ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: P0715D270029 Průmyslové inženýrství a management

DISERTAČNÍ PRÁCE

Metodika pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality

Autor: **Ing. Alena Lochmannová, Ph.D., MBA**
Školitel: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**

Akademický rok 2022/2023

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě disertační práci zpracovanou na téma:

Metodika pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality.

Prohlašuji, že jsem předloženou disertační práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatur a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této disertační práce.

V Plzni dne:..... .....

Ing. Alena Lochmannová, Ph.D., MBA

Upozornění

Podle Zákona o právu autorském, č. 35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků disertační práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakéhokoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Poděkování

Děkuji za pomoc především školiteli doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D., který vnesl do práce vědecký pohled a dodával psychickou podporu pro dokončení práce, zároveň děkuji Ing. Kláře Gillernové, Mgr. Stanislavě Reichertové a dalším kolegům ze Zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje za odborné rady stran jejich profesního zaměření, dále pak děkuji Ing. Marku Burešovi, Ph.D. za spolupráci a konzultaci výzkumné části práce.

FAKULTA STROJNÍ
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI

ANOTACE DISERTAČNÍ PRÁCE

Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni ak.rok odevzdání: 2022/2023

AUTOR	*Ing. Lochmannová, Ph.D., MBA*	*Alena*
STUDIJNÍ PROGRAM	*P0715D270029 Průmyslové inženýrství a management*	
VEDOUCÍ PRÁCE	*Doc. Ing. Šimon, Ph.D.*	*Michal*
PRACOVIŠTĚ VEDOUCÍHO	Katedra průmyslového inženýrství a managementu FST ZČU	
NÁZEV PRÁCE	Metodika pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality	

Počet stránek (A4 a ekvivalentů A4)

Celkem	157		**Textová část**	157		**Grafická část (přílohy)**	11

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Disertační práce se zabývá realizací experimentu zaměstnanců – záchranářů a komparací inovovaného tréninku ve virtuální realitě a konvenčního tréninku s využitím figurantů s cílem získat a zhodnotit data za účelem návrhu metodiky pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality.
KLÍČOVÁ SLOVA	Trénink, virtuální realita, vzdělávání, zdravotnické záchranářství.

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
UNIVERSITY OF WEST BOHEMIA

SUMMARY OF DISSERTATION WORK

FAKULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
UNIVERSITY OF WEST BOHEMIA

Submited: 2022/2023

Author	*Ing. Lochmannová, Ph.D., MBA*	*Alena*
Study Programmes	*P0715D270029 Industrial Engineering and Management*	
Supervisor	*Doc. Ing. Šimon, Ph.D.*	*Michal*
Instution/ Department	Department of Industrial Engineering and Management	
Title of the Work	Methodology for streamlining employee training using virtual reality	

Number of pages

Total	157		**Part of Text**	157		**Attachment**	11

Brief Description of the Theme, Findings and Benefits	The dissertation deals with the implementation of an experiment of employees - rescuers and the comparison of innovative training in virtual reality and conventional training using mannequins in order to obtain and evaluate data in order to design a methodology for improving the effectiveness of training employees using virtual reality.
Key Words	Training, virtual reality, education, medical rescue.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ 8

SEZNAM TABULEK 10

SEZNAM ZKRATEK 11

GLOSÁŘ 13

1. ÚVOD 15

2. CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE 17

3. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY A TEORETICKO-METODOLOGICKÁ VÝCHODISKA DISERTAČNÍ PRÁCE 18

3.1 VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY V RÁMCI ŘÍZENÍ LIDSKÝCH ZDROJŮ 19

3.1.1 ŘÍZENÍ LIDSKÝCH ZDROJŮ V KONTEXTU PODNIKOVÉ PRAXE 19

3.1.2 MĚŘENÍ LIDSKÉHO KAPITÁLU V REFLEXI ROZVOJE ZAMĚSTNANCŮ 21

3.1.3 VZDĚLÁVÁNÍ, TRÉNINK A ZKUŠENOSTI JAKO KLÍČOVÉ ASPEKTY LIDSKÉHO KAPITÁLU 22

3.1.4 VZDĚLÁVÁNÍ A TRÉNINK ZAMĚSTNANCŮ JAKO PŘEDMĚT ŘÍZENÍ LIDSKÝCH ZDROJŮ 23

3.1.5 VIRTUÁLNÍ REALITA A JEJÍ OBECNÉ VYMEZENÍ VČETNĚ SOUVISEJÍCÍCH POJMŮ 24

3.1.6 VIRTUÁLNÍ REALITA JAKO NÁSTROJ PRO ZEFEKTIVNĚNÍ PRŮMYSLOVÉ VÝROBY 26

3.1.7 SPECIFIKA VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY PRO POTŘEBY VZDĚLÁVÁNÍ 31

3.2 DIDAKTICKÝ ROZMĚR VZDĚLÁVÁNÍ S VYUŽITÍM VIRTUÁLNÍ REALITY 35

3.3 VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY PRO PŘÍPRAVU ZAMĚSTNANCŮ – ZDRAVOTNICKÝCH ZÁCHRANÁŘŮ 39

3.4 TEZE DISERTAČNÍ PRÁCE 45

4 ANALYTICKO-SYNTETICKÁ ČÁST DISERTAČNÍ PRÁCE 47

4.1 STANOVENÉ HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE 47

4.2 METODY VYUŽÍVANÉ KE ZPRACOVÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE 47

4.2.1 OBECNÉ VĚDECKÉ METODY 47

4.2.2 SPECIFICKÉ VĚDECKÉ METODY 49

4.3 POPIS VÝZKUMNÉHO EXPERIMENTU A MĚŘENÍ 51

4.3.1 EXPERIMENTÁLNÍ A KONTROLNÍ SKUPINA 52

4.3.2 POPIS PROSTŘEDÍ, SCÉNY, METODY POSTUPU PRO EXPERIMENTÁLNÍ SKUPINU 52

4.3.3 POPIS PROSTŘEDÍ, SCÉNY, METODY POSTUPU PRO KONTROLNÍ SKUPINU 75

4.3.4 POZOROVÁNÍ V PROSTŘEDÍ MODULU „AED“ 79

4.4 VÝSLEDKY VÝZKUMNÉHO EXPERIMENTU A JEJICH ZPRACOVÁNÍ . 81

4.4.1 POUŽITÉ METODY A SW 81

4.4.2 CHARAKTERISTIKY SOUBORŮ 82

4.4.3 TESTOVÁNÍ ZÁTĚŽE DLE NASA TLX 84

4.4.4 TESTOVÁNÍ METOD METHANE A START 86

4.4.5 HODNOCENÍ EMICKÉ PERSPEKTIVY PROBANDŮ 90

5 OVĚŘENÍ HYPOTÉZ 97
5.1 HYPOTÉZA 1 97
5.2 HYPOTÉZA 2 103
5.3 HYPOTÉZA 3 104
5.4 HYPOTÉZA 4 104
5.5 HYPOTÉZA 5 105
5.6 HYPOTÉZA 6 105
6 METODIKA PRO ZEFEKTIVŇOVÁNÍ PŘÍPRAVY ZAMĚSTNANCŮ S VYUŽITÍM VIRTUÁLNÍ REALITY 107
6.1 KOMPARACE KONVENČNÍHO A INOVOVANÉHO TYPU ŠKOLENÍ A PŘÍSLUŠNÁ DOPORUČENÍ 107
6.2 OBECNÝ POSTUP PŘI TVORBĚ VZDĚLÁVACÍHO MODULU VE VR 109
6.3 METODICKÉ POKYNY PRO TVORBU PROSTŘEDÍ 111
6.4 METODICKÉ POKYNY PRO IMPLEMENTACI MODULU A ORGANIZACI VZDĚLÁVÁNÍ 115
7 PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE 124
7.1 TEORETICKÝ PŘÍNOS PRÁCE 124
7.2 PRAKTICKÝ PŘÍNOS PRÁCE 125
7.3 DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ VÝZKUM V DANÉ PROBLEMATICE 125
8 ZÁVĚR A SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ BÁDÁNÍ 127
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 130
SEZNAM PUBLIKOVANÝCH PRACÍ, KONFERENČNÍCH VYSTOUPENÍ A PEDAGOGICKÉ ČINNOSTI DOKTORANDKY 141
PŘÍLOHA A – VSTUPNÍ DOTAZNÍK PROBANDŮ V EXPERIMENTÁLNÍ SKUPINĚ 147
PŘÍLOHA B – DOTAZNÍK PRO HODNOCENÍ STUDENTOVA VÝKONU 149
PŘÍLOHA C – SEBEHODNOTÍCÍ DOTAZNÍK 150
PŘÍLOHA D – NASA TLX 151
PŘÍLOHA E – UŽIVATELSKÝ MANUÁL VALVE INDEX 152
PŘÍLOHA F – UŽIVATELSKÝ MANUÁL OCULUS QUEST 2 154
PŘÍLOHA G – ŽÁDOST O POSOUZENÍ VÝZKUMNÉHO PROJEKTU 155
PŘÍLOHA H – STANOVISKO ETICKÉ KOMISE PRO VÝZKUM ZČU K NÁVRHU VÝZKUMNÉHO PROJEKTU 157

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Prostředí ovládací scény 53
Obrázek 2 Avatar (virtuální školitel) 53
Obrázek 3 - Tlačítko START pro spuštění modulu 54
Obrázek 4 – Schéma postupu pro spuštění modulu 54
Obrázek 5 - Školení ovladatelnosti v úvodním prostředí 55
Obrázek 6 - Scéna autonehody ve večerních hodinách 56
Obrázek 7 - Rozmístění zraněných 56
Obrázek 8 - Autonehoda, rozmístění vozů 57
Obrázek 9 - Tablet, potvrzení polohy 57
Obrázek 10 - Metoda METHANE 58
Obrázek 11 - Naměřená hodnota srdečního tepu 58
Obrázek 12 - Zraněný člověk s viditelnými body pro měření základních funkcí 59
Obrázek 13 - Kapilární test 59
Obrázek 14 - Záchranářská taška 60
Obrázek 15 - Zvýrazněné místo pro umístění obvazu 60
Obrázek 16 – Teleport 61
Obrázek 17 - Pacient s krvácejícím zraněním 62
Obrázek 18 - Pacient s neprůchodnými dýchacími cestami 62
Obrázek 19 – Schéma postupu 66
Obrázek 20 - Možná aktivita studujícího/probanda 67
Obrázek 21 - Postup třídění 68
Obrázek 22 - JumpSTART pro třídění dětí 69
Obrázek 23 - Příklad hodnocení konkrétního probanda po dokončení testovací části tréninku 71
Obrázek 24 - Blokové schéma procesu experimentu 71
Obrázek 25 - Ukázka záznamu měřených parametrů vybraného probanda 72
Obrázek 26 - Testování experimentální skupiny, proband v úvodním modulu interaguje s avatarem 73
Obrázek 27 - Proband v testovacím modulu 73
Obrázek 28 - Proband v testovacím modulu po ukončení tréninku 74
Obrázek 29 - Ukázka evaluace profesionálem v průběhu expozice 74
Obrázek 30 - Instruktáž ze strany školitele – profesionální záchranářky 76
Obrázek 31 - Informace velitele zásahu 76
Obrázek 32 - Kontrolní skupina, třídění 77
Obrázek 33 - Kontrolní skupina, třídění, vyhodnocení základních životních funkcí 77
Obrázek 34 - Kontrolní skupina, třídění – maskování a typová zranění odpovídala experimentální skupině 78
Obrázek 35 - Kontrolní skupina, využití barevné pásky pro zatřídění pacienta 78
Obrázek 36- Školení používání AED 80
Obrázek 37- Školení používání AED, zvýrazněné umístění 80
Obrázek 38 - Rozložení odpovědí pro vyjádření obav z nutnosti výjezdu ke krizové situaci. 84
Obrázek 39 - Jednotlivé charakteristiky TLX – boxploty dle skupin. 85
Obrázek 40 - Čas hlášení v sekundách dle skupin. 86
Obrázek 41 - Skóre hlášení METHANE. 87
Obrázek 42 - Počet špatně určených. 89
Obrázek 43 - Volba pořadí dle skupiny. 90

Obrázek 44 - Výskyt problému s VR dle pohlaví. 91
Obrázek 45 - Shoda pocitu z VR s realitou dle pohlaví. 91
Obrázek 46 - Pocit probandů o své chybovosti dle pohlaví. 92
Obrázek 47- Způsob výběru pořadí dle pohlaví. 92
Obrázek 48 - Pocit reálnosti dle skupiny. 93
Obrázek 49 - Pocit chybovosti dle skupiny. 93
Obrázek 50 - Vnímání smrti v inscenačním prostředí dle skupiny. 94
Obrázek 51- Emoční zátěž dle skupiny. 95
Obrázek 52 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle skupiny. 97
Obrázek 53 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle pohlaví. 98
Obrázek 54 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle zkušeností s nácvikem zásahů. 99
Obrázek 55 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle zkušeností se smrtí. 99
Obrázek 56 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle délky praxe. 100
Obrázek 57 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle obav z nutnosti výjezdu k mimořádné události. 101
Obrázek 58 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle připravenosti na zásah při krizové situaci. 102
Obrázek 59 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle zvládání postupů v krizových situacích. 103
Obrázek 60 - Schéma postupu tvorby obsahu vzdělávání ve VR 111
Obrázek 61 - Přihlašování do řídícího softwaru 113
Obrázek 62 - Výběr VR headsetu 114
Obrázek 63 - Spuštěná aplikace a přenos obrazu z VR headsetu 114

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Možný průběh simulace 65
Tabulka 2 - Situace odvozené z probandových aktivit 69
Tabulka 3 - Základní charakteristiky souborů. 82
Tabulka 4 - Další charakteristiky souborů. 83
Tabulka 5 - Jednotlivé charakteristiky TLX – výběrové statistiky a výsledky testování. 85
Tabulka 6 - Čas hlášení – výběrové statistiky a výsledky testování. 87
Tabulka 7 - Skóre hlášení METHANE – výběrové statistiky a výsledky testování. 87
Tabulka 8 - Čas hlášení (v sekundách) METHANE v experimentální skupině – výběrové statistiky. 88
Tabulka 9 - Počet špatně určených – výběrové statistiky a výsledky testování. 89
Tabulka 10 - Porovnání parametrů před inovací a dosažených technických parametrů 108

SEZNAM ZKRATEK

3D	Trojrozměrný
AED	Automatizovaný externí defibrilátor
ARI	Instrukce pro rozšířenou realitu
BLE	Bluetooth Low Energy
CB	Computer-Based
CAD	Computer-aided Design
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
CBT	Školení s využitím počítačů
CPS	Cyber-physical System
ETHD	Encountered-type of Haptic devices
HMD	Head-mounted display
HPO	Hromadné postižení osob
HW	Hardware
HZS	Hasičský záchranný sbor
IKT	Informační a komunikační technologie
IT	Informační technologie
IZS	Integrovaný záchranný systém
KPI	Klíčové ukazatele výkonnosti
KPR	Kardiopulmonální resuscitace
MU	Mimořádná událost
NASA TLX	NASA Task Load Index
OA	Osobní automobil
OTS	Operator Training Simulator
PC	Osobní počítač
PČR	Policie České republiky
PLM	Product Lifecycle Management
ROI	Návratnost investic
RZP	Rychlá zdravotnická pomoc
SET	Syntetické environmentální trenéry
SMS	Smart manufacturing systems
SR	Simulovaná realita
STEP	Standard for the Exchange of Product
VHRD	Virtual human resources development

VM	Virtual Manufacturing
VR	Virtuální realita
VRE	Virtual Reality Environment
VRML	Virtual Reality Modeling Language
VRST	Virtual Reality Training Solutions
ZOS	Zdravotnické operační středisko
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

GLOSÁŘ

AMBUS	Autobus přetvořený na vozidlo záchranné služby
ANOVA	Analýza rozptylu
AVATAR	Virtuální školitel
BOXPLOT	Krabicový graf
COMPUTER-BASED TRAINING	Vzdělávání, které zahrnuje použití osobního nebo síťového počítače pro dodávku a přístup vzdělávacích programů
HAND TRACKING	Komponenta zachycující ve VR veškerou jemnost a složitost přirozených pohybů rukou
IMERZE	Ponoření, vnoření, pohroužení se
JumpSTART	Metoda třídění dětských pacientů
METHANE	Hlášení nehody dispečinku
MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST	Škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací
NASA TASK LOAD INDEX	Široce používaný, subjektivní, vícerozměrný hodnotící nástroj
OSOBA POSTIŽENÁ NA ZDRAVÍ	Osoba, jejíž zdravotní stav vyžaduje poskytnutí přednemocniční neodkladné péče
ROZŠÍŘENÁ REALITA	Realita doplňování reálného obrazu o virtuální prvky
SERIOUS GAMES	Seriózní hra nebo aplikovaná hra je hra určená pro jiný primární účel než čistou zábavu
SMÍŠENÁ REALITA	Digitální technologie propojující existující realitu s virtuálními prvky
START	Metoda třídění pacientů
STOCHASTIC REWARDS VALUATION MODEL	Model oceňování lidí, model ocenění
TELEPORT	Nástroj přesunu ve virtuální realitě
VIRTUAL MANUFACTURING	Používání počítačů k modelování, simulaci a optimalizaci kritických operací a entit v továrně

VIRTUÁLNÍ REALITA	Technologie nahrazující fyzický svět umělou realitou

1. ÚVOD

Vzdělávání zaměstnanců, jejich kontinuální rozvoj a jeho plánování jsou dnes nedílnou součástí řízení lidských zdrojů ve všech organizacích včetně průmyslových podniků. Lidské zdroje nejsou pouze dílčí entitou podniku, ale jsou hybatelem inovací, procesů a významným kapitálem, kterým organizace disponují. V době rozvoje znalostního managementu již není možné přehlížet nutnost lidské zdroje rozvíjet, a to způsobem, který je udržitelný, efektivní a zároveň působí na jedince motivačně. Řada organizací stále ještě realizuje školení konvenční cestou, aniž by se zaměřila na měření přínosů, návratnost investic a efektivitu. V posledních letech do podnikového a organizačního prostředí stále více proniká virtuální realita, která již neumožňuje pouze virtuální prohlídky, ale efektivně vede zaměstnance při montáži, údržbě, osvojování si pravidel bezpečnosti práce, ale i při osvojování si nových dovedností a následném tréninku. Bez ohledu na to, zda se jedná o průmyslový podnik nebo organizaci státní správy, je možné uplatnit využití virtuální reality pro školení zaměstnanců za účelem jeho zefektivnění, snížení nákladovosti, eliminaci či minimalizaci zátěže dalších zaměstnanců aj. Pro potřeby této práce bude pracováno se zaměstnaneckou kategorií zdravotnických záchranářů s ohledem na specificky zvolený modul, aby bylo možno otestovat prostředí, které je zároveň stresové a tím bylo možno získat přidanou hodnotu pro návrh metodiky v obecné rovině aplikovatelné s dílčími modifikacemi také na průmyslový (ale i jiný) kontext. Na dané skupině lze zároveň demonstrovat využití aplikace se scénářem, který je v realitě realizován spíše méně často, přesto klade zvýšené nároky na připravenost, jedná se totiž o mimořádnou událost s hromadným postižením osob.

Využití simulačních her ve spojení s instruováním uživatele se ukázalo jako efektivní způsob pro osvojování nových znalostí a dovedností. Primárním účelem simulačních her je vzdělávání účastníků, případné zábavné prvky slouží jako motivace pro hraní. V případě simulačních her ve virtuálním prostředí se efektivita učení dále zvyšuje díky imerzi a vysoké míře přítomnosti uživatele ve hře, respektive v připraveném scénáři. Díky simulacím ve virtuálním prostředí je možné navodit reálné situace a uživatel se učí na ně reagovat. V posledních letech se simulační hry již využívají pro vzdělávání zaměstnanců výrobních podniků, zdravotníků, pedagogů či vojáků. Důvodem jsou některé z výhod takového vzdělávání, kdy lze simulace ve virtuálním prostředí opakovat v podstatě kdykoliv a kdekoliv. V případě velkého množství studujících/školených a nedostatku příležitostí pro nácvik v praxi je tak možné poskytnout nácvik potřebných dovedností za stejných podmínek velkému počtu jedinců. Virtuální prostředí zároveň představuje pro školeného jedince prostředí, které lze z podstaty jeho povahy označit za bezpečné. Není záměrem autorky toto prostředí vyzdvihovat či jej upřednostňovat před konvenčním typem školení. Cílem autorky je zaměřit se na komparaci těchto dvou prostředí a na základě zjištěných dat navrhnout metodiku pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality, pročež virtuální realita je od prvopočátku vnímána jako dílčí komponenta tohoto vzdělávání, byť například dominantní, nikoliv však jediná a zcela nahrazující konvenční typ školení, ve kterém dochází ke kontaktu s figurantem. Tento kontakt a přímá interakce především pro specifickou práci zdravotnického záchranáře zůstává i nadále velmi významný až nepostradatelný.

Přestože je výzkumná část této práce zacílena na profesi zdravotnického záchranáře, je možné metodiku, která bude navržena, využít jako podkladový materiál pro postup v rámci jakékoliv pracovní profese, ať už průmyslové nebo jiné. Cílem autorky je s využitím metod průmyslového inženýrství využít její všeobecné povědomí o profesi zdravotnického záchranáře a demonstrovat společenský přínos a multidisciplinární uplatnění průmyslových inženýrů napříč obory.

Výzkumný záměr založený na provedení experimentu s využitím modulu „Autonehoda“ ve virtuální realitě v komparaci s konvenčním školením s využitím figurantů byl předložen ke schválení Etické komisi pro výzkum Západočeské univerzity v Plzni. Etická komise pro výzkum Západočeské univerzity v Plzni ve svém rozhodnutí, číslo jednací ZCU 012668/2023, uvedla, že z popisu předloženého výzkumu vyplývá, že účastníci experimentu jsou dobrovolníci, není narušena jejich lidská důstojnost a nebudou v průběhu experimentu vystaveni fyzickému, psychickému ani sociálnímu riziku. Od účastníků experimentu jsou získávána pouze anonymní data a je zaručena ochrana jejich soukromí a osobních údajů dle příslušného zákona. Etická komise proto na základě předložených dokumentů vydala souhlas s provedením za podmínek stanovených v žádosti o posouzení výzkumného projektu. Žádost o posouzení výzkumného projektu i souhlas etické komise jsou přílohou předkládané práce.

2. CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce je na základě provedení experimentů s využitím experimentální a kontrolní skupiny zdravotnických záchranářů navrhnout metodiku pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality. Pro pochopení základních aspektů přípravy školení ve virtuální realitě bude využito zdravotnických záchranářů ve třetím ročníku studia na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni, kteří mají tedy již minimálně tříletou praktickou zkušenost s působením na oddělení emergency a urgentním příjmu v nemocnici a na zdravotnické záchranné službě, zároveň jsou ale stále v úvodní fázi své kariéry a tedy odpovídají cílové skupině zdravotnických záchranářů, kteří by měli v budoucnu být dominantně exponováni navrhovanému modelu školení. Tato cílová skupina byla zvolena s ohledem na možnost testovat modul založený na znalostech, v rámci něhož je proband vedle standardizovaného postupu vystaven vyšší zátěži v rovině stresové. Výsledky experimentu, který bude detailně popsán v práci dále, budou následně statisticky vyhodnoceny a verifikovány za účelem stanovení konkrétních závěrů práce.

Pro naplnění výše uvedeného hlavního cíle bylo definováno několik dílčích cílů, které jsou následně řešeny v rámci disertační práce.

Jednotlivé dílčí cíle jsou:

- Vybrat vhodný a reprezentativní vzorek respondentů pro provedení výzkumu.
- Provést experiment školení a trénink ve virtuální realitě na vzorku zdravotnických záchranářů s ohledem na sledované parametry.
- Statisticky vyhodnotit a validovat získaná data.
- Stanovit závěry, verifikovat dané hypotézy.
- Formulovat metodologická doporučení pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality.

3. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY A TEORETICKO-METODOLOGICKÁ VÝCHODISKA DISERTAČNÍ PRÁCE

Předmětem této kapitoly bude shrnutí současného vědeckého poznání ve vazbě na téma předkládané disertační práce. K tomu bude využito literární rešerše jako základního nástroje pro zpracování přehledu současných znalostí daného tématu a přehledu literatury. Právě literární rešerše může být pro řadu výzkumných otázek nejlepším metodologickým nástrojem pro získání odpovědí. Rešerše je užitečná tehdy, když chce výzkumník zhodnotit teorii nebo důkazy v určité oblasti nebo prověřit platnost či přesnost určité teorie nebo konkurenčních teorií. [1] V kontextu této disertační práce je literární rešerše využito především s cílem poskytnout přehled o určité otázce a výzkumném problému. Typicky se literární rešerše provádí za účelem zhodnocení stavu znalostí o určitém tématu [2], k čemuž poslouží tato kapitola. Na základě vytvořeného přehledu literatury bude koncipován výzkumný experiment a v kontextu realizovaných měření pak bude navržena a zobecněna metodika pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality. Za reprezentanty zaměstnanecké kategorie byli pro potřeby této disertační práce s ohledem na možnost realizace pilotní studie zvoleni zdravotničtí záchranáři s cílem ověřit vedle běžně sledovaných proměnných i rovinu stresové a emoční zátěže, kterou standardizovaná školení čistě technického rázu ve výrobním podniku dosud četně absentovala.

Existuje celá řada postupů pro literární rešerši. V závislosti na metodice potřebné k dosažení účelu přehledu mohou být všechny typy užitečné a vhodné k dosažení konkrétního cíle. Tyto přístupy mohou být kvalitativní, kvantitativní nebo mít smíšený design v závislosti na fázi přezkumu. Mezi nejzákladnější typy literární rešerše patří systematický přehled, polosystematický přehled a integrativní přehled. Za správných okolností mohou všechny tyto strategie přezkoumání významně napomoci k zodpovězení konkrétní výzkumné otázky. Je však třeba poznamenat, že existuje mnoho dalších forem literární rešerše a prvky různých přístupů se často kombinují. Vzhledem k tomu, že tyto přístupy jsou poměrně široké, je třeba poznamenat, že mohou vyžadovat další přizpůsobení pro konkrétní výzkumný projekt. [2] Autorka této disertační práce bude využívat v rámci dané kapitoly primárně systematickou literární rešerši. Systematická literární rešerše byla vyvinuta dominantně jako způsob systematické, transparentní a reprodukovatelné syntézy výsledků výzkumu, přičemž tato je označována jako tzv. zlatý standard mezi rešeršemi. [3] Jedná se tak o výzkumnou metodu a proces pro identifikaci a kritické zhodnocení relevantního výzkumu, stejně jako pro sběr a analýzu dat z uvedeného výzkumu. [2] Cílem systematické rešerše je identifikovat všechny empirické důkazy, které splňují předem stanovená kritéria pro zařazení, a odpovědět tak na konkrétní výzkumnou otázku nebo hypotézu. Použitím explicitních a systematických metod při přezkoumávání relevantní literatury, tedy článků a všech dostupných důkazů lze minimalizovat zkreslení, a poskytnout tak spolehlivá zjištění, na jejichž základě je možné vyvozovat závěry a přijímat rozhodnutí. [4]

Hlavní témata, která budou součástí literární rešerše a souvisí s návrhem Metodiky pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality, jsou následující:

- Využití virtuální reality jakožto vzdělávacího nástroje v rámci řízení lidských zdrojů
- Didaktický rozměr vzdělávání s využitím virtuální reality

- Využití virtuální reality pro přípravu zaměstnanců se zohledněním profese zdravotnického záchranáře

Z těchto témat vyplynou souhrnné teoretické poznatky a budou stanoveny hlavní teze disertační práce.

3.1 VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY V RÁMCI ŘÍZENÍ LIDSKÝCH ZDROJŮ

Dynamika jedenadvacátého století, tlak na flexibilitu a neustálé posilování konkurenceschopného postavení, to jsou tlaky, které se dotýkají všech podnikových oblastí, lidské zdroje nevyjímaje. O to významnější se jeví komplexní přístup k řízení lidských zdrojů, a to na úrovni všech procesů, které pod tuto oblast řízení spadají. Management lidských zdrojů nebo také česky řízení lidských zdrojů lze definovat jako strategický a promyšlený přístup k řízení toho nejcennějšího, co organizace má, tedy lidí, kteří v organizaci pracují a kteří individuálně i kolektivně přispívají k dosahování cílů organizace. [5] Už Wright, McMahan a McWilliams poukazovali na to, že lidské zdroje skrývají potenciál trvalé konkurenční výhody pro firmu, neboť za určitých okolností jsou hodnotné, vzácné, nenapodobitelné a nenahraditelné. Přitom platí, že za hodnotné je možné lidské zdroje považovat za předpokladu, vyhovují-li jejich individuální předpoklady k práci ve smyslu jejich schopností a motivace specifickým podmínkám a požadavkům organizace, přičemž tyto jim umožňují efektivně vykonávat jejich práci a dosahovat stanovených cílů a požadovaného výkonu. Za vzácné jsou lidské zdroje považovány tehdy, jsou-li díky svým individuálním předpokladům k práci pro organizaci na trhu práce k dispozici pouze v omezeném množství. Nenapodobitelné jsou lidské zdroje tehdy, nemůže-li jejich individuální předpoklady k práci využívat jiná organizace bez jejich předchozího přizpůsobení odlišným podmínkám a požadavkům. [6] [167]

3.1.1 ŘÍZENÍ LIDSKÝCH ZDROJŮ V KONTEXTU PODNIKOVÉ PRAXE

Pojem řízení lidských zdrojů byl ve své podstatě postupně nahrazen pojmem personální řízení. Nejprve ale ve čtyřicátých letech 20. století nahradil pojem řízení práce, potažmo řízení pracovních sil, který se objevil za první světové války v muničních továrnách. Řízení lidských zdrojů nahradilo přístup k řízení lidí, který vycházel ze školy lidských vztahů, jejíž základy položil Elton Mayo s využitím výsledků svého výzkumného projektu prováděného ve dvacátých letech 20. století, který je znám jako Hawthornské studie. Toto označení má svůj původ v místě, kde byly výzkumy prováděny. Jednalo se o továrnu firmy Western Electric Co. nedaleko Chicaga v malém městečku Hawthorn. Původně byly tyto studie zaměřeny na zkoumání vlivu fyzických podmínek práce, jako je například délka pracovního dne či osvětlení na pracovišti, na výkon pracovníků. V průběhu řady experimentů se ukázalo, že výkon se zvyšoval nejen na tzv. experimentálních pracovištích, kde se pracovní podmínky zlepšovaly, ale také na kontrolních pracovištích, kde ovšem k žádné změně nedocházelo. Velmi nečekaným bylo zjištění, že výkon na experimentálním pracovišti stoupl i tehdy, když byly pracovní podmínky vráceny na původní, tedy relativně horší úroveň. Vyšlo tak najevo, že situaci ovlivňují další intervenující proměnné a bylo nutno hledat jiné skutečnosti, které danou změnu způsobovaly. Mayo dokázal se svým týmem pracovníků finálně identifikovat několik faktorů, které působily na zvýšení výkonu pracovníků. Primárně bylo zjištěno, že pracovníci na

experimentálním pracovišti vnímají své vybrání pro výzkum jako uznání, jako potvrzení toho, že jsou vedením podniku pokládáni za důležité, jako výraz zájmu vedení podniku o zlepšení jejich pracovních podmínek. Díky působení nových podmínek se mezi pracovníky na tomto pracovišti utvořily nové, příznivější pracovní i osobní vztahy, přičemž ty spolu s intenzivnější úrovní sociálního styku resultovaly ve vyšším uspokojení z práce. Mayo tak obrátil pozornost k problematice sociálních podmínek práce, přičemž poukázal na to, že pozitivní vztahy na pracovišti vytvářejí vhodné předpoklady k posílení motivace pracovníků a zvýšení jejich výkonu. Význam hawthornských studií lze spatřovat především v poznání, že společenské vztahy a neformální sociální skupiny na pracovišti jsou významným faktorem výkonnosti a spokojenosti pracovníků. [7] [167] Stejně tak se lze domnívat, že motivace zaměstnanců pro výkon roste v situacích, kdy budou ze strany zaměstnavatele vynakládány dostatečné prostředky na vhodné zaškolení, a to nejen v úvodu kariéry zaměstnance, ale také v rovině školení aktualizačních a prohlubujících. I zde lze spatřovat přesah do roviny výkonu zaměstnance.

V současné době trh disponuje novou generací manažerů, kteří se orientují na mezinárodních trzích, pracují úspěšně v multinacionálních organizacích nebo kultivují původně české podniky podle standardů vyspělých ekonomik. Stejně tak se proměňují zaměstnanci. Po dlouhých letech, kdy nebyl rozvoj lidských zdrojů předmětem hlavního zájmu administrativy, se nyní již pozvolna do popředí dostává. [8] [167] V současné době se pozornost soustředí na potřebu uplatňování strategického a systematického řízení lidských zdrojů, které v podnicích vytváří přidanou hodnotu účelným a účinným využíváním lidských zdrojů. V této souvislosti se objevila řada nových přístupů, například řízení lidského kapitálu, zvyšování oddanosti, řízení talentů, řízení založené na schopnostech, elektronické řízení lidských zdrojů, vytváření systémů zaměřených na vysoký výkon, řízení pracovního výkonu nebo odměňování podle výkonu. Tyto přístupy však nejsou uplatňovány ve jménu původní koncepce řízení lidských zdrojů. [5] [167]

Podniky jsou si dnes již vědomy toho, že faktorem konkurenceschopnosti jsou především poznatky, které jsou aplikovány v produktu nebo v technologii jeho výroby. Proto se podniky za účelem konkurenceschopnosti snaží co nejdříve dodat na trh inovovaný výrobek nebo použít pro jeho výrobu inovovaný stroj. Tak vzniká poptávka po znalostech, které by odpověděly na otázku, jak udělat nový výrobek, jak vytvořit účinnější organizační strukturu, marketingovou strategii, politiku odměňování a motivace atd. Technologická úroveň výrobních procesů dnes není omezením pro inovaci výrobků. Omezením zůstává pouze absence nových poznatků a vědomostí. Konkurenční předností výrobní organizace může být ale i například dokonalejší organizace práce, styl a metody řízení, organizační struktura, metody motivace pracovníků, vytvoření rozvojové strategie, přístupy k personálnímu řízení a několik dalších podnikových procesů a činností. Jejich neustálé zdokonalování na základě nových poznatků a vědomostí se stává permanentním procesem. To znamená, že se stále inovují nejen technologie a produkty, ale i ostatní podnikové činnosti a procesy, řízení lidských zdrojů a v rámci něj vzdělávání zaměstnanců nevyjímaje. [9] [167]

Úkolem lidských zdrojů a jejich řízení v nejobecnějším pojetí je sloužit tomu, aby byl podnik výkonný a aby se jeho výkon neustále zlepšoval. Zabezpečit tento úkol lze pouze cestou neustálého zlepšování využití všech zdrojů, kterými organizace disponuje, tj. materiálních zdrojů, finančních zdrojů, informačních zdrojů a lidských zdrojů. Řízení lidských zdrojů je bezprostředně zaměřeno na neustálé zlepšování využití a neustálý rozvoj pracovních schopností lidských zdrojů, ale protože lidské zdroje rozhodují i o využívání materiálních a finančních zdrojů, řízení lidských zdrojů zprostředkovaně rozhoduje i o zlepšování využití všech zbývajících zdrojů organizace. Pokud by však autorka této práce měla charakterizovat úkoly řízení lidských zdrojů přece jen konkrétněji, bylo by možno mezi hlavní úkoly a obecně význam řízení lidských zdrojů zařadit vytváření dynamického souladu mezi počtem a strukturou

pracovních úkolů a jimi tvořených pracovních míst a počtem a strukturou pracovníků v organizaci tak, aby v každém okamžiku požadavkům každého pracovního místa v maximální míře odpovídaly pracovní schopnosti pracovníka zařazeného na toto pracovní místo a aby na proměnlivost požadavků pracovních míst s určitým předstihem reagoval proces rozvoje pracovních schopností pracovníků organizace.

Vedle výše uvedeného tkví ovšem význam řízení lidských zdrojů také v tom, že díky efektivnímu řízení je možné optimální využívání pracovních sil v organizaci, tj. především optimální využívání fondu pracovní doby a optimální využívání pracovních schopností. Významným úkolem řízení lidských zdrojů je formování týmů, efektivního stylu vedení lidí a zdravých mezilidských vztahů v organizaci. Zapomínat nelze ani na personální a sociální rozvoj pracovníků organizace, tedy rozvoj jejich pracovních schopností, osobnosti, sociálních vlastností, rozvoj jejich pracovní kariéry směřující k vnitřnímu uspokojení z vykonávané práce, ke sblížení či dokonce ke ztotožnění individuálních zájmů a zájmů organizace i k uspokojování a rozvíjení materiálních a nemateriálních potřeb pracovníků. [10] [167]

3.1.2 MĚŘENÍ LIDSKÉHO KAPITÁLU V REFLEXI ROZVOJE ZAMĚSTNANCŮ

K měření lidského kapitálu se v minulosti používaly různé přístupy, přímé i nepřímé. Přístup zaměřený na účetnictví obecně integruje měření lidského kapitálu do konvenčního účetního rámce. Počátek tohoto přístupu měření lidského kapitálu lze vysledovat až do 60. let dvacátého století. [11] Poté vypracoval komplexní přístup k měření lidského kapitálu Flamholtz, který tvrdil, že náklady lidského kapitálu mají dvě hlavní složky, kterými jsou pořizovací náklady a náklady na učení. Náklady na získání zahrnují náklady spojené s náborem a výběrem, nasazením, povýšením a interním najímáním, zatímco náklady na formální školení a na pracovní školení jsou zahrnuty v nákladech na učení. [12] Ve stejném duchu také Flamholtz [13] vypracoval model oceňování lidí nazvaný model ocenění, tedy *Stochastic Rewards Valuation model*. Koncipoval pětistupňovou metodu ocenění zaměstnance tak, aby mohl použít tento model. V kontextu tohoto rámce Flamholtz a kol. [14] vypracovali přístup pro výpočet návratnosti investic (ROI) do rozvoje řízení. Autoři tvrdili, že použití účetnictví lidských zdrojů jako metody pro měření přínosu rozvoje managementu zvyšuje lidský kapitál. Podobné typy alternativních modelů používali i jiní autoři. Například Cascio [15] navrhl k měření lidského kapitálu ukazatele jako soupis znalých zaměstnanců, postoje zaměstnanců a inovace lidského kapitálu. Tento přístup přikládá inovacím klíčový význam. Pro účetnictví lidského kapitálu byla navíc zvažována i fluktuace, organizační držba, zkušenosti a požadavky na znalosti. [16] [167]

Jiný přístup, který je běžný, spočívá ve stanovení tržní hodnoty a tržní návratnosti nehmotných aktiv včetně lidského kapitálu nebo v rozdílech mezi nimi. Přístup založený na tržní hodnotě využívá techniky založené na tržní hodnotě, které lidský kapitál měří na základě počtu zaměstnanců, jejich tržní a účetní hodnoty. Jedním z významných výzkumů v této kategorii je ten, který realizovali Bontis a Fitz-Enz. [17] Ti vytvořili různé metriky, jako je příjmový faktor lidského kapitálu, přidaná lidská ekonomická hodnota, nákladový faktor lidského kapitálu a přidaná hodnota lidského kapitálu. Tyto metriky kvantifikují tržní hodnotu lidského kapitálu. Tento přístup je však stále málo rozvinutý a je uznáván zejména v odborné literatuře o řízení. Stejně tak se přístup tržní návratnosti zaměřuje výhradně na „výnosy“ generované nehmotnými aktivy. Příkladem je model oceňování lidského kapitálu a úloha lidského kapitálu. Nejvýznamnějším měřítkem je to, které vypracoval Saratogský institut [18] a které zahrnuje finanční index lidského kapitálu v kombinaci s indexem příjmů z lidského kapitálu (příjmy na zaměstnance), index nákladů na lidský kapitál (celkové náklady práce na zaměstnance) a index zisku z lidského kapitálu (příjmy minus zakoupené služby na zaměstnance). Tento index kvantifikuje tržní výnosy lidského kapitálu. Tento přístup byl

kritizován některými výzkumnými pracovníky, kteří tvrdili, že nadhodnocuje přínos nehmotných aktiv. Alternativně je přístup založený na přidané hodnotě založen na rozdílu mezi vstupem a výstupem. V tomto ohledu se měří rozdíl mezi výnosem lidského kapitálu a náklady lidského kapitálu. [16] [167] Investice do vzdělávání zaměstnanců je jednou z dílčích investic do lidského kapitálu. K jejímu odůvodnění je třeba brát v potaz aspekt efektivnosti v rámci výrobního procesu či výkonu jako takového. Náklady na samostatný systém vzdělávání s využitím virtuální reality jsou na vstupu do značné míry stále ještě vysoké, nicméně tyto je třeba rozpouštět napříč lety v rámci nastaveného a optimálně standardizovaného systému vzdělávání, a to s ohledem na výkon a zefektivnění výroby jako takové.

Nejpopulárnějším přístupem k měření lidského kapitálu je přístup zaměřený na ukazatele, jako jsou schopnosti, motivace, dovednosti, odborné znalosti a kreativita zaměstnanců. Tento přístup shromažďuje ukazatele týkající se výkonnosti podniků a kvantifikuje je pomocí různých technik. Například Gimeno a kol. [19] považoval za nejdůležitější ukazatele lidského kapitálu podobné zkušenosti z průmyslu, relevantní pracovní zkušenosti a úroveň vzdělání. Bontis a Fitz-Enz [17] vypracovali komplexní přístup, který zohledňuje kvalitativní a kvantitativní faktory lidského kapitálu, s cílem ověřit souvislost mezi účinností lidského kapitálu a oceněním, investicemi a vyčerpáním lidského kapitálu. Mezi několik významných technik založených na přístupu k ukazatelům patří: Skandia Navigator, Human Resource Score Card a Intellectual Capital Navigator. Někteří badatelé také použili analytický hierarchický proces pro kalibraci lidského kapitálu. [20] [167]

3.1.3 VZDĚLÁVÁNÍ, TRÉNINK A ZKUŠENOSTI JAKO KLÍČOVÉ ASPEKTY LIDSKÉHO KAPITÁLU

Ačkoliv koncept lidského kapitálu zavedlo mnoho badatelů i organizací, průkopníky tohoto modelu byli Becker [21], Mincer [22] a Schultz [23]. Tito autoři kladli důraz na tři konkrétní aspekty lidského kapitálu, konkrétně na trénink, vzdělávání a zkušenosti. Zde se již autorka dostává k hlavnímu tématu své práce, tedy především k uplatnění těchto aspektů při vzdělávání zaměstnanců podniku, což vnímá jako významné oblasti ovlivňující výrobní proces jako takový, stejně jako výkon a efektivitu jakékoliv organizace. Pro zefektivnění výrobního procesu nestačí cílit primárně na tento proces jako takový a jeho dílčí aspekty, ale i na pohled na druhotné procesy, kterými se v současné době jeví i proces řízení lidských zdrojů. Je zajímavé v tomto kontextu uvést, že například Mincer [22] se zaměřil na školení a vzdělávání jakožto důležité složky lidského kapitálu a naznačil, že rozdíly v příjmech jednotlivců jsou příčinou rozdílů v lidském kapitálu. Podobně Schultz [23] spolu se vzděláváním a odbornou přípravou definoval zdravotní stav a fluktuaci jako vlákna lidského kapitálu. Tvrdil, že lidský kapitál by měl zahrnovat užitečné dovednosti a schopnosti, které mohou být zlepšeny záměrným investováním. Vysvětlil rozdíly v produktivitě a dále je přičetl rozdílům ve vzdělávání, zdravotním stavu a odborné přípravě. V několika studiích [24] [25] jsou rovněž považovány za stejně důležité kombinace s odbornou přípravou, vzděláváním a zkušenostmi, osobními dovednostmi, charakteristikami a postojem. [167]

Hatch a Dyer [24] navrhovali, aby klíčové faktory lidského kapitálu zahrnovaly úroveň vzdělávání, technický test při výběru, odbornou přípravu, účast zaměstnanců na práci, schopnost řešit problémy a odhodlání zaměstnanců. Skaggs a Youndt [26] místo toho zdůraznili dovednosti zaměstnanců, úroveň vzdělávání a profesní působení jako důležité prvky lidského kapitálu. Subramaniam a Youndt [27] přidali kreativitu jako další rozměr lidského kapitálu k dovednostem, vzdělání a zkušenostem. Aby bylo možné nalézt běžně používané ukazatele lidského kapitálu, provedl Han a kol. [28] studii v kontextu tchajwanských výrobních firem. Studie poukázala na pět společných ukazatelů lidského kapitálu, kterými jsou zodpovědnost za

pracovní místa, kompetence zaměstnanců, profesní působení, angažovanost zaměstnanců a kooperativnost zaměstnanců. V další významné studii Pablos [29] navrhl jako důležité ukazatele lidského kapitálu fluktuaci zaměstnanců, vzdělání, motivaci, profil spokojenosti a odbornou přípravu. Z těchto ukazatelů byla mnoha výzkumníky využita spokojenost zaměstnanců a pracovní schopnosti. [30] [167]

Význam lidského kapitálu, a to i přes rozdílné přístupy k jeho měření, které je možné velmi efektivně využívat už při samotném náboru zaměstnanců a následném vzdělávání, ať již úvodním, tak průběžném, je zcela neoddiskutovatelný. V současné době je personální řízení považováno za jeden ze strategických směrů rozvoje organizace, jehož cílem je poskytnout každému odvětví organizace vysoce kvalifikované a motivované zaměstnance, vytvoření kreativně aktivního pracovního kolektivu, který pozitivně reaguje na změny schopné rozvoje a obnovy. Efektivita organizace závisí v mnoha ohledech na lidských zdrojích. Odborná rozhodnutí přijatá zaměstnanci na jakémkoli pracovišti určují efektivitu plnění cílů výroby a určují celkový úspěch a efektivitu organizace. Efektivní fungování jakéhokoli (nejen) výrobního podniku a organizace závisí na využití lidských zdrojů. Proto je klíčovým prvkem řízení výrobního podniku funkce personálního řízení, která by měla být přímo spojena s celkovou strategickou koncepcí rozvoje podniku. Moderní tržní podmínky kladou požadavky nejen na kvalifikaci a kvality zaměstnanců, ale také na chování podniků s ohledem na lidské zdroje. V souladu s tím je nutné považovat řízení personálu za integrovaný systém postavený na základě vhodné strategie. Nicméně platí, že pro efektivní řízení je nezbytné znát mechanismus fungování zkoumaného procesu, celý systém faktorů, které způsobují jeho změnu, a také prostředky, jak tyto faktory ovlivnit. Proto můžeme hovořit o určitém mechanismu fungování systému personálního řízení a o využití různých nástrojů vlivu na zaměstnance, tj. o určité technologii pro práci s personálem. Pokud jde o personální řízení, je důležité vědět, jakých cílů lze dosáhnout s pomocí různých vlivových prostředků, jak a prostřednictvím čeho je prováděno. [31] [167]

3.1.4 VZDĚLÁVÁNÍ A TRÉNINK ZAMĚSTNANCŮ JAKO PŘEDMĚT ŘÍZENÍ LIDSKÝCH ZDROJŮ

Do předmětu personálního řízení dále patří i výcvik, vzdělávání a rozvoj. Náklady na vzdělávání jsou v rozpočtech obvykle výrazně limitovány. V posledních letech se začíná úspěšně prosazovat vzdělávání s využitím virtuální reality, které se jeví jako nový směr rozvoje procesu rozmísťování, adaptace a aktualizace lidského kapitálu v prostředí (nejen) výrobních podniků. Metody vzdělávání jsou důležitým nástrojem, který zajišťuje vzdělávací proces. Výběr vhodné metody odráží potřeby a požadavky konkrétní organizace, stejně tak je reakcí na aktuální trendy ekonomického a technického vývoje. Pochopitelně výběr vhodné metody též ovlivňuje řada faktorů, jako je věk účastníků, jejich počet, současná a požadovaná úroveň vědomostí, dovedností či zastávaná pozice. Svoji roli hrají též programové cíle, priority i druh podnikání.

