zmiňovali, virtuální realita je velmi rychle se rozvíjející obor a proxemika je jen jednou z mnoha oblastí, která do něj zapadá a kterou je potřeba v rámci VR zkoumat. Existence nového virtuálního prostoru (respektive celé řady nových virtuálních prostorů) obohatila teritorialitu o zcela novou dimenzi, ve které nehraje roli pouze interakce ve skutečném prostoru, ale i v tomto digitálním. Díky virtuální realitě se jedinci mohou přeneseně „fyzicky“ potkávat⁴, ačkoli jsou všichni rozmístěni na jiných místech, ať už v rámci sousedství, nebo třeba zcela jiné země, což lidem umožňuje potkávat se bez nutnosti cestovat stovky a tisíce kilometrů (Fiedler et al., 2011).

Zmíňme také pandemii Covidu-19, která tuto oblast virtuální komunikace ještě více podpořila a urychlila její vývoj kvůli zavedení tzv. *lockdownů* v mnoha zemích světa. Sociální kontakt je jednou z fundamentálních lidských potřeb, a právě sdílení fyzického prostoru je jeho klíčovou součástí. Zavedení protipandemických opatření však naplnění této potřeby výrazně omezovalo, jelikož se jedinci například nemohli stýkat s ostatními na veřejných místech či se vzájemně ve větším počtu navštěvovat. Napáchané psychické škody, které vznikly omezením této potřeby kontaktu, můžeme dnes pouze odhadovat, nicméně

⁴ Je důležité čtenáři zdůraznit, že fyzicky se jedinci v kyberprostoru nepotkávají, slovem „fyzicky“ myslíme, že se jedinci potkávají pomocí svých reprezentací v novém kyberprostoru, který s tím fyzickým prostředím nemá ve skutečnosti nic společného.

digitální technologie vlivem pandemie několikanásobně získaly na popularitě a do jisté míry pomáhaly negativní vlivy izolace zmírňovat (Barreda-Ángeles & Hartmann, 2022). V souvislosti s pandemií přinesli zajímavé zjištění Shiomi et al., (2022) ohledně přístupu ke kašlajícím jedincům ve VR. Lidé v tomto případě příliš nerozlišují mezi virtuálním prostorem a tím skutečným a stejně jako si lidé udržují zpravidla větší odstup od kašlajících jedinců na veřejnosti, tak si tito jedinci drželi stejný odstup od ostatních i ve VR, což je racionálně samozřejmě nelogické vzhledem k tomu, že bakterie se přes kyberprostor nemohou šířit. Ani v případě, že kašlající avatar nevypadal lidsky, ale měl vzhled robota, nepřineslo významnou změnu.

4.1 Proxemické zóny

Za pravděpodobně největšího průkopníka v oblasti teritoriality a proxemického chování považujeme Edwarda T. Halla, který přišel s první ucelenou teorií proxemiky a podrobněji se jí zabýval napříč americkou populací. Hall si této problematiky začal poprvé všimnout pozorováním teritoriálního chování u zvířat a také v momentě, když vyzoroval, že Američané mají problém si najít komfortní komunikační vzdálenost při kontaktu s lidmi z odlišných kultur (Hall et al., 1968). Hall si tedy uvědomil, že vzdálenost a prostor mají vliv na mezilidské interakce. O proxemice hovoří jako o neverbální a implicitní metodě komunikace (Medeiros et al., 2021).

Hall proxemiku vnímal jako oblast kulturně podmíněných způsobů, jakými lidé využívají mezilidskou vzdálenost od sebe pro vzájemné pochopení a regulování interakcí s ostatními (Greenberg et al., 2011). Hall již tehdy poměrně nadčasově postřehнул, že mnoho lidí během denních činností většinu věcí bere jako samozřejmost, nevnímá spoustu detailů a všimá si pouze konečného důsledku svých motivací a akcí, a proto se ve svém výzkumu proxemiky uchýlil kromě interview a analýzy dokumentů i k metodám pozorování a experimentu, aby dosáhl co nejobjektivnějších zjištění, kterých by rozhovorem s Američany nemohl získat. Díky tomuto komplexnímu sběru dat etabloval Hall svůj pravděpodobně nejvýznamnější koncept, a to **proxemické zóny** (Hall et al., 1968).

Vzdálenost v komunikaci vnímáme a uvažujeme o ní v každodenním životě jako o kontinuální jednotce, která se pohybuje obecně mezi 0–4 metry. Je zpravidla čistě subjektivní a dána i vlivy, jako jsou například kulturní zvyklosti. Koncept proxemických zón však třídí vzdálenost do několika diskretních oblastí, které udávají, jak lidé interpretují vzdálenosti mezi komunikujícími. Řadí sem oblast **veřejnou** (>370 cm), **společenskou** (370

až 120 cm), **osobní** (120 až 45 cm) a **intimní** (do vzdálenosti 45 cm). Z názvu jednotlivých zón už možná lehce vypovídá, že čím menší je vzdálenost, tím více se zvyšují osobní až intimní očekávání jednotlivců během mezilidské interakce. Jedinci průběžně upravují své vzdálenosti tak, aby vyhovovaly sociálnímu kontextu a zároveň se měli na pozoru v případě narušení svých osobních zón ostatními jedinci (tomuto jevu říkáme tzv. *proxemický tanec*). Hall do konceptu kromě osob samotných zahrnul i různé další objekty. Děлил je na tzv. *Fixed features* a *Semi-fixed features* (volně přeloženo jako pevně dané prostředky a částečně dané prostředky). *Fixed features* mohou být například dveře od místnosti nebo vstup do určité oblasti, díky které se lidé samovolně rozmisťují po prostoru. Mezi *Semi-fixed features* řadí např. židle v místnosti, které mohou být orientovány buď směrem k sobě, do řady nebo například od sebe dle aktuální potřeby, aby osoby buď sjednocovaly nebo oddělovaly svým rozložením. Můžeme tedy tvrdit, že kontext sociálních situací má veliký vliv na výsledné proxemické chování. Už samotná lokace ovlivňuje, jaká teritoriální pravidla budou v daný moment využívána. Jinak budou mezi sebou stát komunikující v kavárně a jinak například v knihovně, kde sociální kontakt není tolik vyhledáván (Greenberg et al., 2011; Høgh-Olesen, 2008).

Kusy nábytku však nejsou jedinou složkou, která má vliv na proxemické rozložení jednotlivých oblastí. Tyto proxemické „bubliny“ se mění například vlivem věku, kulturních aspektů, prostředí, specifickým kontextem vztahu dvou či více komunikujících nebo také dle aktuálního emočního naladění (Williamson et al., 2021). Dále je nutné zmínit, že výše popsané proxemické oblasti a jejich konkrétní vzdálenosti platí pouze v případě, že na sebe obě osoby přímo hledí. Pokud je však například jedna osoba bokem, nebo dokonce zády k druhému jedinci v prostoru, vzdálenosti zón se najednou výrazně liší (Hall et al., 1968).

U výše nastíněných kulturních aspektů se zastavme. Již Hall (1966, citováno v Joosse et al., 2014) si při svém výzkumu proxemických zón všiml, že tyto zóny a proxemické chování celkově nejsou napříč kulturami jednotné a liší se na základě nejen národnosti, ale také například i mezi obyvateli měst nebo vesnic. Hall si povšiml, že obyvatelé méně kontaktních zemí, jako například lidé ze severovýchodních zemí nebo USA, mezi sebou udržují větší vzdálenosti než jedinci z kontaktních národů, jako například lidé z Jižní Ameriky nebo jižní Evropy. K podobným zjištěním dospěli například Sussman & Rosenfeld (1982) nebo Remland et al. (1995), jejichž výzkumy rovněž potvrdily, že méně kontaktní národnosti udržují mezi sebou i mezi jedinci z jiných národů rozdílné vzdálenosti. Toto zjištění nás

dovedlo k myšlence našeho výzkumu, zda se tyto proxemické vlastnosti liší analogicky s výše zmíněnými výzkumy i napříč virtuálním a skutečným prostředím.

Například Bogović et al. (2016) zjistili, že pacienti s diagnostikovanou post-traumatickou stresovou poruchou preferují při kontaktu s ostatními větší mezilidskou vzdálenost v porovnání se zdravou populací, a obě tyto skupiny si rovněž v průměru udržují větší odstup od mužů. Můžeme se domnívat, že jde o automatický sebezáchovný mechanismus, kdy jedinci považují osoby za jejich zády automaticky za hrozbu, což v nich rychleji vzbuzuje pocit ohrožení. Nicméně je vhodné zmínit, že zmíněný aspekt rozdílů ve vzdálenosti od mužů vykazuje stejný trend i ve výzkumech u zdravé populace. Hayduk (1978) našel tvrzení podporující vliv pohlaví na interpersonální vzdálenost. Ukazuje se, že muži udržují obecně od sebe i od žen průměrně větší vzdálenost než ženy. Podobnou myšlenku měli i Li et al. (2019a), kteří zkoumali interakce lidí s roboty uvnitř skutečného i virtuálního prostředí. Jejich výzkum odhalil, že lidé si uvnitř VR udržují větší odstup od experimentálního robota oproti skutečnému prostředí.

4.2 Komunikační aspekty proxemiky ve VR

V předchozích kapitolách jsme si vysvětlili, co je to proxemika, jaké má zásady a pravidla v sociálních interakcích, jaké jsou její funkce a jak se může běžně projevat. Pojdme si nyní vysvětlit, jaké jsou aspekty a odlišnosti proxemiky ve virtuální realitě.

Během pobytu ve virtuální realitě, kterou sdílíme rovněž s ostatními, dochází nezdědka k situacím, kdy se v určitém bodě začneme cítit nesví, že nám druhý jedinec narušuje naši virtuální zónu. Proto usiluje každý z nás o určitý vlastní virtuální prostor, který nás odděluje od ostatních, stejně jako ho udržujeme i ve skutečnosti. Můžeme se tedy s velkou mírou jistoty domnívat, že proxemické principy platí i pro virtuální realitu, ačkoli mnoho aspektů tvorby a udržování virtuálního osobního prostoru nám stále zůstává nejasných (Welsch et al., 2021).

Při vstupu do VR aplikace, která je určená pro kontakt s ostatními jedinci ve sdíleném virtuálním prostoru, obvykle uživatel získá kontrolu nad avatarem, který mu tedy psychologicky poskytne kontrolu nad digitální tělesnou podobou. Jak jsme již zmiňovali v předchozích kapitolách, hlavní funkcí avatara je napodobit pocit, že toto virtuální tělo reprezentuje naše skutečné ve VR. V našem kontextu se tomuto fenoménu říká *Sense of Embodiment* (dále *SoE*). Stručně jsme ho vysvětlili v předchozích kapitolách pojednávajících o avatarech, nicméně pro upřesnění je *SoE* dle definice Kilteni et al. (2012)

souhrn počitků vztahujících se k dojmu, že vlastníme, jsme uvnitř a máme kontrolu nad tělem v kontextu virtuální reality.

V případě VR máme oproti realitě neomezené možnosti, co se samotných avatarů i prostoru týče. Avatarem nemusí být pouze lidské tělo, ale cokoli. Avatar může být člověk, zvíře, kus zeleniny, strom nebo například neživé objekty jako stůl či automobil.

Vědomí uživatele, že disponuje touto podobou, může mít vliv na jeho výsledné sociální i proxemické interakce ve virtuální realitě, ale zejména poskytuje zcela novou prožitkovou dimenzi než například při pouhém sledování televizní nebo mobilní obrazovky, jelikož nám avatar propůjčuje dojem, že naše tělo participuje na akcích a rozhodnutích, která ve VR děláme. Z tohoto důvodu někdy například jedinec může pociťovat strach o svoje opravdové tělo při nebezpečí odehrávajícím se ve VR, který by bez svého avatara pravděpodobně neprožíval (Barreda-Ángeles & Hartmann, 2022). Slater et al. (2010) považují přítomnost virtuálního těla v kontextu VR za použití headsetu jako významný faktor nabuzení dojmu pobytu ve virtuálním prostoru. Dále například výzkum Wilcox et al. (2006) tvrdí, že sociální střety či narušení osobního prostoru ve VR jsou prožívány více intenzivně než při stejné situaci promítnuté na obrazovce.

Na rozdíl od poměrně obtížně uchopitelných fenoménů jako jsou imerzivita či *sense of presence* je proxemika ve virtuální realitě vcelku dobře měřitelná. Virtuální realita nám umožňuje tvorbu zcela nových prostředí využitelných pro komunikaci, sociální kontakt a spolupráci. Tyto technologie jsou čím dál více populární díky možnosti práce na dálku, a tím snižování cestovních finančních i časových nákladů. S přibývajícými aplikacemi, zařízeními a novými funkcemi máme více možnosti k pozorování a analyzování interakcí ve VR (Williamson et al., 2021). K měření můžeme využít celou řadu metod, jako jsou například senzory pohybu, zachycování pohybu skrze časové markery, specifické měřicí přístroje umístěné v místnosti, hloubkové senzory, analýza obrazovky či prostředí a mnoho dalšího. Především zmíněné senzory jsou velmi užitečným nástrojem, jelikož mohou přesně zachycovat například pohyby hlavy, rukou, naší aktuální pozici, a to vše umí s nastavitelnou přesností až na milisekundy, a poskytovat nám tím velmi přesné údaje využitelné pro celou řadu výzkumů. Zatím nemáme objektivně nejlepší metodu měření, jelikož každá ze zvolených metod má svá pro a proti. Například každý z výše popsaných způsobů poskytuje jiný výsledný typ dat, každá metoda má odlišnou přesnost, pořizovací náklady, vyžaduje technické znalosti ke kalibraci a volbě konfigurace nebo některá zařízení vyžadují pro

specifické účely dokonce sepsání vlastního programovacího kódu pro správnou funkčnost (Greenberg et al., 2011; Miller et al., 2023).

Navzdory našim snahám je virtuální realita stále pouze virtuální realitou. Usilujeme v ní o co nejdetailnější a nejméně nejpravděpodobnější reprezentaci skutečného fyzického prostoru. Mnoho našich procesů je však nevědomých a naše tělo zpracovává některé informace automaticky bez naší kontroly, a proto si zjednodušeně řečeno nemůžeme být jisti, že naše chápání virtuálního prostoru má stejné předpoklady jako vnímání a porozumění tomu fyzickému. Například můžeme mít naučené, že pokud dáme ruku do ohně, tak nás začne pálit, ale v případě virtuální reality nám tato přírodní fyzická vodítka chybí, a proto může na toto nové prostředí každý reagovat trochu jinak (Williamson et al., 2021).

Např. Hecht et al. (2019) ve svém výzkumu zjistili, že osobní prostor lidé vnímají tím způsobem, že má určitou podobu pomyslného kruhu s obvodem kolem našeho těla, který má ze všech stran vzdálenost zhruba okolo jednoho metru. Rovněž zjistili, že tento kruh lidé kolem sebe utváří i v případě svých avatarů ve virtuální realitě. Zdá se tedy, že i v kontextu osobního prostoru se lidé snaží napodobit stejná pravidla a podmínky, jaké jsou nastavené ve skutečném prostředí.

Dovolujeme si zde však diskutovat o tom, jak jsme naznačili již na začátku této kapitoly, že jelikož ve VR máme neomezené možnosti, co se konkrétní podoby avatara týče, není tedy možné z tohoto důvodu automaticky předpokládat, že osobní prostor bude mít za všech okolností, ve všech typech virtuálního prostředí a za všech sociálních situací podobu výše zmíněného kruhu.

Takahashi et al. (2013) ve svém výzkumu k této problematice odhalili, že obyčejné neživé kužely, které jsou vůči pokusné osobě natočeny specifickým směrem, mohou v jedincích vyvolávat buď pocity sympatií či naopak diskomfortu a ohrožení v závislosti na tom, zda směřují k společnému cíli nebo na pozorovatele.

Software *Mozilla Hubs*, který umožňuje uživatelům tvořit a přizpůsobovat virtuální prostor, neposkytuje zpětnou vazbu při zdánlivém „doteku“ dvou či více uživatelů. Nijak tedy nezabraňuje ani nestimuluje uživatele k udržování osobního prostoru. Pokud by například jeden uživatel běžel a druhý stál naproti němu, běžící uživatel zde může doslova proběhnout druhým uživatelem bez jakékoli odezvy prostředí. Navzdory tomu však Williamson et al. (2021) zjistili, že i v tomto prostředí se jedinci těmito „srážkám“ vyhýbají a mají tendenci od ostatních udržovat určitou vzdálenost.

Nejen uživatelé ve vzájemné interakci hrají roli při výsledné komunikaci, ale i samotná povaha prostředí má vliv na to, jak se v něm jedinci budou chovat. Williamson et al. (2021) ve své studii odhalili, že virtuální prostor působí na formování skupin, sdílenou pozornost i samotný osobní prostor. Konkrétně zjistili, že ve větším prostranství (např. hala nebo otevřené prostranství) dochází k formování skupiny obtížněji, ale na druhou stranu je pro jedince otázka osobního prostoru snazší a více flexibilní, zatímco v menších prostorách jako například v konferenčních místnostech jsou formované skupiny více kohezivní. K tomuto tématu Llobera et al. (2010) zjistili, že čím menší je vzdálenost mezi jedincem a dalším virtuálním participantem, tím dochází u jedince k vyšší fyziologické aktivitě.

Nejen prostředí, ale i emoce zprostředkované technologickými možnostmi virtuální reality mají na výsledné reakce neméně podstatný vliv. Bönsch et al. (2018) zjistili, že účastníci jejich výzkumu si udržují větší odstup od zdánlivě „naštvaných“ virtuálních osob v porovnání s těmi „veselými a spokojenými“.

Rovněž demografické i kulturní hledisko je nutné zahrnout mezi faktory, které mohou mít vliv na výsledné mezilidské interakce. Je důležité si uvědomit, že VR je prostředí, ve kterém mohou být uživatelé zcela anonymní a setkávat se s lidmi na druhém konci naší planety, které doposud nikdy nepotkali, což znamená, že se zde lidé mohou chovat výrazně jinak, než jak by se standardně chovali mimo VR (Charness et al., 2007). Již v předchozích odstavcích jsme zmiňovali, že některé kultury si od sebe udržují obecně větší vzdálenost než jiné, a proto se můžeme domnívat, že se tento faktor promítne i ve VR. Otázka pohlaví je však stále nejasná. Některé výzkumy (Bailenson et al., 2001; Rapuano et al., 2020) potvrzují vliv pohlaví na mezilidskou vzdálenost ve VR, zatímco například Friedman et al. (2007) tuto hypotézu nepotvrzují.