Metody vzdělávání je možno obecně členit na metody vzdělávání na pracovišti a mimo pracoviště. Metody vzdělávání na konkrétním pracovišti probíhají přímo v prostorách organizace v průběhu výkonu pracovní činnosti a jedná se například o instruktáž při výkonu práce, koučování, counselling, asistování, pověření úkolem, rotaci práce a pracovní porady. Tyto metody jsou poměrně levné, ač může dojít do jisté míry k tomu, že z hlediska času dojde ke snížení pracovního výkonu školitele, neboť se bude věnovat vzdělávanému pracovníkovi či skupině pracovníků namísto svých pravidelných pracovních úkolů. Jedná se o vzdělávání, které má zpravidla individuální charakter, přičemž jeho průběh může být velmi snadno přizpůsoben specifickým vlastnostem a schopnostem vzdělávaného pracovníka. Pro vzdělávaného

pracovníka znamenají tyto metody nově získané praktické zkušenosti, znalosti a dovednosti, které si osvojuje prací, tedy názorně, což vede ke snadnějšímu osvojení. Navíc se učí v konkrétních podmínkách daného pracoviště, seznamuje se s konkrétní technikou a firemními postupy. Na druhou stranu však není jednoduché nalézt vždy vhodné, schopné školitele, ne vždy jsou ze strany organizace zajištěny podmínky pro nerušený průběh tohoto typu vzdělávání, navíc plné pracovní vytížení stávajících pracovníků firmy či organizace způsobuje, že se jen velmi těžko hledá pracovník, který by se mohl vzdělávanému jedinci věnovat soustavně bez přerušení. Pokud se takový pracovník najde, pak mnohdy nemá dostatek času na svoji vlastní práci, a tak část jeho běžných úkolů musí být delegována na jiného pracovníka. I z toho důvodu zde vzniká poptávka po nástrojích virtuální reality, které nepřináší dodatečné zatížení stávajícího zaměstnance pro potřeby zaškolení. [7] [32] [167]

Pro potřeby této disertační práce bude navázáno na výše uvedené ve smyslu návrhu metodiky pro implementaci virtuální reality do prostředí organizace ve smyslu vzdělávání zaměstnanců, a to s přesahem do personálních procesů od náboru přes adaptaci, personální agendu až po hodnocení zaměstnanců. Důvodem je skutečnost, že zatímco dosud byla věnována pozornost zefektivňování procesů ve smyslu reaktivního přístupu, tj. s cílem práce se stávajícími zaměstnanci, považuje autorka za důležité akcentovat do jisté míry proaktivní způsob, kdy je možné redefinovat, vhodně nastavit a dynamizovat procesy na úrovni samotného náborového procesu ve smyslu výběru, náboru a rozmístění pracovníka, případně jeho prvotní adaptace či readaptace po dlouhodobé absenci, stejně jako ve smyslu iniciace a aktualizace přípravy. Lze se domnívat, že tento přístup umožní mimo jiného přípravu takových zaměstnanců, kteří budou umístěni na pracovní místo odpovídající nejen jejich zájmu, ale především schopnostem a dovednostem, což může v důsledku snížit dodatečné náklady na intenzivní další rozvoj, nikoliv ve smyslu jeho eliminace, ale především ve smyslu nutnosti pouhé aktualizace znalostí a dovedností namísto intenzivního vzdělávání ex post. [167]

3.1.5 VIRTUÁLNÍ REALITA A JEJÍ OBECNÉ VYMEZENÍ VČETNĚ SOUVISEJÍCÍCH POJMŮ

Virtuální realita je dnes stále častěji součástí výrobních podniků i dalších organizací ve smyslu plánování výroby, simulace, přípravy prototypů v prostředí, které je bezpečné a umožňuje eliminovat ztráty na úrovni tzv. utopených nákladů, případně je alespoň minimalizovat. Otázkou však je, do jaké míry je možné aplikovat využití virtuální reality na nové oblasti, jako je právě nábor a rozmísťování, případně prvotní adaptace zaměstnanců v prostředí (nejen) výrobních podniků a dalších organizací, potažmo jejich návazný rozvoj. V následující části textu budou představeny tzv. case studies, kdy bylo využíváno virtuální reality v prostředí (nejen) výrobních podniků, přičemž dané principy je možno implementovat i v prostředí podniků a ostatních organizací v České republice, případně se inspirovat při vlastní aplikaci experimentu disertační práce.

Na úvod reflexe tématu využití virtuální reality v rámci řízení lidských zdrojů je nutné vymezit tři základní pojmy, které se mohou jevit jako problematické, a to především v reflexi skutečnosti, že různí autoři je různě chápou a různě interpretují. Jedná se o pojmy virtuální, rozšířená a smíšená realita. Autorka této práce vnímá virtuální realitu jako technologii, která zcela nahrazuje fyzický svět umělou realitou a umožňuje uživateli se doslova ponořit do virtuálního trojrozměrného prostoru a může tak posloužit k řadě účelů od virtuální prohlídky přes nácvik montáže až po testování a další vzdělávání zaměstnanců. Pojem virtuální realita lze obecně definovat jako typ počítačové technologie, která pomocí smyslů člověka umožňuje uživateli nasimulovat reálné prostředí nebo imaginární svět. Vnímání virtuální reality umožňuje vnoření a obklopení pozorovatele virtuálním světem. [33] Smíšenou realitu vnímá autorka této

disertační práce jako technologii propojující existující realitu s virtuálními prvky a umožňující vzájemnou interakci a doplňování. Rozšířená realita je pak vnímána jako jisté zdokonalení prostředí reálného světa, a to takovým způsobem, že je lokalizován vztažný bod, spárován s odpovídajícím virtuálním prvkem a je mezi nimi navrženo optimální spojení. Zatímco tedy virtuální realita je umělý prostor, který obklopuje uživatele, přičemž v tomto prostoru lze manipulovat s virtuálními objekty, v rozšířené realitě jde o doplňování reálného obrazu o virtuální prvky a v realitě smíšené jsou tyto prvky konkrétně umístěny s možností interagovat se skutečným prostředím, jsou tedy do jisté míry připoutány k realitě.

Využití VR ve vzdělávání je jedním z přirozených vývojových kroků učiněných v rámci školení s využitím počítačů (CBT). Použití počítače jako pomůcky pro výuku se datuje do padesátých let a seriózní studia začínají v šedesátých letech. Příchod mikropočítače v roce 1977 umožnil, aby se osobní počítač stal nepopiratelně efektivním systémem pro mnoho aspektů učení. VR, kterou lze použít na všech typech počítačů, sledovala tento trend. [34] Virtuální realitu však nelze zaměňovat se simulovanou realitou (SR). Jakmile je hráč ponořen do simulace nebo hry, získává pocit přítomnosti v prostředí spíše než jen pocit pozorování prostředí zvnějšku. Senzorická zpětná vazba umožňuje selektivní poskytování senzorických dat o prostředí na základě vstupu uživatele. Konečnou charakteristikou, která je nezbytná pro replikaci reality, je interaktivita, což je schopnost procházet vytvořeným světem, interagovat s objekty, postavami a místy. [35] Základem vzdělávacího nástroje VR je možné vytvořit tyto prvky. Stejně tak jako v oblasti vzdělávání je možné využít virtuální realitu ve smyslu náboru, a především adaptace a zaškolení zaměstnanců podniku.

Kvůli potenciálním úrovním realismu si vědomé mysli v simulaci nemusí být vědomy, že jejich realita není do jisté míry pravá. Brey [36] tvrdí, že v důsledku toho se objevuje mnoho problémů kolem etiky. Jedním ze tří důvodů, které se mohou jevit jako morálně problematické, je především nedodržení standardů přesnosti a zkreslení reality. Za druhé, nedodržování norem spravedlivosti, a tím nespravedlivého znevýhodňování určitých skupin. A konečně, porušení standardů slušnosti a veřejné morálky. Proto je důležité, aby konstruktéři simulačních nástrojů toto zohlednili při vytváření simulačního softwaru, který funguje jako nástroj pro vzdělávání. Bylo by morálně nepřípustné navrhnout svět, který ohýbá hodnoty uživatele k hodnotám návrháře.

VR jako termín nemá žádný standardní význam, nikoli v rámci samoobslužného VR průmyslu. To je způsobeno tím, že se tento termín může kvalifikovat jako jakékoli vizuální reprezentační médium, jako je televize nebo obrazy. VR spadá do dvou kategorií projekční VR a desktop VR. Projekční VR zahrnuje trojrozměrné (3D) virtuální modely promítané do místnosti, kterou lze vnímat z různých perspektiv (CAVE). Desktop VR se týká prostředí znázorněného na obrazovce počítače, které lze vnímat stereoskopicky pomocí speciálních brýlí. [36] [37]

Shiratuddin a Zulkifli tvrdí, že pokroky v počítačovém modelování, vizualizaci, simulaci a správě dat o výrobcích činí z VR životaschopnou alternativu k tradičním procesům realizace produktů ve výrobě. Její použití v průmyslu umožňuje společnostem snížit náklady na design a výrobu a dále zajistit kvalitu produktu. V důsledku toho se zkracuje čas potřebný k přechodu od návrhu koncepce k výrobě. To však nenaznačuje, že implementace VR zlepší jakoukoli společnost plošně. Úspěch a schopnost řídit určují lidské faktory při realizaci projektu. [37]

Je-li záměrem vytvořit simulaci, která má schopnost učit uživatele komplexní informace, musí zůstat příjemná a neustále poutavá. Je třeba hledat rovnováhu mezi obtížným a dokončitelným. V odvětví videoher se to již ukázalo, pokud by hra byla neskutečně těžká, nikdo by ji nekoupil. Hráči také nechtějí, aby byl obsah hloupý nebo zkrácený. [39] Toto je

třeba mít na paměti i při tvorbě aplikací pro vzdělávání. Každá aplikace by měla být koncipována tak, aby bylo možno ji dokončit. Gee uvádí, že problémy prezentované hráči musí být racionálně strukturovány, práce v kognitivní vědě ukazuje, že hráči, kteří se zabývají problémy, které vytvářejí dobré zobecnění pro pozdější problémy, se mají šanci dozvědět více. [40] Toto platí i pro hráče v rovině zaměstnanců ve výrobě, kteří se vzdělávají s využitím virtuální reality.

VR hrála v posledních 60 letech v designu a výrobě převládající roli. [35] To je způsobeno rozšiřováním výkonu a schopností softwaru v důsledku jevu známého jako Mooreův zákon. Zde se výkon integrovaných obvodů zdvojnásobuje přibližně každých osmnáct měsíců. To se týká téměř všech elektronických zařízení, protože obsahují integrované obvody. [41] Při pohledu na tuto historii je obtížné odmítnout integraci VR do moderní výroby.

Ponoření (*imersion*) je často termín používaný k definování různých účinků, které různé formy VR přinášejí. Costello rozpracoval definici VR více než Shiratuddin a Zulkifli tím, že popsal různé úrovně dostupné VR, zacílil přitom na pocit ponoření. Je třeba přihlížet k tomu, jak silná je pozornost uživatele zaměřena na daný úkol. [38] [42] Existují však i další výhody plynoucí z přijetí VR na pracovišti než simulace komplexních systémů s aspekty ponoření a interaktivity. Je třeba zvážit také flexibilitu a přizpůsobivost, kterou toto médium poskytuje; měla by být zohledněna schopnost simulovat potenciální výsledky s vysokou mírou přesnosti. Existuje také potenciál vizualizace makroskopického a mikroskopického. [43]

Poměrně zajímavý konceptem je tzv. game based learning. Děti a dospělí nemají stejné styly učení ani kognitivní zátěž. Videohry však přicházejí v mnoha věkových rozsazích a s různými úrovněmi obtížnosti [39], ze kterých si může uživatel vybrat, což dále umožňuje hráči specifikovat styl hry a možnosti učení. Některé hry jdou až tak daleko, že navrhují hráči změnit jejich obtížnost na základě úspěchu nebo neúspěchu při hrách. Hocine a Gouaïch uvádějí, že tuto techniku přizpůsobení obtížnosti lze použít v jiných formách simulace, jako je rehabilitace. Stejně jako rehabilitační proces musí být simulace přizpůsobena uživateli. Například pacient používající simulaci může mít jinou formu zranění než jiná osoba. Proto musí být vytvořen systém, který uživateli umožní přizpůsobit herní zážitek. [44] Stejně tak bude tato technika využita v připravovaném modulu zaměřeném na výcvik a vzdělávání zdravotnického záchranáře a je zcela běžné ji implementovat i v rámci aplikací připravovaných pro výrobní společnosti.

Zajímavá zjištění přinesla studie *„Implementing virtual reality into employee education in production sector of automotive industry: creating worker training for assembling car dashboard in virtual reality“*. [45] Uvedená studie navrhla implementaci virtuální reality do vzdělávání zaměstnanců ve výrobním sektoru montáže přístrojové desky v automobilovém průmyslu. Nastínila a popsala proces vývoje takového školení s výpočtem odhadovaných nákladů, aby poskytla více poznatků o používání virtuálních technologií ve vzdělávání široké veřejnosti. Projekt je zmiňován především s ohledem na skutečnost, že zavedení virtuální reality vyžaduje zpravidla značnou prvotní investici.

3.1.6 VIRTUÁLNÍ REALITA JAKO NÁSTROJ PRO ZEFEKTIVNĚNÍ PRŮMYSLOVÉ VÝROBY

VR ve výrobním slova smyslu vytvořilo pojem Virtual Manufacturing (VM). Depince a Chablat jednoduše definovali VM jako nic jiného než výrobu v počítači. [46] To je dále rozpracováno Iwatou a kol., kteří definují VM jako výrobu virtuálních produktů definovaných jako agregace počítačových informací, které poskytují reprezentaci vlastností a chování aktualizovaného produktu. [47] V moderních výrobních systémech pak vznikla potřeba

spolupráce a sdílení průmyslových robotů a lidí v pracovním prostoru za účelem plnění výrobních úkolů. Cílem této koexistence a spolupráce je zlepšit kvalitu a produktivitu zlepšením senzorických schopností, znalostí a obratnosti pracovníků v ručně prováděných úkolech pomocí síly, přesnosti a opakovatelnosti činností robotů. V takovém případě namísto toho, aby lidská práce byla nahrazena roboty při opakujících se úkolech, může spolupráce robotů s pracovníky vést k „práci s přidanou hodnotou“. V tomto kontextu se jako zajímavá jeví studie *„Design of a virtual reality training system for human–robot collaboration in manufacturing tasks“.* [48] Studie interakce lidí a robotů ukázaly, že plynulá spolupráce (nad rámec interakce typu „stop and go“) vyžaduje informovanost a předvídání záměru jak lidských, tak robotických. [49] Situační povědomí lze definovat jako vnímání prvků v prostředí v množství času a prostoru, chápání jejich významu a projekce jejich stavu v blízké budoucnosti. [50] Aby bylo možné toto povědomí a očekávání usnadnit, je důležité, aby lidé i roboti sdělovali svůj stav, umístění a záměr, a to buď výslovně prostřednictvím určitých podnětů, jako jsou zvukové/vizuální signály, nebo implicitně prostřednictvím svých akcí a pohybových cest. [51] V takových případech jsou přednostně nasazovány hry (*serious games*) a vysoce interaktivní a pohlcující tréninkové aplikace virtuální, rozšířené nebo smíšené reality, protože mohou poskytovat zdokonalený výcvik ve všech třech úrovních uvědomění si situace (vnímání, porozumění a projekce). Výše uvedená studie prezentuje vysoce interaktivní a pohlcující VRTS *(„beWare of the Robot“)* ve smyslu seriózní hry, která v reálném čase simuluje spolupráci mezi průmyslovými robotickými manipulátory a lidmi a provádí jednoduché výrobní úkoly. Studií prezentovaný scénář zahrnuje spolupráci při pokládání pásek pro výrobu leteckých kompozitních dílů. Problémy s bezpečností, jako jsou kontakty a srážky, se řeší hlavně „mimořádnými událostmi“, tj. varovnými signály, pokud jde o vizuální podněty a zvukové poplachy. Duševní bezpečnost má nejvyšší prioritu a postup je takový, že varovné podněty uvnitř VRTS, které nabízejí ponoření a interakci v reálném čase, mohou uživateli poskytnout zvýšené situační povědomí a zvýšené vnímání pohybu robota. Krátkodobým cílem výzkumu je prozkoumat rozšířené zkušenosti a chování uživatelů ve virtuálním světě, zatímco spolupracují s robotem. Vedle toho celkovým dlouhodobým cílem je prozkoumat přijatelnost spolupráce člověk-robot a zlepšit příslušné podmínky pomocí takového prostředí. Byl vyvinut scénář použití, představující kolaborativní páskové pokládání člověk-robot pro stavbu vyztužených kompozitních dílů v leteckém průmyslu. Obvyklé pokládání pásky typicky zahrnuje vyztužení uhlíkových vláken ve formě profilovaných textilních vrstev (náplastí/tkanin), které jsou ručně stohovány operátorem uvnitř formy, postupně na sebe, dokud není dosaženo požadované tloušťky. Ve scénáři spolupráce člověk-robot je robotickému manipulátoru přiřazen sběr a přenos náplastí na člověka. Jakmile uživatel vezme náplast z robota a umístí ji na správné místo uvnitř kovové matrice umístěné před sebou, robot pokračuje v podávání další náplasti. Tento postup se opakuje, dokud člověk řádně neumístí všechny různé náplasti, což je v rukou avatara. Tyto přímé úkoly spolupráce člověk-robot jsou udržovány co nejjednodušší, ale zahrnují těsnou blízkost mezi člověkem a robotem a jsou prováděny paralelně. [48]

Pokroky v technologii virtuální reality poskytly aplikační VR pro různé inženýrské aplikace, jako je návrh produktu, modelování, řízení dílny, simulace procesů, plánování výroby, školení, testování a ověřování. VR má ve výrobních aplikacích velký potenciál k řešení problémů před tím, než se použije v praktické výrobě, čímž se zabrání nákladným chybám. VR nejenže poskytuje prostředí pro vizualizaci v trojrozměrném prostředí, ale také pro interakci s objekty, aby se zlepšilo rozhodování jak z kvalitativního, tak z kvantitativního hlediska. Aplikace virtuální reality ve výrobě byly v rámci studie „*Virtual reality applications in manufacturing system“* [52] rozděleny do tří skupin: návrh, výrobní procesy a řízení provozu. Pro autorku jako nejzajímavější ve vazbě na možnost rozvoje zaměstnanců (resp. školení v rámci adaptace zaměstnanců) se jeví část „výrobní procesy“. Tato byla rozdělena do tří různých oblastí; obrábění, montáž a kontrola. Virtuální obrábění zahrnuje procesy řezání, jako je

soustružení, frézování, vrtání a broušení atd. Obrábění pomocí virtuální reality se zabývá hlavně procesy řezání, jako je soustružení, frézování, vrtání a broušení atd. [53] Virtuální realita může být ale použita také pro montáž/demontáž. V montážní lince se virtuální výroba používá hlavně ke zkoumání montážních procesů, mechanických a fyzikálních charakteristik na základě modelování a simulace. [54] Virtuální montáž je klíčovou součástí virtuální výroby a je definována jako použití počítačových nástrojů k vytváření nebo asistenci s technickými rozhodnutími souvisejícími s montáží pomocí analýzy, predikčních modelů, vizualizace a prezentace dat bez realizace produktu. V montážních pracích [54] se VM používá hlavně ke zkoumání montážních procesů, mechanických a fyzických charakteristik zařízení a nástrojů, vzájemných vztahů mezi různými částmi a faktory ovlivňujícími kvalitu na základě modelování a simulace. Může například lidský pracovník sestavit součást? A pak lze díl rozebrat za účelem servisu a údržby v pozdějších fázích? Je třeba řešit i další otázky: je „složité“ nebo „snadné“ sestavit/rozebrat součást? Jak dlouho to trvá? Jak stresující je to z hlediska ergonomie? Existuje dostatek prostoru pro nástroje? [56] Tyto a další otázky autorka práce zváží při vlastní přípravě metodiky.

V roce 2006 Toyota využila virtuální osobu, tzv. Ergo Mana, aby pomohla snížit fyzické zatížení montážních pracovníků, kteří stavěli novou generaci Camry ve svém výrobním závodě v Melbourne. Byl použit jako součást inovativní operace 3D virtuální montáže, která digitálně replikovala celý proces výroby sestavy. [52] Další VR aplikací v montáži je společnost Ford Motor Company, která uzavřela partnerství se společností Siemens při budování technologie virtuálních montážních závodů. Aplikace s názvem IntoSite využila infrastrukturu Google Earth, která uživatelům umožňuje procházet 3D verze skutečných montážních závodů Ford přímo na jednotlivých pracovních stanicích. Umožnit technikům pohybovat se s částmi a procesy prakticky znamená efektivnější společnost. Bez ohledu na to, jak automatizovaný a virtuální se proces výroby automobilů stává, vozidla jsou nakonec vyrobena lidmi. Čím lepší je komunikace mezi těmi lidmi, tím lepší produkt jsou schopni vytvořit. Naštěstí IntoSite neumožňuje technikům pouze prakticky cestovat do montážních závodů po celém světě, ale také je lépe propojí s jejich globálními kolegy. Díky tomuto přístupu sjednocené komunikace mohou spolupracovníci na celém světě odpovídat na otázky okamžitě, data lze sdílet v reálném čase, a dokonce i cestovní náklady by se mohly potenciálně snížit.

Virtuální výrobní technologie se používá k modelování a simulaci inspekčního procesu a fyzikálních a mechanických vlastností inspekčního zařízení. Tato virtuální inspekce poskytuje prostředí pro studium metodik inspekce, detekce kolizí, plánu inspekce a faktorů ovlivňujících přesnost inspekčního procesu. [55]

Setkat se lze také s pojmem virtuální obrábění. Virtuální obrábění se zabývá hlavně řeznými procesy, jako je soustružení, frézování, vrtání a broušení atd. Technologie VM se používá ke studiu faktorů ovlivňujících kvalitu, doby obrábění, procesu odstraňování materiálu a relativními pohyby mezi nástrojem a obrobky. Technik například používá simulující použití poloautomatického prostředí virtuální reality pro simulaci použití hexapodového obráběcího stroje. University of Bath v Bath vyvinula interaktivní virtuální dílnu obsahující tříosý numerický řídicí frézovací stroj a pětosý robot pro malování. Uživatel může namontovat obrobek na frézce, vybrat nástroj a provádět přímé obráběcí operace, jako jsou axiální pohyby nebo předdefinované sekvence. [53]

Virtuální inspekce využívá technologii VM k modelování a simulaci inspekčního procesu a fyzikálních a mechanických vlastností inspekčního zařízení. Cílem je studovat inspekční metodiky, detekci kolizí [57], plán inspekcí, faktory ovlivňující přesnost inspekčního procesu atd. [55]

Ve výrobních odvětvích je již standardem používání virtuální reality a jejích metod ke zlepšení vývoje produktu, zvýšení kvality a optimalizaci finálního designu. Počítačový vizualizační a analytický software významně pomáhá snižovat rostoucí výrobní náklady a umožňuje zabránit výrobě prototypů a namáhavému testování ve výzkumných laboratořích. To urychluje vývojový projekt a zlepšuje komunikaci mezi inženýry, což umožňuje intuitivní zážitek a výměnu dat při používání srozumitelného prostředí virtuální reality. Dnešní konkurenční obchodní prostředí zvyšuje potřebu dobře vyškolených operátorů se všemi typy dovedností a ve všech odvětvích. Společnosti tlačí zařízení na své limity, zatímco procesy i automatizované systémy jsou stále komplikovanější. Předpokládaný odchod do důchodu mnoha zkušených operátorů v blízké budoucnosti připraví půdu pro mladou pracovní sílu. Otázkou je, jak udržet výnosnou rychlost výroby a zajistit bezpečné a efektivní pracovní prostředí s personálem, který je v práci nový. Zde se 3D komunikace stává všudypřítomnou, nezávislou na specializovaném softwaru a formátech a nákladově efektivní. Použití 3D dat a nástrojů pomáhá urychlit komunikaci informací. Odpojení 3D dat od zatížených systémů a jejich zpřístupnění všem lidem v organizaci je považováno za důležitý cíl, který výrazně zlepšuje kvalitu komunikace a současně šetří čas a náklady. Díky bezpečným virtuálním prostředím je schopnost tvořit chyby a učit se z chyb při provádění komplikovaných postupů a pokynů charakteristickým znakem způsobu, jak navrhnout řešení školení a vzdělávání. V rámci tohoto přístupu „učení se praxí“ může uživatel rychle identifikovat problém, klást otázky nebo získat včas instruktáž o důsledcích jeho jednání. Fotorealistické 3D modely podrobného vybavení a zařízení v plném rozsahu jsou teprve začátek. Opakovaným použitím těchto dat v softwarovém prostředí v reálném čase může virtuální instruktor interaktivně vést studenty i přes nejpokročilejší montážní služby, kontrolní seznam údržby nebo bezpečnostní postup.

Cílem veškerého výcviku obsluhy je co nejrychleji a nejúčinněji zlepšit sadu dovedností. Realismus spojený s tréninkem virtuální reality výrazně urychluje učení a získávání dovedností. Ve skutečnosti se kombinace VR a tradičního školení osvědčila opakovaně. Schopnost zlepšit využití prostředků, opětovné použití složitých modelů a návštěva nebezpečných míst virtuálně pomocí prostředí simulovaného 3D umožňuje akumulaci času. Příkladem úspory času je vytvoření virtuálního průchodu výrobním zařízením. Realistická 3D zobrazovací technologie umožňuje prohlídku zařízení prakticky odkudkoli emulací zážitků z reálného života a vzdálené spolupráce mezi týmy.

Při použití pohlcujícího zobrazovacího systému v plném měřítku 1:1 je operátor proškolen o komplexní funkčnosti, která není v reálném životě možná kvůli omezeným nákladů a možnému riziku. Takový systém by mohl být klasifikován jako „Operator Training Simulator“ (OTS), který je zásadní pro provoz výrobních zařízení a řízení neobvyklých situací. OTS umožňuje začátečníkům naučit se základy, zatímco zkušenější pracovníci jsou schopni zvládat neobvyklé nebo mimořádné situace v bezpečném prostředí. Konečná kvalita modelu, simulace fyziky a řízení chování zařízení rozhoduje o tom, jak budou školení jedinci absorbovat instrukce a uchovávat si to, co se naučili při cvičení. Téměř každý stroj by mohl být rekonstruován na 3D interaktivní model s reálnými a virtuálními řadiči nebo kokpity. Tyto simulátory, často nazývané Syntetické environmentální trenéry (SET), rozmazávají rozdíl mezi simulací a skutečným pracovním prostředím. SET může dramaticky zkrátit křivku učení, zlepšit dovednosti obsluhy a podpořit zvládnutí certifikace a dodržování předpisů.

Dalším velmi výkonným školicím nástrojem jsou instrukce pro rozšířenou realitu. ARI poskytuje počítačem generované informace o údržbě a provozu na vrcholu viditelných objektů. Průsvitné brýle promítají digitalizované modely a informace vrstvené na stávající prostředí. Operátoři mohou komunikovat s ovládacími prvky zařízení, zatímco servisní pokyny krok za krokem zvyšují uživatelský dojem. Aplikace a simulátory mohou být navrženy tak, aby se objevily na mobilních zařízeních, jako jsou elektronické tablety nebo chytré telefony, a

nahrazovaly tištěný materiál vždy aktuálními pokyny pro osvědčené postupy. Tato řešení pomáhají transformovat zaměstnance s obecným porozuměním prostředí nebo vybavení na informovaného pracovníka pro 21. století.

Poměrně zajímavá studie „*Virtual Reality Training Applications for the Mining Industry"* přibližuje využití virtuální reality v prostředí dolů. V kontextu důlní těžby je primární zájem užití a dalšího rozvoje virtuálního prostředí umožnit důlním pracovníkům vyzkoušet si a zažít důlní situaci, aktivity a procesy, s nimiž se mohou v rámci každodenních aktivit v tomto prostředí setkat. Bezpečné a efektivní plánování a produkce jsou základem k ziskové důlní těžbě a VR poskytuje intuitivní nástroje pro prozkoumání různých a často nesourodých informací spojených s důlními procesy. Přitom je nutno podotknou, že těžba v jedenadvacátém století je moderním průmyslem, který usiluje o redukci rizik a zlepšuje bezpečnost prostřednictvím použití technologií, které jsou často vyvinuty v rámci jiných průmyslových odvětví. Interaktivní systém CB vizualizace je příkladem. [60] Milgram a Kishino si uvědomili, že zatímco virtuální prostředí napodobují vlastnosti a zákony skutečného světa i mimo něj, často se přehlíží, že virtuální realita může být spojena s jinými prostředími. To znamená, že virtuální světy lze rozšířit o skutečné obrázky a data. Pro těžební operace představuje VR silný nástroj jak z hlediska provozu, tak z hlediska školení, kde lze syntetické obrazy odvozené z prediktivních dat kombinovat a překrývat obrazy a zkušenostmi ze skutečného světa. [61] V rámci studie „*Virtual Reality Training Applications for the Mining Industry"* byly nainstalovány různé prototypové systémy VR a použity v dolech a hutích. Všechny byly dobře přijaty a poskytly zajímavou a poutavou alternativu k běžným školicím programům. Současně tento přístup zlepšil kulturu bezpečnosti a informovanost pracovníků. [60] Obdobným prostředím a tématem se zabývají i další studie, mezi nimi např. „*Virtual Reality for Mine Safety Training"*. Cílem projektu školení o důlní bezpečnosti je vyvinout dostupné programové vybavení, které bude fungovat na dostupných počítačích a poskytne horníkům realistický tréninkový zážitek. V zájmu dosažení tohoto cíle se vědci zaměřují na dva samostatné, ale paralelní úkoly. Prvním úkolem je vývoj evakuačního výcvikového softwaru s využitím existujícího počítačového grafického enginu. Druhá úloha se týká vývoje simulátoru rozpoznávání nebezpečí pomocí herního softwaru off-the-shelf. Výcvikový software vyvinutý pro obě zařízení je navržen pro provoz na levných osobních počítačích vybavených trojrozměrnými grafickými kartami. K dokončení prvního úkolu, který se ve vazbě na předkládanou disertační práci jeví jako zajímavější a využitelnější, se výzkumníci opírali o grafický engine 3DGE zakoupený od Twilight 3D ve finském Vantagu. Grafický stroj zpracovává scénu v rámci virtuálního dolu. C + + kód byl vyvinut na zakázku pro fyziku (jako je gravitace) a interakce ve virtuálním dole. Tento systém navržený na míru byl nezbytný pro úkol evakuačního výcviku, protože může akceptovat skutečnou geometrii dolu odstraněnou z důlních map. Tato vlastnost je nezbytná k tomu, aby poskytla praktikantům realismus a umožnila evakuační cesty, které se praktikují stejně, jako by tomu bylo v případě běžného dolu. Systém navržený na zakázku také umožňuje přizpůsobit uživatelská rozhraní a interakce pro těžební průmysl. V závislosti na popisu práce školeného a na tom, jak chce trenér simulaci provést, lze procvičit různé scénáře pro evakuační výcvik. Současný program umožňuje, aby praktikant začal na povrchu dolu v místnosti s bezpečnostním zařízením. Zde účastník získá potřebné bezpečnostní vybavení před zahájením práce. Jedinec pak postupuje do podzemí přes klec, aby zahájil směnu v určeném pracovním prostoru. Když školenec dorazí do správné pracovní oblasti, na obrazovce se objeví varovné hlášení, které uvádí, že došlo k havárii v dole, což je indikováno zápachem plynu nebo blikajícími světly. Stážista musí poté opustit důl, a přitom dodržovat správné postupy a trasy. Scénář lze změnit tak, aby testoval reakci účastníka na blokovanou primární únikovou cestu, takže musí být použita sekundární úniková cesta. [62]

3.1.7 SPECIFIKA VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY PRO POTŘEBY VZDĚLÁVÁNÍ

To, že se využití virtuální reality stává velmi významnou, efektivní a platnou součástí řízení lidských zdrojů je nezpochybnitelné. Pro jednotlivce je jednou z kritických oblastí, na které se virtual human resource development (VHRD) zaměřuje, profesní rozvoj. Intervence VR mohou pomoci při rozvoji lidských zdrojů v různých fázích od vstupu do výstupu. Nástroje VR usnadňují nástup nových zaměstnanců do pracovního procesu, protože se plynule dozvědí o různých otázkách své nové role tím, že integrují postoje, znalosti, dovednosti a chování potřebné pro efektivní fungování. Virtuální prohlídky pracovního prostředí umožňují novým zaměstnancům aklimatizovat se před zahájením práce. Zaměstnanci mohou provádět simulace interaktivních úkolů a ukázky produktů z první ruky v simulacích VR. KFC, hlavní řetězec rychlého občerstvení, přišel s VR hrou pro nástup nových kuchařů. [63] Pro opravdový a ilustrativní pocit poskytl herní program VR postupné pokyny k přípravě pokrmů. VR se používá pro navrhování a provádění orientačních programů pro nové zaměstnance. Honeygrow, restaurační řetězec, ve svém orientačním programu představoval 3D grafiku, interaktivní učební situace a mini-hry pro školení a orientaci svých zaměstnanců. [64]

Nedostatek příležitostí k rozvoji je jedním z hlavních důvodů opotřebení. Školení umožňující VR může působit jako všelék na potřeby rozvoje zaměstnanců a může vést k výhodám, jako je zvýšení efektivity, spokojenější zaměstnanci, vyšší angažovanost a vyšší retence. Velký počet organizací využívá potenciál VR v podnikovém vzdělávání a učení. Společnosti využívají VR k organizaci a asistenci při zadávání firemních školení mimo pracoviště.

Vysoký stres a nebezpečné práce, jako je hašení požáru, občas vystavují zaměstnance různým nebezpečným scénářům. V takových pozicích umožňuje předchozí expozice prostřednictvím VR hladký přechod a zvyšuje efektivitu skutečné práce. [65] Například Boeing, hlavní letecká společnost, přišla s myšlenkou Immersive Development Center, aby vyškolila piloty pomocí hyperreálných simulací VR.

E-maily, Skype hovory nebo jiné typy videokonferenčních hovorů někdy nestačí v situacích, kdy je nutná přímá osobní komunikace a interakce. Spojení zprostředkovaná prostřednictvím VR šetří čas a náklady na cestování, protože umožňují virtuální interakce mezi zaměstnanci a klienty po celém světě. VR vede k pocitu sounáležitosti s jinou osobou, kterou nelze zažít jinak, pokud neexistuje skutečné osobní setkání. Společnost Time Inc. představila LIFE VR, který uživatelům umožňuje zažít pohlcující vyprávění prostřednictvím 360stupňového videa.

Existují VR řešení pro budování týmů, která umožňují zapojení více hráčů. Budování týmů pro více hráčů zasahuje zcela novou úroveň, přičemž do cvičení je zapojeno mnoho hráčů. Multiplayer VR zkušenosti umožňují skupinám spolupracovat současně na překonání obtížných výzev. Simulace multiplayerové VR pro budování týmu vede celý tým do neznámé říše a umožňuje členům týmu přicházet s kreativními nápady na řešení problémů tím, že umožňuje členům týmu komunikovat jako tým. Cvičení pro vytváření týmů VR pro více hráčů umožňují supervizorům shromažďovat data pro zpětnou vazbu. Produkty jako Tilt Brush od společnosti Google lze použít k budování kompetencí, jako jsou – vedení, komunikace, řešení problémů a prostorové uvažování. Tato aplikace VR umožňuje uživatelům kreslit ve 3 rozměrech a je složitější. Činnost zaměřená na budování týmu pomocí Tilt Brush zahrnuje učení a pomáhá přizpůsobit se osobním preferencím a stylům komunikace. [66]

V praxi lze využívat také pro vzdělávání i další procesy řízení lidských zdrojů včetně vlastního kontinuálního rozvoje zaměstnanců smíšenou realitu. Vizuální-haptická smíšená realita (VHMR) přidává virtuální objekty do reálné scény a umožňuje uživatelům vidět a dotýkat se jich prostřednictvím průhledového displeje a haptického zařízení. Většina studií s kinestetickou zpětnou vazbou používá univerzální haptická zařízení, která vyžadují, aby uživatel neustále držel připevněné pero. Tento přístup omezuje uživatele na mechanické limity zařízení, i když není potřeba. Většina studií s kinestetickou zpětnou vazbou se uchyluje k používání komerčních haptických přístrojů, kdy uživatel neustále drží pero připojené k přístroji. Ruční sledování není nutné, protože zařízení může poskytnout přesnou polohu a orientaci. Nicméně zraková neprůchodnost způsobená těmito objemnými zařízeními je podstatnou otázkou. Jako užitečná řešení se ukazují maskování chromatografickým klíčem a odstraňování obrazu zpracováním obrazu haptického zařízení. Jakmile je zařízení odstraněno ze scény, přidání virtuálního nástroje a jeho zarovnání se stylem zařízení představuje další výzvu. Haptická zařízení pracují v omezeném pracovním prostoru a mohou stabilně způsobovat omezený rozsah mechanických překážek. V simulaci VHMR uživatel potřebuje haptickou zpětnou vazbu pouze při interakci s objekty. Držení stylusu připojeného k haptickému zařízení po celou dobu omezuje uživatele na pracovní plochu a impedanční limity zařízení, i když není potřeba. I to je motivace výzkumu publikovaného ve studii *„Visuo-Haptic Mixed Reality Simulation Using Unbound Handheld Tools“*, která navrhuje nový koncept VHMR s haptickým displejem setkávajícího se typu (ETHD), který se skládá z přesného hexapod polohovače a šestiosého snímače síly/točivého momentu. Hlavním přínosem je, že uživatelé pracují s nevázanými nástroji reálného života se sledovacími značkami. Koncový efektor ETHD zůstává uvnitř virtuálního objektu a po nástrojovém tipu se zapojuje pouze během interakce. Autoři vyvinuli simulační nastavení a experimentálně vyhodnotili relativní přesnost a synchronizaci tří hlavních procesů, konkrétně sledování nástrojů, haptické vykreslování a vizuální vykreslování. Experimenty úspěšně navázali na jednoduchý simulační scénář, kdy uživatel deformuje tenisový míček s pevným středem. Hlavním přínosem je, že uživatelé v simulaci pracují s nevázanými nástroji reálného života a mohou měnit nástroje stejně jako v reálném životě. Nástrojem se rozumí ruční nástroj, jako je skalpel v chirurgické simulaci nebo šroubovák ve scénáři výcviku údržby. Nástroje mají sledovací značky a upravené hroty, ale rukojeti zůstávají neporušené. Původní nástrojový tip je během simulace vizuálně překryt. Jako ETHD autoři nakonfigurovali přesný šestidávkový polohovač a šestiosý snímač síly a točivého momentu. Jeho koncový efektor, tj. haptický hrot, zůstává uvnitř hranic virtuálního objektu a nástrojový tip se zapojuje pouze během interakce. Jindy je ruka uživatele nezatížená. [67]

Technologie VR se v průběhu let velmi zlepšily a dramaticky poklesly také náklady na jejich využití. V minulosti se VR technologie používala primárně pouze při vývoji premiérových výrobků, protože byla známa svou nízkou návratností investic (ROI) díky vysokým nákladům. Dnes se však VR technologie stala běžnou v průmyslu a získala na konkurenceschopnosti v oblasti nákladů. Dnes se tedy všeobecně uznává, že pro výrobní podniky je cenné investovat do VR. Kdysi dávno byl definován koncept „virtuální výroby“ a mnoho různorodých výzkumů přihlíželo jeho realizaci. Většina tohoto výzkumu se soustředila na fázi návrhu procesu vývoje výrobku. Je tomu tak proto, že nejdůležitějším úkolem společností zabývajících se formátováním produktů je vývoj produktů, proto byly vyvinuty standardy pro formát souborů se zaměřením na reprezentaci informací o designu produktů. Nejen VRML a X3D, ale také CAD standardy, jako jsou Standard for the Exchange of Product modeldata (STEP) a Product Lifecycle Management (PLM) standardy, jako jsou PLM Services, se zaměřují na vyjádření informací o geometrii produktů. Většina výzkumů ve fázi výroby využívá komerčně dostupná řešení. Normy týkající se VR byly vyvinuty tak, aby zahrnovaly prvky výroby. Každá technologie VR ukazuje, že vyspělost technologie je vysoká. Nyní je

důležité propojit a integrovat tyto VR technologie a dostatečně je implementovat ve výrobní oblasti a vedle ní také do oblasti řízení lidských zdrojů ve výrobních společnostech.