Dalším velkým okruhem, jenž může do velké míry ovlivňovat chování v rámci mezilidských interakcí, je jejich osobnost. Je samozřejmost, že někteří jedinci se dobrovolně a rádi socializují s ostatními, zatímco jiní preferují vykonávání činností o samotě a zajímají se více například o neživé věci. Tento faktor do svého výzkumu zahrnuli Takayama et al. (2009) a během experimentu zabývajícím se interakcí člověka s robotem zjistili, že osobnostní dimenze v rámci modelu *Big Five* mají statisticky významný vliv na výslednou vzdálenost participanta od robota. Dále zjistili, že participanté vnímali i výšku robota jako jeho podstatný faktor. Vyšší robot jim připadal jako více schopný a autoritativní, a proto účastníci výzkumu preferovali spíše méně vysoké roboty.

Je tedy patrné, že v oblasti proxemiky a osobního prostoru máme ve virtuální realitě stále mnoho proměnných, slepých míst a otazníků, které je potřeba odhalit, abychom byli dostatečně schopní popsat, jaké faktory mají na proxemické chování ve virtuální realitě vliv a které tolik ne.

4.3 Technické souvislosti proxemického zpracování ve VR

V průběhu naší teoretické části jsme zmínili již mnoho faktorů, které přispívají nebo naopak škodí celkové míře imerzivity uživatele pohybujícího se ve VR, ale považujeme za důležité se v kontextu proxemiky pozastavit u tematiky zorného pole.

Zorné pole můžeme jednoduše definovat jako oblast, která je pozorovatelná pomocí našich očí nebo skrze jiné optické zařízení jako např. dalekohled (nebo v našem případě VR headset). Jedná se o rozsah konkrétní oblasti ve vertikálním, horizontálním i diagonálním směru, kterou zařízení nebo naše oči umí zachytit. Hovoříme o rozloze plochy, do které proudí v jeden okamžik světlo a kterou aktuálně pozorujeme, tedy laicky řečeno: čím je větší zorné pole, tím větší plochu obrazu vidíme. Tento pojem hraje klíčovou roli v optice, a tím pádem v oblastech jako např. fotografování, filmovém průmyslu či v námi rozebírané technologii virtuální reality (Awati, 2022).

Člověk získává nejvíce informací o okolním prostředí právě díky zraku (Buser & Imbert, 1992). Tato naše vrozená schopnost poskytuje VR technologiím klíčovou výhodu oproti jiným obrazovým médiím v tom, že disponuje schopností nápodoby prostorového vidění díky stereoskopickému zobrazení, jenž je klíčovou složkou pro tvorbu imerze (Shao et al., 2012). Pro navození dostatečné imerzivity je rovněž klíčové, aby se zorné pole HMD zařízení přibližovalo co nejvíce našemu skutečnému zornému poli, ačkoli se tento požadavek výrobcům VR headsetů stále úplně nedaří technicky naplnit. Výzkumy totiž ukazují, že užší zorné pole headsetu ovlivňuje naše prostorové vnímání, a objekty se nám tak zdají blíže, než doopravdy jsou (Alfano & Michel, 1990; Chamilothoni et al., 2018).

Obrázek 5: Ilustrační schéma komponentů HMD Oculus Rift s vysvětlivkami



Zdroj: Nagamura, 2023

Na zpracování správného zorného pole se u headsetů podílí například velikost displeje, velikost čoček a vzdálenost těchto čoček od lidských očí nebo i to, jak jsou čočky kolem jednotlivých očí zakřiveny (Fischer, 1997, citováno v Arthur, 2000). Zvětšení zorného pole vyžaduje zvětšení čoček, které analogicky vyžaduje větší plochu displeje. Právě tohle je jedna z oblastí, která výrobcům headsetů dělá dodnes největší problém. Zvětšení čoček má totiž za následek vyšší výslednou cenu headsetu a rovněž přidává HMD na váze, a proto se výrobci snaží o určitou rovnováhu mezi náklady a výsledným efektem. S postupujícími roky se však zlepšuje i technologie HMD a headsety jsou čím dál lehčí navzdory zvětšujícím se parametrům displeje (Awati, 2022).

Jak ale napodobíme a věrně přeneseme skutečný svět do toho virtuálního, aby pro nás ve VR okolí působilo věrohodně a v podobném měřítku, jako jsme zvyklí koukat na skutečný svět? Odpověď je komplexní a podílí se na ní mnohem více faktorů než jen samotná velikost a rozlišení displeje headsetu. Headset musí umožňovat již zmíněné stereoskopické vidění, musí přesně a v reálném čase sledovat pohyby hlavy uživatele, předměty ve VR se musí řídit stejnými optickými pravidly, jaké vnímáme ve skutečnosti (objekt umístěné dále musí být například menší než bližší objekt apod.) a uživatelovo tělo musí být stejně či podobně velké jako jeho vlastní (Shao et al., 2012). Promítané virtuální tělo uživatele má

nemalý vliv na sebepercepci a vnímání ostatních v komunikaci s nimi. Pokud uživatel vidí své vlastní tělo při vyhodnocování okolního prostoru, má toto tělo vliv na prostorovou percepci a posuzování velikosti objektů (Rock & Harris, 1967).

VÝZKUMNÁ ČÁST

5 VÝZKUMNÝ PROBLÉM

V minulých kapitolách naší teoretické části jsme se seznámili s tím, co přesně myslíme pod pojmem virtuální realita, jakými možnostmi dnes v oblasti tvorby a zpracování virtuální reality disponujeme, ale zejména co uživatel běžně prožívá a jak vnímá okolní dění uvnitř tohoto specifického prostředí nejen v interakci jedinec-prostředí, ale i jedinec-jedinec.

Virtuální realita se v průběhu času stává čím dál populárnějším odvětvím. Shodou náhod je tomu v době psaní tohoto textu pouze necelý měsíc od vydání oficiálně prvního headsetu firmy Apple, která patří mezi největší technologické průkopníky na světě, ačkoli bychom v kontextu našeho textu o zařízení Apple Vision Pro hovořili spíše jako o AR headsetu vzhledem k tomu, že se toto zařízení prezentuje jako „*3D spatial computing device*“, neboli volně přeloženo jako zařízení zpracovávající 3D prostorový obraz (Apple Vision Pro, 2024). To stejné platí pro společnost Meta, která zhruba před půl rokem, tedy v říjnu roku 2023, vydala již svůj třetí standalone VR headset nesoucí název *Meta Quest 3* (Meta, 2024). Znovu si připomeňme základní pravidlo, při kterém platí, že čím snáze a plynuleji reaguje uživatel na VR zařízení, které recipročně reaguje zpětně na uživatele a promítá mu obraz v závislosti na jeho rozhodnutích, tím se jedinec více cítí skutečně přítomen uvnitř virtuálního prostředí (Riva et al., 2018).

S postupujícím rozvojem možností v oblastech softwarového a hardwarového zpracování, které přispívají k prohlubování úrovně imerzivity, dochází také k výraznému zlepšení potenciálu pro dosažení vyššího stupně pocitu přítomnosti (*Sense of Presence*), pocitu ztělesnění (*Embodiment*) a vzájemné přítomnosti (*Copresence*; Slater, 2018; Riva et al., 2016, citováno v Riva et al., 2018; Wilcox et al., 2006). Tyto faktory mají značný dopad na kvalitu uživatelského prožitku ve virtuální realitě, což představuje klíčový element pro efektivní interakci a imerzi uživatele v daném virtuálním prostředí.

Mnohé prvky virtuální reality a designu headsetů lze cíleně koncipovat s ohledem na dosažení specifických uživatelských cílů a uspokojení očekávaných potřeb spojených s používáním těchto zařízení a virtuálních prostředí. Avšak podobně jako v reálném světě, ani v kontextu virtuální reality není možné mít absolutní kontrolu nad všemi aspekty, a existují elementy, které nelze úmyslně navrhnout nebo ovlivnit. Tento poznatek nás vedl k zájmu o prozkoumání méně probádané a často přehlížené oblasti, konkrétně proxemického

aspektu neverbální komunikace ve virtuální realitě. Tato složka, kterou tvůrci headsetů i uživatelé často opomíjí a neuvědomují si ji, představuje jeden z klíčových faktorů během interakcí a komunikace uvnitř virtuálních světů. K této základní myšlence a následné tvorbě našeho experimentu nás původně přivedl výzkum Li et al. (2019a), ve kterém autoři zkoumali způsob interakce člověka s robotem v reálném i virtuálním prostředí a zjistili, že za některých konkrétních podmínek dochází v obou typech prostředí k rozdílům, konkrétně že lidé si udržují od robota uvnitř virtuální reality větší odstup než od skutečného. Dále jsme se rozhodli využít a ověřit poznatky Hayduka (1978), který odhalil několik zdrojů pro podporu tvrzení, že muži obecně udržují od obou pohlaví větší interpersonální vzdálenost oproti ženám.

Jako další významný faktor nás zajímá osobnost participantů. Na základě tvrzení autorů Takayama et al. (2009), kteří podporují významnou souvislost mezi dimenzemi osobnostního modelu Big Five a následnou interpersonální vzdáleností jsme se rozhodli ověřit, zda dimenze extroverze (kterou považujeme v rámci proxemiky za nejvíce relevantní) má vliv na výslednou vzdálenost napříč skutečným i virtuálním prostředím. V rámci této studie byl rovněž identifikován významný vliv výšky robota na určování interpersonální vzdálenosti v experimentálním prostředí. Přestože se primární zaměření autorů týkalo dimenze výšky samotného robota, v našem zájmu je naopak zkoumání efektu výšky účastníků v kontextu daného experimentu.

V nadcházejících kapitolách si detailně popíšeme, jakým způsobem jsme se rozhodli naše výzkumné otázky ověřit. Rovněž si rozebereme výsledky našeho výzkumu. Ten se zabývá faktory ovlivňujícími proxemickou složku neverbální komunikace. Konkrétně nás zajímá souvislost mezi typem experimentálního prostředí, pohlavím účastníků, jejich výškou, mírou jejich prožívané imerzivity a osobnostními charakteristikami účastníků experimentu.

6 TYP VÝZKUMU A JEHO METODOLOGIE

Poté, co jsme se seznámili s výzkumnými problémy našeho výzkumu a jeho hypotézami, čtenáři podrobně popíšeme, pro jaký typ výzkumu jsme se rozhodli a přiblížíme, jaké konkrétní postupy a metody byly aplikovány pro získávání a vyhodnocování dat. Dále popíšeme charakteristiky výzkumného souboru, z něhož jsme data shromáždili a objasníme, na základě jakých kritérií jsme účastníky vybrali pro účely našeho výzkumu. Na závěr této kapitoly si popíšeme i etické aspekty spojené s výzkumem, které jsme museli zohlednit.

6.1 Experiment

Vzhledem k povaze výzkumné problematiky a našich cílů jsme se rozhodli využít experimentálního designu, konkrétně **vnitrosubjektového posttest-only designu**. Z důvodu možného efektu vícenásobného testování jsme se rozhodli využít vyvažování našich dvou podmínek měření. Z tohoto důvodu tedy v našem experimentálním designu máme 1 skupinu respondentů, která se liší na základě randomizovaného pořadí měření, a to buď v reálných nebo virtuálních podmínkách, jak si přiblížíme ještě více v nadcházející kapitole o metodologii našeho experimentu.

6.2 Metodologie výzkumu

V této kapitole si podrobně vysvětlíme, jak jsme postupovali při plánování a tvorbě našeho experimentu, jakým způsobem probíhal, a jaký typ dat jsme následně jeho provedením získali.

6.2.1 Prostředí

Jelikož je k provedení experimentu nutná moderní technologie virtuální reality, tím myslíme headset **HTC Vive Pro 2** napojený na stolní počítač, který je dostatečně výkonný pro jeho optimální fungování a který je pro nás dostupný pouze v psychologické laboratoři na Katedře psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, musel být i samotný experiment realizován konkrétně v této místnosti.

Psychologická laboratoř je specifická hned z několika důvodů. Prvním z nich je lokalita této místnosti, která se nachází v jiném křídle katedry, než ve kterém se pohybují

studenti a většina personálu, tím pádem je odhlučněné prostředí vhodné pro realizaci experimentů.

Druhou specifičností je absence oken, a tím pádem absence přístupu denního světla. Z tohoto důvodu jsou v místnosti nainstalována na stropě světelná zařízení vybavena funkcí umožňující regulaci intenzity osvětlení, což umožňuje výzkumníkům přizpůsobit intenzitu světla dle aktuálních potřeb výzkumu či preferencí. Vizuální stránka provedení experimentu je jednou z klíčových komponent tohoto experimentu, a proto musela být při každém jeho provedení s respondentem nastavena jednotná intenzita osvětlení, aby respondenti podstoupili experimentální šetření za stejných podmínek.

Třetí specifičností je konkrétní provozní řád laboratoře, kterého jsme se během pobytu v laboratoři museli řídit. Provozní řád je v této místnosti důležitý, protože se v místnosti nachází mnoho nákladných výzkumných zařízení, která jsou napájena elektřinou a je potřeba dodržovat bezpečnostní podmínky, abychom předešli případnému poškození či dokonce zničení těchto vědeckých zařízení. Ze specifičností řádu jmenujme například vypnutí veškerých elektronických zařízení při odchodu a jejich odpojení z napájení z důvodu prevence rizika vzniku požáru, nebo také vypnutí veškerých mobilních zařízení v blízkém okolí EKG zařízení, které se v laboratoři rovněž nachází.

Před zahájením experimentu byl v laboratoři zapnut stolní počítač napojený na headset *HTC Vive Pro 2*, na něm spuštěna aplikace *Steam* a *SteamVR* (nejen že je tato aplikace nutná pro správné fungování headsetu, ale díky ní se také pro headset kalibruje rozložení laboratorní místnosti, které si podrobně popíšeme níže v nadcházejících podkapitolách). Další využívanou aplikací v experimentu byla aplikace *theBlu* a námi vytvořená aplikace speciálně pro účely našeho experimentu nesoucí název *VR Experiment*. Kromě samotného headsetu byly zapnuty rovněž i dva *HTC Vive* ovladače simulující uživatelovy ruce uvnitř VR prostředí. Ovladače byly rovněž nutné pro ovládání aplikace *theBlu*. Jedním z dalších kroků bylo nezbytné zapojení dvou tzv. *motion tracking* zařízení do elektrického napájení. Tato zařízení, která vypadají jako dvě malé černé krabičky, jsou položena na specificky zvolených místech v laboratoři (na vrchu skříně nacházející se hned vedle vchodových dveří a na protější skříně zhruba uprostřed místnosti), a slouží ke sledování a správnému zachycování pozice headsetu, díky čemuž se uživatel s nasazeným headsetem může pohybovat po místnosti a jeho pozice se v reálném čase mění i ve virtuální realitě. Kromě tohoto stolního počítače byl využit i jeden z počítačů na protější straně místnosti, na kterém byl spuštěný závěrečný dotazník pro respondenty (dotazník je na vyžádání dostupný

u výzkumníka). Oba stolní počítače byly připojeny k internetu z důvodu případného aktualizování všech aplikací i headsetu v případě nutnosti a také pro celkově optimální fungování veškerých aplikací.

6.2.2 Rozhraní editoru Unity

Klíčovou složkou experimentu byl výběr virtuálního prostředí, které by vyhovovalo výzkumným cílům a dodrželo veškeré námi stanovené podmínky. Těmito podmínkami bylo vytvořit prostředí, které:

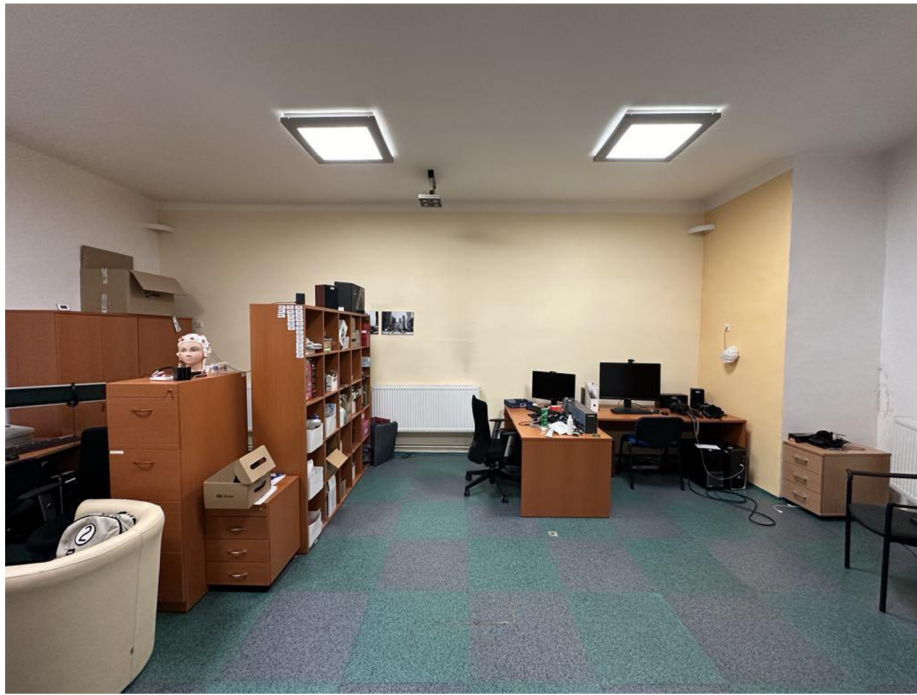
- Je věrohodné a přesvědčivě reprezentující skutečnou místnost laboratoře na Katedře psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého z důvodu vyvolání dostatečně silného pocitu imerzivity.
- Je kompatibilní pro headset *HTC Vive Pro 2*, který má katedra k dispozici. Kompatibilitou myslíme podmínku, aby headset dokázal v prostředí vykonávat funkce, které po něm požadujeme. Konkrétně jsme požadovali, aby uživatel mohl uvnitř tohoto prostředí headset správně ovládat, tedy otáčet hlavou, pohybovat ovladači a správně se pohybovat v prostoru.
- Umožňuje zahrnout do prostoru tzv. **agenta**. Agentem v kontextu našeho výzkumu myslíme polo autonomní entitu napodobující člověka (jiného, než je sám uživatel) uvnitř virtuálního prostředí, která vykonává námi navrženou akci (Hashemi-Pour, 2023).
- Umožňuje sledovat a následně vygenerovat podrobný soupis souřadnic pohybu headsetu v námi stanoveném prostoru z důvodu přesného číselného měření pohybů respondenta ve virtuálním prostředí.

Z těchto důvodů jsme se proto rozhodli pro tvorbu experimentálního prostředí přes **Unity Editor**. *Unity Editor* je nástroj vytvořený především pro vývoj her a interaktivních obsahů, který umožňuje tvůrcům vytvářet 2D nebo v našem případě i 3D projekty pro celou řadu platforem, tedy nejen pro *Windows*, ale například i pro operační systémy *IOS* či *Android* nebo herní konzole jako například *Playstation* a podobně. Rozhraní *Unity* je rovněž vhodné i z toho důvodu, že umožňuje tvorbu her a aplikací nejen pro běžné počítačové a mobilní systémy, ale právě i pro technologie virtuální a rozšířené reality.

Výše jsme si nastínili, o jaký typ prostředí jsme v našem experimentu při jeho tvorbě usilovali. Prvotním a hlavním úkolem bylo tedy vytvořit prostředí, které věrohodně

napodobuje místnost laboratoře. Na obrázku 8 a obrázku 9 je možné vidět, jak konkrétně náš finální „produkt“ vypadal s porovnáním skutečného prostředí na obrázku 6 a obrázku 7, které představují řadu fotografií pořízených během tvorby našeho VR prostředí.

Obrázek 6: Fotografie laboratoře z pohledu účastníka během experimentu



Obrázek 7: Fotografie laboratoře při pohledu na zadní stěnu místnosti



Obrázek 8: Kopie místnosti laboratoře z pohledu účastníka během experimentu uvnitř editoru Unity



Obrázek 9: Kopie místnosti laboratoře při pohledu na zadní stěnu místnosti uvnitř editoru Unity



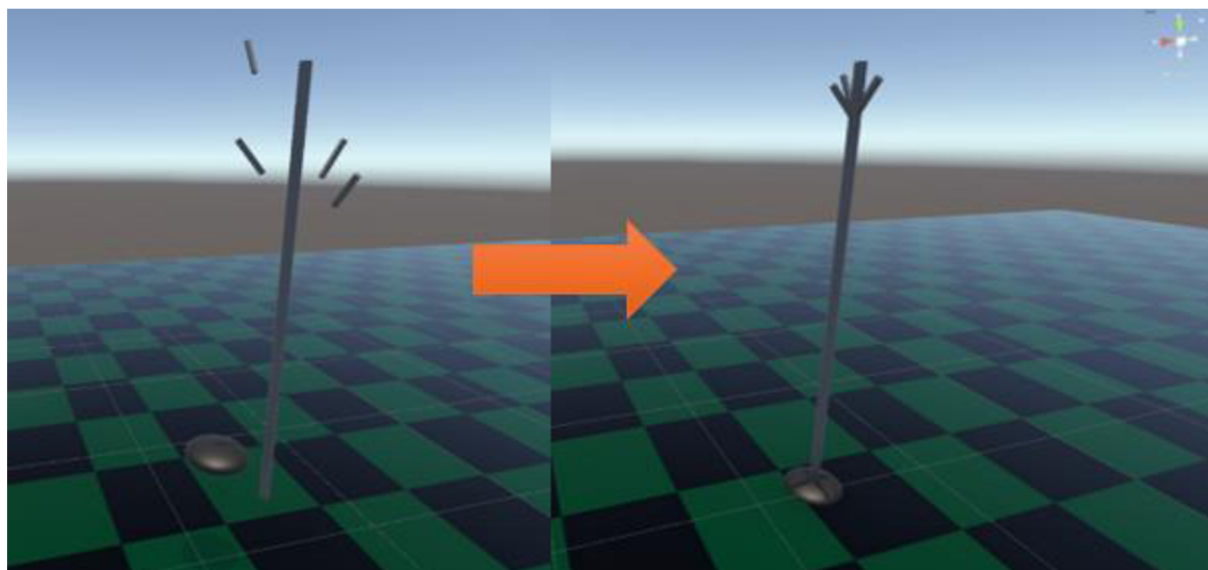
Velmi důležitým aspektem, na který je nutné si dát pozor, byl správný poměr velikosti skutečného a virtuálního prostředí. *Unity Editor* neposkytuje žádné explicitní informace o měřítkách či konkrétních jednotkách délky, výšky ani šířky objektů uvnitř editoru. Klíčová pro tvorbu prostředí tedy byla znalost, že každý **tovární** umístitelný objekt (tím myslíme vyvinutý přímo tvůrci *Unity*) má předem dané vlastnosti, které je pro účely projektu možné upravovat a specifikovat pro naše potřeby. Mezi tyto vlastnosti patří například barva objektu, jeho materiál, váha simulující fyzikální chování uvnitř světa a mnoho dalšího. Pro nás byl důležitou vlastností především tzv. *Scale*. *Scale* značí určitou

velikost/měřítko objektu v rámci jeho tří os, a to osy X, Y a Z (X značí délku, Y výšku a Z šířku). Toto platí pouze pro 3D objekty, neboť 2D objekty by pochopitelně mohly disponovat pouze velikostmi v rámci osy X a Y. Nejdůležitějším faktem však je informace, že jakýkoli tovární objekt umístěný uvnitř virtuálního světa, který má délku osy X rovnou například číslu 1, má přeneseně ve skutečném světě délku rovnou jednomu metru. Analogicky s tím je například objekt, jehož osa Y je rovna číslu 3, přesně 3 metry vysoký. Tovární objekty odlišuji v této podkapitole explicitně z toho důvodu, že toto pravidlo o velikosti herních objektů neplatí pro objekty vytvořené mimo *Unity editor*. Pokud by byl do světa vložen herní objekt od třetí osoby (například dveře), mohou tyto dveře v herním světě vypadat při základním nastavení jako zcela miniaturní, nebo naopak jako gigantické dveře mnohonásobně větší než celá místnost. Tyto rozdílné poměry velikostí je při jejich využití nutné sladit s velikostí továrních objektů.

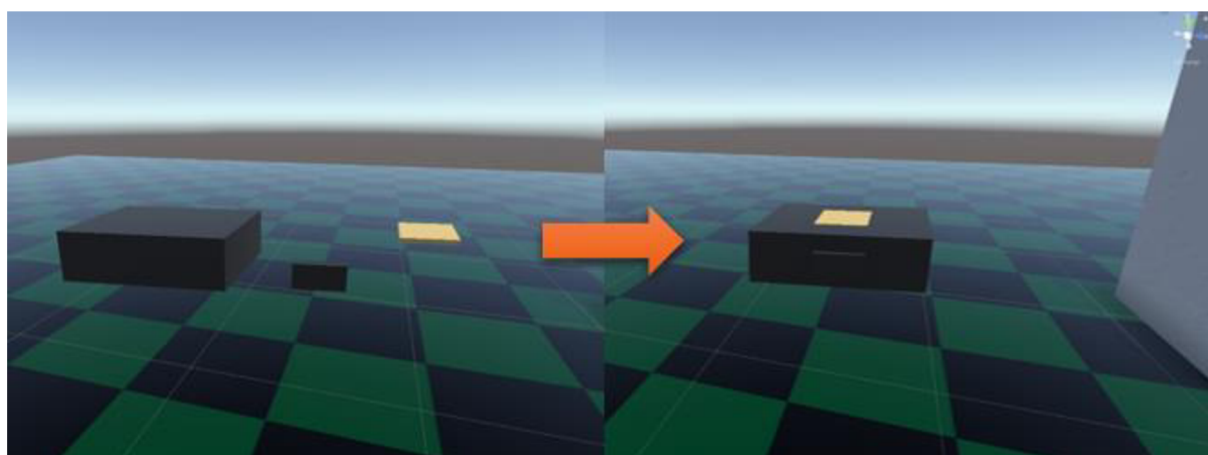
Díky této znalosti jsme tedy nejprve uvnitř skutečné laboratoře pečlivě změřili délku, výšku a šířku prakticky všech objektů uvnitř místnosti. Postupovali jsme od základních rozměrů místnosti, tedy kolik metrů dlouhé jsou stěny, pod jakým jsou úhlem, a jak vysoká celá místnost je. Poté jsme změřili rozměry všech důležitých a velkých kusů nábytku, a na závěr jsme změřili i některé méně podstatné objekty jako například počítačové klávesnice, úhlopříčky monitorů nebo reproduktory.

Když jsme zjistili rozměry objektů uvnitř skutečné laboratoře, nechybělo nám nic k tomu vytvořit věrohodnou napodobeninu této místnosti v editoru *Unity*. Stěny místnosti byly vytvořeny pomocí továrních objektů (konkrétně krychlí se specificky upravenými rozměry), díky čemuž jsme si byli jistí, že místnost velikostně odpovídá originálu. Poté jsme stěnám přidali textury, které co nejvíce napodobují skutečný vzhled stěn uvnitř laboratoře. V momentě, když jsme vytvořili základní půdorys místnosti, jsme začali s umístováním nábytku. Zde začala být práce složitější, jelikož jsme si museli modely nábytku vytvářet buď sami, a to složením několika různých továrních objektů dohromady, jako například věšák, reproduktory či kufřík s cedulkou ležící na jednom ze stolů (postup tvorby některých objektů je vyobrazen níže na obrázku 10 a obrázku 11 pod tímto odstavcem). Druhou variantou bylo nalézt a obstarat si předem vytvořené modely od jiných tvůrců obsahu, jelikož bychom některé takto detailní objekty nikdy nebyli schopni sami vytvořit. Mezi tyto externí objekty patří například monitory počítačů, skříně či kancelářské židle.

Obrázek 10: Postup tvorby předmětu „věšák na oblečení“ z vícero továrních objektů editoru Unity



Obrázek 11: Postup tvorby předmětu „kufřík popsany cedulkou“ z vícero továrních objektů editoru Unity



Nakonec byla celá místnost i se spoustou detailů kompletně zhotovena, aby odpovídala věrohodné kopii originální laboratoře. Tím jsme nicméně splnili pouze jednu z našich čtyř podmínek. Dále jsme museli našemu světu naprogramovat funkce, díky kterým se uživatel mohl ve světě pohybovat a dívat kolem sebe pomocí našeho headsetu. Vzhledem k tématu našeho výzkumu považujeme za nepodstatné do detailu popisovat, jaké technické kroky jsme k tomuto účelu museli podniknout, ale zmiňme, které funkce musely být do světa přidány, aby vše fungovalo dle našeho plánu. Zprvce musel být uživatel schopný otáčet hlavou, a tím i svým pohledem ve světě VR pro případ, že by si chtěl místnost či agenta blíže prohlédnout bez jakéhokoli narušení míry imerzivity. Zadruhé měl uživatel ve VR pomocí obou ovladačů naprogramované i simulované pohyby rukou. Nejen že se ovladače hýbaly stejně, jako uživatel hýbal svými rukama, ale ovladače měly dokonce také vzhled lidských

rukou. Tyto ruce měly při zmáčknutí tlačítka ze spodní strany ovladače namodelovaný pohyb prstů dlaně viz obrázek 12, z důvodu navození co největšího pocitu imerzivity. Participantům jsme během experimentu nicméně nesdělili, že mají tuto možnost ruce ovládat, jelikož by to pro uživatele, kteří během našeho experimentu měli headset na hlavě úplně poprvé, mohlo být příliš složité a matoucí na pochopení. Pokud byl však participant zvědavý a tuto funkci sám odhalil, domníváme se, že to napomohlo zvýšení pocitu imerzivity daného participanta uvnitř VR. Poslední klíčovou vlastností světa byl zpracovaný pohyb po prostoru pomocí pohybu nasazeného headsetu. Tedy pokud se například headset přesunul o jeden metr kupředu, posunul se o jeden metr vpřed v reálném čase i uživatel uvnitř VR.

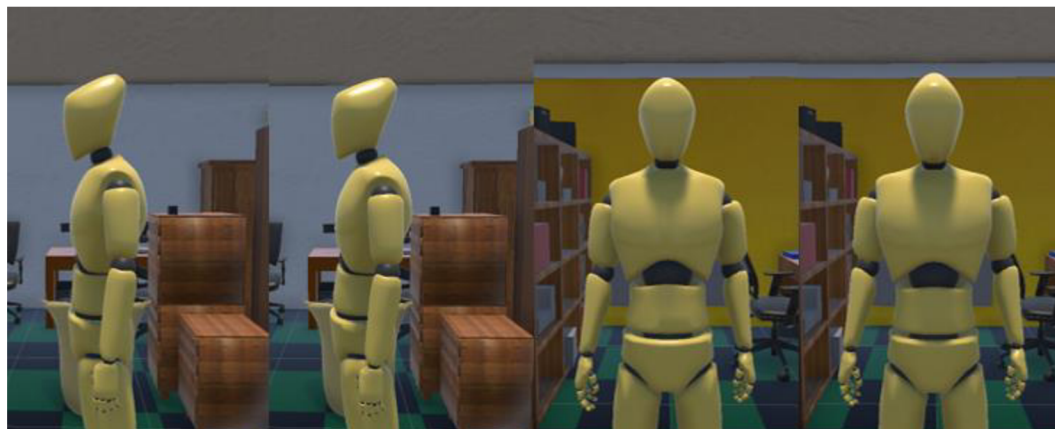
Obrázek 12: Podoba ovladačů uvnitř VR a namodelované stisknutí prstů k sobě na pravé ruce v porovnání s neutrální polohou levé ruky



Těmito funkcemi jsme splnili druhou podmínku našeho prostředí. Třetí podmínkou bylo umístění agenta do námi vytvořeného světa. Výběr konkrétního agenta byl velmi důležitý pro účely našeho experimentu z několika důvodů. V našem experimentu jsme hledali model humanoidního agenta z důvodu námi stanoveného výzkumného tématu. Dále jsme uvažovali nad pohlavím agenta. Jelikož byl výzkumník provádějící experiment muž, musel být pro dodržení co největší podoby skutečného prostředí agent rovněž mužského pohlaví. Zároveň jsme si však nebyli jistí, zda by dané pohlaví agenta nemělo vliv například na respondenty ženského pohlaví, a proto jsme se nakonec rozhodli najít model agenta, který nereprezentuje ani muže, ani ženu, aby byly podmínky co nejvíce objektivní. Z důvodu vyrovnaných podmínek experimentu jsme však výšku agenta přizpůsobili výšce výzkumníka, aby tento aspekt rovněž co nejméně ovlivnil získaná data. Dalším faktorem,

který bylo potřeba zohlednit, bylo chování agenta. Člověk během komunikace s ostatními nikdy není zcela statický a vždy se alespoň lehce hýbe, a proto jsme se museli postarat o to, aby ani agent nebyl zcela statický, podobně jako neživý objekt, jelikož by tento vzhled agenta nepůsobil věrohodně. Rozhodli jsme se mu tedy dát takovou animaci, při které stojí na místě a pouze zlehka a pomalu dýchá, jak je znázorněno na obrázku 13 níže. Tím jsme mu pomyslně dali určitou „*lidskou duši*“.

Obrázek 13: Zobrazení animace dýchání agenta



Poslední podmínkou, kterou bylo nutné splnit, je mít spolehlivý prostředek měření pohybu headsetu uvnitř virtuálního prostředí. Této funkce jsme dosáhli sepsáním poměrně prostého a krátkého skriptu v programovacím jazyce *C# (C-sharp)*, který je přednastavený v rámci *Unity editoru*. Skript je navržený tak, aby s každým spuštěním naší aplikace *VR Experiment* vytvořil textový soubor do složky „*VR logs*“ uvnitř souboru „*stažené soubory*“. Pokud by soubor „*VR logs*“ neexistoval (v případě, že by šlo například o první spuštění na daném počítači), tak se sám vygeneruje a následně do něj textové soubory průběžně ukládá. Skript zaznamenává několikrát za sekundu pohyb headsetu v podobě souřadnic na ose X, Y a Z během spuštění aplikace. V případě, že by aplikace nedetekovala spuštěný headset, napíše textový soubor chybovou hlášku „*VR headset not present or not running*“. V textovém souboru je lokace headsetu vypsána v podobě souřadnic všech os s přesností na centimetry viz obrázek 14. Po ukončení aplikace se do výše zmíněné složky vygeneruje textový soubor pojmenovaný po konkrétním čase spuštění aplikace, díky čemuž od sebe lze oddělit jednotlivé respondenty. Námí použitý skript v konkrétní podobě je pro zájemce dostupný v Příloze práce číslo 4.

Obrázek 14: Ilustrační podoba textového souboru souřadnic vygenerovaného skriptem

```
Headset Position: (-0.02, 1.67, 1.14)
Headset Position: (-0.01, 1.67, 1.15)
Headset Position: (-0.01, 1.67, 1.15)
Headset Position: (-0.01, 1.67, 1.15)
Headset Position: (-0.01, 1.67, 1.16)
```

6.2.3 Rozhraní softwaru SteamVR a kalibrace místnosti

Poté, co jsme otestovali námi vytvořenou aplikaci, ji bylo nutné přizpůsobit konkrétnímu headsetu v laboratoři pro podmínky našeho experimentu. Aplikace měla předem nastavený startovní bod, ve kterém se uživatel objeví při jejím spuštění. Tento startovní bod však v realitě odpovídá středu skutečné místnosti v závislosti na tom, jak je místnost nakalibrována přes software headsetu. Software, který headset *HTC Vive Pro 2* využívá, se nazývá *SteamVR*. Tento software detekuje, kdy je headset zapnutý, zda jsou zapnuté ovladače a také výše zmíněná *Motion tracking* zařízení. Díky němu rovněž veškeré funkce headsetu správně fungují.

Tento aspekt kalibrace místnosti pro nás však znamenal, že aby se uživatel při spuštění aplikace zjevil uvnitř VR vždy na stejném jednotném startovním bodě, musel stát ve skutečnosti rovněž na předem daném konkrétním místě, které nekorespondovalo s bodem ve skutečné laboratoři. Tento fakt nám však nevadil, jelikož jsme mohli respondenta s nasazeným headsetem vždy nastavit na stejnou startovní značku, aniž by věděl, kde se uvnitř laboratoře doopravdy nachází. Je pochopitelné, že nejlogičtější způsobem by bylo nakalibrovat místnost tak, aby uživatel začal ve VR i ve skutečnosti na stejném startovním bodě. Toto však vzhledem k povaze místnosti nebylo kvůli překážejícímu nábytku a nedostatku prostoru možné. Proto jsme se rozhodli nakalibrovat místnost na jiný bod v místnosti, na který jsme poté nasměrovali všechny respondenty, zatímco měli nasazený headset.

Proces kalibrace místnosti pomocí softwaru *SteamVR* s využitím headsetu *HTC Vive Pro 2* probíhal v těchto krocích:

1. Vytvořit kolem sebe v určité oblasti dostatek prostoru.
2. Zapnout a umístit ovladače společně s headsetem na místo, kde je *motion tracking* zařízení mohou spatřit.
3. Postavit se doprostřed vyklizeného prostoru, ukázat ovladačem na monitor a zmáčknout a držet tlačítko ukazováčkem.

4. Pro změření výšky podlahy místnosti umístit oba ovladače na podlahu a na počítači zmáčknout tlačítko „*kalibrovat podlahu*“.
5. Pro změření hranic prostoru pro hraní zmáčknout a držet tlačítko ukazováčkem po celou dobu a nakreslit pomyslnou čáru kolem celého obvodu hratelné plochy.