Do budoucna lze problémy s celkovými výrobními úkoly předvídat, řešit a kontrolovat propojením skutečných (fyzických) továren s virtuálními továrnami v reálném čase. Tyto SMS (*smart manufacturing systems*) budou vyvinuty na základě VR technologie a manufakturní podniky budou provozovány na základě SMS. Technologie VR je užitečná při dosahování rychlého porozumění a rozhodování vizualizací a zkušenostmi. Technologie VR se bude týkat nejen designu výrobku, ale i aktivní výroby, co více lidských zdrojů potřebných pro výrobu. Technologie VR může být také použita pro monitoring klíčového ukazatele výkonnosti (KPI). K tomu je důležitý rozvoj dynamických propojení a integrace mezi základními technologiemi výroby, VR technologiemi a IT technologiemi. Technologická vyspělost VR prvků je nyní velmi vysoká. Technologie heterogenních VR prvků musí být efektivně propojeny a výzkum jejich aplikace na výrobu musí být zaměřen na reálná průmyslová odvětví. Nutný je také vývoj norem a rozšíření stávajících norem pro dynamický integrátor. Za druhé je nutný vývoj technologie 3D vyjádření pro generování „velkých dat“. Také techniky, které umožňují manipulaci s celou továrnou v daném okamžiku, její rychlou analýzu a rychlou zpětnou vazbu do dílny jsou velmi důležité. S tím, jak se cyklus výrazně přibližuje reálnému času, by měl být vyvinut a dosažen skutečně cílený výrobní CPS systém. Ověření investičního efektu pro vývoj a použití technologií musí být samozřejmě také provedeno. [68]

Virtuální realita nachází své uplatnění v organizacích státní správy, ve zdravotnictví i v průmyslových podnicích. [69] [70] Zde se nabízí možnosti využití virtuální reality ve smyslu rychlé validace konstrukce, kontroly designu, kolaborativní spolupráce, simulace a kontroly obtížně opakovatelných situací, ověřování ergonomičnosti konstrukce, dále pak ověřování ergonomičnosti pracoviště a v neposlední řadě virtuální trénink. Ve smyslu validace konstrukce jsou pomocí vizualizace v CAVE nebo HMD k dispozici aktuální data a není třeba čekat na výrobu nákladného prototypu. V případě designu lze efektivně a rychle měnit barvy, textury, osvícení scény atp. U kolaborativní spolupráce se jedná o spolupráci a interakci většího množství osob, kdy každý participant se může nalézat kdekoliv na světě, přičemž je možné zajistit setkání v libovolném interaktivním virtuálním prostředí. V prostředí virtuální reality lze opakovaně replikovat stejnou scénu bez bezpečnostního rizika. Příkladem může být například do modulu školení řidičů zařadit zkušenostní jízdu vozu pod vlivem alkoholu, což lze v reálném prostředí simulovat s využitím speciálních brýlí a chodícího probanda, nikoliv probanda řídícího s ohledem na značné bezpečnostní riziko. Také virtuální prototypy lze kombinovat se skutečnými modely. Ty je možno rychle přestavit tak, aby se uživatel dotýkal reálného i virtuálního prostoru zároveň. Je tak možné například poměrně flexibilně ověřit intuitivnost ovládání produktu, stejně tak je možné realizovat ergonomické analýzy při využívání produktu. Jsou-li k dispozici 3D modely komponent pracoviště, je možné v CAVE (popř. HMD) ověřit ergonomičnost fyzicky neexistujícího pracoviště. Konečně pro virtuální trénink je možno v CAVE (popř. HMD) vycvičit nové zaměstnance bez rizika ztráty drahého vybavení či materiálu.

Studie *„Combining Virtual and Augmented Reality to Improve the Mechanical Assembly Training Process in Manufacturing“* [58] navazuje a rozšiřuje studii *„Recent Advances in Manufacturing Engineering, Proceedings of the 4th International Conference of Manufacturing Engineering, Quality and Production Systems“* [59], kde byl navržen systém školení založený na virtuální realitě, který poskytuje vynikající výsledky a poskytuje příležitosti, které nejsou k dispozici při použití konvenčních metodik. Virtuální realita má však omezení. Bez ohledu na to, jak realistické je virtuální prostředí, bude často existovat rozdíl oproti reálnému prostředí, v závislosti na konkrétním tréninku, který může být velký nebo malý, a když se praktikant potýká se skutečným úkolem po tréninku, tento rozdíl se projeví na jeho

výkonu. Je to proto, že je to fenomén přenosu, a to díky skutečnosti, že dovednosti někdy nemohou být dostatečně přeneseny z virtuálního prostředí do reality. Z tohoto důvodu ne ve všech případech může virtuální realita plně nahradit konvenční metody tréninku, ale pokud to pomůže, může nahradit její důležitou část. Naproti tomu rozšířená realita je technologie, která je založena na realitě, kde jsou počítačem generované pomůcky přidávány do reálného prostředí, veškeré znalosti získané při školení lze použít přímo k provedení úkolu. Problém s rozšířenou realitou je v tom, že představuje mnoho nevýhod konvenčních metodik, protože značně využívá zdroje. Pro zlepšení tréninkového procesu jako celku představuje výše uvedená studie z roku 2012 alternativní tréninkový proces, který kombinuje tyto dvě technologie, iniciuje proces s tréninkem založeným na virtuální realitě, získává všechny výhody, jako jsou nízké variabilní náklady, a finalizuje trénink s rozšířenou realitou, kde praktikant může dokončit proces učení. Z původně navržených cílů a vzhledem k výsledkům je možné dojít v rámci studie k několika závěrům. Kombinace virtuální a rozšířené reality do jediného vzdělávacího procesu je stejně účinná jako u konvenčních metodik, navíc umožňuje efektivnější využití zdrojů a větší flexibilitu v typu společností, které mohou těžit z těchto technologií, protože lépe vyhovují jejich potřebám než při použití pouze jednoho z nich. Virtuální realita a rozšířená realita mají za určitých podmínek různé aplikace, z nichž jedna je v některých případech lepší a druhá v jiných případech lepší, takže se mohou vzájemně doplňovat. Pro usnadnění úkolů v rámci spolupráce je možné přidat síťové funkce přes internet, kde mohou účastníci praktikovat úkoly, které vyžadují interakci několika lidí a získat dovednosti týmové práce. [58]

Oproti konvenčním metodám má virtuální realita své nesporné výhody, a to nejen v rámci inovací podnikových či organizačních procesů. Především lze mezi výhodami virtuální reality jmenovat to, že vytváří standardizované prostředí. Pokud je tedy záměrem replikovat dílčí pokus v realitě, není pravděpodobné, že toto bude možné se stejným nastavením prostředí. Pro každý experiment jsou samozřejmě tyto faktory různé. Hovořit lze o odlišném světle, jiném pohybu osob, odlišných faktorech náhodného a neočekávaného rušení. Ve virtuální realitě je modelovaná realita stále totožná v rámci všech experimentů. Virtuální realita zároveň vytváří iluzi neexistujícího prostředí. Samozřejmě, že je možné, že je virtuální svět dvojčetem existujícího prostředí, ale stejně tak může být vytvořeno i prostředí (zatím) neexistující. Může se jednat například o produkt, ke kterému jsou k dispozici pouze CAD data, nová linka atd. Je třeba podotknout, že iluze virtuální reality velmi flexibilně reaguje na změny ve zdrojových modelech. Zároveň je vytvářena iluze těžko dostupného prostředí. V prostředí výroby je možné se setkat například s iluzí prostředí v jiné části světa nebo modelem prostředí výroby, kde jsou obtížné podmínky, jako je například lakovna se čtyřiadvacetihodinovým automatizovaným provozem.

Výhodou je také replikovatelnost experimentu, což souvisí s již výše uvedeným. Každý experiment je možné opakovat v libovolném počtu opakování. Příkladem může být testování prototypu automobilu ve specifických podmínkách, například brzy ráno s protisluncem na rušné komunikaci v rámci stanoveného scénáře. Je možné se stejnými podmínkami opakovat výcvik ve virtuální realitě při eliminaci neočekávaných a náhodných proměnných reálného prostředí a provozu.

Důležitý je zde také záznam. Vše, co se ve virtuální realitě děje, je možné zaznamenat. Nejedná se přitom pouze o videozáznam, protože je možné pořizovat záznamy souřadnic hlavy, rukou a dalších částí těla, případně pozice speciálních markerů uživatele. Tyto markery mohou být umístěny i na testovacích produktech (např. volant), záznam je tak věrný, což má značný význam ve smyslu vědecké identifikace průkaznosti daného experimentu. Ověření experimentu jiným subjektem je pak snadné a průkazné. Dílčí výsledky lze paralelně zpracovávat v reálném čase a derivované závěry je také možné obdržet v reálném čase. Značnou výhodou je ekonomičnost využití virtuální reality, neboť ověření na virtuálních datech bývá zpravidla

levnější, protože odpadá nutnost přípravy nákladných prototypů a není nutné zastavovat například linku kvůli tréninku. Vše výše uvedené pochopitelně lze vztáhnout i k realitě rozšířené. Zde je nezbytně nutné podotknout, že prostředí není v případě rozšířené reality iluzorní, ale skutečné s digitálními prvky, a proto nelze hovořit o vytváření nového prostředí. [69] [70]

Virtuální realita a její nasazování má samozřejmě i své limity, které je vhodné zmínit. V daném okamžiku lze zmínit zatím stále nedostatek standardizovaného obsahu, kdy existuje zatím stále málo jednoduchých a snadno dostupných aplikací pro podnikatelské účely. Samozřejmě jsou na trhu společnosti, které integrují do svých řešení i varianty nebo rozšířené možnosti pro imerzní technologie, nicméně zatím se jedná o softwarová řešení, která jsou poměrně nákladná a často využitelná pouze pro dílčí segment společností, typicky například automotive. Stejně tak vytvoření 3D obsahu je poměrně náročné a finančně nákladné. Limitem je také možný projev symptomů cybersickness, tedy nemoci z virtuální reality, k nimž patří například napětí v očích, závratě, bolesti hlavy atd. Cybersickness se projevuje obdobně jako tzv. mořská nemoc, přičemž většina symptomů je způsobena technickou nedokonalostí hardwaru, zejména pak latencí – zpomalením. [71] Svoji roli hraje také pohodlí a ovládání, s nimiž je třeba pracovat již při samotné přípravě školících modulů a aplikací. Jejich významnost je dána faktem, že se imerzní technologie stále ještě nepohnuly z tržní niky, a to i přesto, že jsou běžným spotřebitelům již delší dobu k dispozici rozličné technologie typu Oculus Rift, Playstation VR atd. Pohodlí je vhodné chápat jako dostupnost a přístup. Dostupnost představuje existenci několika možností, zatímco přístupnost se váže spíše na náklady a funkcionalitu. Hardware by měl být stejně jako veškerá další technologie snadný k užívání.

Jak potvrdila celá řada studií, pro lidský mozek neexistuje rozdíl mezi vnímáním skutečného světa a světa virtuálního ve smyslu aktivace příslušných mozkových center. [72] Úspěšnost virtuálního tréninku se většinou hodnotí metodou kontrolní skupiny, objektivizací času tréninku a chybovostí. Na měření celkového skóre úspěšnosti tréninku (zahrnující čas a chybovost) se často využívá např. standardizované NASA TLX (tj. subjektivní vícedimenzionální pracovní zatížení založené na dotazníku) [73], které v rámci vlastního měření bude využívat i autorka této disertační práce.

Nasazení VR edukace má smysl i tam, kde realizace této edukace trvá déle než standardní metody, a sice nejen kvůli vyššímu stupni osvojení těchto znalostí, ale také z výše uvedených důvodů redukce lidských a materiálních zdrojů. Kdybychom se zaměřili jen na okamžitý efekt při provádění VR tréninku, lze uvést studie [74][75] a [76], které shodně uvádí, že při využití VR pro komplexní trénink či vzdělávání lze pozorovat mírné pozitivní zlepšení výsledků v rámci skupiny exponované ve VR oproti kontrolní skupině.

3.2 DIDAKTICKÝ ROZMĚR VZDĚLÁVÁNÍ S VYUŽITÍM VIRTUÁLNÍ REALITY

Trojrozměrné (3D) počítačové modelování a interaktivní simulace virtuální reality (VR) jsou ověřené výukové techniky používané ve všech oborech. Imerzivní výukové nástroje VR přinášejí pozitivnější zážitky pro studenty/školené a zvyšují jejich motivaci. [77] Technologie virtuální reality popisuje použití headsetů zobrazujících určité prostředí, které simuluje fyzickou existenci uživatele ve virtuálním nebo imaginárním prostředí. Headsety jsou někdy kombinovány s dalšími smyslovými vstupy, jako je haptická zpětná vazba, pachy a měnící se teploty. Avataři (virtuální postavy, s nimiž uživatel komunikuje) mohou být naprogramováni

tak, aby vyjadřovali emoce, například se červenali nebo plakali. [78] Tito vysoce věrní avataři poskytují uživateli větší pocit reality a usnadňují smysluplnou interakci. [79] Ve zdravotnictví, které bude oblastí, na které se zaměří v rovině zaměstnanců samotný experiment, a to především z důvodu možnosti sledovat emoční vazbu v rámci velmi exponované situace, se tato technologie zkouší například pro kognitivní rehabilitaci po mrtvici [80], zlepšení reakční doby u dětí s dětskou mozkovou obrnou [78], pro pomoc při diagnostice psychiatrických onemocnění [81] či v případě vzdělávání zdravotnických záchranářů [82], ale i pro řadu dalších oblastí.

V rámci simulace VR mohou školení volně prozkoumávat a poznávat své prostředí z jakéhokoli úhlu pohledu, včetně nebezpečných a nepřístupných míst. To uživatelům umožňuje prožívat okolnosti ve virtuálním světě způsobem, který by jinak byl v realitě obtížný nebo nemožný. [83] Díky této nově nabyté svobodě zkoumání mohou jedinci analyzovat klinické problémy a vyhodnocovat potenciální alternativy způsobem, který dříve nebyl možný. [84] Tím, že se studentům poskytne čas na interakci s ostatními avatary v bezpečném, simulovaném prostředí, je možné snížit úzkost studentů, zvýšit jejich kompetence při učení se novým dovednostem a povzbudit je ke spolupráci a kooperaci, stejně jako k řešení konfliktů. [85] Aktivní učení probíhá díky tomu, že ostatní účastníci, kteří se nacházejí ve stejném virtuálním světě a plní úkoly, které mají reprezentovat myšlenky, pomáhají zvyšovat sebereflexi a znalosti. Internetové 3D VRE poskytují jednotlivcům nebo skupinám příležitost zapojit se do prostředí, což zohledňuje kolektivní inteligenci. [86]

Simulace nabízí bezpečné prostředí, v němž si studující či školení mohou opakovaně procvičovat řadu klinických dovedností, aniž by ohrozili pacienty. Stejně tak v kontextu průmyslu platí, že si mohou noví i stávající zaměstnanci procvičovat řadu úkonů, aniž by zpomalili výrobu, případně svou chybou ovlivnili její kvalitu a plynulost. Komplexní simulované prostředí umožňuje přejít od izolovaných úkolů ke složitějším situacím, které napodobují mnohé výzvy reálného života. Takové simulace však mohou fungovat izolovaně od celkového kontextu a ignorovat vzdělávací potřeby jednotlivců v reálném prostředí. Aby byl plně využit potenciál simulace jako učební pomůcky, musí být používána vedle klinické praxe a musí s ní být úzce propojena. [87]

Mezi charakteristikami VR jako didaktické metody je třeba vyzdvihnout následující: mnohočetné kognitivní a pedagogické výhody, které umožňují zlepšit porozumění předmětům, výkony, známky a vzdělávací zkušenosti studentů [88], zlepšení schopnosti studentů analyzovat problémy a zkoumat nové koncepty [89], množství scénářů, které lze vytvořit, vysokou schopnost interakce [90] a snadnost učení, kterou tato technologie nabízí. [89] V literatuře byly identifikovány proměnné, které podmiňují vnímání didaktického využití VR technologií ze strany učitelů, například oblast znalostí, v níž jsou odborníky. [91] V tomto smyslu bylo identifikováno nejvyšší hodnocení u učitelů, kteří mají v zásadě hlubší technologické vzdělání. [92] V rámci různých oblastí znalostí byly identifikovány i další vysvětlující proměnné digitální kompetence nebo vnímání používání digitálních technologií, jako je věk vyučujících. [93] V tomto smyslu se ukázalo, že existuje nesoulad mezi digitálními požadavky, s nimiž se nově kvalifikovaní učitelé setkávají ve své profesi, a školením v používání vzdělávacích technologií poskytovaným během přípravy učitelů. [94] Nicméně i přesto simulace, pokud je začleněna do dobře strukturovaného učebního plánu, může být při správném použití velmi účinným nástrojem školení a hodnocení. [95]

Oblast vzdělávání patří k oblastem, v níž virtuální realita skýtá nejvíce možností aplikací. Simulace zde probíhá v měřítku 1:1 v rámci zapojení více senzorů, což umožňuje vyhodnocení simulace v rámci standardizovaného prostředí. Trénink probíhá v bezpečném prostředí a uživatel může být trénován v jakémkoliv prostředí, včetně prostředí, které by pro něj bylo v reálném světě potenciálně nebezpečné. Je také možné uživatele adaptovat na různé podvědomé reakce v případě nebezpečí. Patrné jsou i úspory na materiálech, kdy není třeba

vynakládat finanční prostředky např. na lepidlo při tréninku nanášení lepidla, stejně tak jsou zde úspory na strojích, kdy není třeba např. zastavovat linku za účelem tréninku. Obecně lze vymezit i úspory na lidských zdrojích, kdy školení probíhá bez zatížení mistra, školitele či dalšího odborného personálu, případně při minimalizaci této zátěže. Důležitá je také atraktivita prostředí, která sama o sobě může zvýšit zájem a potažmo i úspěšnost trénovaného. [96] Přestože je tak trénink ve virtuální realitě náročný na vývoj, náklady na proškolení jednoho zaměstnance s využitím technologie virtuální reality mohou být výrazně nižší než náklady na proškolení konvenční cestou. Existují také společnosti, které virtuální reality využívají i pro realizaci tzv. assesment centre, tedy testování nových uchazečů při práci. [7]

Samotná realizace tréninku obsahuje řadu výzev a problémů, s nimiž je při samotné koncepci třeba počítat. Problémem je to, že virtuální objekty nejsou hmotné. [97] Stává se tak, že uživatel nevnímá jejich hmotnost a při kolizi dílů ve virtuální realitě nedochází k žádné kolizi ve skutečnosti. Uživatele tak upozorní pouze haptická zpětná vazba ve formě vibrací haptického zařízení, přehrávání zvuku nárazu dílů o sebe [98] nebo různá vizuální vodítka pro zobrazení kolize, například jiskry či blikání. Samozřejmě i tento problém má své řešení, a to aplikaci vhodných trackerů na jednotlivých fyzických dílech. Problémem je také tracking rukou a gest uživatele. Je nutné sledovat druh úchopu, do kterého jsou hnuty prsty, stejně tak polohu. [99] Dostupné jsou různé metody řešení těchto problémů. Příkladem je použití datových rukavic, případně MoCap senzorů jako je Kinect nebo Leap Motion.

V rámci virtuálního tréninku je možné vytvořit různé úrovně pro trénink samotný, a to včetně variant, které mohou být náhodně generovány, některá prostředí je přitom možno řešit procedurálně. Není tak problém vytvořit rozhraní pro školitele, který bude zadávat úkoly nikoliv jednomu zaměstnanci, ale klidně širšímu spektru, při zachování možnosti záznamu a snadného vyhodnocení. Tréninkové moduly a virtuální prostředí mohou motivovat zaměstnance nejen svou atraktivitou, ale také díky implementaci systému odměn a dílčích gamifikačních prvků, přičemž je možné sledovat postup a zlepšení, poměřovat se s ostatními kolegy a kolegyněmi, využívat virtuální měnu, zkušenosti a s tím související nárůst úrovně avatara, je také možné hledat skryté výzvy. Nejedná se o nic jiného než o prosté využití principů známých z počítačových her.

Využití simulačních her ve spojení s instruováním uživatele se ukázalo jako efektivní způsob pro osvojování nových znalostí a dovedností. Primárním účelem simulačních her je vzdělávání účastníků, případné zábavné prvky slouží jako motivace pro hraní. V případě simulačních her ve virtuálním prostředí se efektivita učení dále zvyšuje díky imerzi a vysoké míře přítomnosti uživatele ve hře. Díky simulacím ve virtuálním prostředí je možné navodit reálné situace a uživatel se učí na ně reagovat. V posledních letech se simulační hry již využívají pro vzdělávání zdravotníků, pedagogů či bezpečnostních sborů. Důvodem jsou některé z výhod takového vzdělávání – situace lze ve virtuálním prostředí opakovat v podstatě kdykoliv a kdekoliv. V případě velkého množství studentů a nedostatku příležitostí pro nácvik v praxi je tak možné poskytnout nácvik potřebných dovedností za stejných podmínek velkému počtu studentů. Virtuální prostředí také představuje bezrizikové prostředí. [100] [101]

Způsob interakce uživatele s vytvořeným virtuálním prostředím je možné popsat na základě modelu „EPI cube“. Dle tohoto modelu je možné definovat tři kategorie, které mají vliv na zkušenost uživatele s virtuální realitou. Jedná se o míru ztělesnění, míru přítomnosti a míru interaktivity. Míra ztělesnění vyjadřuje míru propojení techniky a lidského těla v závislosti na tom, jak hluboké imerze uživatele je možné dosáhnout. Čím větší je míra ztělesnění, tím větší má uživatel pocit imerze. Jako příklad nulové míry ztělesnění lze uvést počítačové stanice (tj. externí nepohyblivá zařízení). Větší míru ztělesnění pak již představují díky možnosti pohybu mobilní zařízení. Vzhledem k možnosti „spojení“ s tělem stoupá míra ztělesnění také u nositelné techniky (VR headsety apod.). Příkladem maximální míry ztělesnění jsou tělesné

implantáty. Míra přítomnosti označuje, do jaké míry je zařízení schopné přenést mysl uživatele do virtuálního prostředí a tím navodit imerzi. Pocit přenesení do virtuálního prostředí může být ovlivněn například snímači pohybu, díky kterým se následně přizpůsobuje prostředí – uživatel se může otáčet a pohybovat ve virtuálním prostředí. Důležitý je také obsah a vizuální stránka virtuálního prostředí. Míra interaktivity pak udává možnost uživatele interagovat s virtuálním prostředím a modifikovat ho. V závislosti na dané akci uživatele by měla následovat reakce prostředí. Míru interaktivity lze zvyšovat například pomocí využití ovladačů či haptických obleků/rukavic, díky kterým lze přesouvat objekty či jinak modifikovat prostředí. [99] [100]

Z didaktického hlediska je pro edukativní moduly virtuální reality důležitý scénář. Obecně lze jako funkci scénáře uvést uspořádání událostí v konkrétní situaci. Díky scénáři je možné účastníka zapojit do příběhu, což vede k jeho větší motivaci při plnění úkolů ve hře. Příběhy lze rozdělit na explicitní (striktně dané – mají jasný cíl, ke kterému uživatele navádí) a implicitní (postrádají ucelený příběh či nevyžadují jeho striktní plnění). [102]

Vhodným scénářem pro rozvoj dovedností je scénář otevřený, zahrnující implicitní formu příběhu. Jedná se o druh scénáře, kdy je účastník simulace nucen k rozhodování. Na základě jeho rozhodnutí se odvíjí další události v simulaci. U takového scénáře je zásadní obsáhnout co nejvíce možností průběhu konkrétní situace. Strukturu otevřeného scénáře lze přirovnat k vývojovému diagramu či větvícímu se stromu, do kterého je možné stále přidávat možnosti a přizpůsobovat ho novým poznatkům. Tento typ scénáře byl již využit při nácviku kompetencí zdravotníků, kdy studentům umožňoval zažít následky jejich činů. [102] Autoři Rempulsky a kol. pak ve svém článku z roku 2009 označují rozvětvený scénář jako interaktivní vyprávění. Zajímavé je v tomto kontextu upozornit na jejich srovnání interaktivního vyprávění se striktním, kde účastník nemá možnost ovlivnit dění. Při striktním vyprávění může účastníka nemožnost volby frustrovat. Celý děj a jeho konec je zde jasně naplánován autorem. Účastníci se často snaží neúspěšně zkoumat další možnosti vývoje. Naproti tomu interaktivní vyprávění představuje situaci, kdy může účastník přeskakovat děj simulace. Stejně tak se může při simulaci dopouštět chyb. Účastník může dojít k autorem zamýšlenému konci, stejně tak ale může zkoušet a odbočovat z hlavní dějové linky. [103]

Z didaktického hlediska je poměrně zajímavou studie zaměřující se na prohloubení komunikačních dovedností u budoucích expertů na vady řeči z australské Curtin University, které se účastnilo 62 studentů. U zúčastněných se na základě sebehodnocení zkoumal vliv absolvování tréninku na vývoj komunikačních dovedností. Existovaly tři varianty simulované situace – komunikace s hercem, s reálným pacientem a s virtuálním pacientem. Důvodem studie byly omezené prostředky školy pro trénink studentů v praxi a stejně tak možnost standardizace nácviku pomocí VR. Po každém nácviku byla studentům poskytnuta okamžitá zpětná vazba. Část studentů, která byla školena právě pomocí VR, měla k dispozici simulaci ve virtuálním prostředí pečovatelského domu, kde měli za úkol od pacienta zjistit konkrétní informace. Virtuální pacient měl omezený počet reakcí, které byly řízeny jedním z vyučujících. K vyhodnocení experimentu byly použity dotazníky a nevyplynul významný rozdíl mezi efektivitou různých prostředí. Autoři studie označují jako výhody simulace ve virtuálním prostředí opakovatelnost učícího procesu, možnost zapojení více studentů z různých míst (online simulace) a poskytnutí standardizovaného zážitku. Jejich doporučením pro další vývoj je zvýšení možností responze virtuálního pacienta, aby byl zajištěn reálnější zážitek. [104]

Dalším příkladem je studie zabývající poskytováním zpětné vazby po nácviku v simulaci. Je zde analyzováno hodnocení vlastního výkonu, hodnocení dozírající osobou a hodnocení autoritou ve virtuálním prostředí. Výstupy výzkumu poukazují na přínosy poskytovaní zpětné vazby dalšími osobami (např. ostatními účastníky simulace). Zároveň je zde ale zdůrazněna i potřeba sebereflexe, která by měla předcházet skupinové debatě. [105] Ke stejným doporučením dospěla i studie zabývající se přínosem virtuálního prostředí pro trénink

začínajících učitelů, v rámci které byly výkony studentů sledovány moderátorem simulace technikem a dvěma učiteli. [106]

V několika dalších experimentech figurovali v rámci simulace i dozírající pedagogové, mezi jejichž úkoly patřilo monitorovat a posuzovat výkon účastníků, poskytovat okamžitou zpětnou vazbu k výkonu, poskytovat rady účastníkovi a uvádět účastníka do dané situace. Dle doporučení by se měl dozírající tým při simulaci skládat z didaktiků, moderátora, technika (z důvodu řešení technických problémů a zajištění záznamu simulace) a také výzkumníka provádějícího šetření. [106]

V některých publikacích byla zmíněna zvýšená míra stresu či úzkosti účastníků při simulacích ve virtuálním prostředí – i přesto, že všechny nácviky probíhali v bezpečném prostředí. Jako možné důvody jsou uváděny stres z nové zkušenosti a obava z neúspěchu. [104] [107] Autoři další studie zařazují v souvislosti s krizovými situacemi zvládání stresu do netechnických dovedností, které se studenti naučí jen v praxi. [108] Autorka s touto tezí nesouhlasí, proto se rozhodla testovat modul na bázi expozice cílové skupiny krizové situace v život ohrožující rovině pro pacienta na skupině zdravotnických záchranářů, neboť průmyslové prostředí jako takové tyto situace zpravidla neřešení a implementované moduly se týkají výrobních procesů, standardizovaných postupů aj., byť i zde se začíná objevovat poptávka po nových a inovovaných řešení na bázi virtuální reality se zaměřením na tzv. soft skills.

Další ze studií byla zaměřena na vliv simulace na nácvik komunikace a spolupráce týmu. Důvodem k provedení této studie byl článek v americkém čtvrtletníku *Journal of Patient Safety* z roku 2013, který uváděl že ročně zemře kvůli nezvládnuté týmové spolupráci zdravotníků až 400 tisíc pacientů. Ke zlepšení situace byl do přípravných kurzů zdravotníků zařazen program Leadership and Team Simulation: Everest V2, ve kterém je simulována cesta týmu na vrchol Mount Everestu. Program je zaměřen na dovednosti v oblasti vedení týmu, porozumění dynamice týmu a dopad rozhodování v časově tísnivých situacích. Část účastníků měla možnost absolvovat simulaci ve virtuálním prostředí pomocí náhlavního zařízení, část měla simulaci k dispozici jen prostřednictvím monitoru. Po porovnání skupin bylo zjištěno, že zážitek z virtuálního prostředí (skupina s náhlavním zařízením) pozitivně ovlivnil komunikaci a rozhodování ve prospěch celého týmu. [109]

Autor Guido Makrensky se ve dvou výzkumech zabývá rozdíly mezi učením v imerzních (virtuálních prostředí) a méně imerzních (virtuálních desktopových prostředích). Výzkumy vycházejí z teoretického předpokladu (a také jej potvrzují), že vysoce imerzní virtuální prostředí podporuje zapojení do simulace a motivaci účastníků, ale nepodporuje faktické učení. Faktické znalosti byly ve výsledku vyšší u účastníků, kteří nacvičovali na desktopové aplikace. [110] [111]

3.3 VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY PRO PŘÍPRAVU ZAMĚSTNANCŮ – ZDRAVOTNICKÝCH ZÁCHRANÁŘŮ

Řada studií již popsala dílčí pozitivní dopady virtuální reality ve smyslu jejího využití pro školení zaměstnanců. [112] [113] [114] Ve zdravotnictví je možné identifikovat hned několik oblastí, v rámci kterých byl opakovaně prokázán pozitivní efekt využití technologie virtuální reality. Zatím se zpravidla jedná spíše o pilotní studie, kdy je efektivita testována na menších skupinách probandů. [115] [116] Jako běžný nástroj je virtuální realita využívána ve zdravotnictví stále spíše zřídka. Existující aplikace se zaměřují zpravidla na nácvik klinické

praxe, redukci zátěže a stresu například ve smyslu expoziční terapie ve virtuální realitě, dále pak konzultace, kognitivní rehabilitaci, fyzikální terapii a diagnostiku a léčbu, kdy dochází k využití virtuální reality například v psychiatrii, chirurgii či dalších oborech.

Existují studie, které prokázaly pozitivní efekty používání virtuální reality v rámci složek integrovaného záchranného systému. [82] [117] [118] [119] Zpravidla se jedná o realizaci simulátorů krizových situací, které se zaměřují na behaviorální stres, což je aspekt, který by do budoucna bylo vhodné četněji implementovat také do průmyslové praxe. Jedná se konkrétně například o nácvik komunikace, který koreluje s možností využití ve zdravotnictví. Ve své disertační práci věnuje autorka pozornost především dílčí složce integrovaného záchranného systému, zcela konkrétně zdravotnické záchranné službě, byť scénář, s nímž pracuje, tedy mimořádná událost typového charakteru hromadného postižení osob zahrnuje přítomnost všech složek integrovaného záchranného systému, a tedy je vhodná, byť s jistým omezením, respektive obsahovou redukcí, pro všechny tyto složky.

Na rozdíl od mixed reality a augmented reality má VR poměrně širokou škálu využití, ať už se jedná o videohry, virtuální parky, moderní gadgety či samotné vzdělávání. Virtuální realita v rámci vzdělávání zaměstnanců přináší řadu výhod nejen v průmyslových oborech, ale také oborech zaměřených na péči o lidský život a zdraví. Mezi základní výhody patří naprostá autonomie tréninku v rámci aktualizačního vzdělávání personálu, což v praxi znamená, že zaměstnanec se může vzdělávat, cvičit a obecně rozvíjet kdykoliv a prakticky kdekoliv, není potřeba přítomnost další osoby, vše jej naučí specializovaná VR aplikace. V oboru zdravotnického záchranářství navíc odpadají náročné logistické operace ve smyslu legislativní, administrativní, materiální, finanční a personální přípravy cvičení v reálném čase. [82]

Zdravotnický průmysl konstantně implementuje nové technologie, mezi které patří i virtuální realita. Soukromé kliniky získávají lepší postavení díky zavádění těchto inovací. Virtuální realita se začala využívat například jako podpůrná metoda pro léčbu posttraumatického stresu. Virtuální realita se také používá pro léčbu úzkosti, fóbie a deprese. Tato technologie může pacientům poskytnout bezpečné prostředí při kontaktu s věcmi, kterých se obávají, a přitom jim umožňuje zůstat v kontrolovaném a bezpečném prostředí. Studující medicíny i zubního lékařství využívají virtuální realitu k praktickým chirurgickým zákrokům, což jim dovoluje vykonávat zákroky bez jakýchkoliv následků. Virtuální pacienti tak studujícím poskytují možnost, jak rozvíjet své dovednosti, které pak mohou uplatnit ve skutečném světě. [120]

Autoři G. Koutitas, S. Smith a G. Lawrence ve svém článku *Performance evaluation of AR/VR training technologies for EMS first responders* upozorňují na skutečnost, že při činnosti členů zdravotnické záchranné služby je „svalová paměť“ stejně důležitá jako kognitivní paměť – většina úkonů má jasně stanovená pravidla a činnosti se často opakují. Svalovou paměť však nelze cvičit v rámci existujících online školení, která jsou převážně teoretická. Autoři také zmiňují vysoké náklady na nácviky mimořádných událostí s hromadným postižením osob a nemožnost je opakovat. Studie je konkrétně zaměřena na AMBUSy – jedná se autobusy přetvořené na vozidla záchranné služby, která dokážou pojmout až 20 zraněných najednou a jsou používána v USA pro případy mimořádných událostí s hromadným postižením osob. V současnosti členové ZZS obdrží 20minutové školení s prohlídkou AMBUSu, které není možné kvůli jejich nedostatku opakovat vícekrát. Vzhledem ke složitosti interiéru a množství zdravotnických zařízení, které AMBUS obsahuje, není takovéto školení vždy dostačující. V rámci studie byla vytvořena dvě tréninková řešení, která by umožnila členům ZZS trénovat opakovaně – jedno využívající rozšířenou realitu a druhé virtuální realitu. Byl vytvořen virtuální model interiéru AMBUSu a v rámci simulace byly nastaveny dva módy – jeden umožňuje samotné prohlížení interiéru bez jakýchkoliv úkolů, v druhém je pak účastník testován. Úkolem účastníka při testování je najít dané zdravotnické potřeby za splnění časového

limitu. Pokud vybere nesprávný objekt, objeví se chybové hlášení. Testování je tedy hodnoceno na základě počtu provedených chyb a času stráveného hledáním konkrétních položek. Dále bylo také sledováno, zda se výsledky účastníků zlepšují s opakováním tréninku. K ověření efektivity metody vzdělávání bylo 30 členů ZZS rozděleno do tří skupin – první skupina byla proškolena stávajícím způsobem, druhá pomocí rozšířené reality a třetí pomocí virtuální reality. Druhá a třetí skupina měly možnost trénink libovolněkrát opakovat po dobu jednoho týdne. Po školení a tréninku byli všichni účastnící otestování přímo v AMBUSu. Nejhůře dopadla první skupina, která byla proškolena klasickým způsobem. Naopak nejlepší výsledky měli jedinci, kterým bylo umožněno trénovat za použití VR – prováděli méně chyb (o 46 % méně než první skupina) a byli schopni rychleji najít konkrétní položky (o 26 % rychleji než první skupina). Ze studie vyplývá, že ke zlepšení došlo díky možnosti činnost opakovat, protože jak svalová, tak i kognitivní paměť je závislá na počtu opakování. Důvodem pro vyšší efektivitu virtuální reality ve srovnání s rozšířenou realitou může být vyšší míra imerze účastníka a reálné provádění potřebných pohybů. [121]

Publikace *Mapping the use of simulation in prehospital care – a literature review* od A. Abelsson, I. Rystedt, B. Suserud a L. Lindwall poskytuje přehled o využívání simulací při tréninku přednemocniční péče. Důvodem jejich průzkumu je skutečnost, že přednemocniční péče je zásadní součástí krizových situací a její nesprávné provedení může mít fatální následky. Zároveň se jedná o situace, do kterých se členové záchranných složek nemusejí dostávat často a také většinou nemají příležitost je trénovat. Řešením pro nedostatek tréninku tak může být právě využití simulací. V rámci citované publikace byly brány v potaz simulace pomocí figurín, filmů, fotek, herců nebo právě také virtuální reality. Ve všech případech jde však o články vydané před rokem 2013, tedy není brán v potaz rychlý pokrok technologií v posledních letech. I přesto ale z publikace vyplývá, že jsou simulace obecně přínosem pro vzdělávání v oblasti přednemocniční péče. Důvodem k tomu je možnost vyzkoušení postupů a dovedností v realistických podmínkách. Jako zásadní dovednosti v rámci přednemocniční péče, které nejsou na dostatečné úrovni, uvádějí autoři například kardiopulmonální resuscitaci u dětí i dospělých či zhodnocení popálenin a následnou péči o postižené osoby. Dalším nedostatkem byly znalosti zaměřené na přednemocniční péči u dětí a kojenců, kterými se studie i simulace zabývaly jen zřídkakdy. [122]

Článek *Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: a report on student's perception* od autorů R. De Ponti, J. Marazzato, A. M. Maresca, F. Rovera, G. Carcano a M. M. Ferrario se zabývá online lékařským školením studujících během pandemie onemocnění Covid-19. Vzhledem k opatřením spojeným s pandemií nebylo možné, aby 122 studujících 6. ročníku splnilo povinné praxe v nemocnicích. Místo toho jim byla poskytnuta možnost splnit praxe v online prostředí za využití virtuální reality. Školení se skládalo z 21 dvouhodinových lekcí, kdy byl při každé lekci probírán jeden klinický případ. Byla využívána platforma Body Interact, která studentům umožnila vstoupit do různých simulovaných situací a komunikovat s virtuálním pacientem za účelem stanovení jeho diagnózy. Bylo také možné pomocí příkazů provádět například fyzické vyšetření hrudníku či břicha. Každá lekce byla rozdělena do tří částí. Na začátku proběhl teoretický úvod od vyučujícího. Poté následovaly dvě dvacetiminutová cvičení v prostředí virtuální reality, kde měl každý studující možnost vyzkoušet si postup individuálně. Po dokončení případu byl vždy postup každého studujícího vyhodnocen a zpřístupněn vyučujícímu. Poslední součástí každé lekce byla závěrečná padesátiminutová diskuse a zhodnocení případu. Po ukončení školení vyplnilo 115 studujících dotazník, ve kterém hodnotí tuto metodu vzdělávání. Na 90 % studujících hodnotilo metodu pozitivně, důvodem byla realističnost situací. Většina studujících (85 %) uvedla, že lekce shledala přínosnými a doporučila by je v budoucnu jako doplněk

klasických praxí v nemocnici. Studující byli z velké části také spokojeni se strukturou lekcí, tedy rozdělením na tři části – úvod, praktické vyzkoušení a zpětná vazba. [123]

Článek *An Immersive Multi-User Virtual Reality for Emergency Simulation Training: Usability Study* od autorů D. Lerner, S. Mohr, J. Schild, M. Göring a T. Luiz se zabývá simulací, v níž je virtuálním pacientem pětiletá dívka se symptomy anafylaxe. Pro potřeby této disertační práce jsou v rámci této studie zajímavá navržená kritéria pro hodnocení úspěšnosti: úplnost řešení, pořadí jednotlivých kroků, čas potřebný pro ABCDE metodu, čas do provedení diagnózy, čas do rozhodnutí podat adrenalin a podaná dávka adrenalinu. Znalosti účastníků byly ověřeny před i po školení pomocí testu. Z výsledků vyplývá pouze mírné zlepšení znalostí po školení, ale také zvýšení motivace účastníků. [124]

Vzácné setkání s kritickými situacemi, mezi které patří bezpochyby hromadné postižení osob a mimořádné situace obecně, činí praktický výcvik zdravotnického záchranáře v omezeném časovém rámci učebního či rozvojového plánu náročným. Kromě strukturovaných postupů založených na lékařských algoritmech pomáhají zkušenosti zdravotníkům rozvíjet kompetence v koordinaci úkolů a týmové práci v dynamicky se měnících situacích. Takovou komplexní kompetenci lze jen stěží získat prostřednictvím stávajících metod odborné přípravy. Vhodnou alternativou se proto i z výše uvedených důvodů a na základě výše prezentovaných a vědecky doložených argumentů ukazuje být prostředí virtuální reality. [82] [125] [126] Každý výcvikový kurz by měl být designován za účelem podpory pozitivního zážitku z vyučovacího procesu v podpůrném prostředí, aby umožňoval studujícím nabyté zkušenosti reprodukovat v jejich odborné praxi. Z těchto důvodů je doporučováno do edukačního procesu začlenit konstruktivistické výukové metody, a to zejména aktivní učení, což je metoda, která studujícím umožňuje aktivně zkoušet a pracovat se znalostmi a dovednostmi, které už mají, nebo si je musí osvojit. Zakládá se na předpokladu, že učení je spíše než pasivní aktivní proces, při němž si studující ve vhodném prostředí nejlépe osvojí dovednosti a znalosti, které si sami vyzkouší a procvičí. Celý proces aktivního učení souvisí se systémem kognitivní asimilace a akomodace, klíčová je již zmíněná důležitost vhodného edukačního prostředí. Nedílnou součástí aktivního učení je také část reflexe výkonu, ať už vlastní, či poskytnutá druhou osobou. [128] Již celá řada předchozích výzkumů ukázala, že zdravotníky lze školit distančně, přičemž byla prokázána účinnost virtuální reality jakožto platformy pro vzdělávání zdravotnických záchranářů. [129] Výzkum naznačuje, že simulace zřídka prováděných zákroků či trénink méně častých až vzácných situací vede ke zvýšení jistoty profesionálního záchranáře při provádění zákroku na skutečném pacientovi či místě nehody. [130]

V případě hromadného postižení osob či mimořádné události je vyžadováno, aby zdravotnický záchranář plnil řadu úkolů, které jsou pravidelně trénovány v rámci cvičení zaměřených na zvládání katastrof. Mezi tyto úkoly patří stanovení organizační struktury, diagnostikování všech postižených pacientů, podávání léků pacientů v závislosti na jejich zdravotním stavu a zranění a jejich transport do nemocničního zařízení. V takových situacích je obvykle k dispozici omezený počet záchranářů, kteří by mohli ošetřit všechny zraněné pacienty. Také z toho důvodu se přistupuje z počátku zásahu k tzv. triáži, tedy třídění pacientů dle závažnosti jejich zranění. Třídící systém START rozděluje raněné nebo zasažené osoby do čtyř skupina a využívá k jejich označení barevné visačky (náramky). Tato metoda napomáhá ke snadné identifikaci pacientů potřebujících bezodkladnou pomoc i pacientů, u kterých by byla léčba bezpředmětná. Její výhodou je zejména rychlost. Vzhledem k tomu, že se provádí pouze život zachraňující úkony (zprůchodnění dýchacích cest, zástava masivního krvácení), má například i třicátý raněný s masivním krvácením šanci na přežití. Záchranáři vyšetřují pacienta s ohledem na životně důležité parametry, konkrétně schopnost chůze, smrtelnost poranění, dechová frekvence, periferní puls, spurt krvácení a vědomí. Jedním z pravidel třídění je rovnost jednotlivých věkových kategorií. Dítě nemá přednost před dospělým. Existuje však metoda

JumpSTART zohledňující právě věk dítěte. Změnu pozorujeme hlavně u dýchání. [131] Virtuální realita může být proveditelnou alternativou pro výcvik personálu zdravotnické záchranné služby v třídění při hromadných neštěstích. Virtuální realita poskytuje flexibilní, konzistentní možnosti výcviku na vyžádání, přičemž využívá stabilní a opakovatelnou platformu, která je nezbytná pro vývoj protokolů hodnocení a standardů výkonu. [132] Prostředí virtuální reality nabízí oproti tradičním metodám založeným na využití papírů, simulaci na figurínách či reálném cvičení v terénu a hodnocení hromadných neštěstí řadu výhod. [133] Vincent a kol. [134] například měřili, jak si začínající studující osvojují dovednosti v oblasti třídění poté, co byli vystaveni třem po sobě jdoucím scénářům s pěti simulovanými pacienty v prostředí VR. Hypotéza předpokládala, že se studující zlepší v rychlosti, přesnosti a soběstačnosti. Ukázalo se, že začínající studující mají lepší výsledky třídění a intervence, rychlost a sebeúčinnost během opakovaného, plně ponořeného třídění ve VR. Pro budoucí komparaci je zamýšleno zopakovat podobný experiment a výsledky komparovat s výsledky profesionálních zdravotnických záchranářů s praxí v terénu. [82]

Virtuální realita jako technologie umožňuje uživatelům zkoumat a manipulovat s počítačem vytvořeným reálným nebo umělým 3D multimediálním smyslovým prostředím v reálném čase. Díky využití této technologie je možné zajistit aktivní výuku z pohledu první osoby díky různým úrovním imerze, tedy vnímání digitálního světa jako skutečného, a to v kombinaci s možností interakce s objekty nebo provádění řady akcí v tomto digitálním prostředí. [135] [136] [137] Využití simulačních her v prostředí regulovaných zdravotnických profesí [138] se jeví jako vhodný substitut aktualizačního tréninku, stejně tak jako možná součást adaptačního procesu či readaptačního procesu v případě návratu po dlouhé pracovní absenci na pracovišti v důsledku konkrétních specifických důvodů, jako je například rodičovská dovolená, dlouhodobá nemoc atd. S využitím dané technologie je možné simulovat prakticky jakoukoliv situaci, a to bez výrazných bezpečnostních a finančních rizik. Situační hry se zaměřují na identifikaci a řešení problémů z reálného profesního života, které představují specifické, obtížné jevy vyvolávající potřebu vypořádat se s nimi, vyžadují angažované úsilí a rozhodování. Užívají se zejména ve vzdělávání dospělých při osvojování dovedností správného rozhodování ve složitých případech a v nezvyklých situacích a zafixování si žádoucího postupu v těchto situacích. [139] Podstatou metody je řešení problémů, které odrážejí reálné skutečnosti. Za hlavní přednosti se považuje zaměřenost na praxi, důraz na konkrétnost a výcvik v rozhodování. [140] Zároveň nabízí virtuální realita nákladově atraktivní způsob pro školení zdravotnického personálu, zcela konkrétně v rovině řešeného projektu a studie zdravotnických záchranářů, přestože je třeba podotknout, že dobrou praxi v dané oblasti je možné přenést při zohlednění potřeb i na další zdravotnické obory a při respektu specifik konkrétních podniků a průmyslových odvětví i na průmyslovou praxi.