Tím, že jsme místnost úspěšně nakalibrovali, jsme odhalili správný počáteční bod při spuštění aplikace. Tento bod jsme si uvnitř skutečné laboratoře následně označili lepící páskou na podlaze místnosti. Pro správnou realizaci experimentu za jednotných podmínek bylo klíčové, aby měl headset po celé období sběru dat ponechanou tuto specifickou kalibraci místnosti.

6.2.4 Prostředí aplikace theBlu

Aplikace *theBlu* je produktem vývojářského studia *Wevr*. Jak firma uvádí na své propagační stránce, jedná se o hluboce imerzivní zkušenost zpracovanou formou překrásných podvodních okamžiků naplno využívajících veškerých výhod virtuální reality. Úvodní díl této aplikace, nesoucí v překladu název „*setkání s velrybou*“, patří stále mezi nejznámější herní okamžiky v oblasti VR. V této krátké virtuální „*exkurzi*“ podvodním světem se uživatel ocitá na dně oceánu na vraku lodi, kde po chvíli rozkoukávání dostane možnost spatřit Plejtváka obrovského z blízké vzdálenosti (Rowell).

Díky tomuto rychle navozenému a intenzivnímu prvotnímu prožitku s virtuální realitou, který aplikace v uživateli vzbuzuje, jsme se rozhodli tuto aplikaci využít jako určitou zácvkovou aktivitu pro respondenty, než jsme je vystavili našemu experimentálnímu šetření. Smysl tohoto zácviku spočíval v rychlém seznámení respondenta s možnostmi virtuální reality a s ovládacími prvky headsetu, který respondent bude potřebovat pro splnění instrukce experimentálního designu. Naprostá většina respondentů s virtuální realitou neměla žádné předchozí zkušenosti, a proto bylo pro experiment nutné, aby si tuto technologii všichni účastníci předem vyzkoušeli a neseznamovali se s technologií až během samotného šetření, kdy jsme od nich vyžadovali určitý výkon.

Aplikace je pro zácvik vhodná z toho důvodu, že od respondentů během scény „*setkání s velrybou*“ prakticky nic nevyžaduje. Tato konkrétní herní scéna je zpracována formou interaktivního „*filmu*“, ve kterém jedinci sice mohou provádět určité akce, byť velmi omezené a spíše symbolického charakteru. Po dobu zhruba jedné minuty se uživatelé aplikace mohou dívat kolem sebe na stále stejně probíhající mořskou scénérii a je pouze na nich, zda se rozhodnou v prostředí například pohybovat, prohlížet si své virtuální ruce či

snažit se s okolními rybami jakkoli interagovat. Je tedy pouze na respondentovi, zda v něm zácviková aplikace probudí pocity zvědavosti a vybudí ho k akci, nebo zda se respondent rozhodne scénérii pouze pasivně zhlédnout.

6.2.5 Průběh experimentu

Ještě předtím, než bylo možné experiment s respondenty v daný den uspořádat, bylo nutné provést v místnosti laboratoře několik úprav. Nejprve musel výzkumník zapnout jak počítač spárovaný s headsetem, tak i druhý na protější straně místnosti, na kterém byl respondentům předložen souhrnný dotazník. Následně výzkumník vždy nanečisto spuštěním experimentální aplikace ověřil, že je headset správně nakalibrovaný a během následujících dnů nedošlo k žádným změnám v rámci rozhraní headsetu (například vlivem nečekaných aktualizací). Poté výzkumník vždy přizpůsobil nábytek v místnosti tak, aby odpovídal replice místnosti ve VR. Jednalo se pouze o drobné úpravy nábytku, jako například vyklizení prostoru uprostřed laboratoře, kde se respondent během experimentu bude nejvíce pohybovat, nebo přesunutí drobných předmětů jako např. klávesnic od počítačů či kancelářských židlí na stejná místa dle VR repliky. V případě potřeby výzkumník zapojil před sběrem dat bezdrátové ovladače do napájecích adaptérů, aby se během experimentu respondentům ovladače neodpojily a nepřestaly fungovat, což by narušilo průběh a jednotné podmínky experimentu.

Po úvodních přípravách byl participant v prostorách vrátnice Katedry psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci vyzvednut výzkumníkem, odkud ho přivedl do laboratoře v areálu katedry. Po uvítání účastníkovi výzkumník popsal, čeho se experiment přesně týká a instruoval ho, jak bude celý experiment probíhat. Respondentovi bylo předem sděleno, že experiment bude trvat zhruba 20 až 30 minut. Následně byl participantovi předložen informovaný souhlas (dostupný v Příloze č. 3).

Pokud respondent neměl k úvodním instrukcím dotazy, přešel výzkumník rovnou k zácvikové části. V této chvíli výzkumník poprvé nasadil respondentovi na hlavu VR headset. Výzkumník si ústním dotazováním respondenta vždy ověřil, že respondentovi headset na hlavě příjemně sedí, nikde ho neškrábe a že prostředí headsetu vidí ostře. Ostrost vidění si výzkumník ověřil tím, že se respondenta zeptal, co je uvnitř VR světa napsané na zdi naproti němu (respondent se bez jakékoli zapnuté aplikace nachází uvnitř domácí obrazovky, která je zpracována formou obývacího pokoje uvnitř smyšleného domu, který má na zdech napsané názvy aplikací a nastavení systému). Pokud respondentovi headset

zcela nepasoval, provedl výzkumník různé úpravy formou utážení či povolení headsetu z různých stran, dokud se respondent necítil s nasazeným headsetem komfortně. Následně výzkumník respondentovi do obou dlaní pomalu vložil oba herní ovladače. Po těchto úvodních úpravách výzkumník zapnul zácvikovou aplikaci *theBlu* a instruoval participanta, ať zmáčkne tlačítko na svém ukazováčku, zatímco jedním z ovladačů ukazuje na výše zmíněnou úroveň „*setkání s velrybou*“. Tímto procesem se participantovi spustila výše popsaná podmořská minutová scéna a výzkumník volně respondenta instruoval v tom, co ho během této scény průběžně potká a co má očekávat.

Po odehrání celé scény se výzkumník participanta dotázal, zda nepocítuje symptomy bolesti hlavy, pálení očí, pocity nevolnosti či zmatení z důvodu případného odhalení symptomů tzv. *cybersickness*. Pokud účastník žádné z těchto symptomů nepocítil, přešel výzkumník k experimentálnímu šetření. V případě, že by se u participanta jakýkoli z výše popsaných symptomů vyskytl, experiment by byl tímto přerušen a hlavní prioritou by bylo odstranění těchto symptomů, čemuž by dopomohlo poskytnout účastníkovi lahev vody, usadit ho do pohodlného křesla či případně zmírnit v místnosti intenzitu osvětlení. Naštěstí se u žádného respondenta symptomy *cybersickness* nevyskytly.

Zde se průběh experimentu dělil do dvou různých skupin dle pořadí provedení experimentálních podmínek. **Skupina A** nejprve prošla experimentálním šetřením uvnitř virtuální reality a poté ve skutečném prostředí, zatímco **skupina B** si headset po zácviku sundala, provedla šetření uvnitř skutečného prostředí laboratoře, poté jim byl headset znovu nasazen, a šetření následně proběhlo uvnitř virtuálního prostředí laboratoře.

Průběh experimentálního šetření probíhal napříč oběma typy prostředí identicky. Výzkumník a participant se postavili naproti sobě na vyznačená místa na podlaze místnosti. V tento moment výzkumník sdělil participantovi instrukci. Instrukce byla všem respondentům zadána v totožném znění, aby byly podmínky experimentu co nejvíce vyrovnány napříč všemi respondenty. Instrukce zněla následovně: „*Až budete chtít, přibližujte se pomalu směrem ke mně a zastavte se v bodě, kdy Vám vzdálenost ode mě/od virtuální postavy přestane být nadále komfortní.*“ Po zastavení byla respondentům v obou typech prostředí změřena ušlá vzdálenost a zapsána do záznamového archu. Uvnitř virtuálního prostředí se respondent přibližoval namísto k respondentovi k výše zmíněnému agentovi. V momentě, kdy se respondent rozhodl zastavit uvnitř aplikace *VR experiment*, měření ušlé vzdálenosti nebylo nutné a k měření stačilo pouze aplikaci vypnout, čímž se vygeneroval textový soubor s přesně vypsányými souřadnicemi headsetu v centimetrech.

Po provedení obou měření výzkumník respondentovi poděkoval za spolupráci a požádal ho o vyplnění dotazníku na druhém počítači v laboratoři. Během tohoto období výzkumník průběžně očistil headset či případně dobíjel herní ovladače. Po vyplnění dotazníku výzkumník znovu poděkoval participantovi za jeho účast na experimentu, symbolicky ho odměnil sladkostmi a v případě jakýchkoli budoucích dotazů mu poskytl kontaktní e-mailovou adresu. Než se výzkumník s participantem rozloučili, dotázal se výzkumník znovu na případné symptomy *cybersickness* pro ujištění, že experiment účastníkovi nezpůsobil žádnou újmu.

Seznam veškerých úkonů, které výzkumník krok za krokem postupně plnil pro dosažení co nejvíce identických podmínek experimentu, měl výzkumník vytištěný u sebe v podobě zaškrťovacího seznamu (viz Příloha č. 5).

6.3 Testové metody

Testové metody, které jsme zvolili pro tento experiment, měly za úkol změřit vyvolanou míru imerzivity jednotlivých účastníků experimentu a míru osobnostního rysu extraverte. Pětifaktorový osobnostní dotazník NEO měří více osobnostních faktorů, nicméně pro nás byl důležitý pouze tento jediný faktor, a proto jsme ostatní faktory nevyhodnocovali.

6.3.1 Dotazník IPQ

Dotazník IPQ (*Igroup Presence Questionnaire*) neboli volně přeloženo jako *dotazník prožitku přítomnosti* je škála pro měření subjektivního pocitu přítomnosti, který je prožíván během pobytu uvnitř virtuálního prostředí. Jedná se o dotazník o 14 položkách likertova typu, které mají rozpětí od 0 do 6 bodů. Dotazník byl původně zkonstruován v němčině, kde byl ověřen a rozeslán celkem 500 respondentům, nicméně v současnosti je přeložen i do angličtiny a holandštiny (Schubert et al., 2016). Nově je nyní přeložen také do češtiny díky Zielina et al. (2023). Právě tuto verzi jsme v našem experimentu použili. Považujeme za důležité zmínit, že jsme tuto metodu byli nuceni vyhodnotit dle instrukcí pro anglickou verzi metody. Struktura položek se napříč překlady neliší, nicméně rozdílné je jejich konkrétní znění. Z tohoto důvodu nepovažujeme naše naměřená data této metody za oficiálně verifikována.

Autoři Schubert et al. (2016) vnímají pocit přítomnosti jako subjektivní pocit pobytu uvnitř virtuální reality, přičemž kladou důraz na rozdíl mezi navozeným subjektivním

pocitem imerzivity uživatele a objektivními možnostmi dané technologie ponořit uživatele do prostředí.

Dotazník IPQ má celkem 3 subškály a jednu obecnou položku, která nepatří do žádné ze subškál. Tyto tři subškály byly vytvořeny pomocí analýzy hlavních komponent a je možné je považovat za poměrně nezávislé faktory. Těmito třemi faktory jsou:

- prostorová přítomnost (*Spatial Presence*), neboli pocit fyzické přítomnosti uvnitř virtuálního prostředí
- míra zapojení (*Involvement*), tedy míra pozornosti, kterou uživatel věnuje virtuálnímu prostředí a míra pocitu zapojení uživatele do prostředí
- prožitý dojem realističnosti (*Experienced Realism*), čímž je myšlena subjektivní míra pocitu skutečnosti okolního virtuálního prostředí (Schubert et al., 2016).

Jediná položka nezapadající ani do jedné ze subškál se týká obecného pocitu, že se uživatel nachází uvnitř prostředí. Tato položka významně sytí všechny tři výše zmíněné faktory, zejména prostorovou přítomnost (Schubert et al., 2016).

6.3.2 NEO Pětifaktorový osobnostní inventář

McCrae a Costa (1996) jsou autory dnes jednoho z nejpopulárnějších pojetí osobnosti. Jsou to autoři, kteří zastávají jedno z hlavních stanovisek v pohledu na osobnost, že každého jedince je možné popsat na základě míry několika základních rysů. Pomocí lexikální studie, která zkoumala slova vhodná k popisu psychických vlastností, vznikl v České republice překlad pěti základních faktorů osobnosti. Těmito faktory jsou extraverte, neuroticismus, přívětivost, svědomitost a otevřenost vůči zkušenosti (Hřebíčková & Urbánek, 2001).

Dotazník se skládá celkem ze 60 položek, které jsou formulovány jako tvrzení o vyplňujícím respondentovi. Dotazník obsahuje i reverzní položky. Respondent má v instrukcích za úkol na škále od 0 do 4 zaškrtnout, jak moc respondenta dané tvrzení vystihuje. Pro každou dimenzi odpovídá 12 položek (Hřebíčková & Urbánek, 2001).

Námi zkoumaná míra extraverte je v kontextu této metody chápána jako osobnostní charakteristika popisující, jak často a s jakou kvalitou se jedinec zapojuje do mezilidských interakcí. Jde o určitou tendenci k aktivizaci a potřebu stimulace. Jedinci skórující vysoko v této oblasti jsou více hovorní, pozitivní, orientovaní směrem k lidem a častěji mezilidské

interakce zahajují. Naopak lidé s nízkým skórem v této dimenzi se více uzavírají, tolik se neprojeví a jsou spíše orientováni směrem k činnostem (Hřebíčková & Urbánek, 2001).

6.4 Formulace hypotéz ke statistickému testování

Na základě výše popsanému výzkumnému cíli a metodologii výzkumu stanovujeme tyto konkrétní hypotézy:

- **H1:** Respondenti udržují významně větší rozstup od agenta uvnitř virtuálního prostředí oproti situaci ve skutečném prostředí.
- **H2:** Respondenti s vyšší dosaženou mírou imerzivity na škále IPQ dosahují významně menších rozdílů ve vzdálenosti napříč oběma typy prostředí.
- **H3:** Muži ve skutečném prostředí udržují od výzkumníka významně větší rozstup než ženy.
- **H3a:** Muži uvnitř virtuálního prostředí udržují od agenta významně větší rozstup než ženy.
- **H4:** Respondenti s menší tělesnou výškou udržují od výzkumníka ve skutečném prostředí významně větší rozstup.
- **H4a:** Respondenti s menší tělesnou výškou udržují od agenta uvnitř virtuálního prostředí významně větší rozstup.
- **H5:** Respondenti s vyšší mírou extraverze udržují významně menší rozstup od výzkumníka ve skutečném prostředí.
- **H5a:** Respondenti s vyšší mírou extraverze udržují významně menší rozstup od agenta uvnitř virtuálního prostředí.

7 SBĚR DAT A VÝZKUMNÝ SOUBOR

Poté, co jsme si vysvětlili, jakým způsobem jsme experiment zamýšleli a navrhli, si v této kapitole popíšeme, jak samotný sběr dat probíhal.

Sběr dat se odehrál v letním semestru akademického roku 2023/2024 na přelomu února a března. Jak jsme popsali v předchozí kapitole, celý experiment se odehrál na půdě Katedry psychologie Filozofické fakultě Univerzity Palackého v Olomouci.

Experiment byl propagován především přes sociální sítě, případně díky doporučením experimentu formou vybudované sítě participantů. Do různých komunit na sociální síti *Facebook* (konkrétně do ročníkových skupin Katedry psychologie, do skupiny Filozofické fakulty Univerzity Palackého a do celouniverzitní skupiny) byl přidán příspěvek o možnosti zúčastnit se experimentu týkající se komunikace uvnitř Virtuální reality. V propagačním příspěvku bylo zmíněno, že se jedná o experiment uvnitř virtuální reality, díky čemuž budou mít participanté možnost si virtuální headset vyzkoušet. Dále byli předem informováni o délce trvání experimentu. Na konci zprávy byl zmíněn kontakt na výzkumníka, kterého potenciální účastníci experimentu v případě zájmu mohou kontaktovat.

S participanty, kteří se výzkumníkovi ozvali a projevíli zájem o účasti na experimentu, byl následně individuálně dohodnut konkrétní termín. Experimentální šetření probíhalo v datu od 26. března do 8. února 2024, což představovalo období dvou pracovních týdnů. Experiment se nicméně konal pouze 8 dní ze zmíněného období z důvodu časové vyčerpání výzkumníka. Jakmile se výzkumník s participantem dohodl na přesném termínu, vyhradil si výzkumník v daném čase 30 minut času ve svém harmonogramu pro konkrétní experimentální šetření ve svém harmonogramu. Každého účastníka den před jeho konkrétním termínem výzkumník kontaktoval krátkou informační zprávou, zda s zítřejším termínem experimentu počítá. Výzkumník zde poskytl účastníkům své telefonní číslo pro případ, kdyby na obou stranách došlo k nečekaným změnám. Výzkumník rovněž ve zprávě znovu připomenul, jak dlouho bude odhadem experiment trvat a na jaké místo se má účastník dostavit.

Vzhledem k povaze experimentu nebylo potřeba mít stanoveno příliš vylučovacích kritérií pro účastníky. Sháněli jsme mladou populaci lidí ve věkovém rozmezí 20-30 let. Pro zajištění maximální reprezentativnosti a rovnováhy výzkumného vzorku jsme usilovali co

nejvíce o ideální vyvážení zastoupení obou pohlaví. V rámci výběrového procesu byl kladen hlavní důraz na selekci uchazečů, kteří buďto dosud nezažili zkušenost s použitím VR headsetu, nebo jejich zkušenost s touto technologií zůstávala na úrovni začátečníka, s minimálním počtem předchozích interakcí. Tento přístup byl zvolen s cílem zajistit, že výzkum bude probíhat s osobami, pro které bude zkušenost s virtuální realitou nová nebo téměř neznámá z důvodu prožívané imerzivity, jelikož se v souvislosti s tvrzením Slatera & Wilbura (1997) domníváme, že by pravidelní uživatelé VR byli „otupělí“ vůči přichozím podnětům, tím pádem by jim virtuální experimentální prostředí nepřípadalo nadále nové a unikátní, což by mohlo negativně zkreslit sesbíraná data. Druhým nezbytným vylučovacím kritériem je přítomnost tzv. *cybersickness*, kterou jsme popsali v teoretické části, neboť by participant nebyl schopný experimentální šetření v pořádku dokončit a hrozila by mu fyzická či psychická újma.

Výzkumný vzorek primárně sestával ze studentů Univerzity Palackého v Olomouci a byl doplněn o omezený počet účastníků z řad mimoakademické veřejnosti, který nicméně odpovídal stanoveným věkovým a dalším kritériím pro zahrnutí do experimentu. Proces výběru byl založen na nepravděpodobnostních metodách výběru, a to konkrétně pomocí samovýběru a metody sněhové koule. Výsledný soubor je tvořen celkem 36 účastníky. Podrobné rozdělení účastníků zobrazuje Tabulka 1 níže.

Tabulka 1: *Popisné údaje dle rozdělení respondentů na základě věku a pohlaví*

Skupina respondentů	Počet	Průměr	SD	Minimum	Maximum
Muži	14	23,64	2,34	21	29
Ženy	22	22,73	1,2	20	25
Celkový soubor	36	23,08	1,76	20	29

7.1 Pilotní studie

Než bylo možné provést oficiální experimentální šetření, musela být provedena pilotní studie, díky které jsme ověřili, že námi navržený postup funguje bez komplikací. Postupy, které jsme ověřovali, spočívaly zejména v kontrole fungování veškerých technických zařízení (tedy obou počítačů, headsetu, správné kalibrace místnosti, funkčnosti a dostatečné kapacity baterie v ovladačích a nastavení jednotné míry osvětlení laboratoře) a správném instruování účastníků. Pilotní studie proběhla pro oba typy pořadí experimentálních šetření.

Jelikož během pilotní studie nedošlo k žádným komplikacím a experiment nebylo nutné následně jakkoli upravovat, rozhodli jsme se tato nasbíraná data zařadit do celkového souboru.

7.2 Etické náležitosti experimentu

Vzhledem k povaze experimentu bylo nutné dbát zvýšené opatrnosti v některých okolnostech výzkumného šetření. Již ve fázi propagace experimentu byli potenciální účastníci informováni o tom, na jakém místě se experiment odehrává a jak dlouho bude experiment zhruba trvat. Rovněž byli účastníci předem informováni o faktoru virtuální reality, do které se participanté během experimentu dostanou. O této skutečnosti bylo nutné účastníky informovat ihned pro případ, že by někdo měl například v historii negativní zkušenosti s VR headsetem. Rovněž bylo nutné účastníkům sdělit základní téma výzkumu.

Ve fázi propagace tohoto výzkumu byl experiment prezentován pod neutrálním názvem „*Výzkum komunikace v prostředí virtuální reality*“, aby se minimalizovalo riziko předběžného ovlivnění respondentů a zachovala objektivní hodnota získaných dat. Detailní informace o zkoumané proxemické složce komunikace byly účastníkům sděleny až v průběhu experimentu. Tento postup měl za cíl nejen ochránit integritu výzkumných výsledků, ale také předejít možnému negativnímu psychickému vlivu na potenciální účastníky s predispozicemi k sociálním fobiím nebo jiným relevantním psychickým obtížím, které by mohly být experimentem nepříznivě ovlivněny. Téma komunikace a mezilidské interakce tedy bylo nastíněno účastníkům ihned ještě před učiněným rozhodnutím se zúčastnit, aby se případní jedinci náchylní k psychické újmě zúčastnili experimentu výhradně dobrovolně s vědomím možné vyvolané zátěže.

Před zahájením experimentu byla podstata výzkumu a jeho průběh účastníkům podrobně vysvětlen. Po sdělení instrukcí měli účastníci možnost se kdykoli na cokoli zeptat. Následně participanté obdrželi informovaný souhlas, který vysvětloval, co diplomová práce zkoumá a jak dlouho bude experiment trvat. V souhlasu bylo explicitně zvýrazněno, že účastník má právo kdykoli a bez udání důvodu z experimentu odstoupit bez jakýchkoli následků. Rovněž byl účastník v souhlasu varován, že dlouhodobější užívání VR headsetu může způsobovat symptomy bolesti hlavy, pálení očí, nevolnost či v extrémním případě dezorientaci, a proto pokud se u nich jakýkoli ze symptomů během experimentu objeví, měli by tuto skutečnost neprodleně výzkumníkovi ohlásit. Účastníci byli rovněž informováni, že

data získaná během experimentu budou již v procesu práce s daty anonymizována a ve výsledcích výzkumu nikde nezazní jejich osobní údaje.

Po skončení experimentu byli účastníci symbolicky odměněni sladkostí. O odměně předem nevěděli. Vzhledem k potenciálnímu riziku vzniku nevolnosti u účastníků během experimentálního šetření bylo zavedeno opatření, při kterém se výzkumník v závěru experimentu systematicky dotazoval účastníků na přítomnost specifických symptomů. Tento krok byl aplikován jako preventivní opatření ke kontrole a zaznamenání případných nepříjemných vedlejších účinků spojených s využíváním VR headsetu, s cílem zajistit bezpečnost účastníků a přesnost výzkumných dat.

8 PRÁCE S DATY A JEJICH STATISTICKÁ ANALÝZA

V této části si popíšeme, jak jsme získaná data zpracovali, analyzovali a k jakým výsledkům jsme nakonec dospěli.

Veškerá získaná data od našich respondentů ($n=36$) jsme z papírových záznamových archů převedli do elektronické podoby v programu Microsoft Excel. Jednalo se zejména o pohlaví, konverzi naměřených ušlých vzdáleností na metrické rozestupy mezi subjekty, a nakonec jsme zaznamenali tělesné výšky respondentů. Tabulky v nadcházejících kapitolách byly rovněž zkonstruovány pomocí zmíněného programu. Co se námi použitých metod týče, vyhodnocení v případě metody NEO pětifaktorového osobnostního inventáře jsme provedli pomocí sečtení veškerých tvrzení, které jsou zkonstruovány formou položek Likertova typu, a následně je převedli do percentilových hodnot. Jelikož škála IPQ není standardizovaná, získali jsme z ní výsledky pouze v podobě hrubých skóre dle anglických instrukcí metody.

Druhým klíčovým programem, díky kterému jsme provedli analýzu získaných dat a ověřili statistické hypotézy, byla TIBSCO Statistica verze 14.0.0.15 (TIBCO Software Inc., 2020). V našem souboru získaných dat se nikde nevyskytla žádná chybějící data v podobě vynechaných odpovědí, a proto nebylo nutné využít žádnou z forem korekce dat při chybějících hodnotách. Mezi statistické testy, které jsme se rozhodli využít, patří t-test pro jeden výběr, test Pearsonova korelačního koeficientu, test Spearmanova korelačního koeficientu a Welchův test.

8.1 Výsledky statistických testů

V této kapitole si popíšeme výsledky námi zvolených statistických testů pro dané hypotézy. Na úvod představujeme základní deskriptivní ukazatele námi získaných dat využitých pro ověření platnosti hypotéz (viz Tabulka 2). U každé proměnné zmiňujeme průměrnou naměřenou hodnotu (M), její směrodatnou odchylku (SD), medián (Mdn), minimální a maximální naměřenou hodnotu. Zmíněná tabulka je vypočítána na datech celého výzkumného souboru u všech proměnných, tedy ($n=36$).

Tabulka 2: *Popisné ukazatele naměřených hodnot výzkumného souboru*

Proměnná	M	Mdn	Minimum	Maximum	SD
Výška (v cm)	171,83	170,00	155	199	9,76
NEO - dimenze extraverte	56,56	54,00	1	99	31,05
IPQ - imerzivita	50,86	51,00	28	71	10,97
Rozestup v realitě (v cm)	34,53	34,50	5	71	19,23
Rozestup uvnitř VR (v cm)	52,03	48,50	1	116	28,87
Rozdíly rozestupů (v cm)	24,89	22,00	3	69	16,72

Nyní si systematicky představíme námi zjištěné výsledky testování jednotlivých statistických hypotéz pro logické a postupné pochopení statistických závěrů. Pro každou provedenou statistickou analýzu dané hypotézy detailně specifikujeme klíčové parametry v rámci použitého testu.

První jednostrannou hypotézu (**H1:** *Respondenti udržují významně větší rozestup od agenta uvnitř virtuálního prostředí oproti situaci ve skutečném prostředí.*) jsme ověřili pomocí t-testu pro jeden výběr. Rovněž jsme potvrdili předpoklad normálního rozdělení použitím Shapirova-Wilkova testu, který splnil hodnotou testu $W = 0,97$; $p = 0,57$ podmínku o normálním rozdělení při p -hodnotě $> 0,05$. V hypotéze srovnáváme proměnnou „rozestup uvnitř VR“ s proměnnou „rozestup v realitě“. Obě proměnné představují číselné hodnoty naměřených vzdáleností mezi subjekty v centimetrech. Průměrné hodnoty, mediány a směrodatné odchylky těchto proměnných jsou dostupné v Tabulce 2 výše. Výsledky testu jsou následující: rozdíl mezi průměry byl $-17,5$ ($SD = 24,53$); $t(35) = -4,28$ naznačuje, že pozorovaný průměr je statisticky významně nižší než průměr porovnávané skupiny uvnitř VR při ($p < .001$).

Naměřené rozdíly v rozestupech se významně liší předpokládaným směrem a výsledky považujeme za statisticky významné.

Druhá hypotéza (**H2:** *Respondenti s vyšší dosaženou mírou imerzivity na škále IPQ dosahují významně menších rozdílů ve vzdálenosti napříč oběma typy prostředí.*) zahrnuje proměnné „IPQ-imerzivita“ a „rozdíly rozestupů“. Vzhledem k povaze proměnných a předpokladu normálního rozdělení jsme se tuto jednostrannou hypotézu rozhodli ověřit pomocí testu Pearsonova korelačního koeficientu, jehož výsledky jsou: $r = -0,07$; $p = 0,33$; $t(34) = -0,44$; $R^2 = 0,01$.

Získané hodnoty nám ukazují, že se jedná o zanedbatelný vztah v negativním směru a nalezené vztahy nemůžeme považovat za statisticky významné.

Nadcházející dvě hypotézy (**H3**: *Muži ve skutečném prostředí udržují od výzkumníka významně větší rozestup než ženy.*; **H3a**: *Muži uvnitř virtuálního prostředí udržují od agenta významně větší rozestup než ženy.*) se snaží najít jednostranný vliv proměnné „pohlaví“ u mužů (M = 32,14; SD = 20,68; pro ženy M = 36,05; SD = 18,58) na proměnné „rozestup v realitě“ a „rozestup uvnitř VR“. Obě hypotézy jsme ověřili Welchovým testem, jelikož u nich nepředpokládáme splnění podmínky stejných rozptylů u obou skupin. Výsledky tohoto testu pro obě hypotézy uvádí Tabulka 3.

Tabulka 3: *Výsledky Welchova testu pro hypotézy H3 a H3a*

Welchův test pro hypotézy:	t	p	d
H3	(25,61) = 0,59	0,71	0,2
H3a	(29,67) = 2,65	0,99	0,9

Výsledky naznačují pro obě hypotézy opačný trend, než byl předpokládáný a v případě **H3** se neprojevil významný efekt. U hypotézy **H3a** byl prokázán na základě Cohenova d středně silný efekt.

Hypotézy **H4** (*Respondenti s menší tělesnou výškou udržují od výzkumníka ve skutečném prostředí významně větší rozestup.*) a **H4a** (*Respondenti s menší tělesnou výškou udržují od agenta uvnitř virtuálního prostředí významně větší rozestup.*) pojednávají o jednostranném vlivu proměnné „Výška“ na již výše zmíněné proměnné „rozestup v realitě“ a „rozestup uvnitř VR“. Obě tyto hypotézy jsme ověřovali pomocí testu Pearsonova korelačního koeficientu. Výsledky obou provedení testu popisuje Tabulka 4.

Tabulka 4: *Výsledky testu Pearsonova korelačního koeficientu pro hypotézy H4 a H4a*

Vztah proměnných:	r	t(34)	p	R ²
Tělesná výška a reálný rozestup	-0,07	-0,41	0,34	0,01
Tělesná výška a rozestup uvnitř VR	-0,35	-2,16	0,02	0,12

Výsledky naznačují, že pro hypotézu **H4** platí zanedbatelný vztah, který není statisticky významný. Nicméně hypotéza **H4a** prokázala středně silný vztah (při zachování arbitrární hranice $r < 0,5$), který je statisticky signifikantní.

Pro naše zbývající dvě hypotézy (**H5**: *Respondenti s vyšší mírou extravertze udržují významně menší rozestup od výzkumníka ve skutečném prostředí.*; **H5a**: *Respondenti s vyšší mírou extravertze udržují významně menší rozestup od agenta uvnitř virtuálního prostředí.*) jsme pro ověření platnosti obou jednostranných hypotéz použili test Spearmanova

korelačního koeficientu, jelikož získané hodnoty proměnné „*NEO – dimenze extraverte*“ jsou ve formě vypočítaných percentilů a zároveň tato proměnná nevykazovala po vizuální inspekci kvantilového grafu známky normálního rozdělení. Vztah jsme tedy porovnávali s touto proměnnou a analogicky s předchozími hypotézami s proměnnými „*rozestup v realitě*“ a „*rozestup uvnitř VR*“. Výsledky testu pro obě hypotézy prezentujeme v Tabulce 5.

Tabulka 5: *Výsledky testu Spearmanova korelačního koeficientu pro hypotézy H5 a H5a*

Vztah proměnných:	r_s	t(34)	p
Dimenze extraverte a reálný rozestup	-0,11	-0,63	0,27
Dimenze extraverte a rozestup uvnitř VR	-0,13	-0,74	0,23

V obou případech můžeme pozorovat slabý vztah (dle arbitrární hranice $r < 0,3$), který však dosahuje prahové hodnoty, pod kterou bychom jej mohli stanovit jako zanedbatelný (při $r < 0,1$). Obě korelace jsou záporné, tedy v námi předpokládaném směru, nicméně s výše zmíněnými p-hodnotami tyto získané výsledky nemůžeme považovat za statisticky významné.

8.1.1 Shrnutí výsledků ověření platnosti statistických hypotéz

V této podkapitole si v rámci jasně strukturovaného přehledu zrekapitulujeme, k jakým výsledkům jsme v rámci testování našich hypotéz dospěli.

H1: Respondenti udržují významně větší rozestup od agenta uvnitř virtuálního prostředí oproti situaci ve skutečném prostředí.

Statisticky významný rozdíl v rozestupech mezi agentem byl v porovnání se situací ve skutečném prostředí prokázán, a proto **nulovou hypotézu zamítáme** a **alternativní hypotézu přijímáme**.

H2: Respondenti s vyšší dosaženou mírou imerzivity na škále IPQ dosahují významně menších rozdílů ve vzdálenosti napříč oběma typy prostředí.

Statisticky signifikantní vztah mezi vyššími hodnotami na škále IPQ a rozdíly napříč vzdálenostmi nebyl prokázán, a proto **nulovou hypotézu nezamítáme** a **alternativní hypotézu nepřijímáme**.

H3: Muži ve skutečném prostředí udržují od výzkumníka významně větší rozestup než ženy.

Rozdíl mezi mužským pohlavím a naměřeným rozestupem v rámci skutečného prostředí nebyl nijak statisticky významně prokázán, a proto **nulovou hypotézu nezamítáme a alternativní hypotézu nepřijímáme.**

H3a: Muži uvnitř virtuálního prostředí udržují od agenta významně větší rozestup než ženy.

Ani statisticky významný rozdíl mezi mužským pohlavím a vzdálenostmi naměřenými uvnitř virtuálního prostředí nebyl prokázán, a proto tuto **nulovou hypotézu nezamítáme a alternativní hypotézu nepřijímáme.**

H4: Respondenti s menší tělesnou výškou udržují od výzkumníka ve skutečném prostředí významně větší rozestup.

Rozestupy v rámci skutečného prostředí se u respondentů s menší tělesnou výškou významně nelišily, a z tohoto důvodu **nulovou hypotézu nezamítáme. Alternativní hypotézu nepřijímáme.**

H4a: Respondenti s menší tělesnou výškou udržují od agenta uvnitř virtuálního prostředí významně větší rozestup.

Mezi respondenti s menší tělesnou výškou a jejich rozestupy uvnitř virtuálního prostředí jsme odhalili statisticky signifikantní středně silný korelační vztah v negativním směru, a proto **nulovou hypotézu zamítáme a alternativní hypotézu přijímáme.**

H5: Respondenti s vyšší mírou extraverze udržují významně menší rozestup od výzkumníka ve skutečném prostředí.

Mezi respondenty s vyšší mírou extraverze byl nalezen pouze slabý korelační vztah, který však není signifikantní v souvislosti s menšími rozestupy v rámci skutečného prostředí, a proto **nulovou hypotézu nezamítáme a alternativní hypotézu nepřijímáme.**

H5a: Respondenti s vyšší mírou extraverze udržují významně menší rozestup od agenta uvnitř virtuálního prostředí.

Ani respondenti s vyšší mírou extraverze v rámci virtuálního prostředí neprokazují signifikantní vztah, který je pouze slabý a v negativním směru, a proto **nulovou hypotézu nezamítáme. Alternativní hypotézu nepřijímáme.**

9 DISKUSE

Poté, co jsme provedli detailní popis cílů, metodologie a charakteristik našich respondentů, se díky analýze získaných dat našeho experimentu můžeme nyní v této kapitole zaměřit na podrobný rozbor potenciálních příčin a kontextuálních souvislostí v rámci našich výsledků.

Prvotním výzkumným problémem, kterým jsme se zabývali již od úvodu práce a který tíží nejen nás, ale i velkou část vědecké i průmyslové populace v oblasti výzkumu a výroby virtuální reality, jsou její technické aspekty, které mají klíčový vliv na celkový prožitek a chování uživatelů s nasazenými brýlemi uvnitř VR. Dodnes jednou z nejvíce debatovaných složek technického zpracování je zorné pole. Některé výzkumy (Alfano & Michel, 1990; Chamilothoni et al., 2018) poukazují na klíčový fakt, že zorné pole, které je technicky zpracováno a umožněno daným VR headsetem (v našem případě *HTC Vive Pro 2*) silně ovlivňuje celkové prostorové vnímání, tedy jak blízko či daleko od nás objekty vnímáme navzdory tomu, jak jsou od nás doopravdy, objektivně a měřitelně daleko. Tato vlastnost VR headsetů pro nás představovala důležitou překážku, kterou jsme se během našeho experimentu snažili co nejvíce limitovat tím, že vytvoříme virtuální prostředí, které bude do co největšího detailu napodobovat prostředí skutečné laboratoře na Katedře psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého, a zároveň bude velikostně co nejpřesněji odpovídat skutečným rozměrům laboratoře. Druhou klíčovou překážkou v našem experimentu byl samotný agent. Pro experiment bylo klíčové, aby stejně jako zbytek místnosti agent velikostně co nejpřesněji odpovídal výzkumníkovi ve skutečném prostředí, a samotný aspekt prostorového vnímání byl tak zachován napříč oběma typy prostředí. Tanenbaum et al. (2014) tvrdí, že právě avatarům vděčíme za veškeré neverbální aspekty komunikování, které uvnitř VR máme k dispozici. Promítají se na nich jak proxemické, tak i mimické či gestikulační projevy a jejich vzhledem a celkovým zpracováním neocenitelně přispívají k celkovému dojmu, a tedy k navození dostatečně silného pocitu imerzivity během komunikace. Z tohoto důvodu jsme našemu agentovi přidali dýchací animaci, jelikož jsme narozdíl od výzkumu Takahashi et al. (2013) usilovali o co nejpřirozenější proxemické reakce v interakci člověka s člověkem, nikoli člověka s neživým objektem.