Vzdělávací programy určené pro výcvik zdravotnických záchranářů mají k dispozici různé simulační zdroje a mají k nim přístup. Využití virtuální reality v prostředí vzdělávací přípravy budoucích zdravotnických záchranářů je však spíše řídké. Virtuální reality je využíváno zpravidla pro výuku anatomie (virtuální pitevní stůl, exergaming přístup aj.). Zdá se, že využívání virtuální reality ve výuce ovlivňuje školení vyučujících a zdroje programu, svůj vliv zde ale dlouhodobě měla chybějící data a reflexe tradičně koncipovaných cvičení s využitím figurantů. [82]

Tradiční cvičení studentů zdravotnického záchranářství i profesionálních záchranářů je realizováno s využitím jednoduchých intubovatelných figurín nebo dobrovolníků z řad studujících či akademiků s tréninkovou verzí vybavení, která je standardně používána v přednemocniční péči ze strany zdravotnického týmu, který se skládá z lékaře a zdravotníka. Výcvik je realizován pravidelně, a to jak v případě profesionálních záchranářů na základně, v případě studujících v prostředí vysoké školy, tak v obou případech venku v terénu. Scénáře

vedou facilitátoři scénářů. Facilitátory jsou zpravidla služebně starší lékaři, kteří instruují výcvikový tým a řídí scénář, výsledky hodnocení pacienta a simulované reakce na zásahy a léčbu. Pro zvýšení realističnosti jsou ve scénářích často využívány další subjekty, které se ujímají rolí přihlížejících, dalšího personálu či dalších složek integrovaného záchranného systému (v případě, kdy není o součinnost požádána právě příslušná složka integrovaného záchranného systému, tedy policie či hasiči). Účastníci scénáře jsou instruováni a realisticky uvedeni do scény. [141] [142] Popsaný přístup je tradičním přístupem k tréninku a cvičení zdravotnických záchranářů. Dosud však nebyl věnován dostatek pozornosti emické perspektivě samotných zdravotnických záchranářů a úrovni připravenosti figurantů s ohledem na rovinu stresové reakce a míry autentičnosti. Je neoddiskutovatelné, že popsaný přístup poskytuje bezpečné prostředí pro výuku, nácvik a udržování dovedností v přednemocniční neodkladné péči. Tato výuka a udržování dovedností jsou pro efektivní systém přednemocniční traumatologické péče zásadní. Na druhou stranu vyžaduje poměrně rozsáhlé logistické zajištění a v případě zapojení dalších složek integrovaného záchranného systému i značné náklady. Jednoduchý výcvik založený na scénářích a využití figurín nebo figurantů je dle komplikovanosti scénáře proveditelný na poměrně četné bázi a v případě zapojení omezeného počtu zdravotníků bez účasti dalších složek integrovaného záchranného systému jsou jeho výhodou i nízké náklady a rychlá příprava. Rozsah scénářů je zde omezen představivostí školitelů. Je však nutné mít na paměti, že je nezbytně nutné věnovat dostatečné úsilí tomu, aby se účastníci tréninku dostali do zóny, tedy do psychologického nastavení, kdy věří, že se nacházejí v reálném prostředí a ošetřují skutečného pacienta. Pouze tak mohou z výukového modulu získat co nejvíce zkušeností. Ačkoliv lze tuto metodu využít pro řadu aspektů práce zdravotnického záchranáře, ať už se jedná o učení se novým dovednostem, komunikaci a vedení i udržování stávajících dovedností, právě ona realističnost pojetí cvičení a vstup do zóny bývají v řadě případů problematické. Popsaná metoda je technologicky a finančně nenáročnou alternativou k technologicky náročným simulacím, která může být při správné přípravě a provedení užitečným doplňkem pro poskytování efektivního školení. Lze ji považovat za užitečnou jak pro úvodní, tak pro periodické školení poskytovatelů přednemocniční traumatologické péče. [142]

Principy využití virtuální reality pro účely vzdělávání zaměstnanců se ovšem příliš neliší napříč jednotlivými obory. Řada aplikací je pochopitelně velmi specifická, nicméně je lze uplatnit v příslušných modifikacích pro různé profese. Autorka tak využívá zaměstnaneckou kategorii zdravotnických záchranářů, nicméně navržená metodika bude zobecněna pro základní použití při koncepci vzdělávacího modulu určeného pro odbornou či profesní edukaci vybrané profese.

Z existujících publikací a v předchozích dílčích kapitolách prezentovaných výstupů zabývajících se vzdělávání s využitím virtuální reality vyplývá, že na efektivitu studujícího/školeného má vliv několik faktorů, především pak realističnost, dramatičnost, výzva, cykličnost a zpětná vazba. Na tyto faktory se autorka zaměří i při přípravě a realizaci vlastního experimentu. Realističnost a uvěřitelnost prostředí ve VR je jedním z faktorů, který ovlivňuje učení. Lze ji rozdělit na dva druhy – funkční realističnost (tj. fyzická realističnost prostředí) a psychologickou realističnost (tj. realističnost řešeného problému). [143] Konkrétně pro tuto disertační práci a experiment je tedy důležité zajistit co nejrealističtější průběh mimořádné události – jak za pomoci realistické a detailní grafiky, tak i za použití rešerší týkajících se postupů při konkrétních typových činnostech.

Dramatičnost se odvíjí od scénáře či plánu simulace, závisí na rozdělení rolí a úrovni kontroly nad vývojem situace. Ze studií vyplývá, že by měl být scénář otevřený a modifikovatelný pro co největších počet situací, které by mohly nastat – tzn. aby se simulace mohla vyvíjet přirozeně. Zásadní součástí je zde také instruování sledovaného člověka (na

začátku či v průběhu simulace). [143] U využití pro vzdělávání složek IZS je tedy nutné vytvořit různé možnosti vývoje konkrétní situace v závislosti na reakci člověka – odlišit co se stane, pokud člověk zareaguje správně či pokud naopak udělá v postupu chybu.

Výzva (někdy též motivace) je faktor, který je vysledován konkrétně z využití simulací ve zdravotnictví, kdy je třeba pro studující/školené vytvořit motivující prvky, které pro ně představují výzvu – např. záchrana života, což může vyvolat na straně školeného stres, který je nesrovnatelný s praxí školení v průmyslovém kontextu při tréninku standardiůzovaných postupů. [143] Vzhledem k tomu, že se v rámci této práce jedná o vzdělávání zdravotnických záchranářů, které zahrnuje i nácvik krizových událostí, motivující prvky by neměly chybět. Je ale možné, že vybrané situace mohou být pro některé jedince stresující – to však odpovídá realitě při takovýchto událostech a schopnost vhodně reagovat i pod stresem je pro zdravotnické záchranáře jednou ze zásadních dovedností. Právě možnost opakování nacvičované situace je jedna z velkých výhod vzdělávání pomocí VR. Je bez problémů možné školení opakovat a zajistit pro účastníky vždy stejné podmínky. K tomu, aby bylo vzdělávání co nejvíce efektivní je třeba po proběhnutí jednotlivých simulací zajistit zpětnou vazbu pro účastníka – tu by měla poskytovat kompetentní dozírající osoba. Je třeba zhodnotit, jaká byla očekávání, jaká byla zkušenost a rozebrat rozdíly mezi očekáváním a zkušeností. [144]

K prohloubení znalostí je vhodné, aby měl účastník možnost si simulaci zopakovat – po zpětné vazbě a uvědomění si provedených chyb. Vhodné je také nahrávání nácviku (situace ve virtuálním prostředí) – účastník se pak může zpětně podívat na to, jak jednal a uvědomit si své chyby. Také je možné záznam sdílet s ostatními účastníky a názorně ukázat příklady správného či špatného řešení situace. Zásadní je tedy pořádat školení pravidelně a umožnit na nich opakovanou účast stejných osob, případně i v rámci jednoho školení poskytnout účastníkům možnost opakovat nácvik konkrétní situace, dokud nedojde k jejímu správnému zvládnutí. V souvislosti se zpětnou vazbou od dozírající osoby je přínosná také sebereflexe – je vhodné nechat účastníky, aby nejprve sami zanalyzovali vlastní výkon (např. pomocí dotazníku). Dalším aspektem, který je třeba vzít v úvahu, je skutečnost, že ačkoliv virtuální prostředí poskytuje při vzdělávání mnohé výhody a větší zapojení účastníků, k naučení teoretických znalostí je třeba jej doplnit i o jiné metody – nestačí pouze dokola nacvičovat typové činnosti. Virtuální prostředí je vysoce imerzní, podporuje zapojení a realističnost situace, může ale také docházet k „přehlcení“ účastníka. K prohloubení faktických znalostí je tedy vhodné simulace ve VR doplnit např. o ukázky v desktopovém prostředí, průběžné testování teoretických znalostí apod. [82] [144]

3.4 TEZE DISERTAČNÍ PRÁCE

Provedená literární rešerše a z ní vyplývající závěry poskytují ucelený pohled na problematiku využívání virtuální reality pro školení zaměstnanců. Na základě literární rešerše byly stanoveny níže uvedené teze disertační práce:

- Ve virtuální realitě mají probandi nižší subjektivní pocit reálnosti než při cvičení s možností haptického vjemu.
- Dosud provedené výzkumy školení zdravotnických záchranářů ve virtuální realitu necílí na problematiku třídění pacientů.
- Školení a trénink ve virtuální realitě jsou vnímány jako bezpečné, a to i přesto, že umožňují realizaci v náročných podmínkách.
- Virtuální realita pomáhá překlenout problém nízké frekvence problematických zásahů u zdravotnických záchranářů typu mimořádných událostí a hromadného postižení osob.

- Školení ve virtuální realitě snižuje logistickou zátěž přípravy reálného školení integrovaného záchranného systému.

4 ANALYTICKO-SYNTETICKÁ ČÁST DISERTAČNÍ PRÁCE

4.1 STANOVENÉ HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce je na základě provedení experimentů s využitím experimentální a kontrolní skupiny zdravotnických záchranářů navrhnout metodiku pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality. Blíže pak byl cíl disertační práce vymezen v samostatné kapitole „Cíl disertační práce“.

Z hlavního cíle a jednotlivých cílů, stejně tak z literární rešerše vyplynuly následující hypotézy, které budou ověřovány v rámci disertační práce:

H1: „V prostředí virtuální reality mají probandi nižší tepovou frekvenci než při reálném školení.“

H2: „Časová zátěž (*temporal demand* dle NASA TLX) je ve virtuální realitě nižší než v reálném prostředí.“

H3: „Mentální zátěž (*mental demand* dle NASA TLX) je ve virtuálním prostředí nižší než při reálném školení.“

H4: „Míra frustrace je ve virtuální realitě nižší než v prostředí reálného tréninku.“

H5: „Ve virtuálním prostředí dochází při třídění pacientů k vyšší chybovosti než v reálném prostředí.“

H6: „Ve virtuálním prostředí je výběr pořadí ošetřených pacientů jiný než v prostředí reálném.“

4.2 METODY VYUŽÍVANÉ KE ZPRACOVÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE

Předpokladem každé vědecké práce je znalost základních vědeckých přístupů a metod, které jsou následně využívány k designu, provedení a vyhodnocení vlastního výzkumného záměru. Aplikací příslušných metod je dosaženo stavu vědeckého poznání, který pro potřeby této disertační práce umožní navržení metodiky. Prvním krokem je v zásadě určení, o jaký výzkum se jedná. V případě této disertační práce se jedná o výzkum smíšený, v rámci něhož budou využívány jak kvalitativní, tak kvantitativní metody. Autorka této disertační práce využívá jak metody obecné, tak metody specifické. Dále využívá také metody statistické, ty jsou však především s cílem zajištění návaznosti sdělovaného dále rozpracovány v samostatné části této práce.

4.2.1 OBECNÉ VĚDECKÉ METODY

Obecná metoda vědy nerespektuje zvláštnosti jednotlivých vědních oborů, a proto musí být velmi formalizována. Je třeba ji v konkrétních případech aplikovat, tj. přizpůsobovat daným možnostem poznání. To je tvůrčí vědecký proces. Při aplikaci obecné metody vědy vznikají

metody jednotlivých věd. [154] Obecné vědecké metody jsou souborem metod, které jsou využívány napříč vědními disciplínami. Tyto metody představují konkrétně definovaný způsob sběru výzkumných dat a jejich zpracování. Pro úspěšnou realizaci disertační práce bylo využíváno více metod v souvislosti s realizací hlavního cíle této práce. Zcela konkrétně bylo využíváno metod analýzy, syntézy, abstrakce, konkretizace, indukce, dedukce, komparace, dále bylo využíváno tvůrčích metod a systémového přístupu. Uvedené je konkrétně popsáno níže.

Analýza je klíčová obecně vědní metoda. Je používána zejména ve fázi poznávání vědeckého problému při jeho detailním zkoumání. Analýza je postup, kdy určitý celek je rozkládán na nižší entity. [155] V případě disertační práce byla analyzována rovina výkonu a jeho dílčí aspekty na vzorku zdravotnických záchranářů s využitím experimentální a kontrolní skupiny v rámci modulu autonehoda v rovině mimořádné události s charakterem hromadného postižení osob.

Syntéza navazuje na analýzu v další fázi vědeckého zkoumání, kdy v procesu tvořivého vědeckého zkoumání dochází k vytváření nového vědeckého obrazu zkoumaného jevu. [155] Autorka práce vychází z naměřených a získaných dat, která se snaží zobecnit v rovině obecného vědeckého poznání.

Abstrakce představuje myšlenkový proces, v jehož rámci se u různých objektů vydělují pouze jejich podstatné charakteristiky, přičemž nepodstatné se neuvažují. Tím se ve vědomí vytváří model objektu, jenž obsahuje pouze ty charakteristiky nebo znaky, jejichž zkoumání umožní získat odpovědi na položené otázky. [156] Metody abstrakce je použito nejen v rámci přípravy samotného modulu, ale dále i metodiky s možnou implementací a přesahem do průmyslového prostředí.

Konkretizace je ve srovnání s abstrakcí svou povahou opačným procesem. V rámci konkretizace je vyhledáván konkrétní výskyt určitého objektu z určité třídy objektů. Snahou je na něj aplikovat charakteristiky, které jsou platné pro danou třídu objektů. [156] V rovině konkretizace jsou rozpracovávány například dílčí typy zátěže, kterým jsou probandi vystaveni, stejně tak jsou konkretizována slabá místa pro výkon v rámci jednotlivých typů školení.

Indukce představuje proces vyvozování obecného závěru na základě poznatků o jednotlivostech. Zajišťuje tak přechod od jednotlivých soudů k obecným. Induktivní závěr je přitom možné považovat za hypotézu, protože nabízí vysvětlení, přičemž těchto vysvětlení může být v praxi více. Tato metoda nachází uplatnění při zkoumání, nové či méně známé problematiky. Oproti tomu dedukce je způsob myšlení postavený na logice opačné než indukce, kdy je od obecných závěrů postupováno k méně známým, zvláštním, přičemž je vycházeno ze známých, ověřených a obecně platných závěrů a tyto jsou aplikovány na jednotlivé dosud neprozkoumané případy. V rámci dedukce je testováno, zda vyslovená hypotéza má potenciál vysvětlit zkoumaný fakt. [156] Metody indukce je využíváno v rámci stanovení hypotéz, metody dedukce především v rámci vyvozování závěrů z výzkumného experimentu a ověřování hypotéz.

Podstatou komparace je vyhledávání shod a odlišností u porovnávaných entit. [155] Nutno však podotknout, že metodu komparace nelze redukovat na jakékoliv porovnávání. Paradoxně sice metoda anoncuje snahu odhalování rozdílů, ale nejdůležitější podmínkou její aplikace je shoda porovnávaných entit v základních parametrech. Autorka práce komparuje dvě skupiny probandů ve dvou typech prostředí a v rámci jejich výkonu pak komparuje i dílčí výsledky měření.

Tvůrčí metody cílí na zvýšení pravděpodobnosti úspěšného řešení problému v průběhu procesu. Tvůrčí metody jsou v disertační práci využívány pro koncept aplikace autonehoda a zároveň konstrukci testování v rámci experimentu.

Systémový přístup je metodou, kdy je na předmět zájmu nahlíženo jako na systém a jsou zvažovány veškeré jeho děje a části ve významných souvislostech. Navržená metodika se tak bude skládat z dílčích kroků a prvků, mezi nimiž bude existovat řada vazeb. Jednotlivé vazby přitom bylo nutno analyzovat a zkoumat jejich vliv na jednotlivé prvky nebo kroky. [156]

4.2.2 SPECIFICKÉ VĚDECKÉ METODY

Vedle obecných vědeckých metod budou v disertační práci použity také specifické vědecké metody. Zcela konkrétně se jedná o experiment, dotazníkové šetření, polostrukturovaný rozhovor a metody statistického vyhodnocení.

Experiment představuje jeden ze způsobů získávání a osvojování si nových poznatků. Jeho základní charakteristikou je, že výzkumník aktivně a úmyslně přivodí určitou změnu situace a poté sleduje změnu v rovině probandů. Jedná se tedy o záměrně vyvolávaný proces, ve kterém jsou cíleně ovlivňovány podmínky a následně je prováděno vyhodnocení jeho průběhu nebo výsledku. Slouží jako prostředek k získávání nebo ověřování teoretických znalostí, případně rekonstrukci již známých faktů, stejně tak jako zdroj poznatků. Díky tomu, že je zkušenost získána přímo, umožňuje trvalé a důkladné osvojení objevených poznatků. Při poznávání určité skutečnosti jsou získávány informace nejen o ní samotné, ale také o experimentálním zařízení, které je používáno. [158]

Dotazníky představují objektivní způsob sběru informací o znalostech, názorech, postojích a chování lidí. Dotazníky lze použít jako jediný výzkumný nástroj (např. v rámci průřezového průzkumu) nebo v rámci klinických studií či epidemiologických studií. [159]

Kvalitativní rozhovory existují v různém rozsahu, od volných, explorativních diskusí až po vysoce strukturované rozhovory. Na jednom konci stojí nestrukturované rozhovory, které se používají v přístupech, jako je etnografie, zakotvená teorie a fenomenologie. Tento styl rozhovoru zahrnuje měnící se protokol, který se vyvíjí na základě odpovědí účastníků a bude se u jednotlivých účastníků lišit. Polostrukturovaný rozhovor je explorativní rozhovor, který se nejčastěji používá v sociálních vědách pro účely kvalitativního výzkumu nebo pro sběr klinických dat. Ačkoli se obvykle řídí průvodcem nebo protokolem, který je vypracován před rozhovorem a je zaměřen na základní téma, aby poskytl obecnou strukturu, polostrukturovaný rozhovor také umožňuje objevování, s prostorem pro sledování aktuálních trajektorií v průběhu rozhovoru. [160]

Statistické vyhodnocení bude využito k analýze získaných dat. Toto vyhodnocení je využíváno primárně za účelem verifikace výsledků výzkumu. Dílčí statistické analýzy budou dále rozepsány při samotném vyhodnocení dat. Níže jsou uvedeny a představeny konkrétní metody a postupy využívané v rámci statistického vyhodnocení. Jedná se o t-test, analýza rozptylu ANOVA, Shapirov-Wilkovův test, Mannův-Whitneyův U test, Kruskalův-Wallisův test, Fisherův exaktní test.

T-test je typ statistického testu, který se používá k porovnání průměrů dvou skupin. Je to jeden z nejpoužívanějších statistických testů hypotéz. Existují dva typy statistické inference: parametrické a neparametrické metody. Parametrické metody označují statistickou techniku, při níž se definuje pravděpodobnostní rozdělení proměnných a činí se závěry o parametrech tohoto rozdělení. V případech, kdy pravděpodobnostní rozdělení nelze definovat, se používají neparametrické metody. T-testy jsou typem parametrické metody; lze je použít, pokud vzorky splňují podmínky normality, stejného rozptylu a nezávislosti. T-testy lze rozdělit na dva typy. Existuje nezávislý t-test, který lze použít, pokud jsou obě srovnávané skupiny na sobě nezávislé, a párový t-test, který lze použít, pokud jsou obě srovnávané skupiny na sobě závislé. T-testy se

obvykle používají v případech, kdy jsou pokusné osoby rozděleny do dvou nezávislých skupin, jako je tomu v popsaném experimentu. [161]

V klinických studiích se často porovnávají průměrné hodnoty získané od různých skupin s různými podmínkami. I když se porovnávají více než dvě skupiny, někteří výzkumníci chybně používají t-test tím, že provádějí více t-testů na více dvojicích průměrů. Je to nevhodné, protože opakování vícenásobných testů může opakovaně přidat více možností chyby, což může mít za následek větší chybovost α, než je předem stanovená hladina α. Pokud je snahou porovnat průměry tří skupin, A, B a C, pomocí t-testu, je třeba realizovat tři párové testy, tj. testy A vs. B, A vs. C a B vs. C. Podobně, pokud se v experimentu opakuje porovnání kkrát a pro každé porovnání byla stanovena hladina α 0,05, lze očekávat nepřijatelně zvýšenou celkovou chybovost 1-(0,95)k pro celkový postup porovnání v experimentu. Pro porovnání více než dvou skupinových průměrů je vhodnou metodou namísto t-testu jednocestná analýza rozptylu (ANOVA). Protože ANOVA vychází ze stejného předpokladu jako t-test, je zájem ANOVA také na místech rozdělení reprezentovaných průměry. Relativní umístění několika skupinových průměrů lze při velkém počtu průměrů pohodlněji určit pomocí rozptylu mezi skupinovými průměry než přímým porovnáváním mnoha skupinových průměrů. Metoda ANOVA posuzuje relativní velikost rozptylu mezi skupinovými průměry (rozptyl mezi skupinami) ve srovnání s průměrným rozptylem uvnitř skupin (rozptyl uvnitř skupiny). [162]

Dále bude používán Shapirov-Wilkovův test. Předmětem testování tohoto testu je rozdělení náhodného výběru ze spojitého rozdělení. Shapiro-Wilkův test je testem normality bez ohledu na hodnotu parametrů. Testy normality lze rozdělit na testy založené na chí-kvadrátu, momentech, empirickém rozdělení, rozestupech, regresi a korelaci a další speciální testy. Význam normálního rozdělení je nepopiratelný, protože je základním předpokladem mnoha statistických postupů. Je to také nejčastěji používané rozdělení ve statistické teorii a aplikacích. Při provádění statistické analýzy pomocí parametrických metod je proto ověření předpokladu normality pro analytika zásadním zájmem. Analytik často usuzuje, že rozdělení dat "je normální" nebo "není normální", na základě grafického zkoumání (Q-Q graf, histogram nebo krabicový graf) a formálního testu normality. I když jsou grafické metody užitečné při kontrole normality výběrových dat, nejsou schopny poskytnout formální přesvědčivý důkaz, že předpoklad normality platí. Grafická metoda je subjektivní, protože to, co se někomu zdá jako "normální rozdělení", nemusí být nutně normální pro ostatní. Kromě toho jsou ke správné interpretaci grafu zapotřebí rozsáhlé zkušenosti a dobré statistické znalosti. Proto jsou ve většině případů k potvrzení závěru z grafických metod nutné formální statistické testy. SW test je nejznámějším regresním testem a původně byl omezen na velikost vzorku $n \leq 50$. Hodnota SW leží mezi nulou a jedničkou. Malé hodnoty SW vedou k zamítnutí normality, zatímco hodnota jedna naznačuje normalitu dat. [163]

Pokud bude normalita zamítnuta alespoň v jedné skupině, bude používán neparametrický Mannův-Whitneyův U test. Mannův-Whitneyův U test, který je také známý jako Wilcoxonův test pořadí, testuje rozdíly mezi dvěma skupinami na jedné ordinální proměnné bez specifického rozdělení. Naproti tomu t-test nezávislých vzorků, který je rovněž testem dvou skupin, vyžaduje, aby jediná proměnná byla měřena na úrovni intervalů nebo poměrů, nikoliv na ordinální úrovni, a aby byla normálně rozdělena. Proto je Mannův-Whitneyho U test označován jako neparametrická verze parametrického t-testu. Oba testy vyžadují dvě nezávisle vybrané skupiny a posuzují, zda se dvě skupiny liší v jedné spojité proměnné. Oba testy se však liší předpokládaným rozdělením. Neparametrický test nepředpokládá žádné konkrétní rozdělení, zatímco parametrický test předpokládá konkrétní rozdělení. Mannův-Whitneyův U test je tedy koncepčně podobný t-testu pro určení, zda dvě výběrové skupiny pocházejí z jedné populace. Pokud data nesplňují parametrické předpoklady t-testu, bývá vhodnější Mannův-Whitneyův U test. [164]

Pokud bude normalita zamítnuta alespoň v jedné skupině nebo dojde k porušení požadavku na poměr směrodatných odchylek, bude používán neparametrický Kruskalův-Wallisův test. Kruskalův-Wallisův test je neparametrický statistický test, který hodnotí rozdíly mezi třemi nebo více nezávisle vybranými skupinami u jedné nenormálně rozdělené spojité proměnné. Pro Kruskalův-Wallisův test jsou vhodná nenormálně rozdělená data (např. ordinální nebo hodnostní data). Naproti tomu jednosměrnou analýzu rozptylu (ANOVA), která je parametrickým testem, lze použít pro normálně rozdělenou spojitou proměnnou. Kruskalův-Wallisův test je rozšířením dvouskupinového Mannova-Whitneyho U testu (Wilcoxonova rankového testu). Kruskalův-Wallisův test je tedy obecnější formou Mannova-Whitneyho U testu a je neparametrickou verzí jednosměrné ANOVY. [165]

Pokud je snahou porovnat podíly kategoriálního výsledku podle různých nezávislých skupin, lze zvážit několik statistických testů, jako je chí-kvadrát test, Fisherův exaktní test nebo z-test. Chí-kvadrát test a Fisherův exaktní test mohou posoudit nezávislost mezi dvěma proměnnými, pokud jsou porovnávané skupiny nezávislé a nejsou korelované. Chí-kvadrát test používá aproximaci za předpokladu, že vzorek je velký, zatímco Fisherův exaktní test provádí exaktní postup zejména pro malé vzorky. K vyhodnocení závislostí dat v kontingenční tabulce bude používán Fisherův exaktní test. Fisherův exaktní test se prakticky používá pouze při analýze malých vzorků, ale ve skutečnosti je platný pro všechny velikosti vzorků. Zatímco chí-kvadrát test se opírá o aproximaci, Fisherův exaktní test je jedním z exaktních testů. Zejména pokud má více než 20 % buněk očekávané četnosti < 5, je třeba použít Fisherův přesný test, protože použití aproximační metody je nedostatečné. Fisherův exaktní test posuzuje nulovou hypotézu o nezávislosti s použitím hypergeometrického rozdělení čísel v buňkách tabulky. [166]

4.3 POPIS VÝZKUMNÉHO EXPERIMENTU A MĚŘENÍ

Výzkumný experiment byl připravován v období prvních tří let postgraduálního studia autorky, realizován byl pak v akademickém roce 2022/2023. Výzkumný záměr založený na provedení experimentu s využitím modulu autonehoda ve virtuální realitě, komparovaný s konvenčním typem školení na bázi simulace s využitím figurantů byl schválen Etickou komisí pro výzkum Západočeské univerzity v Plzni, konkrétně rozhodnutím s číslem jednacím ZCU 012668/2023. Autorka prohlašuje, že účastníci experimentu byli dobrovolníci z cílové skupiny probandů. V průběhu experimentu nebyla narušena jejich lidská důstojnost a nebyli vystaveni fyzickému, psychickému ani sociálnímu riziku. Data, která autorka shromažďovala, byla anonymní, přičemž byla zaručena ochrana soukromí a osobních údajů všech probandů dle příslušného zákona.

V následující části textu budou stručně charakterizovány skupiny probandů, zcela konkrétně experimentální a kontrolní skupina, dále bude pro obě skupiny popsáno prostředí, scény a metody školení, bude zpracován popis modelu raněných, algoritmus třídění a samotný popis realizace experimentu. Jedná se o komplexní pojetí popisu realizovaného experimentu, jehož cílem je detailně popsat veškeré aspekty realizovaného experimentu, kdy dílčí aspekty budou dále v textu diskutovány a problematizovány, zároveň významně ovlivní návrh samotné metodiky.

4.3.1 EXPERIMENTÁLNÍ A KONTROLNÍ SKUPINA

Experimentální skupinu tvořilo celkem 15 probandů, kteří v době realizace experimentu byli studujícími třetího ročníku bakalářského studijního programu Zdravotnický záchranář na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni. Studující tohoto studijního programu v průběhu studia absolvují praxe v rámci Zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje, Karlovarského kraje a dalších krajů primárně ve vazbě na své trvalé bydliště, dále pak na urgentním příjmu a odděleních souvisejících s oborem jejich studia v nemocničním prostředí. Jedná se o studující, kteří jsou plně kompetentní po ukončení svého studia ve formě státní závěrečné zkoušky nastoupit jako profesionální zdravotničtí záchranáři na příslušná oddělení. Totožné pak platí o kontrolní skupině, kterou tvořilo celkem 22 probandů. Probandi v experimentální a kontrolní skupině byli odlišní, což znamená, že jeden studující se experimentu účastnil právě jednou. Zařazení probanda do experimentální nebo kontrolní skupiny bylo náhodné a určil jej los. Limit experimentální skupiny, která absolvovala modul ve virtuální realitě, byl s ohledem na časovou náročnost a organizaci měření včetně zajištění a vybavení technického zázemí a časové náročnosti sběru dat nastaven na maximální počet 15 probandů, z toho důvodu zahrnuje kontrolní skupina 22 probandů, neboť bylo využito všech dobrovolníků, kteří se do experimentu přihlásili.

Experimentální skupina tvořená celkem 15 probandy absolvovala školení ve virtuální realitě se začátkem v sanitním voze a s využitím instruktáže pomocí avatara.

Kontrolní skupina tvořená 22 probandy absolvovala naprosto totožný scénář jako skupina experimentální, který zajišťoval stejné podmínky pro měření, nicméně školení probíhalo v simulačním centru Fakulty zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni. Bylo využito stejných postupů pro sběr dat, pouze s výjimkou neexistence datového záznamu chybovosti prostřednictvím aplikace. V daném případě vyhodnocení prováděla zkušená záchranářka, která je zaměstnaná u Zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje. Stejně jako v případě experimentální skupiny začínal scénář testování v prostoru sanitního vozu. Tedy zde byl simulován příjezd zdravotnického záchranáře na místo autonehody. Školící část byla nahrazena instruktáží ze strany školitele před samotným testováním. Školitel zde plnil roli, kterou ve virtuální realitě plnil avatar.

V případě obou skupin příslušné školení absolvoval vždy jeden záchranář, který byl oddělen od zbytku probandů, přičemž bylo zamezeno jejich vzájemnému kontaktu po skončení testování, aby nedošlo k ovlivnění probandů, a tedy zkreslení dat.

4.3.2 POPIS PROSTŘEDÍ, SCÉNY, METODY POSTUPU PRO EXPERIMENTÁLNÍ SKUPINU

Design aplikace je vytvořen tak, aby si mohl uživatel spustit jednotlivé moduly bez cizí pomoci. Důvodem vytvoření tohoto modulu bylo, aby si mohl kdokoliv a kdykoliv spustit tréninkovou část a projít si tímto školením. Nepotřebují tedy další asistenci a je na nich, kdy a kolikrát si daný modul zkusí. Úvodní prostředí je také využito jako „přechodné prostředí“, kde má uživatel prostor si upravit brýle a plně se začít soustředit na virtuální realitu a své budoucí školení. Je proto důležité, aby nebyl na uživatele vyvíjen tlak, nepůsobili žádné rušivé elementy a měl dostatek času na přípravu pro budoucí trénink.

Jako prostředí byla zvolena garáž pro záchranářský vůz (viz obrázek 1). Jednotlivá tlačítka modulů jsou situována do rohu na stěnu, aby byla dobře viditelná a přehledná. V pravé části stojí avatar, který podává informace o vybraném modulu. Tento typ byl vybrán jako neutrální půda pro záchranáře, kde mají dostatek klidu se rozkoukat a plně zaměřit na školení ve virtuální realitě. Jediné interaktivní prvky jsou ty v rohu, kterými se vybírá projekt. Ostatní modely jako sanitka, vrata, stůl a záchranářská taška jsou zde vloženy z estetického důvodu. Mají co nejvíce uživatelům přiblížit prostředí, ve kterém se nacházejí, a naznačit, co je záhy bude čekat.

Obrázek 1 - Prostředí ovládací scény

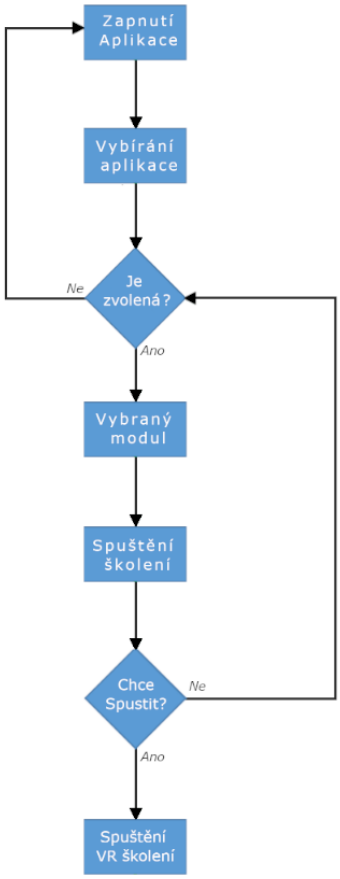
Veškerou tréninkovou částí provází uživatele avatar, který je pro lepší zasazení do děje oblečený jako kolega. Jedná se o virtuálního školitele, který pomáhá uživateli projít školením, varuje ho, na které části si dát pozor a při provedení chyby mu radí, jak daný postup provést správně. Pro tento typ scény funguje avatar jako rádce při výběru scény. Poté, co si uživatel vybere jeden ze zpracovaných modulů, avatar oznámí veškeré informace o vybraném školení. Zmíní veškeré metody a moduly, které se budou školit, zároveň nastíní situaci a prostředí, do kterého bude uživatel přenesený.

Obrázek 2 Avatar (virtuální školitel)

Poslední částí výběru scény je tlačítko start, které je z pohledu layoutu naproti avatarovi (tedy v pravé části od výběru modulů). Opět je vloženo na stěnu do úrovně očí, aby si ho uživatel dobře všiml. Z pohledu výraznější manipulace byla zvolena zelená barva, která zaručí, že tlačítko start se stěnou nesplyne. Tímto krokem končí možný výběr modulu a uživatel je společně s avatarem už přemístěný do vybrané situace.

Obrázek 3 - Tlačítko START pro spuštění modulu

Na následujícím obrázku je znázorněný schématem postupu.



Obrázek 4 – Schéma postupu pro spuštění modulu

Aplikace obsahuje také úvodní modul. Pro úvodní modul byl využitý stejný design prostředí jako pro výběr modulu. Rozdílem je, že jednotlivé prvky už mohou být interaktivní a celkový pohyb po prostředí je více dynamický, než tomu bylo při výběru scény. Uživatel zde projde jednotlivé metody a postupy, které bude při absolvování školení samotného používat. Tento modul byl vytvořen pro získání základních znalostí a dovedností z pohledu ovladatelnosti virtuální reality. Uživatel zde má několik pokusů a může si tento typ zkoušet kolikrát chce, důležité je, aby si byl jistý jednotlivými postupy a ovladatelností a neměl tak problém projít školením z pohledu uživatelského rozhraní a ovladatelnosti aplikací.

Obrázek 5 - Školení ovladatelnosti v úvodním prostředí

Prostředí je situováno na předměstí ve večerních hodinách. Rozmístění nehody a jednotlivých poraněných je takové, aby byl ve skutečnosti potřeba prostor maximálně 3x3 metru, což bylo jedno z doporučení Zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje ve vazbě na velikost standardní školící místnosti pro záchranáře. Večerní hodiny byly zvoleny z důvodu simulace zhoršených podmínek viditelnosti a tím vytvoření náročnější situace na rozhodování. Modul byl navržen pro nehodu dvou automobilů, nicméně v horizontu budoucím je zde prostor k navolení většího rozsahu nehody. Samotná scéna je doplněna o zvuky, jako jsou výkřiky a pláč poraněných, dále zvuky sanitky, motoru a okolního prostředí. Cílem je vytvořit co největší synergický zážitek, aby si mohli pomocí této technologie uživatelé zažít složité situace a procvičit své znalosti a dovednosti. Pro profesi zdravotnického záchranáře je nezbytně nutné cvičit a praktikovat situace, v nichž je třeba uplatnit znalosti pod stresem.

Obrázek 6 - Scéna autonehody ve večerních hodinách

Obrázek 7 - Rozmístění zraněných

Obrázek 8 - Autonehoda, rozmístění vozů

V příslušném modulu se provádí školení dvou základních metod: METHANE a třídění START. Z pohledu METHANE se jedná o hlášení nehody dispečinku pomocí vysílačky, pro danou školicí aplikaci byla vysílačka nahrazena tabletem, kde uživatel vybírá správné odpovědi podle jednotlivých písmen. Na obrázcích 9 a 10 je vidět tablet a zpracování této metody. Pro školicí část jsou písmenka rozdělená dle názvu a uživatel může vybrat pouze správnou možnost. Pro testovací verzi je navržen generátor, který náhodně rozhází písmenka, a kromě zvolené správné odpovědi kontroluje i v jakém pořadí uživatel začal nahlašovat nehodu. Již zvolená tlačítka se uživateli podbarví, aby měl lepší přehled. Tento princip nápovědy je možné vypnout, nicméně pro samotný experiment zůstane nápověda ve školící části zapnuta. Kromě toho slouží tablet jako potvrzovací signál, kdy musí posádka oznámit, že dorazila na místo.

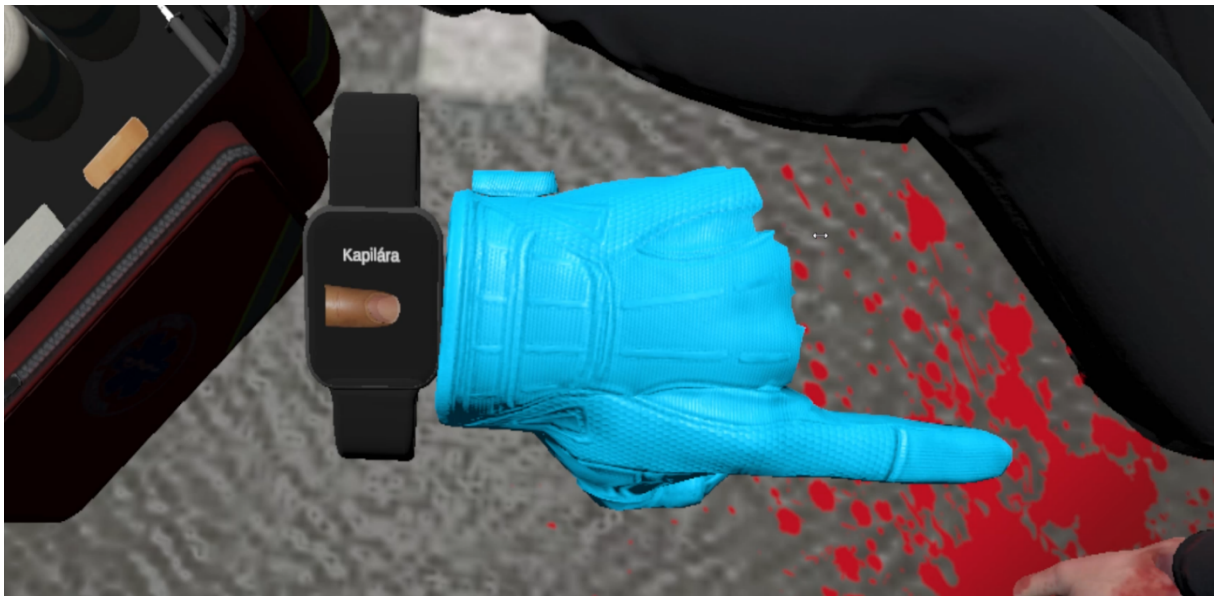
Obrázek 9 - Tablet, potvrzení polohy

Obrázek 10 - Metoda METHANE

Při třídění dle metody START uživatel kontroluje základní funkce, pomocí kterých je pacient rozřazen do jedné ze čtyř základních kategorií/barev. Mezi tyto funkce patří srdeční tep, dýchání a kapilární test. Z pohledu reálného testování je pro tato měření důležitá haptika a dotyk s pacientem, proto byly pro virtuální školení využity „chytré hodinky“, které reprezentují měření těchto funkcí a udávají hodnoty. Zobrazení této hodnoty má z důvodu přiblížení reálnému procesu, kdy si záchranáři musejí příslušné hodnoty spočítat a pamatovat, životnost, což znamená, že je zobrazeno po určitý čas. Tyto hodinky signalizují podle známých obrázků, o jaký typ měření se jedná. Kapilární měření je simulováno pomocí obrázku, který ukazuje detail nehtu, přičemž tento princip byl využit z důvodu, že se jedná o velmi detailní měření, které by se simulovalo na raněném špatně z pohledu možností virtuální reality. Měření se provádí držením ruky ve vybraných místech po dobu, která se znázorňuje na hodinkách, jak je vidět na obrázku 13. Pro ošetření dětí a teenagerů je využita metoda JumpSTART, která má zajistit, že se jim záchranář bude věnovat mezi prvními zraněnými. Pro provedení aplikace to znamená, že se hlídá, jestli byly děti ošetřeny urgentně.