Tím se dostáváme k našemu prvnímu zjištění, které koresponduje se zjištěním Li et al. (2019a), že si respondenti během našeho experimentu udržují významně větší vzdálenost

od agenta uvnitř VR v porovnání s výzkumníkem v reálném prostředí. Li et al. (2019a) argumentují v souvislosti s touto hypotézou právě zobrazovacími technologiemi v experimentálních podmínkách. My se rovněž domníváme, že technologické aspekty a limitace této technologie mají výrazný vliv na výsledné vnímání okolního prostoru. Ačkoli se nám povedlo vytvořit správně velikostně reprezentující napodobeninu místnosti, ve které žádný objekt ani respondent sám nebyl nepřirozeně veliký nebo malý, mohli respondenti zkrátka vnímat virtuální místnost jinak než ve skutečnosti, a tím pádem se během VR experimentálního šetření také odlišně chovat. Rovněž si myslíme, že vzhled samotného agenta (tím myslíme našeho „*žlutého panáčka*“) uvnitř experimentálního prostředí mohl mít zásadní vliv na výsledný odstup respondentů od agenta. Agent byl sice podobné konstituce a stejné výšky jako sám výzkumník, nicméně představoval pouze hrubou reprezentaci humanoidní postavy a jednalo se o postavu bez obličeje a bez explicitně zobrazeného pohlaví. Agent tím pádem mohl respondentům připadat cizí a důsledkem určitého pudu sebezáchovy a exploračního chování v novém prostředí si respondenti od něj udržovali větší odstup než od výzkumníka, čemuž rovněž nasvědčují i některé vedlejší komentáře respondentů, které během experimentálního šetření zazněly (např. „*Bylo to trošku zvláštní, jak ten panáček neměl obličej.*“, nebo „*Bojím se ho, jak nemá obličej a jen tam tak divně stojí.*“). Tato tvrzení respondentů by mohla rovněž přispívat ke zjištění Bönsch et al. (2018), kteří vyzpozovali, že účastníci jejich experimentu preferovali udržovat větší vzdálenost od agentů, kteří působili rozhořčeně, oproti postavám tvářícím se radostně. Je však důležité zdůraznit, že v rámci kontextu našich úvah a předpokladů bychom neměli zapomínat na skutečnost, že naše zjištění ukazují pouze na souvislosti a vzájemné vztahy, nikoli na důkazy kauzality.

Druhým klíčovým aspektem, který jsme již nastínili v předchozích odstavcích ohledně vzhledové reprezentativnosti místnosti, je celková míra imerzivity, jenž se může odrážet v chování respondentů. Míra imerzivity nicméně není ovlivňována pouze vizuálními aspekty. Guye-Vuillème et al. (1999), který byl rovněž jedním z hlavních zdrojů inspirace pro náš experiment, klade v oblasti VR na neverbální komunikaci veliký důraz a naznačuje, že při zahrnutí neverbální komponenty jako jednoho z ovládacích prvků v tomto typu prostředí významně zvyšuje kvalitu celkového prožitku. Rovněž Slater & Wilbur (1997) potvrzují důležitý fakt, že čím více je jedinec ponořen do virtuální reality a tato virtuální realita ho smyslově i myšlenkově odtrhává od skutečného okolního prostředí, tím intenzivněji ji vnímá a považuje za zcela nový a unikátní svět. Na základě těchto myšlenek

autorů jsme se domnívali, že námi měřený specifický prožitek v podobě neuvědomovaného teritoriálního chování úzce souvisí s celkovou imerzivitou, kterou jsme v našem experimentu měřili pomocí škály IPQ. Z tohoto důvodu jsme například zkonstruovali výše zmíněnému agentovi animaci, během které dýchá, a zároveň respondentovi vzhled ovladačů nahradili lidskýma rukama a umožnili mu, aby zmáčknutím tlačítka ze spodní strany ležícím na ukazováčku ohýbal virtuálními prsty. Výsledné zjištění však vliv míry prožívané imerzivity na jednotné způsoby proxemického chování uvnitř VR i ve skutečném prostředí nepotvrdilo. Můžeme se tedy domnívat, že během teritoriálního rozhodování (byť zčásti neuvědomém), hrají roli jiné faktory a že jedinec málo vtažen do virtuálního prostředí má stejné předpoklady k navození stejné interpersonální vzdálenosti, jako jedinec silně vtažen do VR prostředí. Důvody pro toto zjištění mohou být různé. Je možné, že se teritoriální chování takto projevílo důsledkem velmi krátkodobé a specificky zadané situace. Pokud by experiment například spočíval v dlouhodobější a více flexibilní komunikační situaci, je možné, že by se výsledné proxemické chování mezi uživateli v závislosti na imerzivitě významně lišilo. Dalším důvodem, byť méně pravděpodobným, může být konkrétní využitá metoda IPQ. Navzdory tomu, že je tato metoda ověřena na solidním počtu respondentů, tak je důležité zmínit, že se nejedná o oficiálně standardizovanou metodu a její český překlad na takovém vzorku ověřen nebyl.

Dále jsme v našem experimentu zkoumali demografické aspekty, konkrétně zda má pohlaví vliv na proxemické chování v našich obou experimentálních prostředích. Výzkumy na toto téma jsou již od počátku rozporuplné. Existují tvrzení, že pohlaví nemá žádný významný vliv na rozdíly v proxemickém chování (Friedman et al., 2007), nicméně některé výzkumy tvrdí opak (Bailenson et al., 2001; Rapuano et al., 2020). Z tohoto důvodu jsme se rovněž pokusili přispět našim experimentem do diskuse na toto téma a domnívali jsme se, že muži udržují od ostatních obecně větší mezilidskou vzdálenost. Toto zjištění však naše získaná data rozporují. Výsledky naopak hovoří o opaku, tedy že v obou našich prostředích udržovaly od druhých větší rozestup ženy. Jedním z důvodů pro toto zjištění mohl být výsledný soubor respondentů. Byť jsme se pokoušeli o co nejvíce vyrovnaný soubor, tak v něm převažovala ženská populace. Rozdíly v pohlaví nejsou dramatické, nicméně při tomto ne příliš vysokém experimentálním počtu respondentů mohl počet žen určitý vliv mít. Domníváme se, že druhým důvodem mohl být opět samotný agent uvnitř virtuálního prostředí, ve kterém byly rozdíly v rozestupech dramatičtější oproti skutečnému prostředí. Navzdory tomu, že je agent navržen tak, že nevykazuje žádné vizuální znaky typické pro

žádné pohlaví, mohl pro někoho vlivem své animace a celkovým dojmem působit více maskulinně, a tedy i více agresivně, což pro ženy mohl být výraznější zastrašující faktor než pro muže. Tyto naše domněnky nicméně představují pouze dva z nespočtu možných faktorů, jenž na tuto oblast mohly mít vliv a o kterých uvažujeme, čemuž nasvědčuje i rozpor celé řady výzkumů na toto téma obecně. Je třeba také jasně zdůraznit, že odmítnutí alternativní hypotézy neznamena automatické potvrzení opačného tvrzení. Spíše poukazuje na potřebu dalšího zkoumání způsobů, jakými se může pohlaví promítat do chování uvnitř virtuálního prostředí.

Další otázkou, kterou jsme si v našem experimentu kladli, byl vliv tělesné výšky respondentů na výsledný rozestup uvnitř obou typů prostředí. Studie Takayama et al. (2009) ukázala, že účastníci preferovali nižšího robota, protože vyššího robota považovali za kompetentnějšího a dominantnějšího. Ačkoli se tato hypotéza (**H4**) nepotvrdila v podmínkách skutečného prostředí, odhalili jsme v našem experimentu v rámci vztahu agent-respondent stejný vliv dle námi stanovené hypotézy **H4a**. Je možné, že navzdory stejné výšce výzkumníka a agenta, výzkumník v našem experimentu zkrátka nenaplňoval charakteristiky robota z výzkumu od Takayama et al. (2009), zatímco námi zkonstruovaný agent mohl na respondenty během našeho experimentu působit podobným dojmem, byť kompetentní a dominantně vypadající agent nebyl náš původní záměr.

Na studii Takayama et al. (2009) nás rovněž zaujal poznatek, že osobnostní dimenze dle modelu Big Five významně ovlivňují vzdálenost, kterou si účastníci udržují od robota v jejich výzkumu. Nás proto ve výzkumu zaujala primárně dimenze extravertze, jelikož jak tvrdí Hřebíčková & Urbánek (2001, s. 45), tato dimenze: „*Zjišťuje kvalitu a kvantitu interpersonálních interakcí, úroveň aktivace, potřebu stimulace.*“. Domnívali jsme se tedy, že by více extravertní jedinci měli tendenci se k ostatním v obou typech prostředí více přibližovat. Jelikož jsou na sobě ostatní dimenze vzájemně statisticky nezávislé, domnívali jsme se, že právě extravertze bude klíčovou dimenzí pro náš výzkum. Nicméně v našem experimentu se vztah této dimenze na výsledné rozestupy nijak nepotvrdil.

Limity práce

Rovněž bychom se rádi zaměřili na omezení a slabé stránky, které náš experiment přináší. Navzdory snaze výzkumníka o co nejjednodušší podmínky pro všechny respondenty napříč navrženým experimentem, byl celý plán experimentu poměrně pestrý a vyžadoval od výzkumníka celou škálu úkonů, jež se obtížně sjednocovaly mezi všechny respondenty. Je

tedy možné, že výzkumník svým chováním nevědomě ovlivnil průběh experimentu. Experiment vyžadoval téměř nepřetržitý kontakt s respondentem po dobu 30 minut. Během této doby mohlo mít na výsledná data vliv mnoho viditelných i nevědomých faktorů od mimických výrazů výzkumníka během experimentálního šetření přes technické limitace headsetu, jako například překážející napájecí kabel, který výzkumník musel během pobytu respondenta uvnitř VR neustále kontrolovat a udržovat mimo jeho dosah.

Dalším faktorem, jenž mohl ovlivnit náš výzkum, je celkový rozsah výzkumného souboru. Pro ideální statistickou analýzu naměřených dat není námi získaný rozsah respondentů ($n=36$) vhodný. Domníváme se, že pro experimentální účely bychom v ideálním případě potřebovali alespoň 60 respondentů, abychom naplnili stejné podmínky jako experimentální design autorů Li et al. (2019a), kterým se podařilo nasbírat data na 63 participantech v rámci podobného experimentálního designu. Důvody pro tento nižší počet respondentů jsou zaprvé časová omezenost v prostředí výzkumné laboratoře, která není pro studenty běžně dostupná a výzkum v prostředí této laboratoře musí být předem rezervován. Druhým důvodem je časová a technická náročnost samotného experimentu. Průběh experimentu byl individuální a navržený design neumožňoval hromadnou administraci, a proto za jediný den v laboratoři mohl výzkumník změřit data pouze od omezeného počtu účastníků. Současně samotná povaha respondentů může být brána jako potenciálně zkreslující. Data byla tvořena převážně studentskou populací, tedy lidmi ve věku v rozmezí od 20 do 29 let. Jelikož jsme se v naší předchozí výzkumné práci zabývali zejména populací pravidelných uživatelů VR, která byla tvořena dospělými uživateli v rozmezí od 34 do 47 let, rozhodli jsme se v tomto výzkumu naopak zjistit specifika chování čerstvých či zcela nových uživatelů VR. Z tohoto důvodu jsme cílili zejména na takto mladou populaci.

Domníváme se, že námi vytvořená kopie laboratoře je relativně věrohodnou a přesvědčivou kopií skutečné místnosti. Nicméně i přes naši maximální snahu bylo účastníkům pochopitelně jasné, že jde pouze o zjednodušenou reprezentaci skutečného prostředí. Také agent, vytvořený pro účely experimentu, je pouze postava bez obličeje s jedinou naprogramovanou funkcí. Přiznáváme, že tyto faktory mohly v konečném důsledku zkreslit získaná data, nicméně jsme přesvědčeni, že s aktuálními technologickými možnostmi a dostupnými zdroji jsme učinili maximum. Tvorba agenta, který by byl téměř nerozeznatelný od skutečného výzkumníka, jenž by měl detailní mimické a gestikulační výrazy by byl pro účely této práce příliš časově i finančně nákladný.

Dalším důležitým faktorem, jenž mohl výsledná data potenciálně ovlivnit, je samotná povaha experimentu uvnitř laboratorního prostředí. Je pravděpodobné, že se účastníci během experimentu řídili pouze instrukcemi výzkumníka, které už ve své podstatě odhalovaly pravou podstatu experimentu. Pokud bychom měřili respondenty v podmínkách běžného života při jejich spontánní, zcela dobrovolné činnosti bez neustálého pocitu výzkumného dozoru, je možné, že by naměřené rozestupy byly rozdílné, ačkoli se neodvažujeme odhadovat v jakém směru.

Přínos práce a doporučení pro budoucí výzkum

Jako přínos naší práce vnímáme odhalení signifikantního vztahu mezi rozestupy napříč skutečným a virtuálním prostředím. Věříme, že tento náález má důležité implikace pro pochopení interpersonálního prostoru ve virtuálních interakcích a může být relevantní pro návrh nových virtuálních prostředí a interakčních systémů.

V rámci doporučení pro budoucí výzkum v této oblasti bychom zdůraznili zejména zdokonalení podoby agenta a technických aspektů experimentu. Apelujeme na minimalizaci technických omezení a eliminaci jevů, které by mohly negativně ovlivnit percepci virtuální reality účastníků. Doufáme, že se pokračujícím vývojem na poli virtuální reality bude možné provést experimenty s headsety, jež budou lehčí, mít rozšířené zorné pole a nebudou tolik vyžadovat použití ovladačů.

10 ZÁVĚR

Výsledky našeho experimentálního šetření, provedeného v kontextu skutečného a virtuálního prostředí, můžeme shrnout v několika klíčových bodech.

- Participanti si udržují od agenta uvnitř virtuálního prostředí větší rozestup, než jak je tomu v rámci skutečného prostředí s výzkumníkem.
- Nezdá se, že by imerzivita byla jedním z důležitých faktorů pro podobné chování napříč oběma typy prostředí.
- Také otázka pohlaví je velmi spekulativní a naše zjištění nepodávají přesvědčivá tvrzení o tom, že by si muži udržovali v průměru větší rozestupy od ostatních jedinců v kontextu reality i VR.
- Ačkoli participanti s menší tělesnou výškou nevykazují menší rozestupy od výzkumníka v rámci skutečného prostředí, ukazuje se, že si tyto participanti udržují větší rozestup od virtuálních agentů uvnitř virtuální reality.
- Osobnostní dimenze extravertivity nevykazuje nijak významné rozdíly podporující tvrzení, že by jedinci s vyšší mírou extravertivity udržovali menší rozestup od ostatních jedinců v obou typech prostředí.

Dosáhli jsme tedy některých cílů, které jsme si v rámci Kapitoly 5 stanovili.

11 SOUHRN

Naše diplomová práce se zabývala tématem neverbální komunikace uvnitř virtuální reality. Práce konkrétně cílí na proxemickou složku komunikace, která je v teoretické části práce podrobně popsána. Důležité je zmínit, že práce tematicky navazuje na bakalářskou práci. Jelikož v oblasti virtuální reality popisuje již bakalářská práce ohledně technologie a psychologických aspektů užívání VR vše aktuální a podstatné, přebírá tato práce první tři kapitoly z teoretické části předchozí bakalářské práce. Čtvrtá kapitola detailně pojednává o definici, psychologických aspektech a technických možnostech zpracování proxemické složky komunikace v rámci virtuální reality.

První kapitola teoretické části pojednává o tom, co virtuální realita je, jak o ní uvažujeme a jak s ní budeme v rámci celého výzkumného textu pracovat. Nejzásadnějším bodem této kapitoly je model autorů Milgram a Kishino (1994), kteří přišli s modelem tzv. *Kontinua virtuality*. Myšlenkou tohoto modelu je, že bychom nad virtuální realitou neměli uvažovat jako nad izolovaným, novým jevem, který je zcela odkloněný od skutečného prostředí, ale jako nad světem, který se nás v současném světě plným technologií dotýká na kontinuu od pouhého rozšíření našeho vnímání a vidění světa, po úplné obklopení jinou zkonstruovanou realitou.

V rámci druhé kapitoly jsou v práci popsány pojmy, důležité pro pochopení mechanismů, jaké uživatel uvnitř virtuální reality běžně aplikuje vědomě i nevědomě. Pojmem imerzivita v kontextu naší práce rozumíme technická specifika technologie virtuální reality vytvářející dojem skutečnosti (Slater, 2009, citováno v Slater 2018), zatímco termín *sense of presence* představuje subjektivní hodnocení uživatele o tom, jak se doopravdy cítí, že se nachází uvnitř daného virtuálního prostředí (Slater, 2018). Kromě *sense of presence* zmiňujeme i fenomén *sense of embodiment*, který na rozdíl od předchozího pojmu vyjadřuje subjektivní hodnocení toho, jak moc se jedinec cítí, že virtuálně zpracované tělo uvnitř VR je doopravdy jeho (Kilteni et al., 2012). V rámci proxemické neverbální komunikace je rovněž v této kapitole vysvětlený klíčový pojem *copresence*, který pojednává naopak o pocitu uživatele, že dané virtuální prostředí sdílí s někým jiným (Wilcox et al., 2006), ať už se jedná o dalšího uživatele, nebo jeho avatara, tedy reprezentaci uživateleova skutečného těla zpracovaného uvnitř virtuální reality (Fabri et al., 1999).

Třetí kapitola si klade za cíl čtenáře obeznámit s možnostmi, jakými v současnosti lidé mohou komunikovat nejen verbálně, ale i neverbálně. Kapitola pojednává například o možnostech gestikulace pomocí bezdrátových ovladačů, jimiž VR headsety zpravidla disponují (Cabral et al., 2005). Kapitola dále popisuje spíše technické aspekty zprostředkování neverbální komunikace, jako například umožnění mimických projevů uvnitř VR pomocí speciálních kamer a senzorů (Benford et al., 1995; Fechteler et al., 2016), nebo zpracování haptických stimulací pomocí tzv. haptických rukavic (Perret & Vander Poorten, 2018; Tsukada & Yasumura, 2004).

Zmíněná poslední, tedy čtvrtá kapitola teoretické části, se specificky vymezuje v rámci proxemické složky neverbální komunikace, na kterou se zaměřuje výzkumná část práce. Proxemiku v kontextu naší práce definujeme jako míru vzdálenosti mezi jedinci či skupinou v dané oblasti (Hech et al., 2019). Fundamentální je v této kapitole model Halla et al. (1968) jenž vymezil psychologická specifika lidského jednání v rámci tzv. proxemických zón. Welsch et al., 2021 následně přišel s myšlenkou, že model těchto proxemických zón je aplikovatelný i v rámci virtuální reality. Kapitola rovněž zmiňuje některé důležité demografické, kulturní a emoční faktory související s konkrétními proxemickými projevy chování v rámci VR (Bailenson et al., 2001; Bönsch et al., 2018; Rapuano et al., 2020; Charness et al., 2007)

V rámci výzkumné části si práce kladla za cíl odhalit faktory, které by mohly být důležité v rámci proxemické složky komunikace uvnitř virtuální reality v porovnání se skutečným prostředím. Vzhledem k povaze našeho tématu jsme se rozhodli výzkum realizovat formou experimentu, a to konkrétně pomocí vnitrosubjektového posttest-only designu. K základní myšlence tohoto experimentu nás přivedl výzkum Li et al. (2019b), jenž se zabýval vztahem člověka a robota napříč skutečným i virtuálním prostředím. Ve výzkumu jsme se zaměřili především na srovnání proxemického chování uvnitř virtuální reality v porovnání se skutečným prostředím. Dále nás zajímal vliv prožívané imerzivity na chování uvnitř VR, rozdíly v pohlaví a tělesné výšce v rámci naměřených rozestupů od druhých jedinců, a na závěr osobnostní dimenze extraverze v souvislosti s proxemickým chováním.

Experiment byl navržen formou jednoduchého úkolu, který účastníci experimentu měli splnit uvnitř skutečné laboratoře v prostorách Katedry psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a 3D kopie této zmíněné místnosti, vytvořené přes program *Unity editor* specificky pro VR headset *HTC Vive Pro 2*. Účastníci měli za úkol se k výzkumníkovi ve skutečném prostředí, a k uměle vytvořenému agentovi uvnitř virtuální

reality přibližovat tak dlouho, dokud jim je vzdálenost od druhého komfortní, a zastavit se v bodě, kdy jim tato vzdálenost komfortní přestala být.

Experiment byl realizován na přelomu února a března roku 2024 v prostorách výše zmíněné laboratoře, kterou katedra disponuje. Výzkumná populace je tvořena především studentskou populací Univerzity Palackého. Respondenti byli do výzkumu zařazeni pomocí nepravděpodobnostní metody samovýběru a metodou sněhové koule. Celkový výzkumný soubor byl tvořen 36 respondenty. Respondentům byl po úvodním vysvětlení principu experimentu dán předložen k podepsání informovaný souhlas a před samotným experimentálním šetřením byli krátce zacvičeni, čímž bylo ověřeno, že nejsou náchylní k nevolnostem během užívání VR headsetu. Po experimentálním šetření byly respondentům předloženy škály IPQ pro měření subjektivně prožívané imerzivity a osobnostní NEO pětifaktorový inventář.

Pro analýzu naměřených dat jsme využili programy *Microsoft Excel* a *TIBSCO Statistica*. Testy, které jsme pro ověření statistických hypotéz použili při zachování hladiny významnosti $\alpha = 0,05$., jsou t-test pro jeden výběr, test Pearsonova korelačního koeficientu, test Spearmanova korelačního koeficientu a Welchův test.

Mezi hlavní zjištění výzkumu patří statisticky významně větší rozdíl v rozestupech respondentů od agenta uvnitř virtuální reality a větší rozstup respondentů s nižší tělesnou výškou rovněž od agentů uvnitř virtuální reality, kde byl prokázán středně silný vztah. Vliv pohlaví, dimenze extraverte v rámci metody NEO či imerzivity na projevy proxemického chování napříč skutečným i virtuálním prostředím nebyl potvrzen.

Formou doporučení budoucím výzkumům zmiňme hlavní nedostatky našeho výzkumu. Zaprvé doporučujeme zachovat co nejvíce identické podmínky mezi skutečným a virtuálním prostředím, a to zejména v kontextu tvorby agenta. Zdá se, že agenta respondenti velmi silně vnímají se všemi jeho detaily a konkrétní provedení může mít veliký vliv na konečné chování respondentů. Dále považujeme za vhodné disponovat větším výzkumným souborem. V rámci našeho experimentu je časově i technicky obtížné provést experiment alespoň s 60 jedinci, nicméně statistické síle výzkumu by to nepochybně napomohlo. V souvislosti s předchozím limitem doporučujeme dbát i na podmínky experimentu. Experiment má velmi specifické instrukce a zadání, které mohou respondenty limitovat a potlačovat tak jejich spontánní projevy, což může mít rovněž vliv na získaná data.

V našem tématu vidíme pro rozvoj komunikačních možností napříč virtuální realitou velký potenciál a jeho hlavní přínos vnímáme v perspektivnosti zkoumané oblasti. Byli bychom rádi, pokud by ostatní autoři výzkumně podpořili téma neverbální komunikace a budoucí zaměření by, dle našeho názoru, bylo vhodné zaměřit na prvky agenta ovlivňující aspekty komunikace uvnitř VR.

LITERATURA

- Alfano, P. L., & Michel, G. F. (1990). Restricting the field of view: Perceptual and performance effects. *Perceptual and motor skills*, 70(1), 35-45.
- Allmendinger, K. (2010). Social presence in synchronous virtual learning situations: The role of nonverbal signals displayed by avatars. *Educational Psychology Review*, 22(1), 41-56.
- Aniwaa team (2021, 6. srpna). The best all-in-one VR headsets of 2021 (standalone VR). Získáno z <https://www.aniwaa.com/buyers-guide/vr-ar/best-standalone-vr-headset/>
- Apple Vision Pro. (2024). *Vision Pro*. Apple. Získáno 11. března 2024 z <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>
- Arthur, K. W. (2000). *Effects of field of view on performance with head-mounted displays*. Chapel Hill: The University of North Carolina at Chapel Hill. Získáno 16. listopadu 2023 z ProQuest.
- Awati, R. (2022, květen). *field of view (FOV)*. Získáno 16. listopadu 2023 z <https://www.techtarget.com/whatis/definition/field-of-view-FOV>
- Bailenson, J. N., Blascovich, J., Beall, A. C., & Loomis, J. M. (2001). Equilibrium theory revisited: Mutual gaze and personal space in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 10(6), 583-598.
- Barreda-Ángeles, M., & Hartmann, T. (2022). Psychological benefits of using social virtual reality platforms during the covid-19 pandemic: The role of social and spatial presence. *Computers in Human Behavior*, 127, 107047.
- Basdogan, C., Ho, C. H., Srinivasan, M. A., & Slater, M. (2000). An experimental study on the role of touch in shared virtual environments. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7(4), 443-460.
- Benford, S., Bowers, J., Fahlén, L. E., Greenhalgh, C., & Snowdon, D. (1995, květen). User embodiment in collaborative virtual environments. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 242-249.

- Bogović, A., Ivezić, E., & Filipčić, I. (2016). Personal Space Of War Veterans With PTSD- Some Characteristics and Comparison With Healthy Individuals. *Psychiatria Danubina*, 28(1), 0-81.
- Bönsch, A., Radke, S., Overath, H., Asché, L. M., Wendt, J., Vierjahn, T., ... & Kuhlen, T. W. (2018). Social VR: How personal space is affected by virtual agents' emotions. *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 99-206.
- Brooks Jr, F., Burbeck, C., Durlach, N., Ellis, M. S., Lackner, J., Robinett, W., ... Wenzel, D. E. (1992). Research directions in virtual environments. *Computer Graphics*, 26(3), 153.
- Burdea, G. C. (1999, červen). Haptic feedback for virtual reality. *Virtual reality and prototyping workshop*, 2, 17-29.
- Buser, P. A., & Imbert, M. (1992). *Vision*. Massachusetts: MIT press. Získáno 16. listopadu 2023 z Google Books.
- Cabral, M. C., Morimoto, C. H., & Zuffo, M. K. (2005, říjen). On the usability of gesture interfaces in virtual reality environments. *Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction*, 100-108.
- Cambridge Dictionary. (2021). *Virtual*. Získáno 10. října z <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/virtual>
- Cameron, J. (Režisér) (2009). *Avatar* [Film]. 20th Century Fox.
- Capin, T. K., Pandzic, I. S., Magnenat Thalmann, N., & Thalmann, D. (1998). Realistic avatars and autonomous virtual humans in: VLNET networked virtual environments. *Virtual worlds in the Internet*, 8, 157-174.
- Cipresso, P., Giglioli, I. A. Ch., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Frontiers in Psychology*, 9:2086. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02086
- Costa, P. T., McCrae, R. R., & Odessa, F. L. Psychological Assessment Resources, I.(1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI): Psychological Assessment Resources*.

- Edney, J. J., Walker, C. A., & Jordan, N. L. (1976). Is there reactance in personal space?. *The Journal of Social Psychology*, 100(2), 207-217. DOI: 10.1080/00224545.1976.9711931
- Fabri, M., Moore, D. J., & Hobbs, D. J. (1999, březem). The emotional avatar: Non-verbal communication between inhabitants of collaborative virtual environments. *Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction*, 245-248.
- Farshid, M., Paschen, J., Eriksson, T. & Kietzmann, J. (2018). Go boldly!: Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business. *Business Horizons*, 61(5), 657-663. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.05.009>
- Fechteler, P., Paier, W., Hilsmann, A., & Eisert, P. (2016, září). Real-time avatar animation with dynamic face texturing. *2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 355-359.
- Fiedler, M., Haruvy, E., & Li, S. X. (2011). Social distance in a virtual world experiment. *Games and Economic Behavior*, 72(2), 400-426.
- „Gartner Glossary“ (2022). Head-mounted Display (HMDs). Gartner. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/head-mounted-displays-hmd>
- Friedman, D., Steed, A., & Slater, M. (2007). Spatial social behavior in second life. *International workshop on intelligent virtual agents*, 252-263.
- Gobron, S., Ahn, J., Silvestre, Q., Thalmann, D., Rank, S., Skowron, M., ... Thelwall, M. (září, 2011). An Interdisciplinary VR-architecture for 3D Chatting with Non-verbal Communication. *EGVE/EuroVR*, 87-94.
- Greenberg, S., Marquardt, N., Ballendat, T., Diaz-Marino, R., & Wang, M. (2011). Proxemic interactions: the new ubicomp?. *interactions*, 18(1), 42-50.
- Guye-Vuillème, A., Capin, T. K., Pandzic, S., Thalmann, N. M., & Thalmann, D. (1999). Nonverbal communication interface for collaborative virtual environments. *Virtual Reality*, 4(1), 49-59.
- Hall, E. T., Birdwhistell, R. L., Bock, B., Bohannon, P., Diebold Jr, A. R., Durbin, M., ... Vayda, A. P. (1968). Proxemics [and comments and replies]. *Current anthropology*, 9(2/3), 83-108.

- Hall, J. A., Horgan, T. G., & Murphy, N. A. (2019). Nonverbal communication. *Annual review of psychology*, 70, 271-294.
- Hashemi-Pour, C. (2023, srpen). *Virtual agent*. Získáno 29. února 2024 z <https://www.techtarget.com/searchcustomerexperience/definition/virtual-agent>
- Hayduk, L. A. (1978). Personal space: An evaluative and orienting overview. *Psychological bulletin*, 85(1), 117.
- Hecht, H., Welsch, R., Viehoff, J., & Longo, M. R. (2019). The shape of personal space. *Acta psychologica*, 193, 113-122.
- „Head-mounted Displays“ (2017). Virtual Reality Society. Získáno z <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-gear/head-mounted-displays/>
- Heidicker, P., Langbehn, E. & Steinicke, F. (2017). Influence of Avatar Appearance on Presence in Social VR. *Proceedings of IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, 233-234.
- Høgh-Olesen, H. (2008). Human spatial behaviour: The spacing of people, objects and animals in six cross-cultural samples. *Journal of Cognition and Culture*, 8(3-4), 245-280.
- Hoppe, M., Knierim, P., Kosch, T., Funk, M., Futami, L., Schneegass, S., ... Machulla, T. (2018, listopad). VRHapticDrones: Providing haptics in virtual reality through quadcopters. *Proceedings of the 17th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 7-18.
- Hřebíčková, M. & Urbánek, T. (2001). *big five. NEO pětifaktorový osobnostní inventář (podle NEO Five-Factor Inventory P.T.Costy a R.R.McCraee)*. Praha: Testcentrum.
- Chamilothori, K., Wienold, J., & Andersen, M. (2018). Adequacy of immersive virtual reality for the perception of daylight spaces: comparison of real and virtual environments. *Leukos*, 15(3), 203-226. DOI: 10.1080/15502724.2017.1404918
- Charness, G., Haruvy, E., & Sonsino, D. (2007). Social distance and reciprocity: An Internet experiment. *Journal of economic behavior & organization*, 63(1), 88-103.

- Intel. (2021). *Demystifying the Virtual Reality Landscape*. Získáno z <https://www.intel.com/content/www/us/en/tech-tips-and-tricks/virtual-reality-vs-augmented-reality.html>
- Johnson-Glenberg, M. C. (2018). Immersive VR and Education: Embodied Design Principles That Include Gesture and Hand Controls. *Frontiers in Robotics and AI*, 5:81. doi: 10.3389/frobt.2018.00081
- Joosse, M., Lohse, M., & Evers, V. (2014). Lost in proxemics: spatial behavior for cross-cultural HRI. *HRI 2014 Workshop on Culture-Aware Robotics*, 1-6.
- Kilteni, K., Groten, R. & Slater, M. (2012). The Sense of Embodiment in Virtual Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 21(4), 373–387. doi: https://doi.org/10.1162/PRES_a_00124
- Li, R., van Almkerk, M., van Waveren, S., Carter, E., & Leite, I. (2019a, březem). Comparing human-robot proxemics between virtual reality and the real world. *2019 14th ACM/IEEE international conference on human-robot interaction (HRI)*, 431-439.
- Li, Y., Huang, J., Tian, F., Wang, H. & Dai, G. (2019b). Gesture interaction in virtual reality. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 1(1), 84-112.
- Lindeman, R. W., Sibert, J. L., & Hahn, J. K. (1999, březem). Hand-held windows: towards effective 2D interaction in immersive virtual environments. *Proceedings IEEE Virtual Reality*, 205-212.
- Llobera, J., Spanlang, B., Ruffini, G., & Slater, M. (2010). Proxemics with multiple dynamic characters in an immersive virtual environment. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 8(1), 1-12.
- Lopes, P., You, S., Cheng, L. P., Marwecki, S., & Baudisch, P. (2017, květen). Providing haptics to walls & heavy objects in virtual reality by means of electrical muscle stimulation. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1471-1482.
- Lourenco, S. F., Longo, M. R., & Pathman, T. (2011). Near space and its relation to claustrophobic fear. *Cognition*, 119(3), 448-453.
- Luciano, C., Banerjee, P., & DeFanti, T. (2009). Haptics-based virtual reality periodontal training simulator. *Virtual reality*, 13(2), 69-85.

- Luckerson, V. (2014, 25. března). *Facebook Buying Oculus Virtual-Reality Company for \$2 Billion*. Získáno 23. října 2021 z <https://time.com/37842/facebook-oculus-rift/>
- Mallam, S. C., & Nazir, S. (2021). Effectiveness of VR head mounted displays in professional training: A systematic review. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(4), 999-1041.
- Maloney, D., Freeman, G., & Wohn, D. Y. (2020). " Talking without a Voice" Understanding Non-verbal Communication in Social Virtual Reality. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 4(2), 1-25.
- Martinů, O. (2020, 19. září). Konečně jsou tu dostupné a všestranné VR brýle. Stát by mohly do 10 tisíc. *Idnes*. https://www.idnes.cz/hry/magazin/oculus-quest-2-novinka-facebook.A200917_224855_bw-magazin_oma
- Martinů, O. (2021, 4. června). Nové HTC Vive Pro 2 je virtuální lahoda pro oči. Levné to stále není. *Idnes*. https://www.idnes.cz/hry/magazin/recenze-htc-vive-pro-2-virtualni-realita-vr.A210602_135303_bw-magazin_oma
- Medeiros, D., Dos Anjos, R., Pantidi, N., Huang, K., Sousa, M., Anslow, C., & Jorge, J. (2021). Promoting reality awareness in virtual reality through proxemics. *2021 IEEE Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 21-30.
- Meta. (2024). *Expand your world with Meta Quest 3*. Meta. Získáno 11. března 2024 z <https://www.meta.com/quest/quest-3/>
- Microsoft. (2021). *What is Mixed Reality?*. Získáno z <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*, 77 (12), 1321-1329. Získáno 29. října 2021 z https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays
- Miller, M. R., DeVeaux, C., Han, E., Ram, N., & Bailenson, J. N. (2023). A Large-Scale Study of Proxemics and Gaze in Groups. *2023 IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 409-417.

- Moseley, G. L., Gallace, A. & Spence, C. (2012). Bodily illusions in health and disease: Physiological and clinical perspectives and the concept of a cortical 'body matrix'. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 34-46. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.03.013>
- Nagamura, M. (2023). *How does a virtual reality headset work? What are some of its advantages and disadvantages over normal displays?*. Quora. <https://www.quora.com/How-does-a-virtual-reality-headset-work-What-are-some-of-its-advantages-and-disadvantages-over-normal-displays>
- Nijholt, A. & Traum, D. (2005). The Virtuality Continuum Revisited. *CHI'05 Extended Abstracts on Human Factors, Computing Systems*, 2132-2133. Získáno 29. října 2021 z <https://www.researchgate.net/profile/David->
- Page, T. (2011). Prospects for the design of electronic products in second life. *Journal of Studies in Informatics and Control*, 20(3), 293-303.
- Park, S. H., Ku, J., Kim, J. J., Jang, H. J., Kim, S. Y., Kim, S. H., ... & Kim, S. I. (2009). Increased personal space of patients with schizophrenia in a virtual social environment. *Psychiatry research*, 169(3), 197-202.
- Perret, J., & Vander Poorten, E. (2018, červen). Touching virtual reality: a review of haptic gloves. *ACTUATOR 2018; 16th International Conference on New Actuators*, 1-5.
- Peterson, J. B. (2021). *Beyond Order: 12 More Rules for Life*. Dublin: Allen Lane.
- Pouliquen, M., Bernard, A., Marsot, J., & Chodorge, L. (2007). Virtual hands and virtual reality multimodal platform to design safer industrial systems. *Computers in Industry*, 58(1), 46-56.
- Rapuano, M., Sbordone, F. L., Borrelli, L. O., Ruggiero, G., & Iachini, T. (2020). The effect of facial expressions on interpersonal space: a gender study in immersive virtual reality. *Progresses in Artificial intelligence and neural Systems*, 477-486.
- Remland, M. S., Jones, T. S., & Brinkman, H. (1995). Interpersonal distance, body orientation, and touch: Effects of culture, gender, and age. *The Journal of social psychology*, 135(3), 281-297.