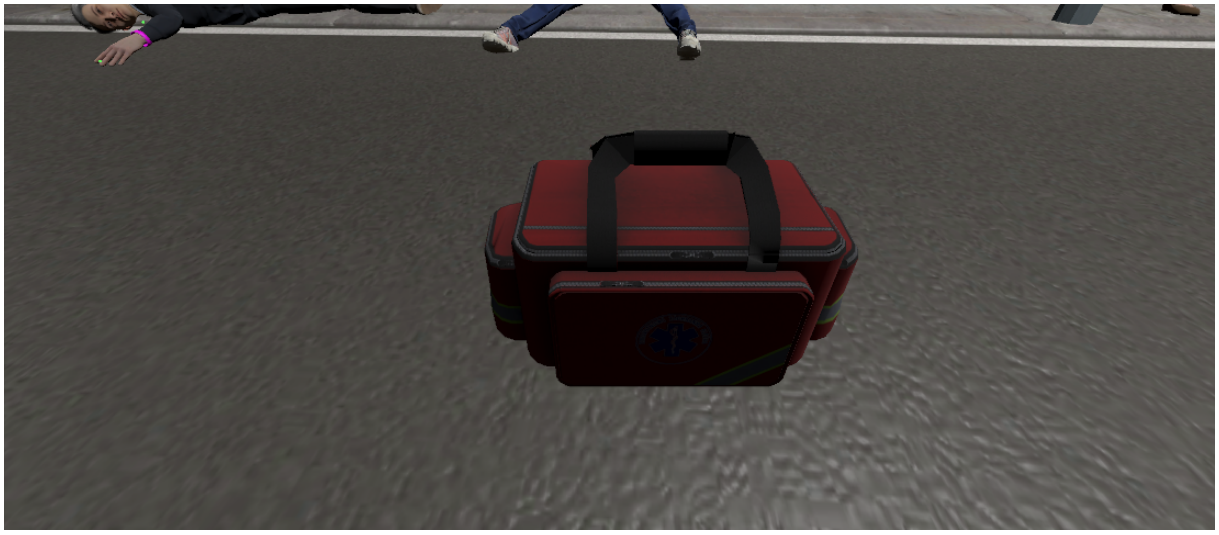
Obrázek 11 - Naměřená hodnota srdečního tepu

Obrázek 12 - Zraněný člověk s viditelnými body pro měření základních funkcí



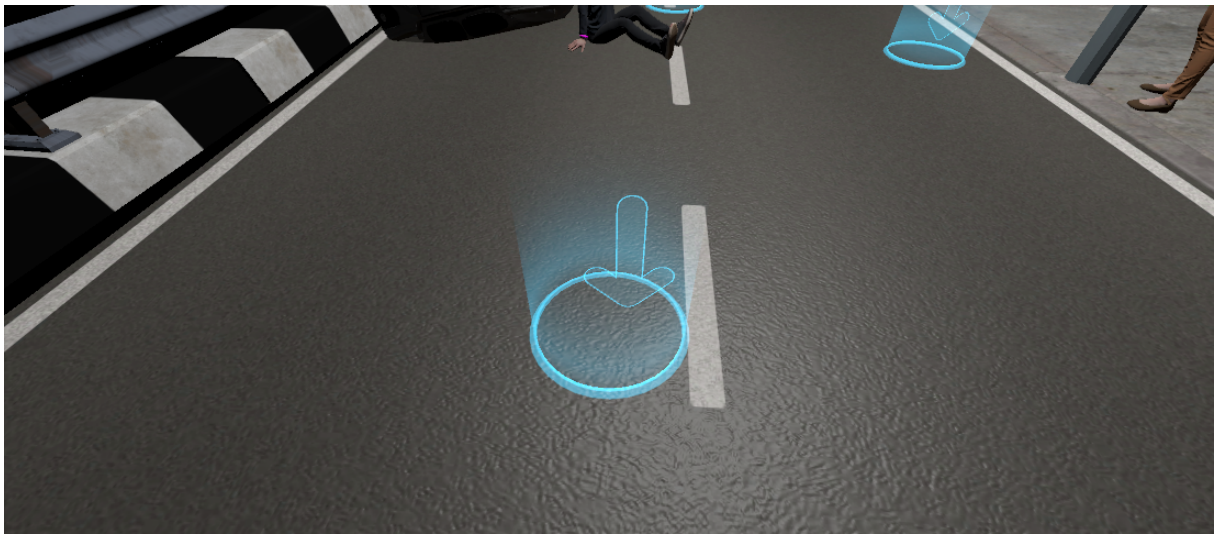
Obrázek 13 - Kapilární test

Pro správné umístění objektů bylo využito vizuálního managementu, kde jsou místa zvýrazněna růžovou barvou. Objekty, které uživatel používá na poskytnutí první pomoci nalezne v záchranářské tašce, která je zobrazena na obrázku 14. Místa, kam dát objekty nebo pásku jsou zvýrazněna růžovou barvou, jak je vidět na obrázku 15. Růžová barva byla zvolena proto, aby se nepletla s ostatními barvami, které jsou využívané, a byla přitom velmi výrazná. Oblasti, ve kterých lze měřit základní funkce, byly zvýrazněny pomocí zelených bodů, jak je patrné i na obrázku 12. Pro testovací verzi tyto body nebyly ukázány. Pohyb na delší vzdálenosti byl vyřešen tzv. teleportem. Místa, kam se lze teleportovat, jsou zobrazena světle modrým objektem a ukazují se pouze tehdy, když uživatel stiskne na ovladači interaktivní tlačítko na přemístění. Teleport zachycuje obrázek 16.



Obrázek 14 - Záchranářská taška

Obrázek 15 - Zvýrazněné místo pro umístění obvazu



Obrázek 16 – Teleport

Pro modely raněných byla vytvořena databáze. Jedná se o databázi 3D modelů lidí a dětí, které jsou roztříděny do 4 základních skupin dle metody START (JumpSTART). Při tvorbě této databáze se spolupracovalo s krajskými záchrannými složkami, které definovaly nejběžnější zranění a symptomy pacientů, které by při dané diagnóze měli mít. V důsledku těchto vstupních informací byla vytvořena databáze 80 modelů, která obsahuje 20 dětí a 60 dospělých rovnoměrně rozmístěných do skupin dle barev metody START. Každý model má předem definovaný svůj puls, rychlost a sílu dýchání, kapilární zbarvení a kritickou dobu, která určuje, za jak dlouho se jeho stav zhorší. Kritická doba je klíčová u pacientů, které musí záchranné složky ošetřit mezi prvními. Simuluje reálné situace, kde se musí během chvilky záchranáři rozhodnout, koho budou zachraňovat prioritně. Databáze byla vytvořena, aby bylo možné obměňovat zraněné v jednotlivých modulech a nastavila se široká škálovatelnost testování pro nové i stávající členy záchranných složek. Díky této databázi se nelze přesně připravit na postup provedení modulu. Naopak databáze podporuje nutnost a důležitost rozhodnutí uživatele ve virtuálním prostředí. Pro samotné tetování v rámci experimentu bylo však za účelem možné komparace a prevence zkreslení údajů využíváno stejných pacientů s typově stejnými zraněními pro všechny probandy. To umožnilo následnou bezproblémovou komparaci. Stejně tak pro všechny probandy byl zachován stejný počet pacientů a žádný z probandů nebyl exponován dětskému pacientovi. Obrázky 17 a 18 ukazují příklad pacientů použitých v aplikaci, kteří vyžadují ošetření či specializovaný úkon nad rámec třídění.

Vedle zastavení krvácení je úkonem, který lze s pacientem provést, uvolnění dýchacích cest. Zde jsou opět ukázány pomocí vizuálního managementu dvě oblasti, se kterými lze manipulovat. Jedná se například o správné držení hlavy při záklonu. Z pohledu testující části jsou všechny vizuální prvky vypnuté, někteří pacienti mají životnost (omezený čas) a je tedy možné, že při jejich zanedbání mohou zemřít, což se projeví v závěrečném hodnocení. Dále je měřen čas, postup ošetření, volba pacientů dle důležitosti (kterého pacienta zkontrolují záchranáři jako prvního) a správné roztřídění dle metody START.

Obrázek 17 - Pacient s krvácejícím zraněním

Obrázek 18 - Pacient s neprůchodnými dýchacími cestami

Na tomto místě je nutné podotknout, že se jedná o kombinované školení, kde kromě samotného virtuálního tréninku jsou využity hodnotící dotazníky a následně školitel projde celé školení a rozeberou se jednotlivé situace. Také probandi byli v rámci experimentu vystaveni vzdělávací části a následnému tréninku a testování. Vzdělávací částí je provedl Avatar, jehož úkolem je uživatele navést k jednotlivým úkonům a vysvětlit postupy a zásady při hromadném postižení osob. Avatar uživatele provádí celou scénou mimořádné události a pomáhá mu roztřídit osoby dle jednotlivých fází. Účastník dané činnosti vykonává vlastníma rukama, tímto způsobem tedy dochází ke zkvalitnění zapamatování si jednotlivých činností. Cílem vzdělávacího modulu je účastníka připravit na úkony, které po skončení školení bude v tréninkovém modulu vykonávat již s měřením rychlosti reakcí, či správnosti provedených úkonů.

Pro definici výukových cílů modulu autonehoda byla zvolena Bloomova taxonomie. [145] Seznam hlavního a dílčích cílů doplňují ještě dílčí podcíle, které vyplývají z jednotlivých aktivit popsaných v části popisu modulu. Hlavním cílem je, že školený jedinec dokáže spolehlivě zabezpečit a koordinovat krizovou situaci při vážné autonehodě. Dílčí cíle jsou následující: Školený zná posloupnost úkonů na místě nehody. Školený zvládá podat dispečinku hlášení dle metody METHANE. Školený zvládá třídit a prioritizovat svoji pozornost pacientům dle metod

START a JumpSTART. Školený dokáže kontrolovat dobu, po kterou věnuje svoji pozornost pacientům s různým postižením/různou diagnózou.

Pro tento typ vývoje se využily celkem dva základní typy učení. Jedná se o aktivní učení a didaktické hry. Dle autorů Hazzan a kol. [146] by měl být každý výcvikový kurz designován za účelem podpory pozitivního zážitku z vyučovacího procesu v podpůrném prostředí a zároveň tak, aby umožňoval studentům nabyté zkušenosti reprodukovat v jejich odborné praxi. Z těchto důvodů je doporučováno do edukačního procesu začlenit konstruktivistické výukové metody, a to zejména aktivní učení, což je metoda, která studentům umožňuje aktivně zkoušet a pracovat se znalostmi a dovednostmi, které už mají, nebo si je musí osvojit. Zakládá se na předpokladu, že učení je spíše než pasivní aktivní proces, při němž si studenti ve vhodném prostředí nejlépe osvojí dovednosti a znalosti, které si sami vyzkouší a procvičí. Celý proces aktivního učení souvisí se systémem kognitivní asimilace a akomodace, klíčová je vhodnost edukačního prostředí. Nedílnou součástí aktivního učení je také část reflexe výkonu, ať už vlastní či poskytnutá druhou osobou. V souvislosti s aktivním učením doporučují autoři také začlenění výukových her do edukačního procesu. Jejich výhody vidí zejména v zapojení všech studentů do hry, a tedy větší interaktivitě při učení a s tím spojené vzrůstající motivaci studentů k učení. [146] [147] Využití her jako výukové metody lze implementovat v jakékoliv fázi vzdělávání. Hry vzbuzují u studujících zájem o nastíněnou problematiku, aktivizují je a motivují je k učení formou postupování příběhem hry. Dovednosti a vědomosti osvojené hraním jsou u studujících navíc více upevněny právě prožitkem ze hry. Hru je ovšem potřeba pečlivě připravit, pedagogizovat a dát jí jasný výukový cíl, který má její hraní naplnit. Typologicky třídí někteří autoři didaktické hry na simulační, situační a inscenační. [147] [148] Po podrobné analýze jednotlivých typů lze však najít hodně společných znaků.

Simulační hry definuje Činčera jako vzdělávací hry, které simulují prostředí reálného světa, ve kterém je úkol, který musí účastníci hraním rolí řešit. Setkávají se přitom se situacemi, které běžně nezažijí, takže vyžadují nové formy myšlení a jednání. Ve vzdělávací rovině pomáhají simulační hry pochopit určitou situaci či problém reálného světa a díky emocím, které se při nich uvolňují, zůstává zážitek ze hry i hloubka vhledu do situace silnější než u jiných metod. Z výchovného hlediska podporuje hraní rozvoj sociálních kompetencí účastníků například v oblasti komunikace, kooperace a kreativity. [148] Situační hry se zaměřují na identifikaci a řešení problémů ze života, které představují specifické, obtížné jevy vyvolávající potřebu vypořádat se s nimi, vyžadují angažované úsilí a rozhodování. Užívají se zejména ve vzdělávání dospělých při osvojování dovedností správného rozhodování ve složitých případech a v nezvyklých situacích. [147] Podstatou metody je tedy řešení problémů, které odrážejí reálné skutečnosti. Za hlavní přednosti se považuje zaměřenost na praxi, důraz na konkrétnost a výcvik v rozhodování. Podstatou inscenačních her je sociální učení v modelových situacích, v nichž účastníci edukačního procesu jsou sami aktéry předváděných situací. [149] Při těchto hrách se účastníci pohybují v simulovaných situacích, kde pomocí hraní rolí řeší určité problémy, čímž prohlubují učivo a osvojují si adekvátní způsoby jednání a chování. Maňák a Švec rozlišují inscenace strukturované s jasně daným scénářem a nestrukturované, které jasný scénář postrádají. [147] Pro účely této práce však bude užíváno termínu polostrukturovaný scénář, který sice uvedení autoři nijak nedefinují, nicméně nejlépe vystihuje podstatu navrženého modulu autonehoda, který má sice jasně daný scénář, nicméně účastník se v něm může v čase nelineárně pohybovat na základě svých rozhodnutí při řešení problémů.

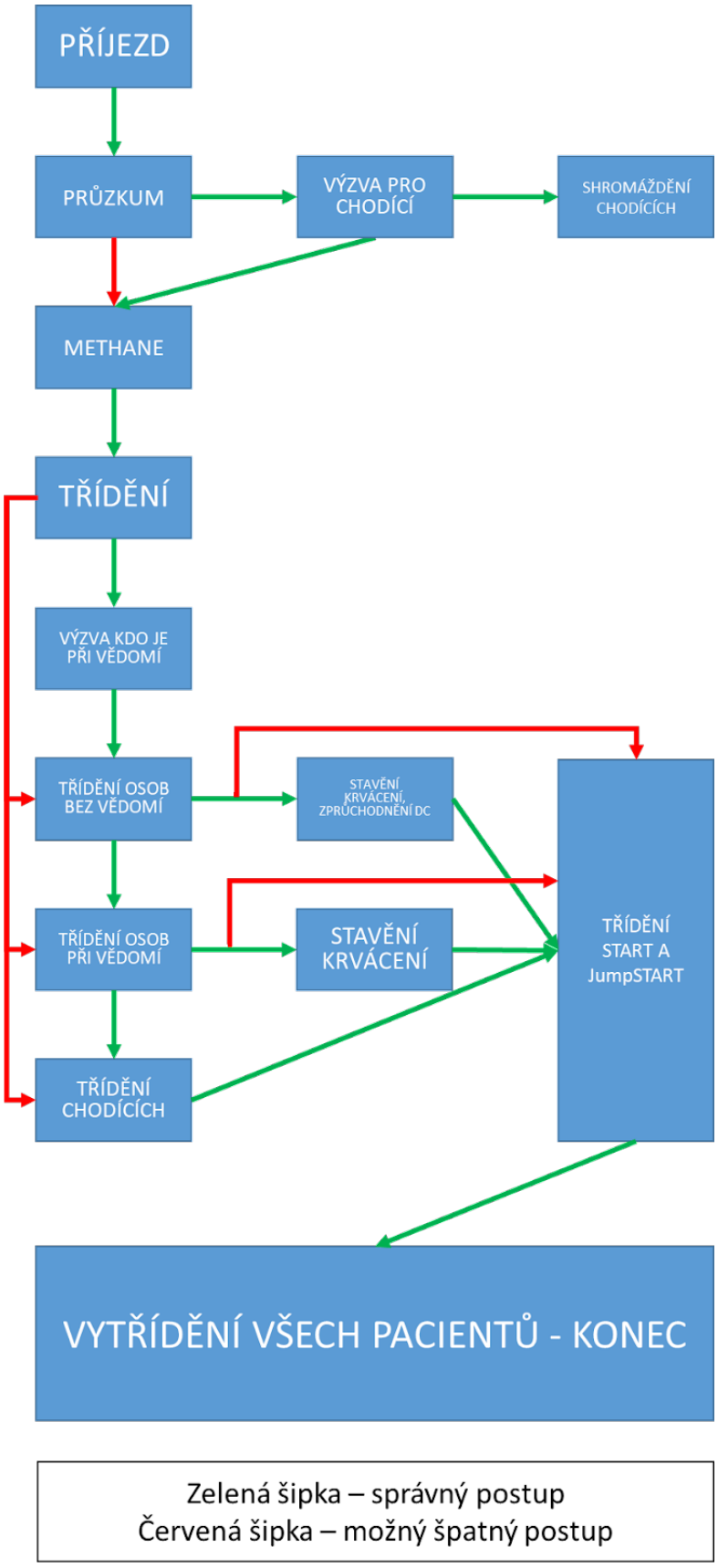
Heuristická metoda, která se typologicky řadí mezi aktivizující výukové metody, které se vymezují jako postupy, které vedou výuku tak, aby se vzdělávacích cílů dosahovalo hlavně na základě vlastní učební práce studujících, přičemž důraz se klade na myšlení a řešení problémů [147], počítá s vlastním objevováním studujících, ovšem pod vedením instruktora

výcviku/školitele. Ten při heuristických metodách sám studujícím poznatky nesděluje, ale vede je k tomu, aby si je samostatně osvojovali, přičemž ovšem jim, zejména na začátku, pomáhá, radí, řídí je a usměrňuje. [147] Studující musí problém nejprve zanalyzovat, pochopit, v čem spočívá řešení úlohy, a následně mohou stejný postup využít k řešení situací stejného typu. Problémem, nebo problémovým případem se z pedagogického pohledu myslí metodicky zpracovaný materiál reflektující reálnou problémovou situaci, jejíž řešení není jednoznačné. [147] Metoda je založena na hledání řešení problémů, které studující mohou v budoucí praxi reálně řešit a měli by na ně být připraveni. Studující by se při řešení měli učit promyšleně jednat a zvládat problémy, které praxe přináší. Předpokládá se, že studující ovládají základní dovednosti myšlenkových operací, jsou samostatní a mají též přiměřené vědomosti a zkušenosti z té oblasti, které se řešený případ týká. [147] Autoři Hazzan a kol. zdůrazňují, že využití této strategie není limitováno žádnou odbornou oblastí a může tedy být začleněna do jakékoliv výuky či nácviku. Proces plánování takových aktivit by měl začínat vždy definováním problému a požadavků na jeho řešení a končit řešením, které lze převést například do podoby diagramu algoritmu, jež problém řeší. Nejdůležitější částí je potom hledání cesty od začátku do konce algoritmu, což je mnohdy nahlíženo jako velmi kreativní a individuální proces. [146] K rozložení problému, a tedy v podstatě možnosti převedení situace do algoritmu nabádají při popisu situačních her také Maňák a Švec – případ, ať je uváděn slovně, písemně, či obrazně, lze rozčlenit z hlediska obsahového nebo časového do několika sekvencí podle tzv. uzlových bodů, které způsobují zvrat ve vývoji situace. Postupné seznamování s případem a opakované návrhy na jeho řešení na různých úrovních dodávají situační metodě ráz dramatičnosti a dynamičnosti. [147]

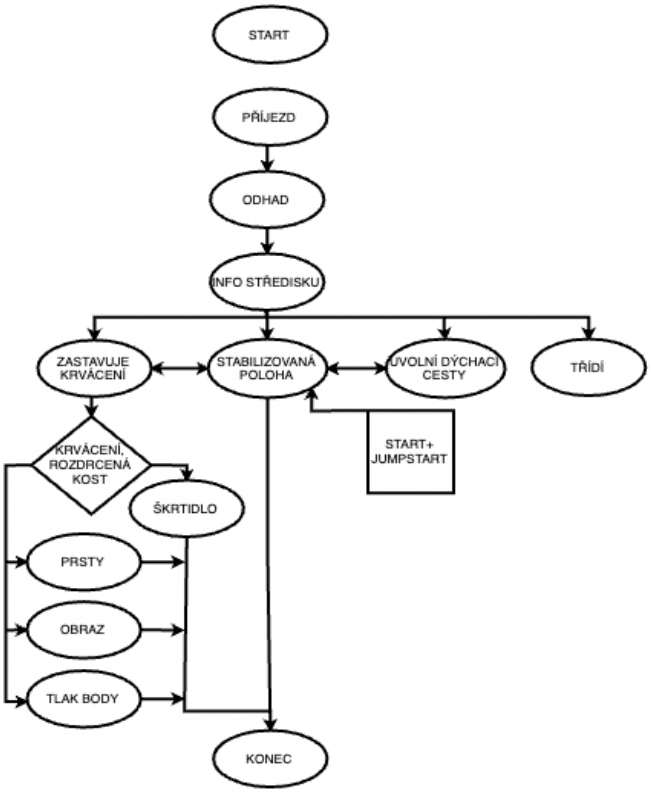
Autonehoda reflektuje a převádí do simulačního virtuálního a plně imerzního prostředí reálnou podobu autonehody, při které je zasaženo 6-9 účastníků, v případě experimentální skupiny bylo za účelem unifikace podmínek expozice využito shodně 6 pacientů, stejně tak následně pro skupinu kontrolní. Student se na místo nehody dostavuje v sanitním voze, kde se dozvídá o podrobnostech z místa nehody. Po dojetí na místo je jeho hlavním úkolem podat hlášení dispečinku, roztřídit a zajistit postižené osoby. Jak již bylo uvedeno, jedná se o polostrukturovaný scénář, protože student nemá předem jasně určený postup dějem a sám ho může ovlivnit. Studující vstoupí do děje simulace pomocí náhlavní soupravy. Jeho avatar se ocitne uvnitř sanitního vozu, kde sleduje připravenou animaci. Po vystoupení ze sanitního vozu začíná student interagovat s prostředím a dále se situace odvíjí již zcela dle jeho činů. Podrobněji je celá simulace popsána v následující tabulce. Veškerá možná aktivita studenta a jeho možnosti, jak ovlivnit děj simulace, je znázorněna následujícím schématem postupu. V případě, že je studující ve svém řešení situace úspěšný, ukončí se simulace zajištěním všech účastníků autonehody. Možné neblahé dopady studentových aktivit na průběh děje jsou sepsány v tabulce rizik.

Tabulka 1 - Možný průběh simulace

Děj / kontext	**Aktivita**	**Časový limit**	**Aktivita / kontext**	**Cíl**
Student (= člen ZZS) přijíždí ve výjezdovém prostředku RZP (rychlé zdravotnické pomoci) sám s řidičem vozidla RZP na místo dopravní nehody – jako první. Vše bude řešit pouze zdravotnický záchranář. Na místě události zjišťuje, že jde o událost s hromadným postižením osob.	*Co nejrychleji provádí orientační odhad rozsahu mimořádné události s hromadným postižením osob (o MU s HPO jde z důvodu, že zde bude třeba 5 a více výjezdových prostředků ZZS – dle vyhlášky o ZZS č. 240/2012 Sb).*	Není	Dva osobní automobily, 6–9 osob (náhodně generováno) – z toho vždy minimálně 2 děti ve věku 1-8 let.	Účastník adekvátně posoudí rozsah mimořádné události.
	Podává Zdravotnímu operačnímu středisku (ZOS) první informace z místa nehody – situační zpráva dle METHANE.	3 minuty		Student zvládá podat dispečinku hlášení dle metody METHANE.
Student začíná třídit oběti nehody dle vážnosti jejich zdravotního stavu.	Třídí účastníky nehody pomocí metod START a JumpSTART. Odlišuje účastníky nehody barevnou páskou.	6-9 minut	Na místě nehody je nepoměr mezi počtem postižených a členů ZZS.	Zvládne spolehlivě roztřídit / roztřídí účastníky nehody dle metody START a JumpSTART
Student se věnuje diagnostikování a péči o oběti nehody.	Pečuje o oběti vykazující známky krvácení.		Oběť viditelně krvácí	Správně vyhodnotí, zda je třeba užít škrtidla a správným způsobem jej aplikuje.



Obrázek 19 – Schéma postupu



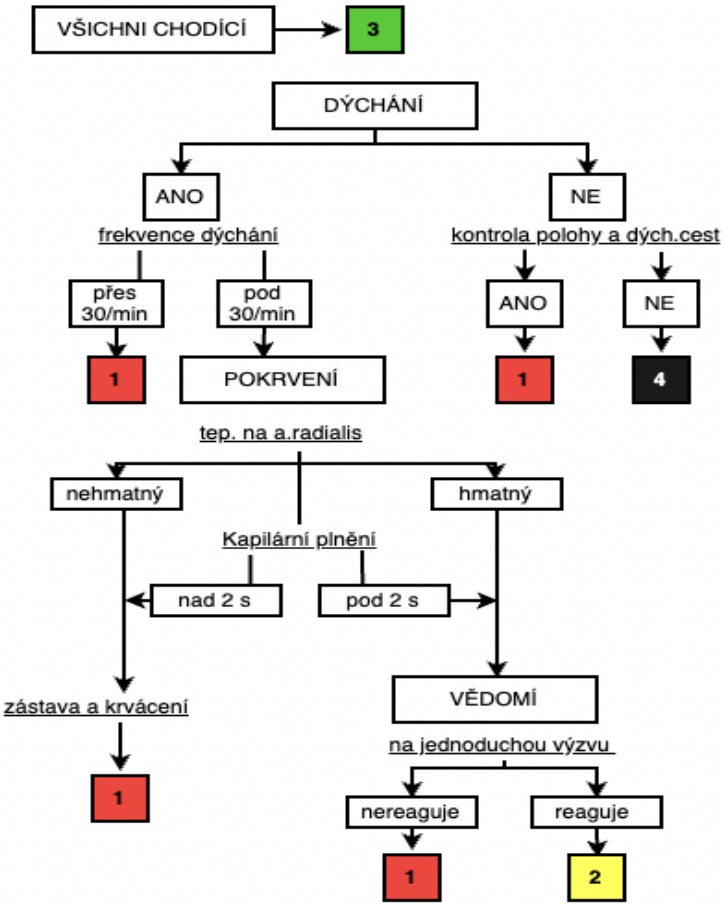
Obrázek 20 - Možná aktivita studujícího/probanda

Při jednotlivých aktivitách by měl studující/proband dodržovat pravidla a zásady, které již zná z předchozího studia. Východiska pro úspěšné zvládnutí situace jsou: zvládání metody METHANE, znalost a zvládání metod START a JumpSTART, zvládání základních postupů zajišťování osob s různým postižením. Tato zmíněná a níže rozepsaná východiska mohou souviset a ve výsledku ovlivnit závěrečné hodnocení a tím i úspěšnost při tréninku.

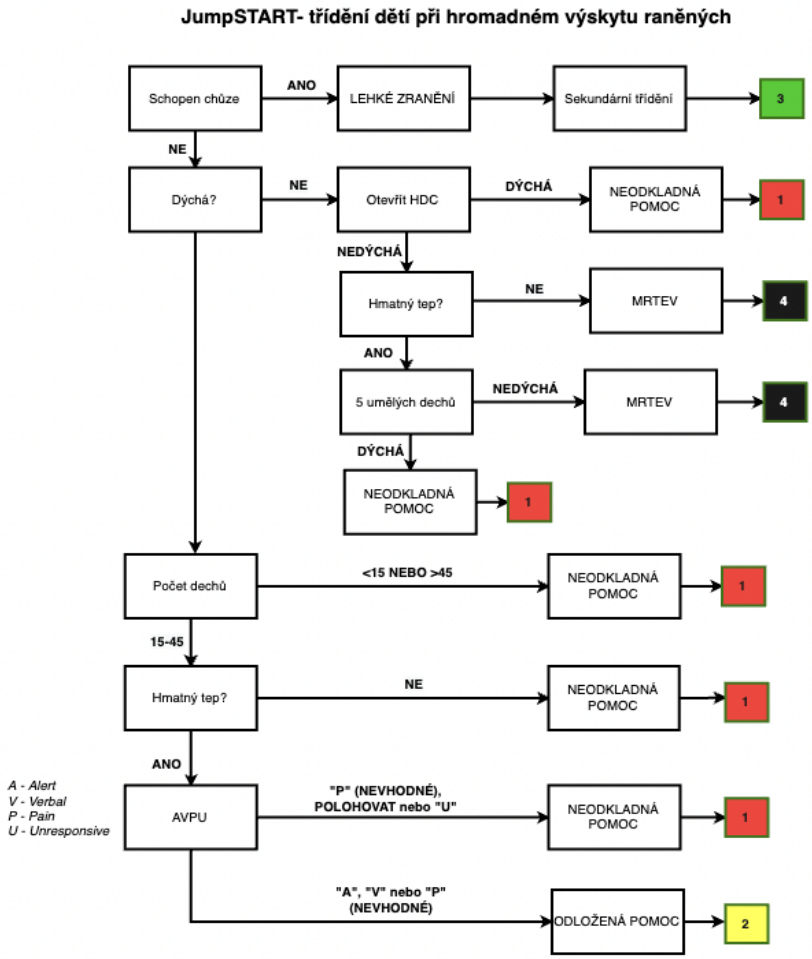
Při aktivitě METHANE musí proband zmínit jednotlivé aspekty zastoupené příslušnými písmeny, konkrétně M (můj volací znak), E (přesná pozice místa nehody), T (typ), H (možná rizika na místě), A (příjezdové trasy), N (počet a druh postižených), E (zdravotnické prostředky přítomné a potřebné).

V případě metod START a JumpSTART se musí proband orientovat v příslušném postupu třídění. Zároveň musí proband znát základní postupy zajišťování osob s různým postižením. Pro příslušný modul se jedná o zástavu masivního krvácení, uvolnění dýchacích cest a zajištění stabilizované polohy. Stejné úkony pak provádějí i probandi v kontrolní skupině. Postup je tedy rozepsán na tomto místě s tím, že v případě kontrolní skupiny již nebude znovu popisován. Pro zastavení masivního zevního krvácení existuje několik možností, zcela konkrétně je to tlak prstů v ráně, tlakový obvaz, tlakové body a turniket neboli škrtidlo. V popisovaném scénáři je nutné použití škrtidla v případě pacienta, který bude postižen amputací či rozdrcením končetiny. Platí, že škrtidlo musí být minimálně 5 cm široké, vždy se přikládá přes oděv postiženého, vkládá se mezi ránu a srdce, co nejblíže ráně. Škrtidlo se vždy přikládá v místě kosti, tzv. například na paži (případ testovaného scénáře) nebo na stehně. Škrtidlo se nikdy nepovoluje. Vždy je nutné napsat na postiženou část těla čas zaškrcení. Zaškrcená část těla se vždy zvedá výše. Z důvodu věrohodnosti a odrazu co nejvíce reálného prostředí bylo nutné při konstrukci scénáře a jeho přípravě vycházet z těchto informací. Uvolnění dýchacích cest se provádí polohou hlavy, případně u podezření na poraněnou páteř/míchu v počátku pouze

předsunutím čelisti. V případě testovaného modulu bude využíváno záklonu hlavy. Uložení do stabilizované polohy se provádí u osob v bezvědomí s normální dechovou aktivitou bez podezření a možné poranění páteře/míchy, tzn. bez úrazového mechanismu. U dopravní nehody tento postup není vhodný.



Obrázek 21 - Postup třídění



Obrázek 22 - JumpSTART pro třídění dětí

V rámci adaptibilního scénáře může nastat hned několik situací, které mají svůj důsledek. Tyto situace a jejich důsledky jsou uvedeny v tabulce níže.

Tabulka 2 - Situace odvozené z probandových aktivit

Možné situace	**Důsledek**
Účastník stráví více než 1 min 15 s u jednoho postiženého.	Náhlé zhoršení stavu u jiného postiženého.
Účastník postiženého špatně roztřídí. Pokud červeného označí jako žlutého/zeleného.	Úmrtí postiženého.
Účastník se nejdříve věnuje postiženému s menší prioritou, nebo nezachranitelnému.	Postižený v kritickém stavu zemře.
Neúčinná zástava masivního zevního krvácení.	Úmrtí postiženého.
Pozdní zprůchodnění dýchacích cest, do 5 minut od zneprůchodnění dýchacích cest dochází k zástavě oběhu	Úmrtí postiženého

Hodnocení výkonů školitelem/vyučujícím patří jako nepřetržitý proces reflexe k edukačnímu procesu. Lze ho provádět na základě pozorování studujících při učení, při diskusích a při řešení problémů. V těchto situacích má školitel možnost nahlédnout do myšlenkových pochodů studujících. Na hodnocení je tedy potřeba nahlížet jako na nástroj pro porozumění mysli studujících či školených v dané situaci a díky tomu i jako na nástroj, který školiteli umožní podat studujícím adekvátní zpětnou vazbu k tématu. [146] Nejenom pro nácvik, ale i pro hodnocení dovedností obecně je přínosná reflexe, autodiagnostika a sebereflexe osoby. Autodiagnostiku z oblasti pedagogiky definuje Švec jako proces, v jehož průběhu školitel cíleně a systematicky získává a zpracovává informace, které jsou důležité pro zpětnou vazbu. Je důležité, aby na základě těchto informací školitel dovedl projektovat postup dalšího zkvalitnění své pedagogické práce. [150] Analogicky lze tuto definici využít i pro charakter této práce. Účastníci modulu jsou hodnoceni na základě pozorování jejich výkonu odborníkem, svými spolužáky/kolegy a kolegyněmi v rámci skupinového rozhovoru/ohniskových skupin a sami sebou (sebereflexe). Vhodnou pomůckou pro sebehodnocení je shlédnutí vlastního výkonu z videozáznamu, který je žádoucí studujícím poskytnout. [151] Hodnocení vlastního výkonu je při nácviku důležitá činnost studujícího v rámci sebereflexe. Sebehodnocení studující zakládá především na vlastních zkušenostech, pozorování ostatních, získané zpětné vazbě posluchačů a aktuálním stavu svých dovedností. [152] Pro sledování postupného vývoje schopností školeného je veškeré hodnocení zaznamenáváno do hodnotících dotazníků a anket. V kontextu této práce je anketou označován prostředek sebehodnocení výkonu účastníka výzkumu (viz Příloha C) a dotazníkem prostředek hodnocení účastníkova výkonu odborníkem (viz Příloha B).

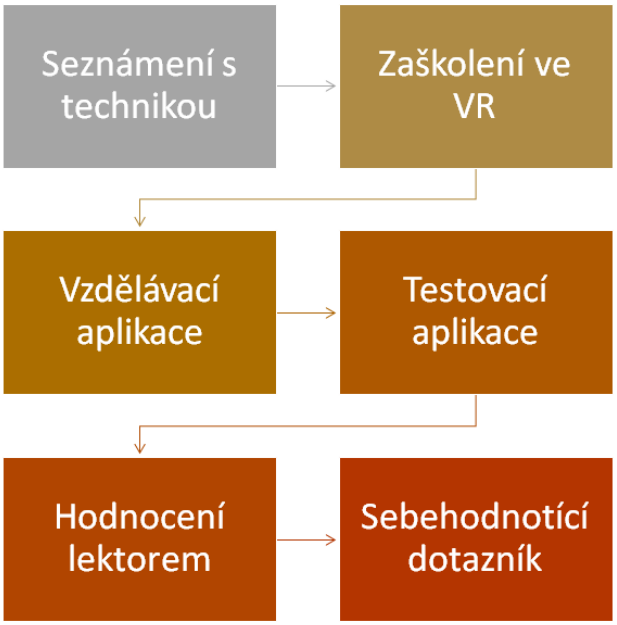
Postup experimentu byl následující:

Vedle základní administrativy (poučení o školení, informovaný souhlas) vyplnil proband vstupní dotazník. Tento dotazník je vložen do přílohy A. Tento dotazník byl na úvod distribuován jak v případě experimentální, tak i kontrolní skupiny. V dotazníku byly vedle základních údajů o probandovy zjišťovány informace o jeho/její zkušenosti s praktickým nácvikem zásahu v případě hromadného postižení osob či mimořádných událostí obecně, dále vlastní zkušenost se zásahem v rámci případů hromadného postižení osob či mimořádné události, předchozí zkušenost se smrtím pacienta/postižené osoby. Probandi byli vyzváni, aby uvedli délku své praxe, a to i včetně praxe v rámci svého studia. Na stupnici od 1 do 10 byli vyzváni, aby označili svoji subjektivní míru obav z nutnosti výjezdu k mimořádné události. Byli také požádáni, aby vyhodnotili subjektivní pocit připravenosti na zásah při mimořádné události a zhodnotili, jak se cítí ve vazbě na zvládání postupů v krizových situacích. Poslední otázka cílila na jejich zkušenost s virtuální realitou.

Následně proběhla expozice školící části, která byla popsána výše. Student vstoupil do děje simulace pomocí náhlavní soupravy. Jeho avatar a on se ocitli uvnitř sanitního vozu, kde proband sledoval připravenou animaci. Po vystoupení ze sanitního vozu začal proband interagovat s prostředím a déle se situace odvíjela již zcela dle jeho činů. Testovací část následovala ihned po zaškolení, které proběhlo ve školicí části. Celý proces probíhal obdobným způsobem, jakým probíhala školicí část, pouze se změnou, kdy již Avatar neposkytoval své rady. Student si v této části ověřil své znalosti, kterých nabyl v předešlé školicí části. Trénink vychází z reálné situace a ověřuje praktické znalosti. Tréninkový modul hodnotí rychlost a správnost provedených úkonů. Příklad konkrétního výsledku jednoho z probandů ukazuje obrázek 23. Tento výsledek se objeví po absolvování testovacího modulu, tj. roztřídění všech pacientů. Právě celkový čas, čas METHANE, počet mrtvých, špatně roztříděných a METHANE skóre byly v rámci experimentální skupiny sledovány, k tomu byla zároveň měřena tepová frekvence probandů.

Obrázek 23 - Příklad hodnocení konkrétního probanda po dokončení testovací části tréninku

Celý proces expozice lze schematicky popsat níže uvedeným obrázkem. Jak již bylo uvedeno, nejprve po vyplnění vstupního dotazníku byli účastníci seznámeni s využívanou technikou (zařízením) a její obsluhou. Následně absolvovali interaktivní zaškolení v úvodní aplikaci "garáž". Následoval modul autonehoda v kombinaci nejprve vzdělávací aplikace následovaná testovací aplikací. Průběh a počínání účastníka ve VR simulaci bylo hodnoceno lektorem (pozorovatelem), a to jak v případě experimentální, tak kontrolní skupiny. Toto hodnocení obsahuje i konkrétní ukazatele a výstupy z testovací aplikace. Na závěr po ukončení simulací každý účastník vyplnil i sebehodnotící dotazník.

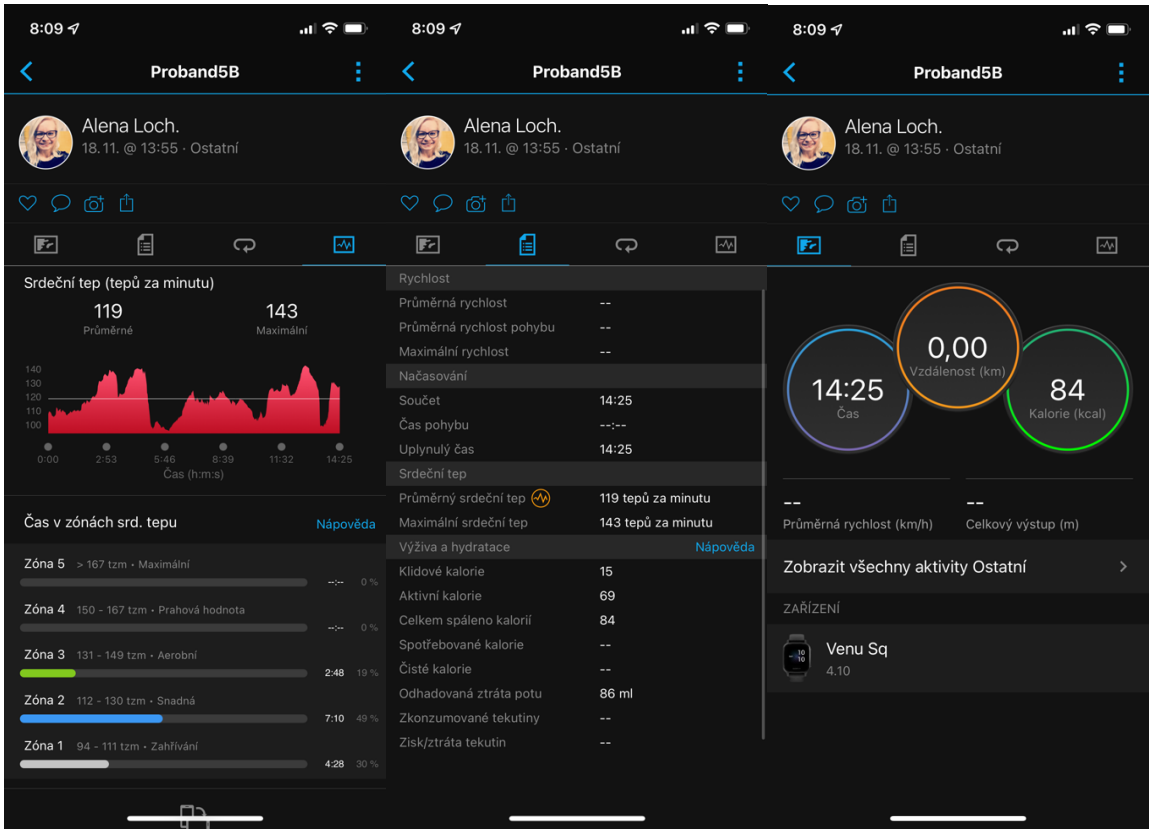


Obrázek 24 - Blokové schéma procesu experimentu

Pro testování byla využívána sada Valve Index, která obsahuje VR brýle, ovladače a stanice SteamVR. Tato VR sada je propojena s výkonným počítačem pro virtuální realitu.

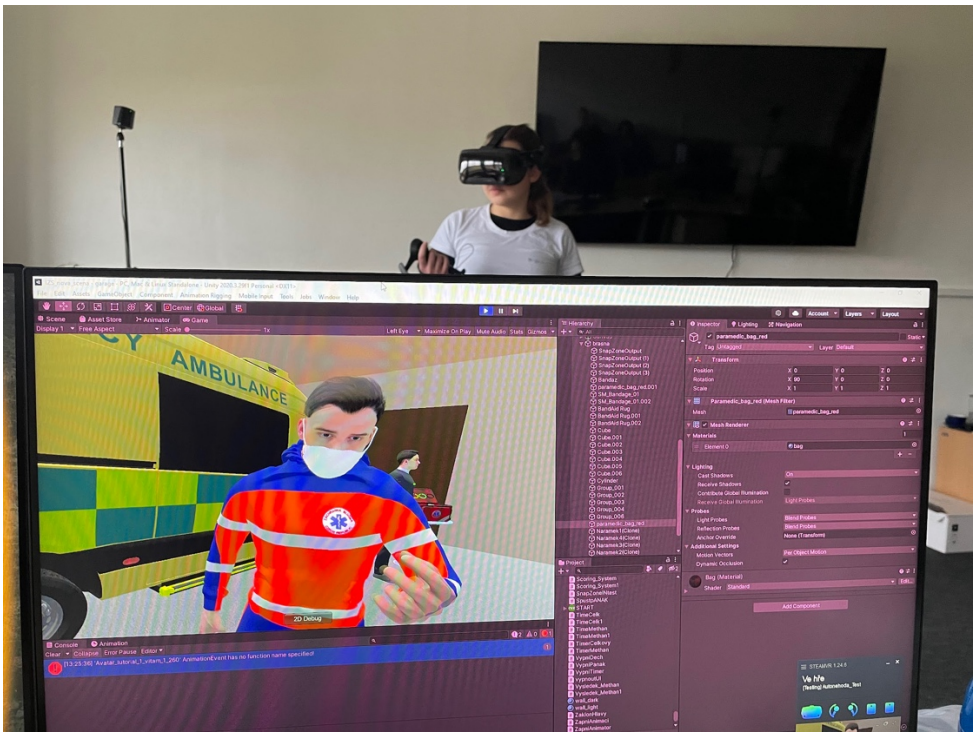
Počítač/notebook musí splňovat následující minimální HW nároky: Procesor: Dual Core with Hyper-Threading, operační paměť: 8 GB RAM, grafika: Nvidia GeForce GTX 970 / AMD RX 480, konektory: 1 x DisplayPort 1.2 a 1 x USB 3.0 pro připojení VR brýlí. Stanice i PC musí mít zajištěný přísun elektrické energie. Pro upevnění senzorových stanic v prostoru byly využité stojany, na které se tyto stanice připevnily. Ovladače jsou na baterie s výdrží cirka 4-5 hodin, což bylo při celkovém počtu 15 probandů v experimentální skupině vhodnější řešení než využití headsetu Oculus Quest 2. Místnost pro testování byla dobře osvětlená a bez zrcadel. Minimální prostor pro pohyb účastníka byl zajištěn na 3x3 metry. Pro dodržení hygieny bylo zařízení po každém použití dezinfikováno, stejně tak jako hrudní pás a hodinky pro měření tepové frekvence. Pro měření tepové frekvence bylo využito zařízení Venu Sq, které bylo spárováno přímo v aplikaci Garmin Connect. Jako doplněk pro měření bylo využito hrudního pásu Garmin HRM-Pro s konektivitou pomocí ANT+ a BLE technologie, který analyzuje kadence kroků, měří počet kroků za minutu a spálené kalorie, monitoruje vertikální pohyb trupu, obsahuje pružný upínací pásek, který nijak nelimituje probanda v pohybu.

Záznam z konkrétního měření vybraného probanda zobrazuje obrázek níže.



Obrázek 25 - Ukázka záznamu měřených parametrů vybraného probanda

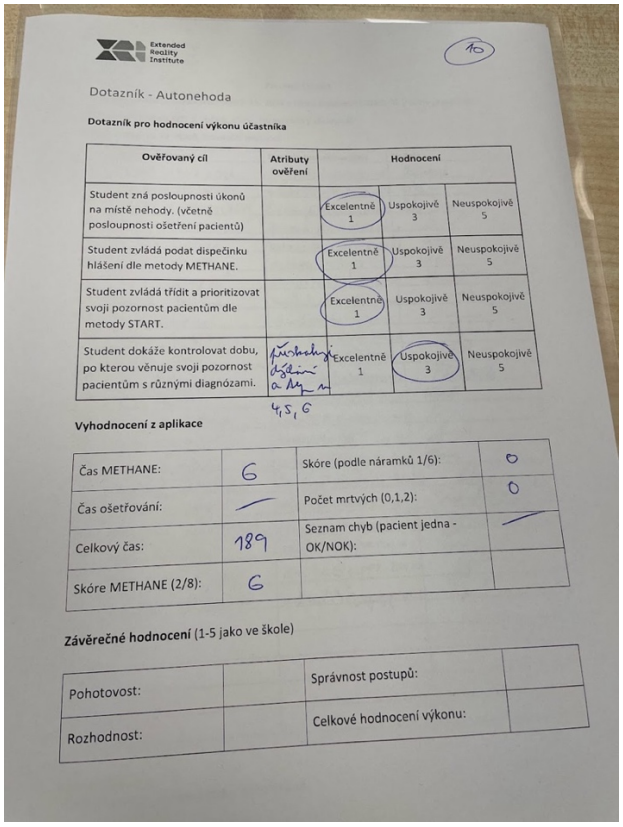
Jednotliví probandi absolvovali trénink samostatně, bez předchozího kontaktu s probandy, kteří již školení dokončili. Cílem bylo minimalizovat míru ovlivnění a zajistit autenticitu měření. Samotný průběh experimentu zobrazují dále uvedené fotografie vybraných probandů.



Obrázek 26 - Testování experimentální skupiny, proband v úvodním modulu interaguje s avatarem

Obrázek 27 - Proband v testovacím modulu

Obrázek 28 - Proband v testovacím modulu po ukončení tréninku



Extended Reality Institute

10

Dotazník - Autonehoda

Dotazník pro hodnocení výkonu účastníka

Ověřovaný cíl	Atributy ověření	Hodnocení		
Student zná posloupnosti úkonů na místě nehody. (včetně posloupnosti ošetření pacientů)		Excelentně 1	Uspokojivě 3	Neuspokojivě 5
Student zvládá podat dispečinku hlášení dle metody METHANE.		Excelentně 1	Uspokojivě 3	Neuspokojivě 5
Student zvládá třídit a prioritizovat svoji pozornost pacientům dle metody START.		Excelentně 1	Uspokojivě 3	Neuspokojivě 5
Student dokáže kontrolovat dobu, po kterou věnuje svoji pozornost pacientům s různými diagnózami.		Excelentně 1	Uspokojivě 3	Neuspokojivě 5

4,5, 6

Vyhodnocení z aplikace

Čas METHANE:	6	Skóre (podle náramků 1/6):	0
Čas ošetřování:	—	Počet mrtvých (0,1,2):	0
Celkový čas:	189	Seznam chyb (pacient jedna - OK/NOK):	—
Skóre METHANE (2/8):	6		

Závěrečné hodnocení (1-5 jako ve škole)

Pohotovost:		Správnost postupů:	
Rozhodnost:		Celkové hodnocení výkonu:	

Obrázek 29 - Ukázka evaluace profesionálem v průběhu expozice

Po ukončení tréninku a testování byli probandi vystaveni vyhodnocení z aplikace. Byl proveden záznam z měřících aplikací (hodinky a hrudní pás) a zaznamenán do tabulky pro následné vyhodnocení. Probandi vyplnili sebeevaluační část dotazníku, vyplnili škálu NASA TLX a autorka disertační práce s nimi realizovala polostrukturovaný rozhovor, jehož dílčí výstupy budou prezentovány při prezentaci výsledků měření. Pořízené rozhovory byly se souhlasem probandů nahrávány a následně přepsány a analyzovány dle principů a podmínek tematické analýzy. S ohledem na všechny představené výzkumné metody lze konstatovat, že studie je založena na smíšeném výzkumu (mixed methods) a zahrnuje jak metody kvalitativní, tak metody kvantitativní. Pro potřeby hodnocení ze strany vyučující odborných předmětů byl pořízen záznam a ten byl studujícím/probandům poskytnut pro následný debriefing v rámci výuky samotné.

NASA Task Load Index (NASATLX) se skládá ze šesti dílčích stupnic, které představují do jisté míry nezávislé skupiny proměnných: mentální, fyzické a časové nároky, frustrace, úsilí a výkon. Vychází se z předpokladu, že určitá kombinace těchto dimenzí pravděpodobně představuje "pracovní zátěž", kterou zažívá většina lidí vykonávajících většinu úkolů. Tyto dimenze byly vybrány po rozsáhlé analýze primárních faktorů, které definují (a nedefinují) subjektivní prožívání pracovní zátěže u různých lidí vykonávajících různé činnosti od jednoduchých laboratorních úkolů až po řízení letadla. Shodou okolností tyto dimenze také odpovídají různým teoriím, které ztotožňují pracovní zátěž s velikostí požadavků kladených na obsluhu, fyzickými, psychickými a emocionálními reakcemi na tyto požadavky nebo schopností obsluhy těmto požadavkům vyhovět. [73] Pro hodnocení s využitím NASA TLX vyplnil každý proband papírový dotazník, ten byl pro následnou analýzu autorkou této disertační práce převeden na data pro analýzu s využitím aplikace pro provádění subjektivní analýzy pracovní zátěže pomocí NASA-TLX. Cílem této aplikace je pomoci experimentátorům při provádění studie zátěže subjektu a snadné analýze. Webová aplikace spravuje několik experimentů současně s ohledem na ID experimentu a každému účastníkovi přiřadí náhodně vygenerované jedinečné ID. [153]

4.3.3 POPIS PROSTŘEDÍ, SCÉNY, METODY POSTUPU PRO KONTROLNÍ SKUPINU

Kontrolní skupina absolvovala naprosto totožný scénář jako skupina experimentální. Stejně jako v případě experimentální skupiny začínal scénář testování v prostoru sanitního vozu, zcela konkrétně sanitního vozu bez motorové části, který je umístěn v simulačním centru Fakulty zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni. Tento vůz je vybaven kamerami, stejně jako celé simulační centrum, a tedy namísto záznamu z aplikace byl pro návazný debriefing pořizován záznam výkonu každého z probandů. V simulátoru sanitního vozu byl simulován příjezd zdravotnického záchranáře na místo autonehody. Školící část byla nahrazena instruktáží ze strany školitele před samotným testováním.

Obrázek 30 - Instruktáž ze strany školitele – profesionální záchranářky

Po výstupu ze sanitního vozu byla probandovi promítnuta indikace dopravní nehody, která byla následující:

Popis události: Dopravní nehoda 1x OA a dodávka, 6 zraněných osob

Místo události: ulice Plzeňská, za Líněmi směrem na Zbůch.

ZZS: RZP (241) + RZP (242) + RZP (243) + RV (258) + IP (839)

IZS: HZS + PČR

Následně byly probandovi podány informace opět formou promítnutí na projektoru, které potřebuje pro podání situační zprávy a v kombinaci s observací místa nehody a pacientů pro podání METHANE. Tyto údaje měly životnost, tedy byly promítnuty pouze po určitý časový úsek, aby bylo pracováno s pamětí probanda, čímž jsou simulovány reálné podmínky v terénu a zachována věrnost scénáře ve virtuální realitě.

Obrázek 31 - Informace velitele zásahu

Jako pacienti posloužili studující prvního ročníku oboru Zdravotnický záchranář, kteří simulovali příslušné pacienty dle konkrétních specifikací. Pro příslušná postižení byli tito fiktivní pacienti věrohodně namaskováni a své zranění v odůvodněných případech doprovázeli křikem a sténáním, jako tomu bylo v aplikaci v případě experimentální skupiny.

Obrázek 32 - Kontrolní skupina, třídění

Obrázek 33 - Kontrolní skupina, třídění, vyhodnocení základních životních funkcí

Obrázek 34 - Kontrolní skupina, třídění – maskování a typová zranění odpovídala experimentální skupině

Pro zatřídění pacienta bylo stejně jako v aplikaci virtuální reality používáno třídících pásek, které byly umisťovány na zápěstí pacientů.

Obrázek 35 - Kontrolní skupina, využití barevné pásky pro zatřídění pacienta

Veškeré další aspekty realizace a měření zůstaly totožné jako u experimentální skupiny. Byla sbírána a hodnocena stejná data, bylo využíváno totožných metod a nástrojů, které již byly podrobně představeny v předchozí kapitole a jejich uvedení v této kapitole by již bylo redundantní.

4.3.4 POZOROVÁNÍ V PROSTŘEDÍ MODULU „AED“

Modul autonehoda byl postaven především na měření a vycházel z polostrukturovaného scénáře, u něhož byla však již od počátku předpokládána určitá znalost celého procesu. I bez této znalosti by bylo možno scénář modulu projít a modul dokončit, nicméně dispozice znalostí umožňovala jednodušší zažití postupu a projití modulu včetně jeho úspěšného ukončení a vyhodnocení výkonu.

Pro komparaci a zároveň získání vstupních informací pro návrh metodiky a korekci závěrů přijatých v rámci samotného experimentu bylo realizováno zúčastněné pozorování a následně focus group se skupinou celkem 12 probandů, přičemž 6 probandů bylo náhodně vybráno losem z experimentální skupiny a 6 probandů bylo náhodně vybráno losem ze skupiny kontrolní. Toto pozorování nebylo součástí experimentu samotného a bylo zařazeno s časovým odstupem pro případnou korekci přijatých závěrů. Výstupy z řízené diskuse v rámci focus group pak napomohly ke rozšíření aspektů při návrhu samotné metodiky, a to především v rovině přípravy scénáře a dále pak v rovině technického zajištění přípravy prostředí, modelů a scény.

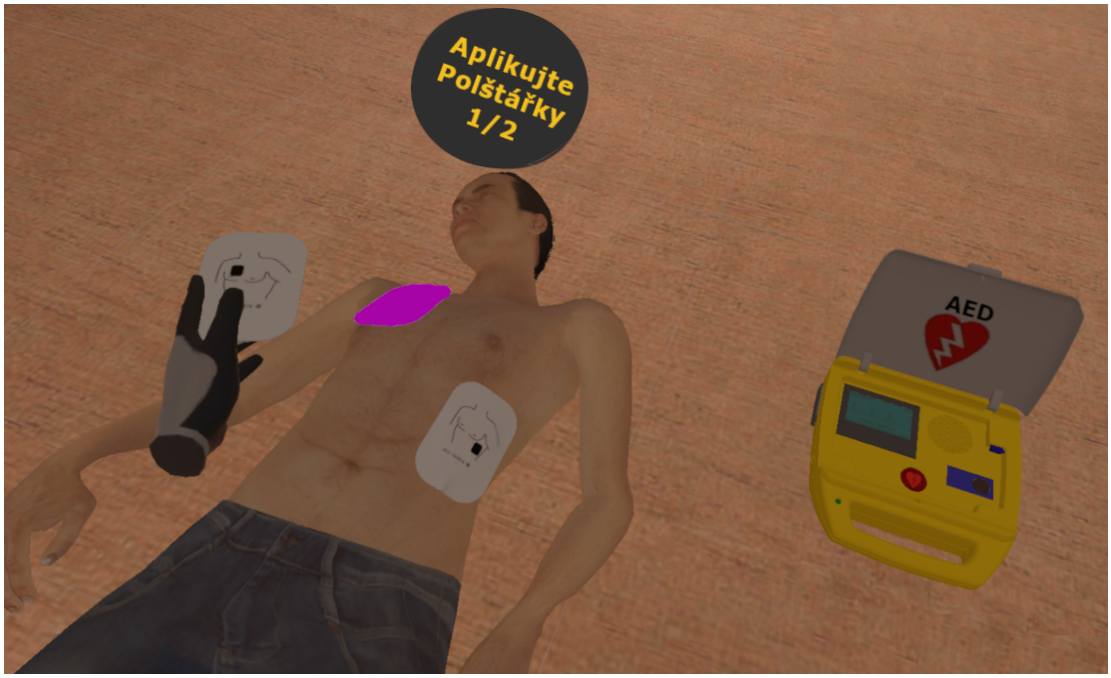
Pro dané pozorování a realizaci focus group byl zvolen modul obsluhy AED (automatizovaný externí defibrilátor). Tento byl zvolen z toho důvodu, že stejný přístup, tedy přístup obsluhy, který je zcela standardizovaný, je uplatňován četně v průmyslovém kontextu. Zároveň takový modul umožňuje vystavit probanda jinému typu instrukce, tj. přímé instrukci, kdy je proband školen v dodržení dílčích kroků příslušného postupu bez možnosti odchýlení se. Tento modul pak prokazuje, že využití virtuální reality pro vzdělávání není ovlivněno oborem jako takovým, ale spíše cíli školení, požadavky, časovou náročností, specifičností objektu, s nímž je pracováno aj.

Modul se zaměřil na správné používání AED přístroje. Při různých situacích může dojít u jakékoliv osoby k bezvědomí a zástavě srdečního oběhu. Proto je velmi důležité správně provádět resuscitaci a používat AED, který dokáže zvýšit šance na záchranu tohoto člověka. Tato aplikace slouží jako základní návod pro správné použití a aplikování AED přístroje na postiženého a tím pomůže pacientovi v kritickém stavu. Student dokáže správně použít a nastavit AED přístroj. Dále s ním dokáže pracovat a zná správné zásady pro jeho použití na pacientovi. U každého přístroje, ať už se jedná o strojírenskou techniku, nebo zdravotnické zařízení, platí, že je důležité naučit jedince přístroj zapnou, pracovat s ním, je důležité, aby si osvojil základní pravidla použití a následně byl schopen tuto znalost aplikovat.

Scénář je postaven na tom, že student vstoupí do děje simulace pomocí náhlavní soupravy. Ocitne se uvnitř ordinace, kde sleduje fiktivně vytvořené prostředí. Na samotném začátku simulace má uživatel čas pro prozkoumání a seznámení se s prostředím. Avatar ho přivítá v této místnosti a po nějaké době (cca 20 vteřin) se před ním objeví tlačítko START. Má tedy možnost sám si rozhodnout, kdy se školením začne. Pro začátek se stačí libovolnou rukou dotknout tlačítka START. Další postup je zapnutí AED přístroje a umístění dvou elektrod na odkrytou hruď pacienta. Jsou oznámeny i specifické požadavky, typicky například že na hrudi nesmějí být žádné kovové předměty a je potřeba ji osušit, pokud by byla mokrá. V této výukové části jsou využité celkem 3 vizuální efekty, které mají pacientovi pomoci se správným postupem. Zelenou barvou jsou označené prvky, které lze uchopit do ruky a manipulovat s nimi. Dále jsou pak zvýrazněná místa, na která má student tyto objekty umístit. Pokud by se pokusil umístit elektrody na špatné místo, než je na obrázku, ozve se zvukový signál, který ho informuje, že dělá chybu. Poloprůhlednou zelenou barvou, která bliká, jsou zvýrazněna tlačítka na přístroji, které je potřeba později zmáčknout. Poslední část s upevněním elektrod je jejich přitisknutí na pacienta. Tento krok byl převeden na tzv. „zóny“, ve kterých musí pacient nechat určitou dobu ruce, aby byla simulována možnost připevnění. Virtuální realita je složitější pro haptické prvky,

proto byly využity zóny. Jejich vizuální provedení byly zelené poloprůhledné válce. Poslední krok je provedení výboje a následné doporučení masáže srdce, která byla ukázána na přístroji pomocí videa. Dále avatar informuje o důležitých pravidlech, která by se při používání AED měla dodržovat (např. nikdy nepoužívat AED, pokud je jedinec u raněného sám).

Obrázek 36- Školení používání AED



Obrázek 37- Školení používání AED, zvýrazněné umístění

V modulu jsou využité dva různé hlasy, aby bylo rozeznáno, kdy dává instrukce avatar a kdy přístroj. Na základě pozorování a focus group si uživatelé četně stěžovali na složitou ovladatelnost. Toto byl významný moment pozorování a dále byl zapracován i při přípravě metodiky. Samotná aplikace byla přepracována z ovladačů na haptické ovládání rukama, které

jsou přirozenější. Dalším bodem bylo zvednutí pacienta (figuríny) do vyšší polohy, k čemuž došlo na základě zpětné vazby od probandů, že pozice pacienta je nepřirozená a přístup k němu neergonomický. Stejně je vhodné uvažovat i v případě modulů, kde je například obsažena výrobní linka, neboť bez ohledu na prostředí by základní pravidla ergonomie měla být dodržována i v rámci školení ve virtuální realitě. Figurína se tedy umístila na lehátko, oproti ležení na zemi. Při sehnutí s náhlavním displejem vznikalo špatné trackování rukou a uživatelé se museli více soustředit na jejich sledování než na samotný obsah. Poslední změna bylo převedení textu na audio stopy. Tyto zvuky byly využité i z důvodu, že AED má v sobě namluvený postup a při jeho použití tak uživateli pomáhá.

Pozorování a přístup k němu včetně focus group simulovalo reálné testování v organizaci či podniku, které bude dále doporučováno v rámci metodického postupu. Pro testování samotné by pak jistě stačil i menší počet jedinců, neboť v počtu 12 probandů se řada informací v rámci focus group stala redundantních a zároveň byla řízená diskuse v tomto počtu náročná na organizaci i čas, přesto však přinesla hodnotné v informace pro korekci samotné aplikace. Aplikace samotná zároveň ukázala, že využití virtuální reality není odvislé od oboru, neboť přístroj AED může sloužit jako vzor školení s využitím prakticky jakéhokoliv stroje či technického zařízení.

4.4 VÝSLEDKY VÝZKUMNÉHO EXPERIMENTU A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

4.4.1 POUŽITÉ METODY A SW

Statistické vyhodnocení hypotéz proběhlo v programu RStudio (verze 2022.12.0+353, R verze 4.2.3). Při vyvozování závěrů byla používána 5% hladina významnosti.

Pozorování, která byla označena za odlehlá, byla zkontrolována a bylo s nimi dále pracováno.

V případě t-testu a testu ANOVA je nutné dodržet předpoklad normality dat. Proto jako první, před vlastním testováním, byla normalita ověřena pomocí Shapirova-Wilkova testu[1].

Při testování, zda jsou dvě nezávislé skupiny rozdílné, bude využíván t-test[2] v tom případě, kdy nedojte k zamítnutí normality dat. Pokud bude normalita zamítnuta alespoň v jedné skupině, tak bude používán neparametrický Mannův-Whitneyův U test[3].

Při tomto typu testování jsou formulovány následující statistické hypotézy:

- H_0: Střední hodnoty (mediány) obou souborů dat jsou stejné.
- H_1: Střední hodnoty (mediány) obou souborů dat jsou odlišné.

Pokud je testováno pomocí t-testu, tak dochází ke srovnání středních hodnot a v případě Mannova-Whitheyova U testu se jedná o srovnání mediánů.

Při testování, zda jsou nezávislé skupiny (tři a více) rozdílné, bude využíván test ANOVA[4] v tom případě, kdy nedojte k zamítnutí normality dat ani v jednom souboru a poměr maximální a minimální výběrové směrodatné odchylky nepřesáhne hodnotu 3. Pokud normalita bude

[1] V programu R je využito funkce shapiro.test().
[2] V programu R je využito funkce wilcox.test().
[3] V programu R je využito funkce t.test().
[4] V programu R je využito funkce aov().

zamítnuta alespoň v jedné skupině nebo dojde k porušení požadavku na poměr směrodatných odchylek, tak bude používán neparametrický Kruskalův-Wallisův test[5].

Při tomto typu testování jsou formulovány následující statistické hypotézy:

- H_0: Střední hodnoty (mediány) všech souborů dat jsou stejné.
- H_1: Střední hodnoty (mediány) alespoň dvou souborů dat jsou odlišné.

Pokud bude testováno pomocí testu ANOVA, tak dojde ke srovnání středních hodnot a v případě Kruskalova-Wallisova testu se jedná o srovnání mediánů.

Pokud bude zamítnuta nulová hypotéza a přijata alternativa, tak pomocí post-hoc testů budou identifikovány rozdílné dvojice souborů dat.

K vyhodnocení závislostí dat v kontingenční tabulce bude používán Fisherův exaktní test[6].

V tomto případě budou formulovány následující hypotézy:

- H_0: Mezi proměnnými není závislost.
- H_1: Mezi proměnnými existuje závislost.

4.4.2 CHARAKTERISTIKY SOUBORŮ

V tabulce 3 jsou uvedeny základní charakteristiky obou souborů. V kontrolní skupině je k dispozici 22 probandů a v experimentální skupině 15 probandů. Lze konstatovat, že oba soubory se z pohledu uvedených statistik zásadně neliší.

Tabulka 3 - Základní charakteristiky souborů.

Charakteristika	Kontrolní	Experimentální
Počet	22	15
Ženy	15	9
Muži	7	6
Věk		
Průměr	22	22
Minimum	21	21
Maximum	26	27
Výška		
Průměr	171	174
Minimum	156	156
Maximum	185	193
Váha		
Průměr	70	74
Minimum	47	60
Maximum	85	101

Další získané charakteristiky jsou uvedeny v tabulce 4. Jedná se o (v hranatých závorkách jsou uvedeny zkrácené názvy, které jsou dále používány v tabulce 4).

[5] V programu R je využito funkce kruskal.test().
[6] V programu R je využito funkce Fisher.test().

- [**Nácvik zásahů**]: Máte zkušenost s praktickým nácvikem zásahů v rámci hromadného postižení osob/mimořádných událostí?
- [**Reálný zásah**]: Zasahoval jste v rámci své vlastní praxe u případu hromadného postižení osob/mimořádné události?
- [**Smrt**]: Máte již předchozí zkušenosti se smrtí pacienta/postižené osoby?
- [**Délka praxe**]: Uveďte číslem délku vaší praxe (počítá se délka praxe v rámci studia).
- [**Připravenost**]: Cítíte se být připraven/a na zásah při mimořádné události?
- [**Zvládání postupů**]: Ve zvládání postupů v krizových situacích se cítíte?

Získané výsledky v tabulce 4 naznačují, že ani z těchto pohledů se soubory příliš neliší. Pouze v případě *nácviku zásahů* je u kontrolní skupiny menší zkušenost. Nutno podotknout, že všichni probandi jsou vzděláváni dle jednotného kurikula, tedy dané odpovědi, konkrétně v případě nácviku zásahů v rámci hromadného postižení osob, vypovídají spíše o subjektivním vnímání, tj. emické perspektivě probanda, případně angažovanosti daného jedince, neboť vedle výuky a praxe mohou angažovaní studující získat tyto zkušenosti například v rámci specializovaných soutěží na národní i mezinárodní úrovni, přičemž těchto soutěží se účastní primárně studující s velmi dobrými studijními výsledky.

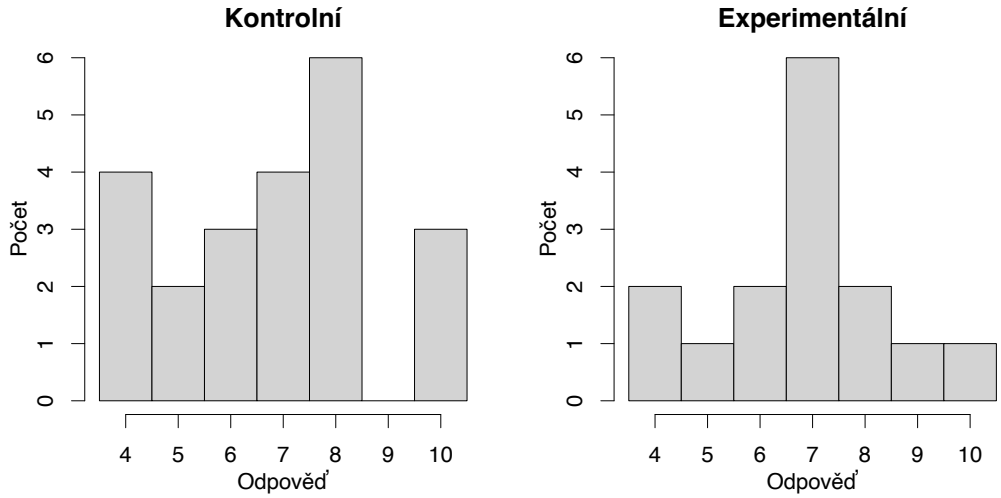
Tabulka 4 - Další charakteristiky souborů.

Charakteristika	Kontrolní	Experimentální
Nácvik zásahů		
Ano	7	7
Spíše ano	9	8
Spíše ne	5	0
Ne	1	0
Reálný zásah		
Ano	1	1
Ne	21	14
Smrt		
Ano	18	12
Ne	4	3
Délka praxe [roky]		
Průměr	2.6	2.9
Minimum	1.0	1.0
Maximum	6.0	7.0
Připravenost		
Ano	0	0
Spíše ano	7	5
Spíše ne	14	8
Ne	1	2
Zvládání postupů		
Jistě	0	0
Spíše jistě	3	1
Jak kdy	13	13
Spíše nejistě	5	1
Nejistě	1	0

Probandi dále hodnotili na stupnici 1 až 10 míru obav z nutnosti výjezdu ke krizové situaci. Přesné znění bylo následující:

Na stupnici označte míru vašich obav z nutnosti výjezdu k mimořádné situaci.

Odpovědi dle skupin jsou zobrazeny na obrázku 38. Ani v tomto případě se soubory zásadně neodlišují.



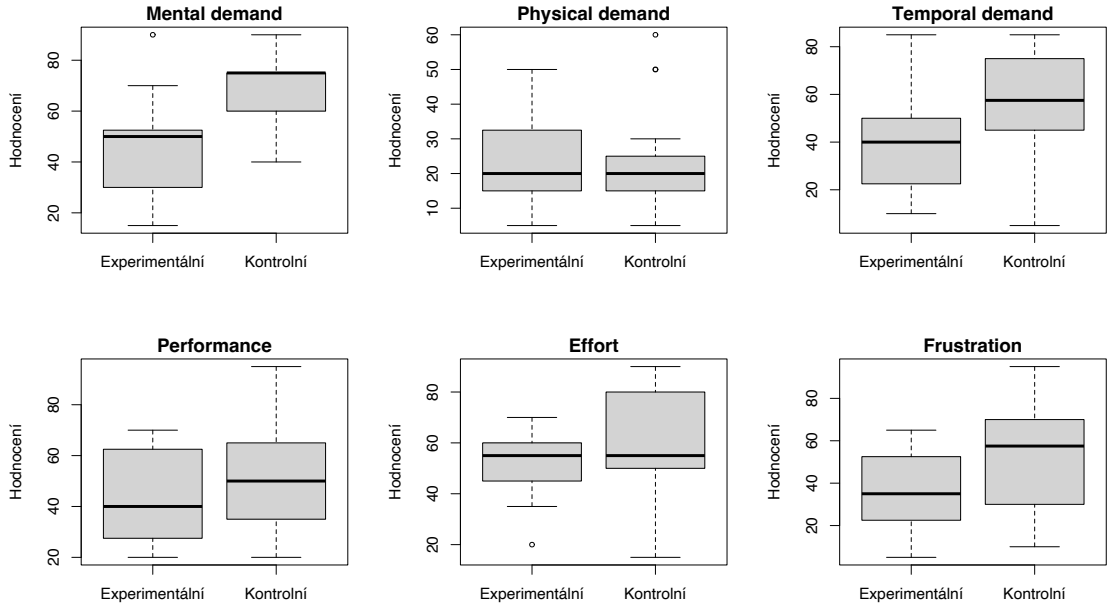
Obrázek 38 - Rozložení odpovědí pro vyjádření obav z nutnosti výjezdu ke krizové situaci.

Autorka práce tedy konstatuje, že experimentální i kontrolní skupina se jako skupiny z hlediska stanovených relevantních proměnných významně neodlišují, tedy jsou vhodně strukturovány pro potřeby komparativní studie.

4.4.3 TESTOVÁNÍ ZÁTĚŽE DLE NASA TLX

Ve vazbě na použití dotazníku NASA TLX byly stanoveny celkem tři hypotézy (H2. H3, H4) a jejich vyhodnocení je dále rozpracováno v následující kapitole (kapitola 5).

Celkem bylo hodnoceno 6 charakteristik, u kterých následně autorka testovala, zda existuje mezi kontrolní a experimentální skupinou statisticky významný rozdíl. Základní přehled o získaných odpovědích nabízí boxploty charakteristik dle skupin na obrázku 39. V tabulce 5 jsou uvedeny výběrové charakteristiky a výsledky provedeného testování.



Obrázek 39 - Jednotlivé charakteristiky TLX – boxploty dle skupin.

Jednotlivé zátěže byly probandům přiblíženy pomocí návodných otázek uvedených níže.

Mentální náročnost (Mental demand)
Kolik mentální a percepční aktivity bylo zapotřebí? Byl úkol snadný nebo náročný, jednoduchý nebo složitý?
Fyzická náročnost (Physical demand)
Kolik fyzické aktivity bylo zapotřebí? Byl úkol snadný nebo náročný, pomalý nebo namáhavý?
Časová náročnost (Temporal demand)
Jak velký časový tlak jste pociťovali vzhledem k tempu, jakým se úkoly nebo prvky úkolu odehrávaly? Bylo tempo pomalé nebo rychlé?
Celkový výkon (Performance)
Jak úspěšní jste byli při plnění úkolu? Jak jste byli spokojeni se svým výkonem?
Úsilí (Effort)
Jak moc jste museli pracovat (psychicky a fyzicky), abyste dosáhli úrovně svého výkonu?
Úroveň frustrace (Frustration level)
Jak podrážděně, vystresovaně a otráveně jste se během plnění úkolu cítili oproti uvolněnosti a spokojenosti.

Tabulka 5 - Jednotlivé charakteristiky TLX – výběrové statistiky a výsledky testování.

Charakteristika	Počet	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	P-hodnota
Mental Demand*							
Experimentální	15	44.3	50.0	15	90	20.5	<0.001
Kontrolní	22	68.6	75.0	40	90	14.2	
Physical Demand*							
Experimentální	15	24.3	20.0	5	50	14.3	0.88
Kontrolní	22	23.2	20.0	5	60	14.1	8
Temporal Demand							
Experimentální	15	41.7	40.0	10	85	21.9	0.057
Kontrolní	22	55.9	57.5	5	85	20.6	
Performance							
Experimentální	15	45.0	40.0	20	70	18.7	0.243
Kontrolní	22	53.0	50.0	20	95	21.7	

Effort							
Experimentální	15	50.7	55.0	20	70	12.8	0.09
Kontrolní	22	60.0	55.0	15	90	19.8	1
Frustration							
Experimentální	15	34.7	35.0	5	65	20.0	0.02
Kontrolní	22	52.0	57.5	10	95	23.1	1

Pozn.: U Mental Demand a Physical Demand (označeny hvězdičkou) došlo k zamítnutí normality dat a uvedená p-hodnota se vztahuje k Mannovu-Whitneyovu U testu. V ostatních případech je uvedená p-hodnota získána pomocí t-testu.

Při testování bylo pomocí Shapirova-Wilkova testu vždy ověřeno, zda lze data považovat za normálně rozdělená. V případě prvních dvou charakteristik byla normalita dat zamítnuta – pro Mental Demand u kontrolní skupiny ($p = 0.040$) a pro Physical Demand také u kontrolní skupiny ($p = 0.004$). V těchto případech byl k testování rozdílnosti použit Mannův-Whitneyův U test. Ve zbylých případech byl využit t-test.

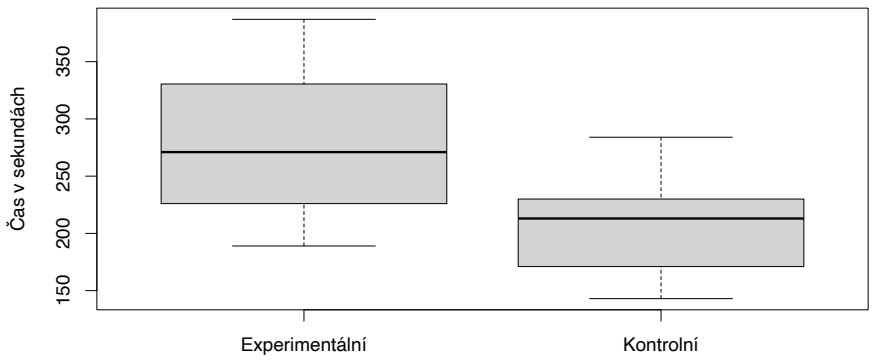
Z výsledků v tabulce 5 plyne, že nulová hypotéza o shodě byla zamítnuta v případě Mental Demand ($p < 0.001$) a Frustration ($p = 0.021$). V obou případech se autorce tedy podařilo prokázat, že hodnocení se mezi kontrolní a experimentální skupinou liší.

Jak v případě Mental Demand, tak i v případě Frustration je možné učinit závěr, že v experimentální skupině jsou hodnoty nižší než v kontrolní skupině.

4.4.4 TESTOVÁNÍ METOD METHANE A START

Edukační část modulu autonehoda cílí na edukaci a ověření znalosti dvou základní metod, tedy metody METHANE a metody pro třídění pacientů START. Pro vyhodnocení specifik jednání ve virtuálním prostředí byla statisticky zpracována data ve vazbě na reflexi těchto dvou metod a jejich vhodnosti pro virtuální prostředí, a to mimo jiného za účelem vydefinování vhodnosti dílčích úkolů pro virtuální prostředí. V následujících částech srovná autorka podání hlášení mezi skupinami z několika pohledů.

V obou skupinách byl měřen čas hlášení a základní přehled o získaných odpovědích nabízí boxploty charakteristik dle skupin na obrázku 40. V tabulce 6 jsou uvedeny výběrové charakteristiky a výsledky provedeného testování.



Obrázek 40 - Čas hlášení v sekundách dle skupin.

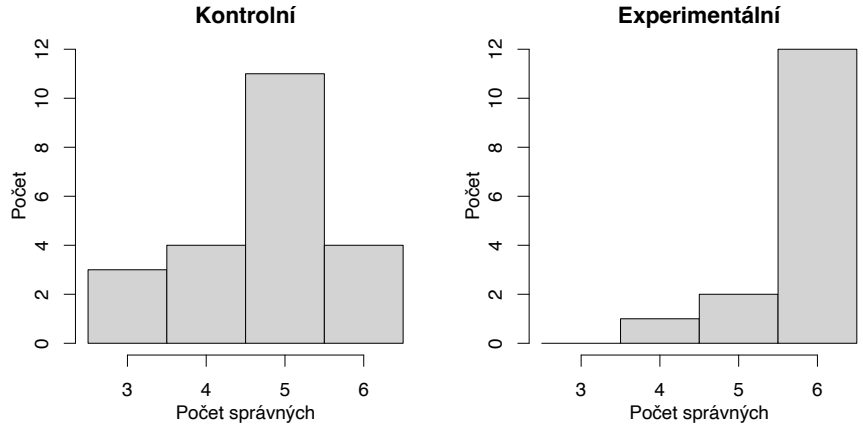
Tabulka 6 - Čas hlášení – výběrové statistiky a výsledky testování.

Skupina	Počet	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	P-hodnota
Experimentální	15	281	271	189	387	59.7	<0.001
Kontrolní	22	207	213	143	284	41.3	

Jelikož nebyla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat ani v jedné skupině, tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, použila autorka t-test.

Dle výsledku testu je možné zamítnout předpoklad o tom, že se čas hlášení v obou skupinách shoduje a můžeme přijmout alternativu, že je čas rozdílný ($p < 0.001$). **S ohledem na průměry lze konstatovat, že v experimentální skupině je čas hlášení delší.** Lze tedy konstatovat, že časová náročnost na provedený úkon podání hlášení, resp. zaznamenaný čas provedení úkonu samotného, je ve virtuální realitě delší než při reálném cvičení. To je dáno velmi pravděpodobně technologií a jejím použitím a směřuje to k doporučení co nejvyššího uživatelského komfortu při tréninku samotném.

V obou skupinách bylo zaznamenáváno skóre hlášení METHANE a základní přehled o získaných odpovědích nabízí histogramy na obrázku 41. V tabulce 7 jsou uvedeny výběrové charakteristiky a výsledky provedeného testování.



Obrázek 41 - Skóre hlášení METHANE.

Tabulka 7 - Skóre hlášení METHANE – výběrové statistiky a výsledky testování.

Skupina	Počet	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	P-hodnota
Experimentální	15	5.7	6	4	6	0.59	0.002
Kontrolní	22	4.7	5	3	6	0.94	

K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle jeho výsledku je možné zamítnout předpoklad o tom, že skóre hlášení METHANE a skupina jsou nezávislé veličiny a přijmout tedy hypotézu, že veličiny jsou závislé ($p = 0.002$).

S ohledem na průměry i histogramy je možné konstatovat, že **v experimentální skupině bylo dosahováno lepších výsledků. S ohledem na uvedené je možné konstatovat, že ve virtuálním prostředí probandi méně chybují oproti reálnému tréninku.** To je dáno

předchozí expozicí edukační části předtím, než bylo přistoupeno k tréninku a samotnému testování. Edukační – školící část se tak jeví jako velmi přínosná ve smyslu nejen edukace, ale také opakování.

Pro kontrolní skupinu bylo využito externí hodnocení zdravotnickou záchranářkou. Ta konstatovala, že se v případě podání situační zprávy pomocí METHANE objevovaly u kontrolní skupiny četné chyby. Nejčastěji došlo k neuvedení kompletní informace nebo uvedení nepravdivé informace. Zde je však nutno podotknout, že škála jednání oproti virtuálnímu prostředí byla výrazně širší a studující pracovali bez pomůcek. V reálu může VZS použít pomůcku (v případě ZZSPk) ve formě check listu, který ho vede k přesnému podání situační zprávy. Toto pak věrně situovalo virtuální prostředí, konvenční přístup využil zprávy ve formě prezentace, která však měla životnost.

U experimentální skupiny byl zjišťován celkový čas hlášení METHANE (v sekundách). V tomto případě nebude docházet k testování, jelikož časy v kontrolní skupině nejsou k dispozici. V tabulce 8 jsou uvedeny základní výběrové statistiky času hlášení METHANE pro experimentální skupinu.

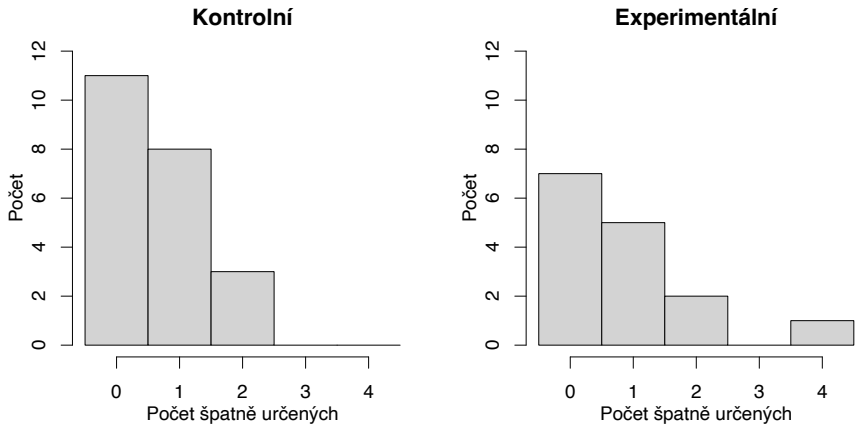
Tabulka 8 - Čas hlášení (v sekundách) METHANE v experimentální skupině – výběrové statistiky.

Charakteristika	Hodnota
Počet	15
Průměr	23.9
Medián	23.0
Minimum	13.0
Maximum	38.0
SD	6.5

Zaznamenání času je vhodné ve vazbě na sledování výkonu probandů/školených v čase a tím sledování jejich individuálního posunu. V rámci implementace školení bez ohledu na obor (ať už se jedná o zdravotnictví nebo strojírenství) lze doporučit, aby byl čas (a vedle něj i chybovost a další proměnné dále rozpracované v návrhu metodiky) vždy zaznamenány a vyhodnocovány jako proměnné výkonu jedince v čase.

Ve vazbě na tříděn pacientů dle metody START byla stanovena celkem jedna hypotéza (H5) a její vyhodnocení je dále rozpracováno v následující kapitole.

V obou skupinách bylo zjišťováno, kolik osob bylo špatně zatříděno a základní přehled o získaných odpovědích nabízí histogramy na obrázku 42. V tabulce 9 jsou uvedeny výběrové charakteristiky a výsledky provedeného testování.



Obrázek 42 - Počet špatně určených.

Tabulka 9 - Počet špatně určených – výběrové statistiky a výsledky testování.

Skupina	Počet	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	P-hodnota
Experimentální	15	0.87	1.0	0	4	1.13	0.88
Kontrolní	22	0.64	0.5	0	2	0.73	2

K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle jeho výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že počet špatně určených a skupina jsou nezávislé veličiny ($p = 0.882$).

Nepodařilo se prokázat, že by ve skupinách byly počty špatně zatříděných odlišné. Z toho důvodu byla hypotéza 5 zamítnuta. Virtuální realita nemá vliv na míru chybovosti při třídění s využitím metody START.

Pro kontrolní skupinu bylo zároveň využíváno externí hodnotitelky – zdravotnické záchranářky. Z jejího hodnocení vyplynula zásadní věc, na kterou při svém pozorování narazila, a to, že studující nedodržovali stanovený postup při hodnocení pacientů z pohledu START. Ačkoli jsou obdobný postup zvyklí používat při standardních situacích (při modelových situacích téměř bezchybně), během třídění START naprostá většina nepostupovala systematicky. Bezchybně postupovalo pouze několik probandů. Zcela konkrétně udělovali probandi prioritu nižší závažnosti, aniž by zkontrolovali všechny parametry nebo naopak figuranta označili prioritou vyšší, aniž by si ověřili, že figurant může z místa odejít (a dostat tak zelenou pásku). Jeden z probandů do postupu START zahrnul fyzikální vyšetření (pohmat dutiny břišní), které není indikováno. Jako jediný se tak zcela odchýlil od postupu třídění. Tyto odchylky virtuální prostředí neumožnilo a napomohlo tak k unifikaci postupu. Virtuální prostředí pak naopak limitovalo probandy při třídění dle jejich vlastních slov (citace viz dále) tím, že nebyli schopni s pacienty komunikovat a nemohli uplatnit základní postup, kdy nejprve osloví chodící a pohybu schopné pacienty a zatřídí je jako zelené. Probandi tak museli uplatnit jiný systematický postup.

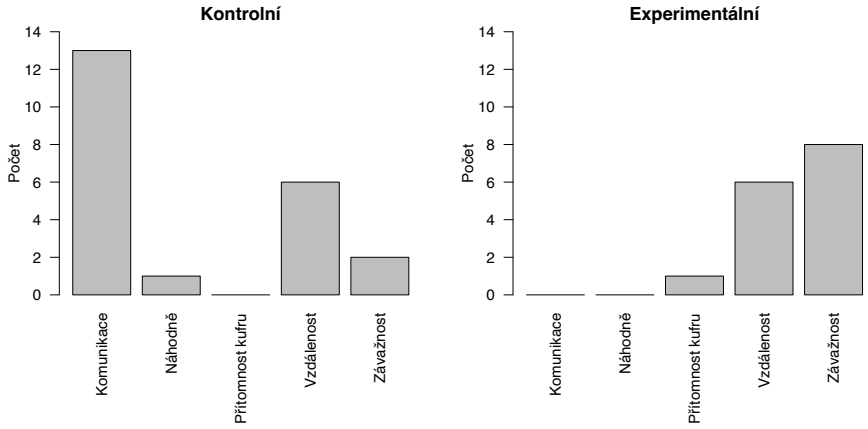
Pro potřeby triáže je zcela zásadním aspektem volba pořadí pacientů. Za tímto účelem byla formulována celkem jedna hypotéza (H6) s předpokladem, že ve virtuálním prostředí je výběr pořadí ošetřených pacientů jiný než v prostředí reálném.

H6: *„Ve virtuálním prostředí je výběr pořadí ošetřených pacientů jiný než v prostředí reálném.“*

Probandi v obou skupinách odpovídali na otázku:

Co vás vedlo k výběru pořadí?

K dispozici bylo několik možností, včetně otevřené volby. Zaznamenané výsledky jsou na obrázku 43.