- Riva, G., Wiederhold, B. K. & Mantovani, F. (2018). Neuroscience of Virtual Reality: From Virtual Exposure to Embodied Medicine. *Cyberpsychology, behavior, and social networking*, 10(10). DOI: 10.1089/cyber.2017.29099.gri
- Rock, I., & Harris, C. S. (1967). Vision and touch. *Scientific American*, 216(5), 96-107.
- Rowell, J. (n.d.). *Experience the wonder and majesty of the ocean and come face to face with the most awe inspiring species on the planet*. Wevr. Získáno 4. března 2024 z <https://wevr.com/theblu>
- Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332-339.
- Scarle, S., Arnab, S., Dunwell, I., Petridis, P., Protopsaltis, A., & de Freitas, S. (2012). E-commerce transactions in a virtual environment: virtual transactions. *Electronic Commerce Research*, 12(3), 379-407.
- Shao, F., Robotham, A. J., & Hon, K. K. (2012). Development of a 1: 1 Scale True Perception Virtual Reality System for design review in automotive industry. *10th International Conference on Manufacturing Research ICMR 2012*, 2(6), 468-473.
- Shaviro, S. (2007, květen). *Kant, Deleuze, and the virtual*. Získáno 26. srpna 2021 z <http://www.shaviro.com/Blog/?p=577>
- Shiomi, M., Kubota, A., Kimoto, M., Iio, T., & Shimohara, K. (2022). Stay away from me: Coughing increases social distance even in a virtual environment. *Plos one*, 17(12), e0279717.
- Schroeder, R. (2002). Social interaction in virtual environments: Key issues, common themes, and a framework for research. In *The social life of avatars*. Springer, 1-18.
- Schubert, T., Friedmann, F. & Regenbrecht, H. (2016). *igroup presence questionnaire (IPQ) overview*. igroup. <http://www.igroup.org/pq/ipq/index.php>
- Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M. C. (2021). Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 27. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647997>
- Slater, M. (2004). How colorful was your day? Why questionnaires cannot assess presence in virtual environments. *Presence*, 13(4), 484-493.

- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology*, 109(3), 431-433.
- Slater, M., Brogni, A. & Steed, A. (2003). Physiological Responses to Breaks in Presence: A Pilot Study. *Department of Computer Science*.
- Slater, M., Sadagic, A., Usoh, M., & Schroeder, R. (2000). Small-group behavior in a virtual and real environment: A comparative study. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 9(1), 37-51.
- Slater, M., Spanlang, B., & Corominas, D. (2010). Simulating virtual environments within virtual environments as the basis for a psychophysics of presence. *ACM Transactions on Graphics*, 29(4), 92. doi:10.1145/1778765.1778829
- Slater, M. & Wilbur, S. A. (1997). framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *PresenceTeleoperators and Virtual Environments* 6, 603-616.
- Solomon, P., Leiderman, P. H., Mendelson, J., & Wexler, D. (1957). Sensory deprivation: A review. *American Journal of Psychiatry*, 114(4), 357-363.
- Sussman, N. M., & Rosenfeld, H. M. (1982). Influence of culture, language, and sex on conversational distance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 42(1), 66.
- Sutherland, I. E. (1965). *The Ultimate Display. Multimedia: From Wagner to Virtual Reality*. New York, NY: Norton.
- Sutrich, N. (2019, 23. prosince). *Half-Life: Alyx hands-on reveals new details, Oculus Link compatibility*. Ziskáno 17. února 2022 z <https://www.windowcentral.com/half-life-alyx-hands-reveals-new-details-oculus-link-compatibility>
- Takahashi, K., Meilinger, T., Watanabe, K., & Bühlhoff, H. H. (2013). Psychological influences on distance estimation in a virtual reality environment. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 580.
- Takayama, L., & Pantofaru, C. (2009, říjen). Influences on proxemic behaviors in human-robot interaction. *2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 5495-5502.

- Tanenbaum, T. J., El-Nasr, M. S., & Nixon, M. (2014). *Nonverbal Communication in Virtual Worlds: Understanding and Designing Expressive Characters*. Pittsburgh, PA: ETC Press.
- Tanenbaum, T. J., Hartoonian, N., & Bryan, J. (2020, duben). "How do I make this thing smile?" An Inventory of Expressive Nonverbal Communication in Commercial Social Virtual Reality Platforms. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-13.
- Theonas, G., Hobbs, D., & Rigas, D. (2008). Employing Virtual Lecturers' Facial Expressions in Virtual Educational Environments. *Int. J. Virtual Real.*, 7(1), 31-44.
- TIBCO Software Inc. (2020). Data Science Workbench, version 14. <http://tibco.com>.
- Tsukada, K., & Yasumura, M. (2004, září). Activebelt: Belt-type wearable tactile display for directional navigation. *International conference on ubiquitous computing*, 384-399.
- VIVE. (2022a). *VIVE Facial Tracker. Express more than words in VR*. Získáno z <https://www.vive.com/us/accessory/facial-tracker/>
- VIVE. (2022b). *VIVE Wireless Adapter. Untethered virtual reality is here*. Získáno z <https://www.vive.com/us/accessory/wireless-adapter/>
- VR Education. (2021). *Virtuální realita – historie a současnost*. Získáno 10. října 2021 z <https://vreducation.cz/virtualni-realita-historie-a-soucasnost/>
- Weissmann, J., & Salomon, R. (1999, červenec). Gesture recognition for virtual reality applications using data gloves and neural networks. *IJCNN'99. International Joint Conference on Neural Networks. Proceedings*, 3, 2043-2046.
- Welsch, R., Rothe, S., & Mayer, S. (2021). Proxemics in Virtual Reality: What Should We Put to the Test in Social VR?. *Proc. of Social VR Workshop—A New Medium for Remote Comm. & Coll.*
- Wilcox, L. M., Allison, R. S., Elfassy, S., & Grelik, C. (2006). Personal space in virtual reality. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 3(4), 412-428.

- Williamson, J., Li, J., Vinayagamoorthy, V., Shamma, D. A., & Cesar, P. (2021, květen). Proxemics and social interactions in an instrumented virtual reality workshop. *Proceedings of the 2021 CHI conference on human factors in computing systems*, 1-13.
- Zahorik, P., & Jenison, R. L. (1998). Presence as being-in-the-world. *Presence*, 7(1), 78-89.
- Zambetta, F. (2017, 28. března). *Star Trek's holodeck: From science fiction to a new reality*. Získáno 28. srpna 2021 z <http://theconversation.com/star-treks-holodeck-from-science-fiction-to-a-new-reality-74839>
- Zielina, M., Šmahaj, J., Raudenská, J., Javůrková, A., Doležal, D., Dostál, D., ... & Hošková, D. (2023, prosinec). Virtuální realita a zvládání procedurální bolesti u pacientů s popáleninovým traumatem, souhrnná výzkumná zpráva. *Program Éta*, reg. č. TL03000090.

PŘÍLOHY

Seznam příloh:

1. Abstrakt magisterské práce
2. Abstract of thesis
3. Informovaný souhlas s účastí ve výzkumu a se zpracováním osobních údajů
4. Zdrojový kód použitého logovacího skriptu
5. Seznam úkonů pro výzkumníka pro jednotný průběh experimentu

„Příloha 1: Abstrakt magisterské práce“

ABSTRAKT MAGISTERSKÉ PRÁCE

Název práce: Proxemika a její vliv na komunikaci ve virtuální realitě

Autor práce: Bc. Jan John

Vedoucí práce: PhDr. Jan Šmahaj, Ph.D.

Počet stran a znaků: 94 stran, 164 720 znaků

Počet příloh: 5

Počet titulů použité literatury: 112

Abstrakt: Základním výzkumným problémem našeho výzkumu bylo srovnání rozdílností v rámci proxemické neverbální složky komunikace napříč skutečným a virtuálním prostředím. Zajímalo nás zejména uživatelské vnímání okolního prostředí a umístěného agenta uvnitř tohoto prostředí. Dále jsme se zabývali rozdílnostmi v pohlaví a tělesné výšce napříč teritoriálním chováním obou pohlaví. Rovněž jsme se zaměřili na vliv míry prožívané imerzivity a na míru rozdílností v chování uvnitř VR a skutečného prostředí. V poslední řadě nás zajímalo, zda osobnostní dimenze extravertze má vliv na výsledné proxemické chování respondentů. Výzkum jsme se rozhodli provést formou jednoduchého experimentu zahrnující VR i skutečné prostředí. Výzkum rovněž zahrnoval NEO osobnostní inventář a škálu IPQ. Získaná data jsme statisticky ověřili t-testem pro jeden výběr, testem Pearsonova a Spearmanova korelačního koeficientu a Welchovým testem. Výsledky potvrdili signifikantně větší vzdálenosti respondentů od agenta uvnitř VR prostředí. Rovněž respondenti s nižší tělesnou výškou si udržovali od agenta uvnitř VR významně větší rozestup. Vliv ostatních zkoumaných proměnných se nepotvrdil.

Klíčová slova: virtuální realita, komunikace, neverbální komunikace, agent, avatar

„Příloha 2: Abstract of thesis“

ABSTRACT OF THESIS

Title: Proxemics and its impact on communication in virtual reality

Author: Jan John

Supervisor: PhDr. Jan Šmahaj, Ph.D.

Number of pages and characters: 94 pages, 164 720 characters

Number of appendices: 5

Number of references: 112

Abstract: The primary research problem of our study was to compare the differences within the proxemic non-verbal component of communication across real and virtual environments. We were particularly interested in users' perception of the surrounding environment and the agent placed within this environment. Additionally, we explored the differences in gender and body height across the territorial behavior of both genders. We also focused on the influence of the degree of experienced immersion and the level of differences in behavior within VR and real environment. Lastly, we were interested in whether the personality dimension of extraversion affects the resulting proxemic behavior of respondents. We decided to conduct the research through an experiment involving both VR and real environments. The research also included the NEO personality inventory and the IPQ scale. Collected data were statistically verified using a one-sample t-test, Pearson's and Spearman's correlation coefficient tests, and Welch's test. The results confirmed significantly greater distances of respondents from the agent within the VR environment. Also, respondents with lower body height maintained a significantly greater distance from the agent inside VR. The influence of the other hypothesized variables was not significantly confirmed.

Key words: virtual reality, communication, nonverbal communication, agent, avatar

„Příloha 3: Informovaný souhlas s účastí ve výzkumu a se zpracováním osobních údajů“

Informovaný souhlas s účastí ve výzkumu a se zpracováním osobních údajů

Název diplomové práce: Proxemika a její vliv na komunikaci ve virtuální realitě

Autor práce: Bc. Jan John

Vedoucí práce: PhDr. Jan Šmahaj. Ph.D.

Vážená/vážený,

Tímto bych Vás chtěl požádat o souhlas s účastí na výzkumu, který je realizován v rámci mé diplomové práce. Práce se zabývá aspekty neverbální komunikace uvnitř virtuální reality.

Výzkum je proveden formou experimentu, ve kterém si účastník vyzkouší během několika málo minut splnit jednoduchý úkol v realitě i virtuální realitě dle instrukcí výzkumníka a následně vyplní dva krátké dotazníky. Celý experimentální proces by **neměl trvat déle než 20 minut**. Někteří uživatelé virtuální reality mohou po delší době s nasazenou virtuální realitou prožívat pocity bolesti hlavy, pálení očí či nevolnost. Pokud by u Vás některý z těchto symptomů nastal, informujte o tom prosím neprodleně výzkumníka, který Vám pomůže.

Svým podpisem souhlasím se zpracováním a uchováním osobních údajů v rámci zákona č. 110/2019 Sb. o zpracování osobních údajů. Rovněž dobrovolně souhlasím s účastí na *Výzkumu neverbální komunikace napříč virtuální realitou*. Měl/a jsem možnost zeptat se na záležitosti související s realizací výzkumu a na tyto dotazy jsem obdržel/a srozumitelné odpovědi. Zároveň jsem měl/a možnost z výzkumu kdykoli z jakýchkoli důvodů bezúhonně **odstoupit**.

V Olomouci dne

Podpis účastníka

Jan John, e-mail: jan.john01@upol.cz

„Příloha 4: Zdrojový kód použitého logovacího skriptu“

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.IO;
using UnityEngine;
using UnityEngine.XR;

public class VRHeadsetPositionLogger : MonoBehaviour
{
    private string filePath;

    // Store the XR input device
    private InputDevice inputDevice;

    void Start()
    {
        CreateLogFolderIfNecessary();
        // Delete the previous log file, if it exists
        if (System.IO.File.Exists(filePath))
        {
            System.IO.File.Delete(filePath);
        }

        // Try to get the XR input device
        TryGetXRInputDevice();
    }

    void Update()
    {
        // Check if XR device is present and running
        if (CheckXRDevice())
        {
            // Get the position of the VR headset
            Vector3 headsetPosition;
            if (TryGetHeadsetPosition(out headsetPosition))
            {
                // Log the coordinates to the console
                Debug.Log("Headset Position: " + headsetPosition);

                // Log the coordinates to a text file
                LogToFile("Headset Position: " + headsetPosition);
            }
        }
        else
        {
            // Log a message if VR headset is not connected or not running
            Debug.LogWarning("VR headset not present or not running");
            LogToFile("VR headset not present or not running");
        }
    }

    private void CreateLogFolderIfNecessary()
    {
        // Set the file path to the project's root folder
        filePath =
Environment.ExpandEnvironmentVariables($"%USERPROFILE%/Downloads/VRLogs/VRHeadsetPositionLog_{DateTime.Now:yyyyMMddTHHmss}.txt");
        var directoryPath = Path.GetDirectoryName(filePath);

        if (!Directory.Exists(directoryPath))
        {
            Directory.CreateDirectory(directoryPath);
        }
    }
}
```

```

// Function to log to a text file
void LogToFile(string logMessage)
{
    using (System.IO.StreamWriter sw = System.IO.File.AppendText(filePath))
    {
        sw.WriteLine(logMessage);
    }
}

// Check if XR device is present and running
bool CheckXRDevice()
{
    List<XRDisplaySubsystem> displaySubsystems = new
List<XRDisplaySubsystem>();
    SubsystemManager.GetInstances(displaySubsystems);
    foreach (var subsystem in displaySubsystems)
    {
        if (subsystem.running)
        {
            return true;
        }
    }
    return false;
}

// Try to get the XR input device
void TryGetXRIInputDevice()
{
    List<InputDevice> devices = new List<InputDevice>();
    InputDevices.GetDevices(devices);
    foreach (var device in devices)
    {
        if
(device.characteristics.HasFlag(InputDeviceCharacteristics.HeadMounted))
        {
            inputDevice = device;
            break;
        }
    }
}

// Try to get the position of the VR headset
bool TryGetHeadsetPosition(out Vector3 position)
{
    position = Vector3.zero;

    if (inputDevice != null &&
inputDevice.TryGetFeatureValue(CommonUsages.devicePosition, out position))
    {
        return true;
    }

    return false;
}
}

```

„Příloha 5: Seznam úkonů pro výzkumníka pro jednotný průběh experimentu“

Seznam přípravných úkonů v laboratoři

- Požádat na vrátnici o **klíče** a při příchodu se zapsat se do tabulky příchodů
- Po příchodu rozsvítit na jednotnou míru osvětlení
- Zapnout prodlužovací kabel pod stolem od počítače propojeného s headsetem
- Zasunout do prodlužovacího kabelu obě *motion tracking* zařízení
- Po zapnutí PC zapnout i modrou krabičku ležící na počítači s headsetem, kterou se zapíná samotný headset
- Upravit v místnosti nábytek tak, aby reprezentoval VR kopii
- Pokud ovladače potřebují dobít, nabít je pomocí adaptérů přes prodlužovací kabel pod skříňkou na vedlejší straně místnosti
- Zapnout samotný headset postranním tlačítkem na helmě a oba jeho ovladače malými černými tlačítky zhruba v prostřední části ovladače (kontrolky musí svítit **zeleně**)
 - (poznámka: ovladače se při neaktivitě po 10 minutách samy vypínají a je potřeba je v případě potřeby znovu zapnout)
- Po zapnutí PC spustit aplikaci *Steam*, vlivem čeho se zapne i aplikace *SteamVR*
 - (poznámka: pokud headset navzdory zapnutí není propojen s PC, spustit pro jeho aktivaci jakoukoli aplikaci vyžadující VR headset)
- Vyzkoušet s headsetem ležícím na stanovené startovní pozici vyznačené šedivými páskami, zda experimentální aplikace má správně nakalibrovanou polohu (pokud ne, nezbyvá nic jiného než znovu překalibrovat headset *HTC Vive Pro 2*)

Seznam úkonů při práci s respondentem

- Po úvodním přivítání respondenta ho dovést do laboratoře
- Vysvětlit mu podrobně, o co v experimentu půjde (účel a postup experimentu)
- Dát mu podepsat **informovaný souhlas**
- Nasadit respondentovi headset a pečlivě ho na jeho hlavě upravit (utáhnout nebo povolit na vrchní a zadní straně hlavy) tak, aby mu byl headset komfortní a jeho vidění uvnitř VR bylo adekvátně ostré
- Pro zácvik mu spustit VR aplikaci „*theBlu*“ a vysvětlit mu, co se bude dít v zácviku
- Po skončení aplikace *theBlu* se ho dotázat, zda necítí: bolesti hlavy, pálení očí, nevolnost či dezorientaci
- Pokud ne, provést s ním experimentální měření (buď nejprve A a poté B, nebo naopak)
- Změřit data pro oba typy situací (při VR situaci ukončením aplikace „*VR Experiment 1.4*“), v realitě analogovým měřením – **zde instruovat respondenta, at' se do změření nehýbe!**)
- Instrukce pro obě situace: „***Až budete chtít, přibližujte se pomalu směrem ke mně a zastavte se v bodě, kdy Vám vzdálenost ode mě/od virtuální postavy přestane být nadále komfortní.***“
- Po experimentálních měřeních usadit respondenta k počítači na protější straně místnosti a nechat ho vyplnit souhrnný **dotazník**
- Poděkovat respondentovi za účast, znovu se dotázat, zda necítí symptomy *cybersickness* a odměnit ho připravenou **odměnou**

- (V mezičase mezi respondenty průběžně čistit headset a dobíjet ovladače)

Seznam úkonů při opouštění laboratoře
--

- Překopírovat vygenerované VR logy měření na bezpečné místo
- Vypnout počítač propojený s headsetem a vypnout i prodlužovací kabel k němu připojený
- Na konci každého experimentálního dne vyčistit headset
- Pokud se headset a ovladače samy nevypnou, manuálně je vypnout výše zmíněnými tlačítky
- Vysunout ze zásuvek obě *motion tracking* zařízení
- Vysunout ze zásuvek adaptéry pro napájení ovladačů
- Vrátit nábytek na původní místo
- Zhasnout
- Při odchodu zapsat do rozpisu čas odchodu z místnosti a vrátit klíče od laboratoře