Obrázek 43 - Volba pořadí dle skupiny.

Dle výsledku Fisherova testu je možné zamítnout hypotézu o tom, že se skupiny neliší a je možné přijmout alternativu, že mezi skupinami je rozdíl ($p < 0.001$). S ohledem na hodnoty je zřejmé, že v kontrolní skupině byla hlavním kritériem komunikace a u experimentální závažnost následovaná vzdáleností. Hypotéza č. 6 tak byla potvrzena a je možno konstatovat, že ve virtuálním prostředí je výběr pořadí ošetřených pacientů jiný než v prostředí reálném.

4.4.5 HODNOCENÍ EMICKÉ PERSPEKTIVY PROBANDŮ

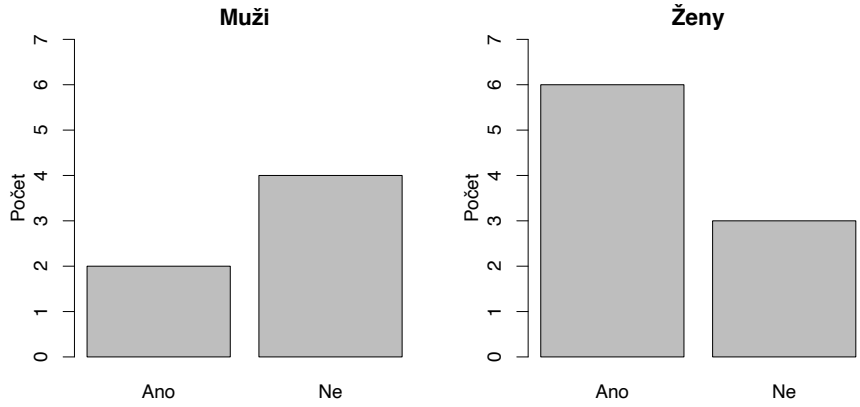
Autorka práce vedle objektivních a objektivně zjistitelných dat považuje za důležité vyhodnocení emické perspektivy probandů při testování samotném. Právě z emické perspektivy, tedy subjektivního hodnocení probanda, lze vydefinovat didaktické aspekty koncipování modulů ve virtuální realitě tak, aby tyto moduly byly co nejefektivnější při implementaci v rovině cílové skupiny uživatelů.

Pro skupinu, která podstoupila simulaci ve virtuální realitě, analyzovala autorka její dojem a pocity z ní s ohledem na pohlaví. Vzhledem k nízkému počtu probandů – 6 mužů a 9 žen – by nicméně rozdíly musely být zásadní, aby se prokázala jejich statistická významnost.

Probandi odpovídali pomocí možností Ano/Ne na následující dotaz:

Měl/a jste problém s virtuální realitou? (např. nevolnost, rozmazané vidění).

Odpovědi dle skupin jsou zobrazeny na obrázku 44.



Obrázek 44 - Výskyt problému s VR dle pohlaví.

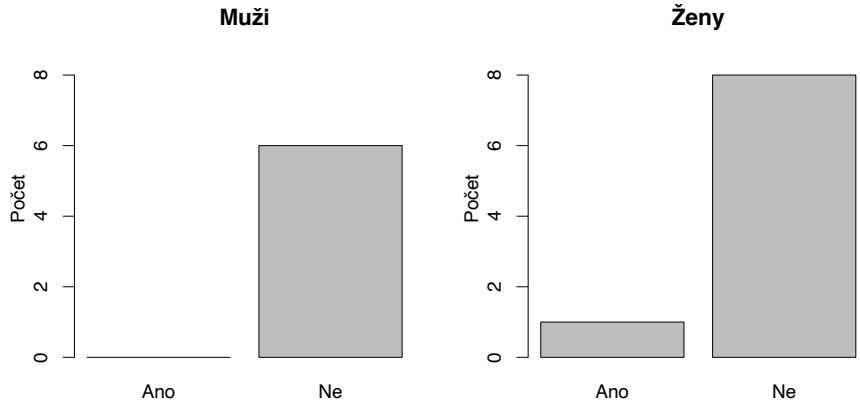
K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle jeho výsledku není možné zamítnout hypotézu o tom, že výskyt problému ve VR a pohlaví jsou nezávislé veličiny ($p = 0.315$).

Nepodařilo se prokázat, že by výskyt problémů ve VR závisel na pohlaví. Jak již ale autorka upozornila, síla testu je zde malá a rozdíl by musel být zásadní. Výsledky při bližší inspekci nicméně naznačují, že u většího vzorku by k prokázání závislosti dojít mohlo.

Dále probandi odpovídali pomocí možností Ano/Ne na následující dotaz:

Cítil/a jste se obdobně jako při reálné situaci?

Odpovědi dle skupin jsou zobrazeny na obrázku 45.



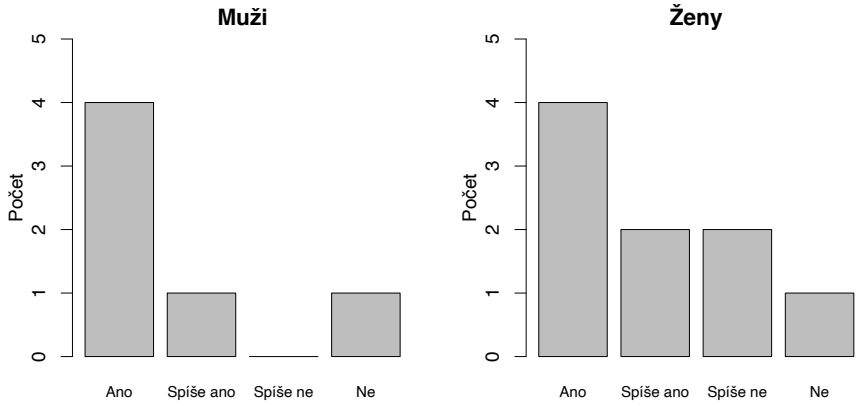
Obrázek 45 - Shoda pocitu z VR s realitou dle pohlaví.

Zde je situace poměrně jasná a krom jedné ženy nikdo neodpověděl, že by vnímal VR obdobně jako reálnou situaci. Je tedy zřejmé, že zde odlišnost nelze nalézt. Pro pořádek je možné provést Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle jeho výsledku není možné zamítnout hypotézu o tom, že shoda pocitu z VR s realitou a pohlaví jsou nezávislé veličiny ($p > 0.999$).

Probandi také odpovídali pomocí možností Ano, Spíše ano, Spíše Ne a Ne na následující dotaz:

Myslíte, že jste chyboval/a?

Odpovědi dle skupin jsou zobrazeny na obrázku 46.



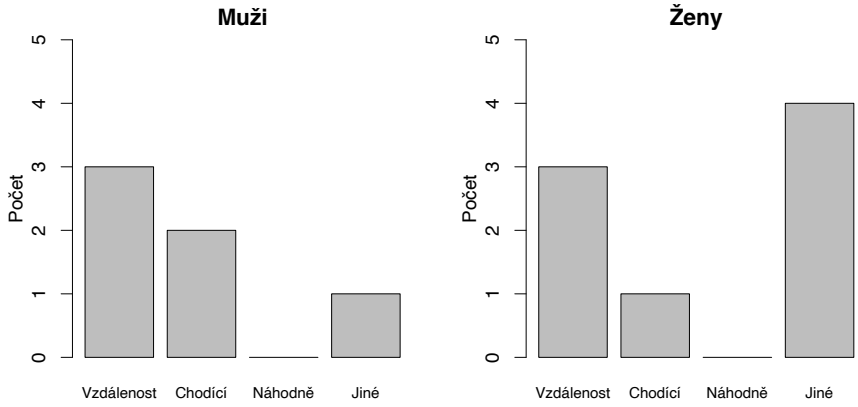
Obrázek 46 - Pocit probandů o své chybovosti dle pohlaví.

K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle jeho výsledku není možné zamítnout hypotézu o tom, že pocit o chybovosti ve VR a pohlaví jsou nezávislé veličiny ($p = 0.866$).

Probandi dále odpovídali pomocí možností Vzdálenost, Chodící, Náhodně, Jiné na následující dotaz:

Co vás vedlo k výběru pořadí?

Odpovědi dle skupin jsou zobrazeny na obrázku 47.



Obrázek 47- Způsob výběru pořadí dle pohlaví.

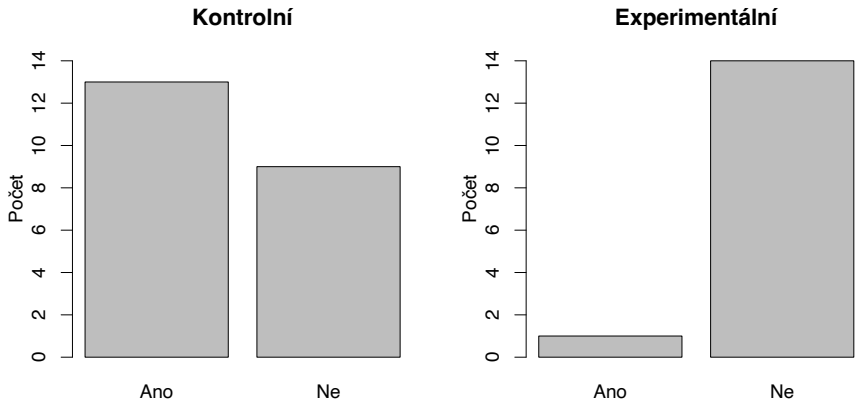
K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle jeho výsledku není možné zamítnout hypotézu o tom, že způsob výběru pořadí a pohlaví jsou nezávislé veličiny ($p = 0.610$).

Probandi v kontrolní skupině odpovídali pomocí možností *Ano*, *Spíše ano*, *Spíše ne*, *Ne* na otázku:

Cítil/a jste se jako při reálné situaci?

Na podobný dotaz pomocí totožných možností odpovídali probandi v experimentální skupině. Pro účely testování byly spojeny odpovědi *Ano* a *Spíše ano* u kontrolní skupiny do jedné odpovědi *Ano* a podobným způsobem zbylé dvě do odpovědi *Ne*.

Odpovědi dle skupin jsou zobrazeny na obrázku 48.



Obrázek 48 - Pocit reálnosti dle skupiny.

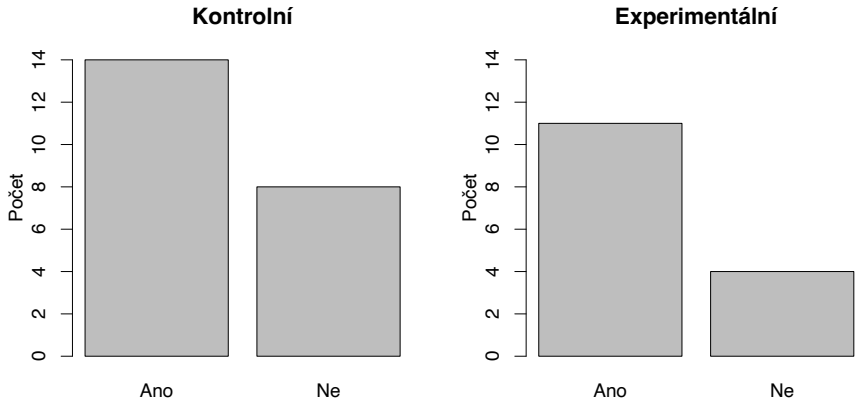
K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle výsledku testu je možné zamítnout hypotézu o tom, že se skupiny neliší a je možné přijmout alternativu, že mezi skupinami je rozdíl ($p = 0.002$). S ohledem na hodnoty je zřejmé, že v kontrolní skupině bylo vnímání situace jako reálné mnohem častější. To je dáno především haptickým a intenzivním zvukovým vjemem při tréninku, který probandi majoritně pojmenovávali při polostrukturovaném rozhovoru.

Probandi v obou skupinách odpovídali na otázku:

Myslíte, že jste chyboval/a?

V případě obou skupin bylo možno odpovídat s využitím škály *Ano*, *Spíše ano, Ne* a *Spíše ne*. Aby bylo možno srovnávat, tak autorka opět odpovědi transformovala pouze na *Ano* a *Ne*.

Odpovědi dle skupin jsou zobrazeny na obrázku 49.



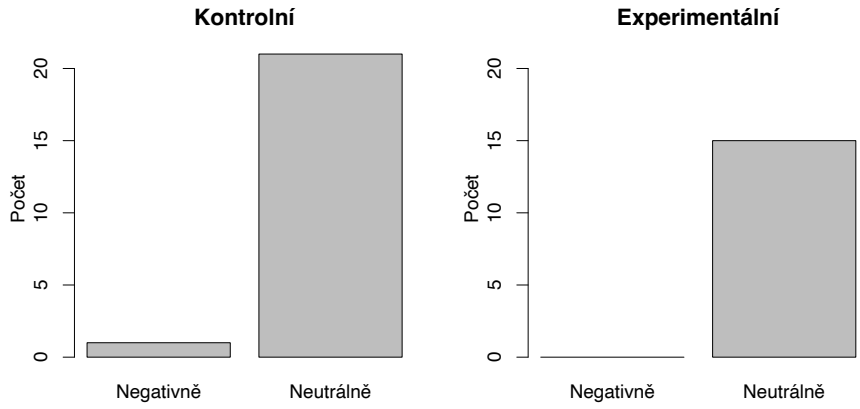
Obrázek 49 - Pocit chybovosti dle skupiny.

K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že se skupiny neliší ($p = 0.724$). V obou skupinách je možné považovat pocit o vlastní chybovosti za stejný.

Součástí tréninku zdravotnických záchranářů, aby byl co největnější, by měly být i emocionálně náročné situace. Probandi v obou skupinách odpovídali na otázku:

Jak vnímáte smrt v inscenačním prostředí?

Zaznamenané výsledky jsou na obrázku 50 a krom jedné odpovědi *negativně* jsou všechny *neutrální*.



Obrázek 50 - Vnímání smrti v inscenačním prostředí dle skupiny.

K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že se skupiny neliší ($p > 0.999$). Jak bylo již uvedeno, krom jedné odpovědi jsou všechny neutrální.

Má se za to, že každá trénink by měl být bezpečný. Probandi byli dotazováni na percepci smrti v obou prostředích. Jak je uvedeno výše, jejich odpovědi se prakticky nelišily. Níže jsou uvedeny vybrané odpovědi probandů z experimentální skupiny.

P1E: *„Ve virtuální realitě mi to vůbec nepřišlo jako zátěž. Člověka tam vidíte jen jako postavičku a ukáže vám to hodnoty. Kdežto v reálu, když vidíte mrtvého člověka, je to něco úplně jiného. Tady víte, že to není reálný.“*

P2E: *„Tím, že to nacvičujeme často i to rozřazení pacientů, tak mě to nezaskočilo, že tam byl mrtvý pacient. Asi by mi přišlo divné, kdyby ve virtuální realitě nebyl mrtvý při tomhle typu cvičení. Myslím si, že je správně, že to tam je. Aspoň jako částečně, aspoň trošičku se na to člověk může připravit, že v tom reálu tam bude taky a bude s tím počítat, že tam asi nebudou všichni živí. Může se stát, že tam bude někdo mrtvej.“*

P5E: *„Když víte, že je to ve virtuální realitě, tak to tolik neřešíte, že tam je někdo, komu musíte dát černý pásek a jdete prostě dál. Vnímala jsem ho prostě jako hotový úkol. Myslím si ale, že je to dobře, protože se s tím setkáváme i v realitě.“*

P7E: *„Tak zrovna v té virtuální realitě to ve mně nevzbudí žádnou emoci, protože vím, že to není reálné. Pak, když jsem se setkal u resuscitace na výjezdu na záchrance, tak jsem byl ze začátku, když jsem byl v té situaci a viděl jsem toho člověk, že ho oživujeme, že je mrtvý, tak jsem měl nějaké hlubší emoce až potom, když jsem se nad tím zpětně zamyslel a řekl jsem si, že je tam mrtvý člověk, tak jsem nad tím začal spíš přemýšlet až s odstupem času než v té situaci, tam jsem prostě dělal tu práci, kterou jsem dělat měl. Ale je dobře, že to ve virtuální realitě je. Ať to tam je, ať se to dá vyzkoušet. Ono to k tomu patří.“*

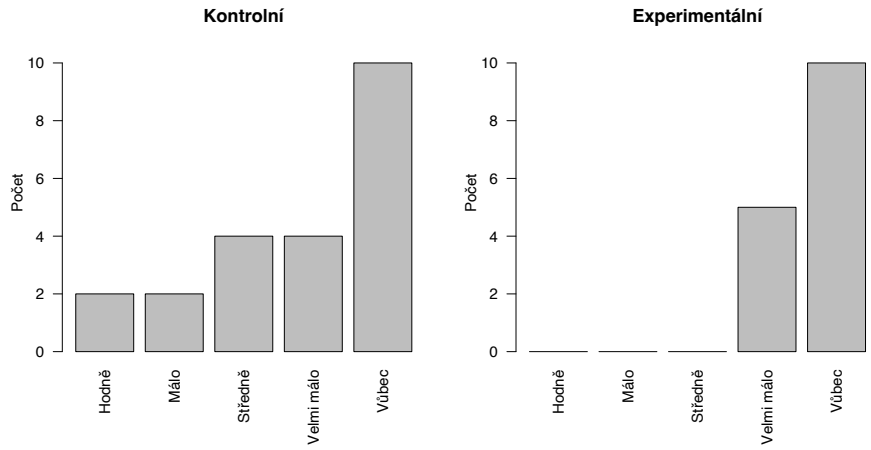
P15E: *„Absolutně bez nějaké psychické zátěže. Nemám problém vidět smrt, už jsem se v takové situaci ocitl, takže jsem nebyl překvapený a o to víc, když vím, je to ve virtuální realitě. Nicméně si myslím, že v téhle situaci by měla smrt být obsažená.“*

V případě třídění je očekáváno, že bude proband proškolen v otázce třídění samotného, nejde tedy například o techniku KPR, při níž by mohla být smrt vnímána diametrálně odlišně, a to jako neúspěch a nezvládnutí postupu, což by mohlo vést k vyšší míře frustrace. V daném případě však šlo pouze o správné zatřídění a existenci pacienta, který byl mrtev, tak nemohl zasahující/školený proband prakticky ovlivnit.

Kontrolní otázkou byl dotaz na emoční zátěž probandů, a to ve formě nikoliv škály, ale položené otázky. Probandi v obou skupinách odpovídali na otázku:

Jak moc vám na pacientech záleželo?

Zaznamenané výsledky jsou na obrázku 51.



Obrázek 51- Emoční zátěž dle skupiny.

K testování, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Dle výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že se skupiny neliší ($p = 0.150$).

V experimentální skupině si byli probandi zpravidla vědomi toho, že se pohybují ve virtuální realitě. Přestože na ně působil zvukový vjem, který četně v rámci rozhovorů pojmenovávali, nebyl natolik intenzivní, jako v případě reálného školení. Zatímco zvukový vjem ve virtuální realitě byl vnímán při zaměření na konkrétního pacienta a při přistoupení k němu, při reálném školení došlo ke kumulaci řady výkřiků v prostředí simulace dopravní nehody. Ve virtuální realitě pak probandi postrádali vjem haptický, tedy že si nemohli na pacienta sáhnout a pracovali pouze s pomocí ovladačů. Toto je možný podnět pro budoucí vývoj, neboť haptika by mohla zcela změnit přijetí a intenzitu prožitku ze strany školeného. Několik výpovědí jedinců z kontrolní skupiny je uvedeno níže:
P2K: *„Během toho zásahu se od toho snažím oprostit. Jsou to pro mě pacient 1, 2, 3 a já si nepředstavuji jejich jména, že mají nějaký rodiny. To si nepřipouštím.“*
P4K: *„Snažím se ne úplně ignorovat, ale tolik neřešit pacienty, kteří řvou a chtějí vyloženě péči, protože to se…na jednu stranu to zní nehezky, ale na druhou stranu, pokud tedy křičí, tak jsou víceméně v pořádku proti těm, kteří tolik nekřičí a jsou bezvládní na zemi. Takže se snažím nestrhnout se moc emočně vůči nim. Na druhou stranu, tady to třeba nebylo, ale věřím, že*

kdybych někam dojel a byla tam maminka a vedle ní dítě, tak si nedokážu moc představit, že bych dal zelenej pásek a rychle dál.“
P7K: *„Je to těžký, jak je to nasimulovaný, tak to není takový jako když vím, že to je reálný. Asi v reálu by to bylo o dost horší, ale i takhle jsem byla vystresovaná.“*
P9K: *„Nezáleží mi na nich. Jsou to furt jenom pacienti. Nevím. Myslím, že by to tak bylo i v reálu, protože to nejsou moji příbuzní, nic. Kdyby to byli příbuzní, tak by mi na nich asi záleželo, ale takhle vlastně ne.“*
P14K: *„Určitě tam byl adrenalin, prostě to byli pacienti, kterým musím pomoct.“*
P15K: *„Já jsem se snažila k nim přistupovat, jako kdyby to bylo v reálu, takže jsem je opáskovala a šla dál, ale oslovila jsem je a zeptala jsem se, co se stalo, a pak jsem jim řekla, ať chvíli vydrží, že se k nim dostanou kolegové a prostě šla dál.“*
P20K: *„Tak záleželo mi na nich, abych jim adekvátně pomohla, abych je nezaklasifikovala špatně, abych nedala červenýmu černou, aby dostali to, co měli.“*

Pro srovnání jsou uvedeny vybrané výpovědi probandů z experimentální skupiny, kde byla emoční zátěž vůči pacientům vyjadřována prakticky jako minimální.
P1E: *„Ve virtuální realitě je ta stresová zátěž opravdu nižší. V reálu vidíte, že jim něco je, že je to bolí, že mají strach. Zatímco ve virtuální realitě člověk ví, že když něco zkazí, tak se nic neděje.“*
P4E: *„Vím, že je to virtuální realita, takže nevnímám, že se mě to emocionálně dotýká.“*
P5E: *„Tohle bylo jednoduché. Ve virtuální realitě jsem neměla tu emoční zátěž tak velkou. V té realitě je emoční zátěž prostě daleko větší. I na nácviku ve výuce pracujeme s reálnými lidmi, takže je tam aspoň trochu nějaká emoční zátěž, když si na ně můžu sáhnout.“*
P8E: *„Nemám emoční zátěž, virtuální realitu beru jako hru. V realitě si to taky neberu k srdci, protože bych se z toho jinak zbláznil. Prostě je to pacient číslo jedna a víc mě nezajímá.“*
P11E: *„V simulaci v realitě jsou tam reální lidé a dokáží zahrát ty emoce a všechno možné. Ve virtuální realitě jen seděli nebo stáli.“*
P15B: *„Něco podobného jsme v minulosti nacvičovali i při výuce. Když jsme to dělali ve třídě v realitě, tak jsem u pacientů strávil víc času, byl jsem víc empatickej. Ve virtuální realitě jsem se soustředil jen na ty parametry, které mám zjistit.“*

5 OVĚŘENÍ HYPOTÉZ

Na základě provedení experimentů popsaných v předchozí kapitole cílí předkládaná disertační práce na návrh metodiky pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality. Ověřované hypotézy disertační práce byly následující:

H1: „V prostředí virtuální reality mají probandi nižší tepovou frekvenci než při reálném školení.“

H2: „Časová zátěž (temporal demand dle NASA TLX) je ve virtuální realitě nižší než v reálném prostředí.“

H3: „Mentální zátěž (mental demand dle NASA TLX) je ve virtuálním prostředí nižší než při reálném školení.“

H4: „Míra frustrace je ve virtuální realitě nižší než v prostředí reálného tréninku.“

H5: „Ve virtuálním prostředí dochází při třídění pacientů k vyšší chybovosti než v reálném prostředí.“

H6: „Ve virtuálním prostředí je výběr pořadí ošetřených pacientů jiný než v prostředí reálném.“

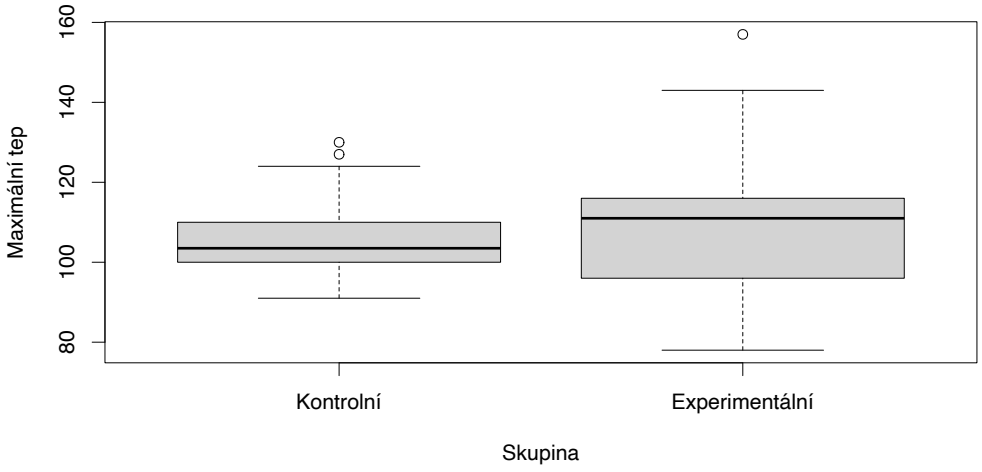
5.1 HYPOTÉZA 1

Níže je uvedena formulace hypotézy.

H1: *„V prostředí virtuální reality mají probandi nižší tepovou frekvenci než při reálném školení.“*

Předpokladem tedy bylo, že experimentální skupina prokáže oproti kontrolní skupině nižší tepovou frekvenci. **Tato hypotéza nebyla potvrzena.**

S výjimkou jednoho probanda z experimentální skupiny má autorka pro všechny ostatní záznam o jejich maximální tepové frekvenci a získané výsledky s dělením pouze na experimentální (21 probandů) a kontrolní (15 probandů) skupinu jsou zobrazeny na obrázku 52.



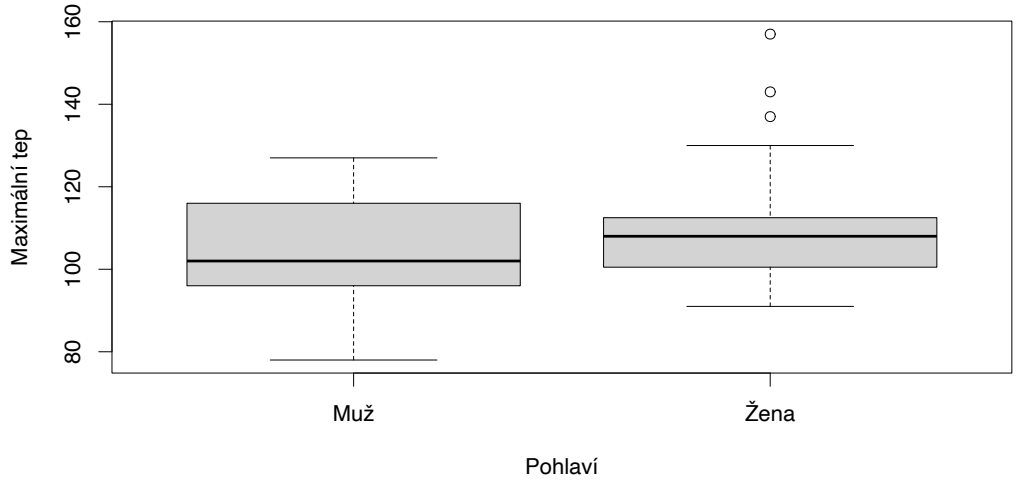
Obrázek 52 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle skupiny.

Jelikož byla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat pro kontrolní skupinu ($p = 0.033$), tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Mannův-Whitneyův U test.

Dle výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je v obou skupinách stejná ($p = 0.516$).

V dalších analýzách maximální tepové frekvence autorka tedy používala data bez rozlišení na skupiny, jelikož nebyl rozdíl prokázán. Cílem dalších analýz bylo ověřit případnou vazbu maximální tepové frekvence na dílčí sledované ukazatele.

Byla analyzována maximální tepová frekvence probandů při jejich rozčlenění na skupiny dle pohlaví (muž – žena). V analýze je obsaženo 23 žen a 13 mužů s uvedenou maximální tepovou frekvencí a základní přehled o datech poskytují boxploty na obrázku 53.



Obrázek 53 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle pohlaví.

Jelikož byla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat ve skupině žen ($p = 0.005$), tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Mannův-Whitneyův U test.

Dle výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je v obou skupinách stejná ($p = 0.307$).

Záměrem bylo také analyzovat maximální tepovou frekvenci probandů při jejich rozčlenění na skupiny dle odpovědi na otázku:

> *Máte zkušenost s praktickým nácvikem zásahů v rámci hromadného postižení osob/mimořádných událostí?*

Možné odpovědi byly (v závorce jsou počty probandů, pro které je zároveň záznam o maximální tepové frekvenci):

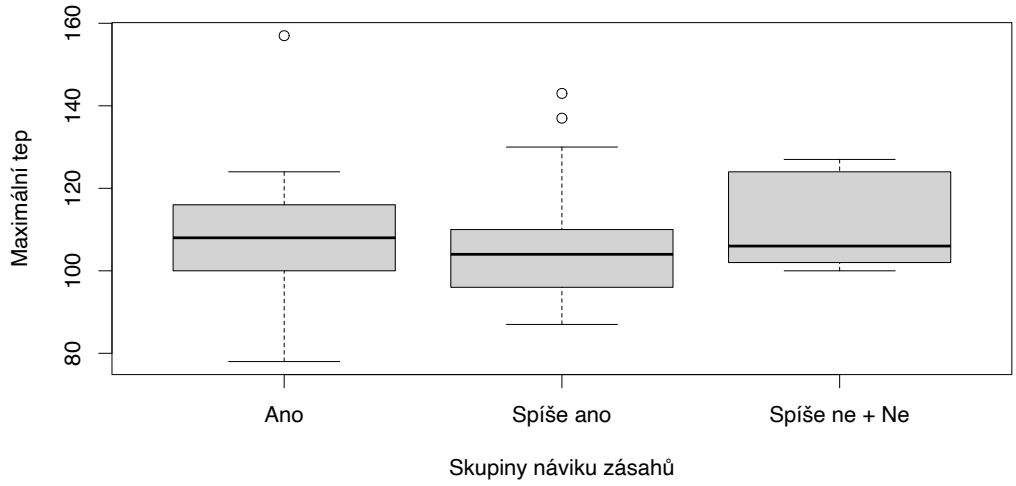
- Ano (13 probandů)
- Spíše ano (17 probandů)
- Spíše ne (5 probandů)
- Ne (1 proband)

Aby bylo možné provést analýzu, byly spojeny odpovědi *Spíše ne* a *Ne* do jedné skupiny:

- Ano (13 probandů)
- Spíše ano (17 probandů)

- Spíše ne + Ne (6 probandů)

Maximální tepová frekvence dle těchto skupin je na obrázku 54.

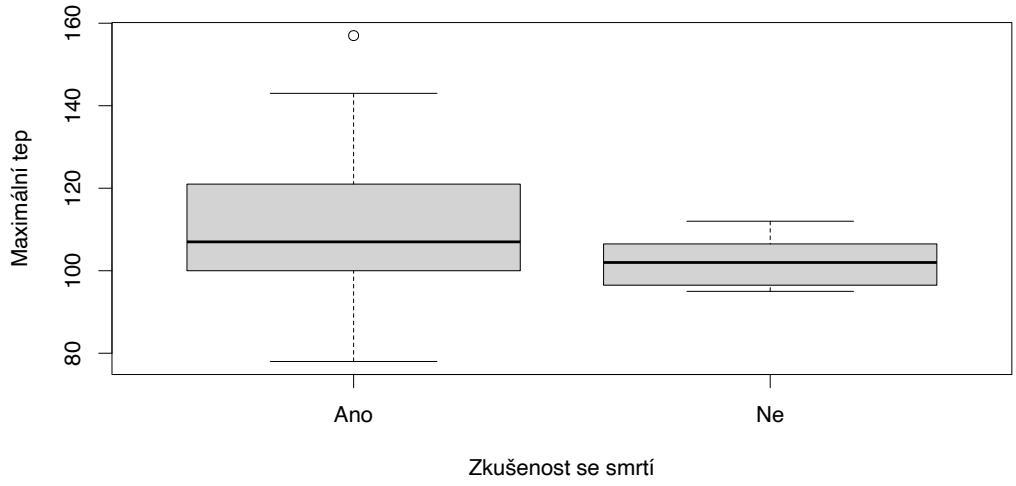


Obrázek 54 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle zkušeností s nácvikem zásahů.

Jelikož byla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat ve skupině s odpovědí *Spíše ano* ($p = 0.035$), tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit Kruskalův-Wallisův test.

Dle výsledku testu nelze zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je ve všech třech skupinách stejná ($p = 0.682$).

Také byla analyzována maximální tepová frekvence probandů při jejich rozčlenění na skupinu, která má zkušenost se smrtí pacienta/postižené osoby (29 probandů), a skupinu, která tuto zkušenost nemá (7 probandů). Základní přehled poskytují boxploty na obrázku 55.



Obrázek 55 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle zkušeností se smrtí.

Jelikož nebyla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat ani v jedné skupině, tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit t-test.

Dle výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je v obou skupinách stejná ($p = 0.056$).

Dále byla analyzována maximální tepová frekvence probandů při jejich rozčlenění na skupiny dle odpovědi na otázku:

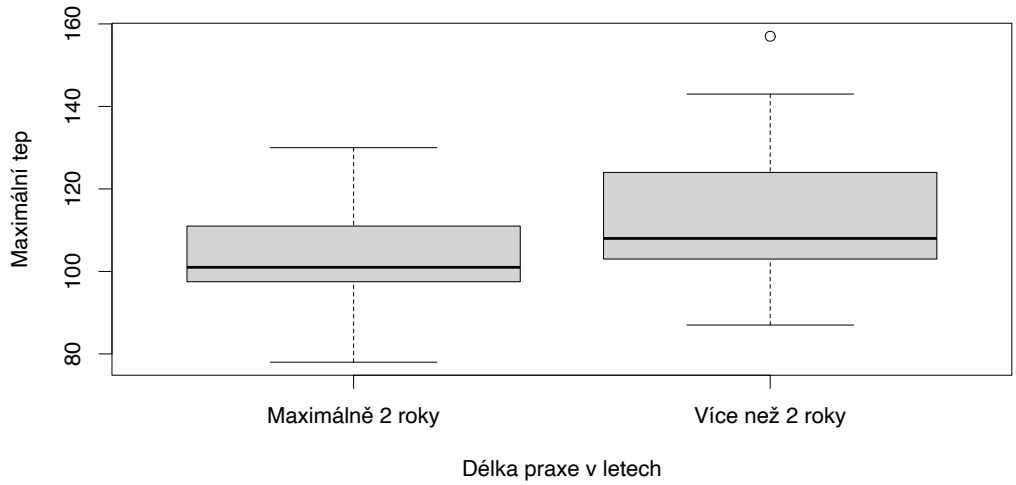
Uveďte číslem délku vaší praxe (počítá se délka praxe v rámci studia)?

Probandi uváděli hodnoty v rocích, nejčastěji se objevovaly odpovědi *2 roky* (13 výskytů) a *3 roky* (15 výskytů), ostatní hodnoty byly zastoupeny maximálně dvěma probandy. Minimální uváděná délka praxe byla jeden rok a maximální činila 7 let.

Aby bylo možné provést analýzu, byly spojeny odpovědi do dvou skupin (v závorce jsou počty probandů, pro které je zároveň záznam o maximální tepové frekvenci):

- Maximálně 2 roky (15 probandů)
- Více než 2 roky (21 probandů)

Maximální tepová frekvence dle těchto skupin je na obrázku 56.



Obrázek 56 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle délky praxe.

Jelikož nebyla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat ani v jedné skupině, tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, byl použit t-test. Dle výsledku testu nelze zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je v obou skupinách stejná ($p = 0.070$).

Také byla analyzována maximální tepová frekvence probandů při jejich rozčlenění na skupiny dle odpovědi na následující úkol.

Na stupnici označte míru vašich obav z nutnosti výjezdu k mimořádné události (1 – žádné; 10 – maximální).

Probandi využili v odpovědích pouze možnosti 4 až 10 a rozložení odpovědí bylo uvedeno na obrázku 36.

Aby bylo možné provést analýzu, spojila autorka opět odpovědi do skupin, tentokrát se nabízí vytvoření tří skupin (v závorce jsou počty probandů, pro které je zároveň záznam o maximální tepové frekvenci):

- Obavy 4–6 (14 probandů)
- Obavy 7 (9 probandů)
- Obavy 8–10 (13 probandů)

Maximální tepová frekvence dle těchto skupin je na obrázku 57.

Obrázek 57 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle obav z nutnosti výjezdu k mimořádné události.

Jelikož byla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat v prostřední skupině, tj. *Obavy 7* ($p < 0.001$), tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, použila autorka Kruskalův-Wallisův test.

Dle výsledku testu je možné zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je ve skupinách stejná ($p = 0.042$). V následných post-hoc testech se prokázala rozdílnost mezi skupinami *Obavy 7* a *Obavy 8–10* ($p = 0.037$).

Paradoxně platí, že ve skupině *Obavy 7* byla průměrná hodnota maximálního tepu 117, což je vyšší hodnota, než ve skupině *Obavy 8–10*, kde byla průměrná hodnota 104.

Následně byla analyzována maximální tepová frekvence probandů při jejich rozčlenění na skupiny dle odpovědi otázku

Cítíte se být připraven/a na zásah při mimořádné události?

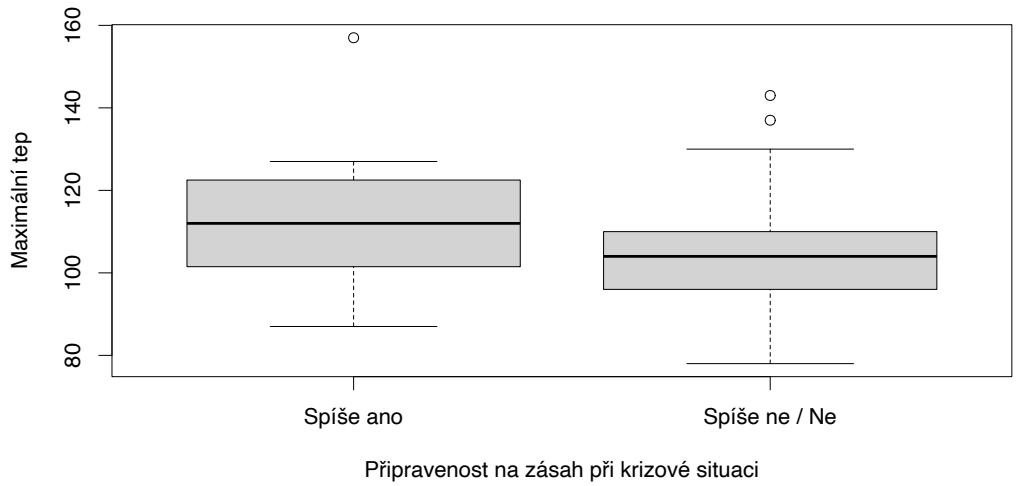
Možné odpovědi byly (v závorce jsou počty probandů, pro které je zároveň záznam o maximální tepové frekvenci):

- Ano (0 probandů)
- Spíše ano (11 probandů)
- Spíše ne (22 probandů)
- Ne (3 probandi)

Jelikož se v odpovědích ani jednou nevyskytla možnost *Ano* a možnost *Ne* byla využita pouze třikrát, tak pro následující analýzu byly použity pouze dvě možnosti, kdy poslední dvě kategorie autorka spojila do jedné:

- Spíše ano (11 probandů)
- Spíše ne / Ne (25 probandů)

Maximální tepová frekvence dle těchto skupin je na obrázku 58.



Obrázek 58 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle připravenosti na zásah při krizové situaci.

Jelikož nebyla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat ani v jedné skupině, tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, použila autorka t-test. Dle výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je v obou skupinách stejná ($p = 0.227$).

Poté byla analyzována maximální tepová frekvence probandů při jejich rozčlenění na skupiny dle odpovědi na následující otázku.

Ve zvládání postupů v krizových situacích se cítíte?

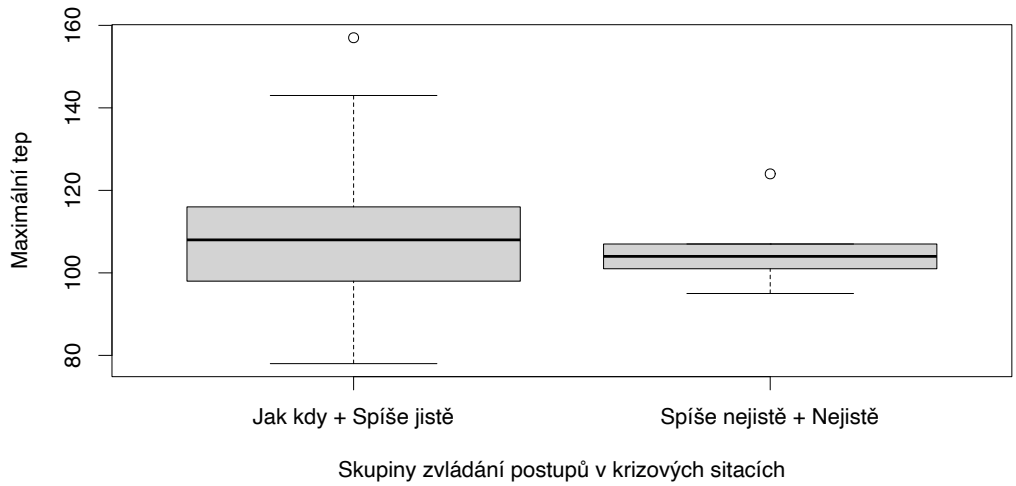
Možné odpovědi byly (v závorce jsou počty probandů, pro které je zároveň záznam o maximální tepové frekvenci):

- Jistě (0 probandů)
- Spíše jistě (4 probandů)
- Jak kdy (25 probandů)
- Spíše nejistě (6 probandů)
- Nejistě (1 probandů)

Aby bylo možné provést analýzu, spojila autorka opět odpovědi do skupin:

- Jak kdy + Spíše jistě (27 probandů)
- Spíše nejistě + Nejistě (9 probandů)

Maximální tepová frekvence dle těchto skupin je na obrázku 59.



Obrázek 59 - Maximální zaznamenaná tepová frekvence dle zvládání postupů v krizových situacích.

Jelikož nebyla pomocí Shapirova-Wilkova testu zamítnuta normalita dat ani v jedné skupině, tak pro srovnání, zda se skupiny mezi sebou liší, použila autorka t-test. Dle výsledku testu není možné zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je v obou skupinách stejná ($p = 0.411$).

Hypotézu 1 tedy nebyla potvrzena. Autorka zamítá tvrzení, že by v prostředí virtuální reality měli probandi nižší tepovou frekvenci než při reálném školení. Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v tepové frekvenci mezi experimentální a kontrolní skupinou. Jediný rozdíl byl zaznamenán ve skupině dle subjektivního hodnocení připravenosti na zásah při mimořádné události. Zdá se tak, že prostředí tréninku ovlivňuje tepovou frekvenci pouze minoritně.

5.2HYPOTÉZA 2

Níže je uvedena formulace hypotézy.

H2: *„Časová zátěž (temporal demand dle NASA TLX) je ve virtuální realitě nižší než v reálném prostředí.“*

Tato hypotéza byla ověřována ve vazbě na použití dotazníku NASA TLX a detailní postup pro její ověření, stejně jako pro ověření hypotézy 3 a 4, je v kapitole 4.4.3. Při testování bylo pomocí Shapirova-Wilkova testu vždy ověřeno, zda lze data považovat za normálně rozdělená. V případě prvních dvou charakteristik byla normalita dat zamítnuta – pro Mental Demand u kontrolní skupiny ($p = 0.040$) a pro Physical Demand také u kontrolní skupiny ($p = 0.004$). V těchto případech byl k testování rozdílnosti použit Mannův-Whitneyův U test. Ve zbylých případech byl využit t-test.

Z výsledků v tabulce 5 (viz 4.4.3) plyne, že nulová hypotéza o shodě byla zamítnuta v případě Mental Demand ($p < 0.001$) a Frustration ($p = 0.021$). V obou případech se autorce tedy podařilo prokázat, že hodnocení se mezi kontrolní a experimentální skupinou liší. V případě Temporal Demand, tedy časové zátěže, nulovou hypotézu o shodě zamítnout nelze. Autorce se tedy nepodařilo prokázat, že hodnocení se mezi kontrolní a experimentální skupinou liší.

Hypotéza H2 nebyla potvrzena. V tomto kontextu je ovšem třeba upozornit, že se jedná o aspekt časové zátěže, tj. subjektivní pocit tlaku vzhledem k tempu, jakými se úkoly nebo prvky úkolu odehrávaly. Nejedná se o subjektivní vnímání doby strávené ve virtuální realitě. Lze tedy konstatovat, že mezi subjektivně pociťovanou časovou zátěží tréninku ve virtuálním prostředí a v realitě nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

5.3HYPOTÉZA 3

Níže je uvedena formulace hypotézy.

H3: *„Mentální zátěž (mental demand dle NASA TLX) je ve virtuálním prostředí nižší než při reálném školení.“*

Také tato hypotéza byla ověřována ve vazbě na použití dotazníku NASA TLX a detailní postup pro její ověření, stejně jako pro ověření hypotézy 2 a 4, je v kapitole 4.4.3. Při testování bylo pomocí Shapirova-Wilkova testu vždy ověřeno, zda lze data považovat za normálně rozdělená. V případě prvních dvou charakteristik byla normalita dat zamítnuta – pro Mental Demand u kontrolní skupiny ($p = 0.040$) a pro Physical Demand také u kontrolní skupiny ($p = 0.004$). V těchto případech byl k testování rozdílnosti použit Mannův-Whitneyův U test.
Z výsledků v tabulce 5 (viz 4.4.3) plyne, že nulová hypotéza o shodě byla v případě Mental Demand ($p < 0.001$) zamítnuta. Autorce se tak podařilo prokázat, že hodnocení se mezi kontrolní a experimentální skupinou liší.

Hypotéza H3 ve výše uvedeném znění byla prokázána. Trénink ve virtuální realitě tak z hlediska subjektivního hodnocení probandů vyžaduje méně mentální a percepční aktivity než reálný trénink.

Znamená to, že úkol v prostředí virtuální reality považují probandi za snadný, což je dáno samotnou expozicí školícímu modulu, kde není možné prakticky chybovat. Nehledě na to vycházejí ze své znalosti a zkušenosti, zároveň jsou v prvotní fázi vhodně naváděni avatarem a prostředí virtuální reality vnímají na základě realizovaných rozhovorů do značné míry subjektivně jako přátelské, bezpečné, přehledné a čitelné.

5.4HYPOTÉZA 4

Níže je uvedena formulace hypotézy.

H4: *„Míra frustrace je ve virtuální realitě nižší než v prostředí reálného tréninku.“*

Stejně jako předchozí dvě hypotézy, také hypotéza 4 byla ověřována s využitím dotazníku NASA TLX. Detailní postup pro její ověření, stejně jako pro ověření hypotézy 2 a 3, je v kapitole 4.4.3. Při testování bylo pomocí Shapirova-Wilkova testu vždy ověřeno, zda lze data považovat za normálně rozdělená. Dále byl použit t-test.

Z výsledků v tabulce 5 plyne, že nulová hypotéza o shodě byla v případě Frustration ($p = 0.021$) zamítnuta. Autorce se tedy podařilo prokázat, že hodnocení se mezi kontrolní a experimentální skupinou liší. V případě Frustration je možné učinit závěr, že v experimentální skupině jsou hodnoty nižší než v kontrolní skupině.

Hypotéza H4 ve výše uvedeném znění byla prokázána. Lze tak konstatovat, že virtuální prostředí je pro probanda bezpečné, cítí se v něm méně ve stresu a méně frustrován než v případě reálného tréninku. Zároveň je v něm potvrzena vyšší míra spokojenosti a uvolněnosti.

5.5HYPOTÉZA 5

Níže je uvedena formulace hypotézy.

H5: *„Ve virtuálním prostředí dochází při třídění pacientů k vyšší chybovosti než v reálném prostředí.“*

Hypotéza byla ověřována tak, že v obou skupinách bylo zjišťováno, kolik osob bylo špatně zatříděno. Základní přehled o získaných odpovědích nabízí histogramy na obrázku 42 v předchozí kapitole, ve které jsou zároveň v tabulce 9 uvedeny výběrové charakteristiky a výsledky provedeného testování.

K testování, zda se skupiny probandů mezi sebou liší, byl použit Fisherův exaktní test pro kontingenční tabulku. Na základě jeho výsledku není možné zamítnout hypotézu o tom, že počet špatně určených a skupina jsou nezávislé veličiny (p=0.882). Nepodařilo se prokázat, že by ve skupinách byly počty špatně zatříděných odlišné. **Hypotéza H5 ve výše uvedeném znění nebyla prokázána**. Prostředí virtuální reality nemá vliv na míru chybovosti při třídění s využitím metody START.

5.6HYPOTÉZA 6

Níže je uvedena formulace hypotézy.

H6: *„Ve virtuálním prostředí je výběr pořadí ošetřených pacientů jiný než v prostředí reálném.“*

Probandi v obou skupinách odpovídali na otázku:

Co vás vedlo k výběru pořadí?

K dispozici bylo několik možností, a to včetně otevřené volby. Výsledky jsou přesně zaznamenány na obrázku 43 v předchozí kapitole.

Dle výsledku Fisherova testu je možné zamítnout hypotézu o tom, že se skupiny neliší a je možné přijmout alternativu, že mezi skupinami je rozdíl ($p < 0.001$). S ohledem na získané hodnoty je zřejmé, že v kontrolní skupině byla hlavním kritériem přímá komunikace s pacientem, v případě experimentu tedy figurantem, přičemž u experimentální závažnost následovaná vzdáleností. **Hypotéza H6 ve výše uvedeném znění byla prokázána**.

V případě tradičního/konvenčního/reálného školení je zpravidla postupováno tak, že jsou nejprve oslovováni ti pacienti/postižení, kteří jsou schopni chodit. Ti jsou nejprve zatříděni jako zelení pacienti, jsou separováni od ostatních a až posléze podléhají přetřídění. Ne všichni probandi v kontrolní skupině nicméně tento postup dodrželi. Níže je citováno z několika výpovědí v rámci rozhovorů v kontrolní skupině:

P1K: *„Zhodnotila jsem pohledem stav pacienta. Když jsem viděla, že leží a nekomunikuje, tak jsem usoudila, že na tom bude hůře než ti, kteří křičí.“*
P2K: *„Jak jsem je viděl, tak jsem k nim šel. Ty zelený jsem si zavolal. A potom tam byly dvě, tak jsem si řekl, že půjdu k jedné, pak půjdu hned ke druhé. Tamten pacient jsem viděl, že nemá ruku a byl sám, tak jsem šel k němu, protože byl osamocený.“*
P3K: *„Abych na nikoho nezapomněl, takže kde jsem stál, tak jsem začal, abych se nemusel nikam vracet.“*
P5K: *„Já jsem šla tak, jak mi chodili pod ruku.“*
P8K: *„Nejdřív jsem si zavolala všechny, co mohli chodit. Potom jsem šla podle toho, kdo byl blíž.“*
P11K: *„Tak nejdřív jsem se zeptal, jestli může někdo chodit. To byla první otázka. Vždycky, když je někdo při vědomí, aby odpadali ti lité, aby se dostali někam dál do bezpečí. A potom jsem chodil, jak ti lidé byli nejblíž, abych měl vyšetření co nejrychleji.“*
P13K: *„Snažil jsem se vyeliminovat ty, kteří byli v pohodě, takže chodících jsem si nevšímal a snažil jsem se nejdříve věnovat těm lidem, kteří neodpovídali žádným způsobem, a pak vybírat ty lidi, co mluví, a pak jsem se vrátil k těm chodícím, kterým jsem vlastně tu pásku mohl dát hned, tu zelenou, a bylo by to pak takový utříděnější, že by v tom nebyl takový zbytečný zmatek.“*

I ze samotných vybraných výpovědí je patrné, že většinově kontrolní skupina využívala k postupu při výběru pacientů primárně oslovení pacienta a vytřídění zelených, chodících pacientů, druhotně pak vzdálenost pacientů od vlastní osoby. Většina probandů zde byla vedena systematičností třídění tak, aby nevynechali žádného z pacientů a zároveň provedli úkon co nejrychleji.

V rámci experimentální skupiny však byla komunikace s pacienty omezena pouze na několik málo pacientů. Doptání pak bylo poměrně technicky komplikované, což vedlo k odložení odpovědi pacienta. Proto byli nuceni volit odlišný postup. Níže autorka uvádí několik vybraných odpovědí probandů k otázce volby pořadí pacientů.
P1E: *„Šla jsem postupně, do kolečka, abych na nikoho nezapomněla.“*
P2E: *„Nejdřív jsem šla k těm, co nekřičeli. Potom postupně jakoby v kruhu. To vlastně ani nebyl okruh. Naposledy jsem nechala toho, co tam stál a křičel. Pak jsem se orientovala, jak jsem se podívala.“*
P5E: *„Tak, jak šli za sebou. V reálné situaci bych si zavolala lidi, co chodí, čímž bych si je protřídila. Tenhle způsob jsem nezvolila, protože to ve virtuální realitě nešlo.“*
P7E: *„Orientaci jsem bral tak, že jsem šel prostě do kolečka po těch pacientech od jednoho k druhému. Problém byl třeba ty otázky, jestli mluví. Nevím, jestli jsem to špatně pochopil, že když nemluví, že jako nemluví, nebo tam nemají namluvené ty hlasy od toho programu.“*
P8E: *„Viděl jsem masivní krvácení, tak jsem naučený. Tak jsem první šel k němu a pak jsem šel podle toho, kdo mi přišel pod ruku.“*
P12E: *„Zleva a kroužek. Tede i to ovlivnilo to, že ten první zleva krvácel.“*
P15E: *„Směr hodinových ručiček. Ale asi to bylo kvůli tomu, že ti lidi nemluvili a nemohl jsem se jich rovnou zeptat, kdo chodí.“*

V rámci experimentální skupiny je patrné, že převážila závažnost a vzdálenost od probanda, neboť komunikační možnosti byly omezené. Je velmi pravděpodobné, že pokud by byla komunikace na úrovni reálnému školení, tedy přímá interakce s pacientem pomocí hlasu, byla by volba pořadí jiná. Jelikož autorka však zamýšlí přeložené školení doporučit jako doplněk školení konvenčního, nikoliv náhradu, jeví se jí jako výhodné vést zdravotnického záchranáře k volbě alternativního postupu při dodržení systematického ošetření všech pacientů.

6 METODIKA PRO ZEFEKTIVŇOVÁNÍ PŘÍPRAVY ZAMĚSTNANCŮ S VYUŽITÍM VIRTUÁLNÍ REALITY

Běžné školení složek záchranného systému probíhá ve formě simulace skutečného zásahu buď v interiéru (školící centra nebo školící místnosti) nebo exteriéru, v průběhu roku se často jedná o kombinaci obého. Toto školení budeme nazývat konvenčním. Ten samý typ školení realizuje řada průmyslových firem ve svých tréninkových centrem, která jsou určena pro zaškolení nových i přeškolení stávajících zaměstnanců. V rámci disertační práce byl připraven postup školení ve virtuální realitě, který se od klasického školení liší v několika aspektech. Tento způsob budeme označovat inovovaným školením. Stejný typ školení je současné době zaváděn do řady průmyslových podniků.

6.1 KOMPARACE KONVENČNÍHO A INOVOVANÉHO TYPU ŠKOLENÍ A PŘÍSLUŠNÁ DOPORUČENÍ

Náročnost na organizaci

Při realizaci konvenčního školení je náročnost organizace značná. Školení v interiéru většinou probíhá ve školících centrech a místnostech, které není třeba moc upravovat, protože jsou určena pro tento účel. Je potřeba připravit většinou konkrétní pomůcky, figuranty (včetně namaskování) a scénář. To vše si žádá poměrně značnou časovou náročnost na přípravu, nikoliv však z hlediska technického zajištění. Naopak u školení v exteriéru je náročnost organizace značná. Je potřeba zabezpečit vhodné prostory a vyřešit zejména logistiku přepravy potřebného vybavení, pomůcek a osob. Pokud se jedná o cvičení v rámci nácviku mimořádné události, hromadného postižení osob, aj., je třeba zajistit prostory i v rámci technických uzavírek, které si často vyžádají omezení konvenčního provozu či přístupnosti dané oblasti, což si žádá výraznější investici z hlediska časového. Zároveň v exteriéru dochází ke kooperaci s dalšími složkami IZS, tedy vznikají nároky i na personální kapacity.

V případě inovovaného školení ve VR je potřeba připravit pouze techniku, jejíž příprava je velmi jednoduchá a krátká.

Časová náročnost

S náročností organizace úzce souvisí i časová náročnost. V případě konvenčního školení v interiéru se příprava pohybuje v řádu hodin dle náročnosti připraveného scénáře a cíle samotného cvičení. Řádově se jedná o 4-6 hodiny dle množství pomůcek, rekvizit a dle náročnosti maskování figurantů. V případě externího školení může příprava trvat celý den až několik měsíců opět v závislosti na množství potřebných rekvizit na místě (havarovaná auta apod.) a potřebných povolení.

Příprava inovovaného školení ve VR je velmi rychlá a odvíjí se pouze od času přípravy techniky a bezprostředního okolí pro volný pohyb školených osob. V řádu se jedná o časy od 15 do 30 minut.

Samotný čas školení je v obou případech téměř stejný, neboť se odvíjí od připraveného scénáře, který je obdobně strukturován a má i stejnou délku. Zatímco v případě konvenčního školení je součástí edukační aktivity zpravidla cvičení samotné, v rámci inovovaného školení je možné přidat situační kontext (úvodní nastavení prostředí) a před samotným cvičením realizovat školící modul, na němž je možné si osvojit potřebné dovednosti, případně si je aktualizovat. Zda této možnosti bude či nebude využito je na zvážení příslušných školitelů

v závislosti na cílech edukační aktivity, nicméně časová náročnost i v případě zařazení edukačního modulu pak vzroste jen nevýrazně v řádech několika málo minut.

Náklady

Konvenční školení ať už interiérová či exteriérová sebou nesou řadu nákladů. Jedná se o náklady mzdové (na figuranty), náklady na maskérnu nebo logistické náklady spojené s transportem techniky. Při zapojení většího počtu odborných osob pak náklady na mzdy těchto osob, případně cestovní náklady v případě, že se tyto osoby dopravují z větší dálky. V případě školení v interiéru jsou hrazeny náklady na pronájem místnosti a energie, případně další režijní náklady.

Inovované školení ve VR sebou nese pouze náklady na pronájem místnosti pro školení. Náklady na energii spotřebovanou výpočetní technikou jsou zanedbatelné.

Výhodou školení ve VR je možnost realizace i takových školení, jejichž skutečná finanční náročnost by byla extrémní, v případě testovaného modulu by se jednalo o havarované automobily, v průmyslovém kontextu se může jednat o poškozené díly. Zároveň je možné bezproblémově školit i situace, u kterých je v reálu velké riziko zdravotního poškození (např. práce s chemikáliemi), nebo situace, které vyžadují od odborníků důslednou přípravu, nicméně v praxi se nevyskytují příliš často (hromadné postižení osob, aktivní útok střelce, porušení log-out, tag-out principu v industriálním kontextu, nebezpečné situace na hale aj.).

Opakovatelnost školení a flexibilita

Výše uvedená fakta se přirozeně odráží na opakovatelnosti školení, která není v případě konvenčního způsobu velmi častá. Konvenční školení jsou dle rozsahu realizována 1x - 2x ročně většinou dle dlouhodobého časového harmonogramu v případě zdravotnických záchranářů, v případě průmyslových podniků je četnost vysoce individuální, četně v úvodu kariéry při přijímání nových zaměstnanců, případně při školení stávajících zaměstnanců na nové procesy či obsluhu stroje. Četnější periodická realizace není samozřejmě vyloučena, logicky pak roste náročnost na přípravu a výše uvedené aspekty realizace takových školení.

Právě naopak jednoduchost a nižší nákladovost inovovaného školení ve VR sebou přináší možnost realizovat školení častěji, např. každý nebo každý druhý měsíc. Díky nízké časové náročnosti přípravy jsou VR školení také flexibilnější a není je nutné plánovat s předstihem dopředu. Stejné prostředí ve VR, stejný obsah a způsob hodnocení také zajišťují u tohoto typu školení větší objektivnost a jednotné podmínky pro všechny studující/školené.

Souhrnně jsou uvedené aspekty konvenčního a inovovaného školení znázorněny v následující tabulce. Data byla získána a ověřena při srovnání pilotního testování se studenty Fakulty zdravotnických studií, které proběhlo jak konvenčním, tak inovovaným způsobem. Inovovaný způsob absolvovala experimentální skupina, konvenční pak kontrolní.

Tabulka 10 - Porovnání parametrů před inovací a dosažených technických parametrů

Srovnávané parametry	**Konvenční školení**	**Inovované školení**
Náročnost na organizaci	Příprava figurantů, prostoru, pomůcek a techniky	Příprava techniky
Časová náročnost – příprava školení	V interiéru – 4-6 hod V exteriéru – 1-5 dnů	15-30 minut
Časová náročnost – testování jednoho účastníka (průměrný čas)	174 sec.	281 sec.

Náklady	V interiéru – do 10 tis. V exteriéru – od 100 tis. výše Investice do školícího centra od 3 mil výše.	Do 10 tis. Investice do VR techniky do 100 tis. + 250 tis. roční licence včetně podpory a pronájmu zařízení
Opakovatelnost školení	2x-4x ročně	0,5x-1x za měsíc
Flexibilita	Nutné plánovat dopředu	Pružný harmonogram, operativní plánování školení

Limitace studie a využití inovovaného školení ve VR

Prostředí virtuální reality bylo testováno na skupině zdravotnických záchranářů s cílem využít a otestovat aspekty, které by nebylo v průmyslovém podniku možno postihnout, především pak v rovině stresu a emoční zátěže, přičemž autorka se domnívá, že emoce a prožitek jsou to, co dovoluje vyšší míru zapamatovatelnosti v prostředí virtuální reality, a to jak emoce přirozené, tak uměle navozené a vyvolané.

Jelikož však testovaný modul byl připraven na scénář, který je založen na dílčí předchozí znalosti jednoduchých zákonitostí, bylo doplněno dodatečné pozorování. Uplatnitelnost výstupů již realizovaného experimentu lze přenést typy školení, v rámci nichž školení disponují určitou znalostí, jsou seznámeni s prostředím, zároveň se jedná o znalosti praktické, které však vycházejí z teoretické znalostí. Jedná se o postup, který je standardizovaný, což je četný požadavek i řady průmyslových podniků. Limit využití školení spočívá i v časovém omezení, tj. virtuální realitu lze využívat v rámci určitého úseku, není vhodná pro celodenní školení, případně pouze jako dílčí část takového školícího dne. Na základě získaných dat, která byla vyhodnocena, vyvozených závěrů a dodatečných pozorování se lze domnívat, že využití virtuální reality není vhodné pro operace s příliš složitým fyzickým procesem, například pro příliš komplikované montáže, případně ve zdravotnickém prostředí pak medicínské zásahy, u nichž není možné stanovit standardizovaný postup. Stejně tak není virtuální realita vhodná pro práci s příliš malými objekty, které není možno prakticky uchopit a práce s nimi, např. ve smyslu montáže či jakékoliv obsluhy, by byla náročná. V tomto ohledu lze konstatovat, že použitelnost VR v rámci edukace, tréninku a ověřování znalostí, není primárně ovlivněna oborem, ale i s ohledem na provedená měření a přijaté závěry je ovlivněna jinými faktory, jako je znalost (předchozí či získávaná), čas, práce s konkrétním objektem aj.

6.2 OBECNÝ POSTUP PŘI TVORBĚ VZDĚLÁVACÍHO MODULU VE VR

Pro vzdělávání s využitím virtuální reality na základě provedených měření, rozhovorů, pozorování a focus group autorka navrhuje následující zobecněný postup pro koncepci vzdělávání ve virtuální realitě.

Prvním krokem by měl být „kick off“ projektu ve smyslu zahájení předprojektové fáze. Předprojektová fáze by měla na úrovni podniku přinést vstupní informace o očekávání podniku, o potřebách podniku a o procesech, které budou ve virtuální realitě školeny. Vyjasněn by měl být také cíl vzdělávání tak, jak byl cíl/byly cíle nastaveny a vymezeny v rámci představených modulů (autonehoda a AED). Cíl je zcela zásadní a měl by vycházet z potřeb podniku či

organizace. Optimální je implementovat virtuální realitu na standardizované procesy, případně před její implementací tyto procesy standardizovat. Zcela jiné cíle budou v rámci školení ve smyslu obsluhy zařízení, zcela jiné budou v případě školení bezpečnosti práce a využívání osobních ochranných pracovních prostředků či chování v souladu s principy bezpečnosti práce aj.

Po vyjasnění cíle je nutný sběr dat. Sběr dat zahrnuje mapování procesů, pořízení videí (která mohou být posléze využita v rámci samotné aplikace např. při představení složitého procesu, např. detailní montáže či nebezpečné situace), fotografií a dalších vstupních materiálů. Tato fáze by měla přinést důležité podklady nejen pro tvorbu scénáře, ale i pro tvorbu prostředí. Po celou dobu procesu je nutná součinnost podniku a poskytovatele. Pokud jsou připravovány moduly pro více procesů (bezpečnost práce, práce na dílčí části linky aj.), každý z procesů by měl mít svého vlastníka, ideálně jednu osobu, která je detailně s procesem obeznámena a může poskytovat prvotní data a zároveň se podílet na spoluvytváření modulu.

Na základě sebraného materiálu dochází k přípravě scénáře, a to v rovině didaktické (tj. v jakém pořadí budou udíleny pokyny, jak bude pracováno s motivací jak např. formou success zvuků aj.), tak v rovině technické, tedy kdy bude použita virtuální realita, kdy bude využito např. videa aj. Připravený scénář by měl být doplněn o nasbírané fotografie a popisky, neboť následně bude sloužit jako podklad pro přípravu modelů a prostředí. Stejně tak scénář slouží pro první revizi ze strany všech zúčastněných jedinců před samotnou tvorbou scény, prostředí a modelů objektů.

Po odsouhlasení scénáře je možno zahájit práci na přípravě prostředí, modelů a na samotném vytváření modulu. Po dokončení modulu navazuje fáze interního testování tvůrce. Testovat by měla vždy osoba, která je odborníkem v rovině technické, ale také osoba, která je odborníkem v rovině didaktické. Je velmi vhodné, když osoba zodpovědná za didaktickou rovinu je účastna i předprojektové fáze a vyjasnění cílů. V rámci interního testování jsou vydefinovány problémové oblasti v rovině vizuální, procesuální – správnost nastaveného procesu, didaktické a další související. Po zapracování připomínek je opakovaně interně testováno až do okamžiku, kdy je modul označen jako modul „k předání“.

Poté probíhá testování cílovou skupinou na straně organizace, podniku či zákazníka. Testování by měl realizovat primárně vlastník procesu, případně užší skupina spolupracovníků kolem něj. Tito poskytnou zpětnou vazbu a připomínky, které jsou následně zapracovány. Po zapracování připomínek tyto subjekty znovu modul otestují. V okamžiku, kdy nemají dalších připomínek, probíhá zkušební provoz na širším vzorku cílové skupiny/zaměstnanců. Ti nezávisle na sobě poskytují zpětnou vazbu a vlastní připomínky. Jelikož cílová skupina je zpravidla skupina uživatelů, může být jejich perspektiva jiná než perspektiva vlastníka procesu.

Po zapracování připomínek zástupců cílové skupiny dochází k provozu a využívání aplikace. Tento krok však není konečným, zpravidla by měla tato zkušenost definovat další potřeby v rovině dalších procesů a tvorba a implementace by měla kontinuálně pokračovat v uvedeném cyklu.

Takto velmi obecně lze shrnout jednotlivé kroky postupu, který autorka práce navrhuje pro samotnou tvorbu obsahu vzdělávání. Proces je definován velmi obecně, přičemž je možné jej vztáhnout k jakémukoliv prostředí, tedy logicky i průmyslovému. Proces je schematicky zpracován a znázorněn na obrázku 60. V dalších částech návrhu metodiky budou detailněji rozpracována jednotlivá doporučení pro dílčí významné aspekty přípravy vzdělávání ve virtuální reality, které významně reflektují zkušenost autorky s výzkumným experimentem a pozorováním.

Obrázek 60 - Schéma postupu tvorby obsahu vzdělávání ve VR

6.3METODICKÉ POKYNY PRO TVORBU PROSTŘEDÍ

Před tvorbou školící aplikace je důležité zvolit si prostředí, ve kterém se bude virtuální trénink vytvářet. Jedná se o výběr optimálního enginu, který zařídí fyzikální parametry a usnadní práci při tvorbě školících aplikací. Engine by se dal charakterizovat jako jádro virtuálního světa, kolem kterého je následně vytvořeno virtuální prostředí. Jedná se o různé algoritmy chování, fyziky, pravidel a způsobu vykreslování, které mají na samotnou tvorbu VR značný vliv. Díky správně nakonfigurovanému enginu je možné ve VR využívat dynamické objekty a gravitační síly. Jedná se o předefinované pravidla, díky kterým je možné tvořit realistické virtuální prostředí.

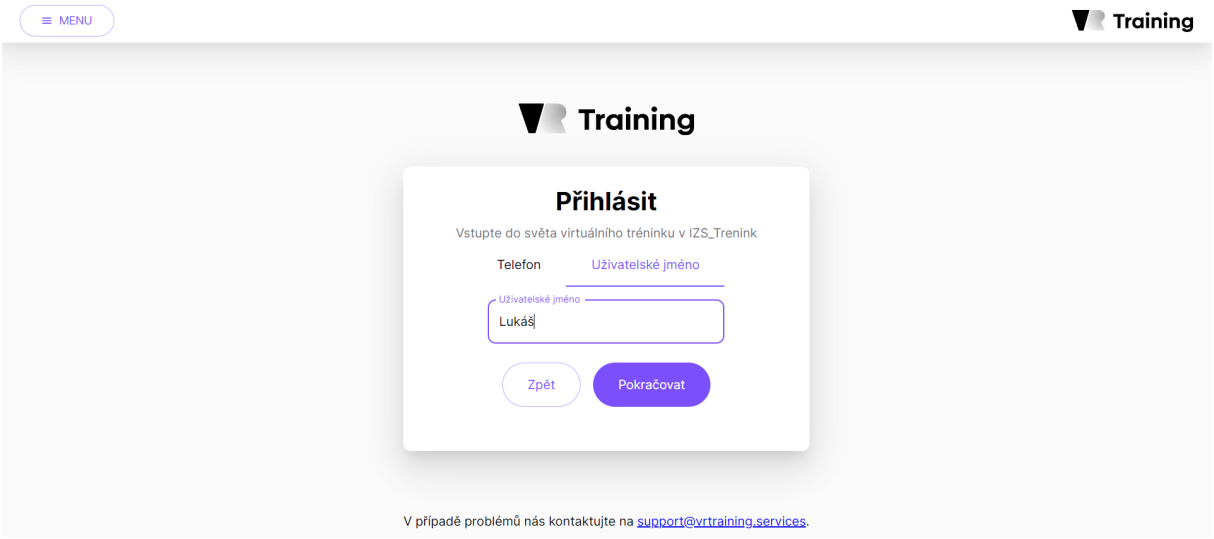
Jednou z HW možností, na kterých je možné provádět testování a ladění pracoviště, je HTC Vive. V současnosti se jedná o velmi známou technologii, která je velmi výkonná, z hlediska přesnosti dobře nakonfigurovaná a zajišťuje dobrou odezvu mezi uživatelem a VR. V první řadě je třeba si obstarat základní parametry, bez kterých není možné rozběhnout HMD brýle. Nejprve je třeba stáhnout a nainstalovat program Steam. Steam je internetová služba, která spadá do herního průmyslu. V podstatě se jedná o online obchod, kde si zákazník nakupuje hry. Z hlediska vývoje Steam podporuje virtuální realitu a zařízení HTC, takže je ideálním programem, pomocí kterého lze zkalibrovat místnost, brýle i ovladače. Další základní komponenty jsou zdarma ke stažení v asset storu společnosti Unity. Dají se přímo naimportovat v SW do aktuálního projektu. V dnešní době se vyskytují dva assety (SteamVR a Vive), které se nijak neliší. Pouze jeden (Vive) je novější a obsahuje více předpřipravených prvků. Základní skripty jsou v obou assetech stejné a jediný rozdíl je, že ve Vive assetu je více přednastavených možností, které ušetří čas. Co se týká verze Unity, s vývojářskými programy spolupracují déle a snaží se své zařízení vyvíjet.

Prvním krokem je tedy nainstalování SW a samostatná implementace assetu do Unity. SteamVR nabízí nastavení prostoru v místnosti nebo pouze ve stoje. Doporučená varianta je část místnosti, protože v brýlích člověk ztrácí přehled o okolí a čím je prostor menší, tím je snadnější něco rozbít nebo někoho praštit. Tím se autorka dostává k problému, jak vyřešit pohyb

ve virtuálním prostředí. Vzhledem k dostupným možnostem je ovlivněn i velikostí reálného prostoru. Nabízejí se dvě varianty, a to reálný pohyb a teleport. V případě reálného pohybu se jedná o reálnou simulaci, kdy krok člověka ve skutečném světě se rovná kroku ve VR. Tato varianta potřebuje několik podmínek, které musejí být splněné, aby mohla fungovat. V první řadě je třeba skutečný prostor, který je totožný s virtuální plochou. Pokud je k dispozici hala o 20 m^2, tak je třeba prostor na trackování o 20 m^2. Další podmínkou je více než dva senzory pro trackování, protože na větší vzdálenosti se může uživatel i ovladače ztratit (nebo např. když je žádoucí umožnit přechod mezi více místnostmi). Největší problém lze spatřovat v zařízení HTC Vive, protože se jedná o přenos dat pomocí klasických kabelů, tedy dochází k ovlivnění jejich délkou. Tento problém mají některé společnosti (např. Golem VR) vyřešený pomocí batohů, které obsahují výkonné PC/notebooky a kabely. Uživatel si tedy VR vybavení nese na svých zádech po dobu své exkurze. Dále kombinují reálné a virtuální objekty, kdy mají vystavěné umělé modely, které umožňují uživateli skutečný dotyk s virtuálním objektem. Tato varianta je velmi náročná z hlediska podmínek a financí, která se ne vždy vyplatí. Z autorčina pohledu se jedná o variantu, která je výhodná pro ergonomická pracoviště, kde má pracovník všechen materiál v dosahu jednoho kroku a v podstatě se nehne.

Druhá varianta je založená na sci-fi žánrech. Jedná se o přemístění teleportem, kdy má uživatel na libovolné tlačítko nastavenou možnost vybrat si prostor, kam se chce přemístit. Tato varianta je ideální pro virtuální prohlídky nebo zkoumání nových objektů, kdy se je třeba pohybovat po velkém prostoru, ale jedinec je omezen kabelem a snímací plochou. Assety nabízejí přednastavené prefaby a internet je plný tutoriálů. Nejedná se tedy o žádné složité nastavení. Ideálním tlačítkem pro teleport bývá touchpad. Existuje zde i možnost posuvu. Z hlediska vytváření virtuálního pracoviště a následného testování jsou zajímavé varianty skutečného chození a teleportu. První varianta (tedy reálné chození) je využitelná pro pracoviště, které jsou relativně malé (velikost jednoho pracovního stolu) a z prostorové studie vyšly pohyby zaměstnance do minimální vzdálenosti. Pokud je zaměstnanec nucený obsluhovat více pracovišť nebo si chodí pro materiál do vzdáleného regálu, je zde na místě využít teleport. To samé platí pro zásah zdravotnické záchranné služby, ale i pro působení dalších profesí, pro která jsou školení ve virtuální realitě vytvářena, včetně těch průmyslových.

Z hlediska softwarového řešení je vhodné vytvoření klientské verze, která je funkční a pro uživatele snadno ovladatelná. V tomto prostředí byla založena organizace IZS, pod kterou lze nahrát veškeré aplikace, neboť je předpoklad, že organizace nebude školit pouze modul autonehoda, tedy je předpokladem, stejně jako tomu bývá v průmyslovém kontextu, že je pracováno s několika moduly. Tyto aplikace se pak samy stahují do všech zařízení, které jsou v této organizaci přiřazené. Pro přihlášení do řídícího systému si nejprve uživatel vybere organizaci, následně zadá své přihlašovací údaje. Pro každého uživatele lze založit účet a vybrat ze dvou druhů přihlášení: pomocí jména a hesla nebo telefonního čísla.

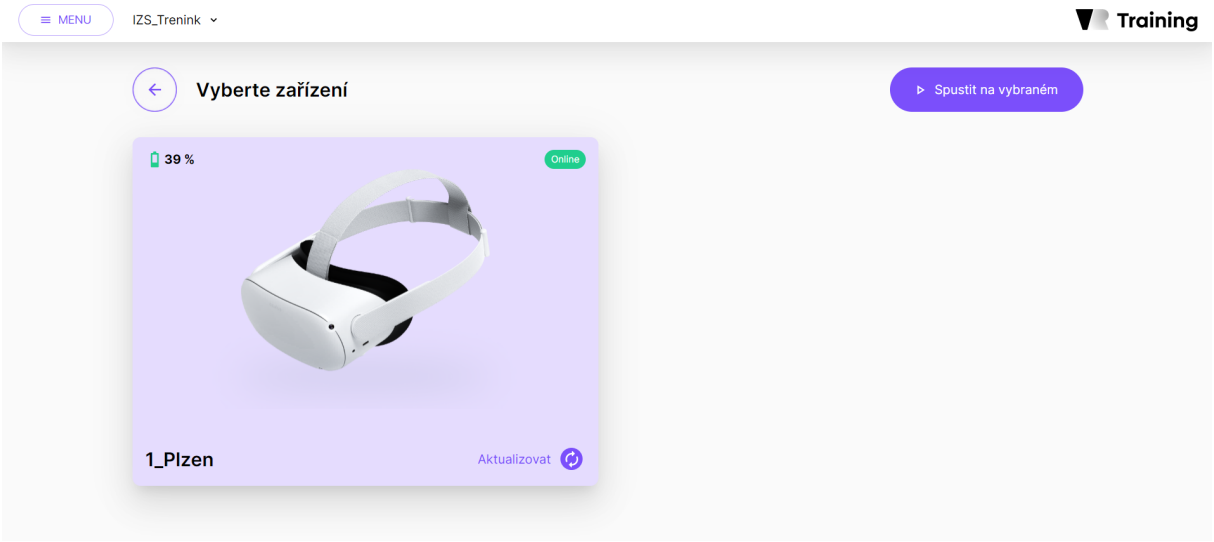


Obrázek 61 - Přihlašování do řídícího softwaru

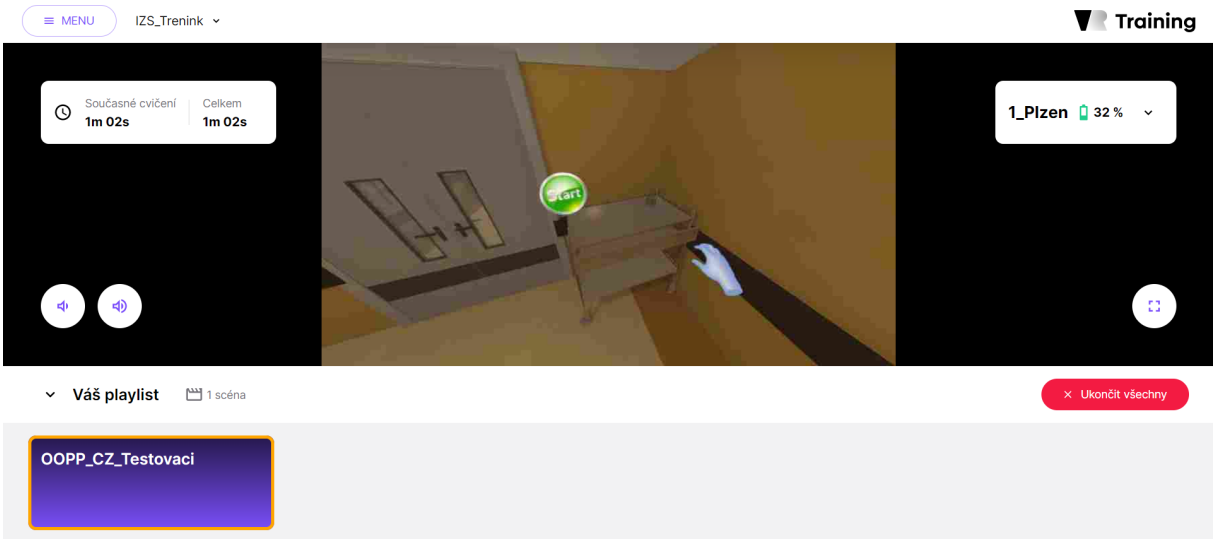
Po přihlášení každý uživatel v sekci scény uvidí všechny aplikace, které mu byly přiřazeny. Tyto scény reprezentují jednotlivé aplikace, které lze spustit. Pokud chce někdo spustit více aplikací za sebou, je potřeba vytvořit tzv. playlist. Do playlistu se dá vložit více aplikací, takže lze udělat jeden balíček aplikací, který by měl uživatel projít za sebou. Díky uživatelským účtům, které mají svoje „role“ a pravomoci, je snadné určit odpovědnou osobu, která tyto playlisty bude vytvářet a přiřazovat uživatelům (tj. školitel). Playlist je možné časově omezit, takže lze dát termín, do kdy mají být veškerá školení splněná. Po vybrání scény/playlistu, který si chce uživatel pustit, ji spustí přes tlačítko Zahájit scénu. Následně je vyzván, aby si vybral brýle, na kterých chce školení provádět. Dále vidí další informace, jako stav baterie a jestli je potřeba aktualizace. Pokud by brýle aplikaci neobsahovaly, řídící software uživatele upozorní, že vybraná aplikace není nainstalovaná a měla by se provést aktualizace brýlí. Po vybrání brýlí stačí stisknout tlačítko Spustit na vybraném a absolvovat potřebná školení.

Co se ovladačů použitých v rámci testování týče, každý ovladač obsahuje čtyři tlačítka, která se dají využít a jedno zapínací. Je možnost nastavit pro každý ovladač jiné funkce, ale autorka dané nedoporučuje vzhledem k tomu, že každý uživatel má jinou dominantní ruku. Dle autorky této práce je důležité nastavit jednotlivá tlačítka pro všechny testování shodně, aby nedocházelo k prostojům při učení ovládání. Při rešerši podobných projektů, které se zabývaly interakcí s objekty a přemisťováním byl nastavený teleport na prostřední tlačítko (touchpad). Boční (grip) sloužili pro uchopení dílu. V rámci využití maximální podobnosti, bývá nastaveno držení tlačítka, které simuluje držení dílu. V momentě, kdy se Grip pustí, model automaticky padá na zem. Tato nastavení je možné změnit, nicméně pro veškeré budoucí projekty této služby by bylo dobré mít shodné nastavení. Autorka však v rámci svého pozorování došla k závěru, že ovladače jsou pro školené poměrně zatěžující a zvyšují míru frustrace pociťovanou v rámci školení a tréninku. Přestože chápe potřebu využití příslušné technologie pro modul autonehoda, považuje v případě doplňujících školení využívat technologie Oculus Quest 2 a především pak handtrackingu, kdy se probandům uvolní ruce a sníží se tak míra frustrace. Toto bylo ověřeno i v případě testování aplikace pracující s edukací použití AED přístroje.

Po spuštění se v řídícím softwaru dostává uživatel na poslední okno, které je spíše pro školitele. Zde je vidět stream z aplikace. Dále je možné uživateli ztišit/zvýšit zvuk a také aplikaci vypnout. Kromě toho je zde vidět celková doba používání, doba současné aplikace, název brýlí a stav baterie. Stream je možné nastavit přes celou obrazovku a pokud by měl školitel více školení, lze se mezi nimi přepínat. Ve spodní části je vidět složení playlistu, kolik modulů ještě uživatele čeká a který právě provádí.



Obrázek 62 - Výběr VR headsetu



Obrázek 63 - Spuštěná aplikace a přenos obrazu z VR headsetu

Instalační manuál nebyl vytvořen, protože vyvinuté VR aplikace není potřeba instalovat. Aplikace určené pro zařízení Valve Index se spouští jako jakákoliv běžná aplikace souborem s příponou .exe. Uživatel se pak ocitá přímo ve vzdělávací nebo testovací aplikaci. Pro každou aplikaci je individuální spouštěcí soubor. Aplikace určené pro zařízení Oculus Quest 2 jsou předinstalovány v řídící aplikaci, která je dostupná online a uživateli, respektive spravující organizaci bude na této webové platformě vytvořen účet.

Pro potřeby přípravy a nastavení techniky však byly připraveny jednoduché a přehledné uživatelské manuály. Manuál pro Valve Index v jednotlivých krocích provádí uživatele přípravou prostoru pro simulaci, zapojením senzorových stanic, připojením brýlí k počítači, jejich nastavením až po spuštění konkrétní aplikace. Manuál pro Oculus Quest 2 informuje uživatele o přípravě brýlí a zejména o jednotlivých sekcích v řídící webové aplikaci. Tyto manuály jsou součástí této práce. Srozumitelnost manuálu pro Valve Index byla dotazována v rámci polostrukturovaného rozhovoru a prošla na výbornou. Z důvodu přehlednosti byly vytvořené manuály vloženy do příloh č. 5 a 6. Autorka doporučuje tvorbu manuálu a jeho poskytnutí již ve fázi testování širší skupinou uživatelů, kteří mohou zhodnotit přínos manuálu a jeho srozumitelnost jako takovou.

6.4 METODICKÉ POKYNY PRO IMPLEMENTACI MODULU A ORGANIZACI VZDĚLÁVÁNÍ

Obecně byly testovaná VR simulace a trénink vnímány jako velmi nápomocné a jsou vnímány jako budoucnost ve vzdělávání zaměstnanců. Takto odpovědělo 95 % probandů. Nikdo neuvedl, že by tato forma vzdělávání byla neužitečná či zbytečná. Nikdo neuvedl, že tato forma vzdělávání není budoucností. Velmi dobře byla vnímána úvodní scéna s instruktáží. Nikdo neuvedl, že by nebylo přínosné, nebo že by obecně úvodní instrukce nebyly dostatečné či že by v nich něco chybělo. Autorka doporučuje členění modulů na výukovou – edukační část a trénink s testováním, případně je možné vytvořit dílčí úrovně konkrétního modulu (například v případě průmyslové výroby seznámení s procesem a pracovištěm – následně zaměření na takt – zaměření na kvalitu – zaměření na takt i kvalitu).

Ve srovnání techniky se jeví jako výhodnější zařízení Oculus Quest 2 ovládané pomocí gest. Naopak u Valve Index byly ovladače hodnoceny některými probandy jako moc složité na pochopení a rušivé. Výtky byly také proti nemožnosti volného pohybu v prostoru a využívání teleportů. Propojení brýlí s počítačem pomocí kabelu bránilo v lepším pohybu.

S ohledem na samotnou VR simulaci bylo u autonehody doporučeno doplnění škrtidla CAT a ambukavu pro případ zraněného dítěte. Tuto skutečnost uvedlo až 30 % probandů. Padlo doporučení na rozšíření detekční oblasti okolo prvků měřících životní funkce. Další doporučení vedlo k doplnění interaktivních dialogů ke všem zraněným. Prostředí by také mělo být doplněno o ruchy a zvuky křičících lidí, blikajících a troubících auta z důvodu zvýšení stresu při plnění úkolů. Tyto aspekty jsou sice v prostředí přítomny, nicméně ve srovnání s reálným školením (kontrolní skupina) byly vnímány spíše jako podkres a minoritní. Při hlášení dle metody METHANE by měl být umožněn výběr úniku kapalin na místě nehody. Tyto výstupy hovoří pro nutnost testování širší skupinou uživatelů, neboť tyto připomínky od vlastníka procesu poskytovány nebyly. Je tak patrná odlišná perspektiva vlastníka procesu (který v daném případě byl zkušený lékař – záchranář) a uživatelů procesu (zdravotničtí záchranáři). Doplnění těchto dvou perspektiv napomáhá modifikaci modulu tak, aby byl maximálně přínosný a vzdělávání maximálně efektivní.

Z hlediska aspektu periodicity školení je třeba vycházet typově z dvou typů školení, jejich účel může vzdělávání ve virtuální realitě naplnit a zároveň zefektivnit přípravu zaměstnanců. Jedná se o preventivní a operativní školení. Platí, že preventivní školení je velmi účinné a dobře zapamatovatelné díky věrnému napodobení situace. Operativní školení pak rychle a názorně připomene a konkretizuje postup pro aktuálně vzniklou situaci. Školení může být provedeno bez účasti školitele, není tak limitováno personálními kapacitami a lze uskutečnit kdykoliv, s libovolným počtem opakování.

Co se preventivního školení týče, prevence představuje pravidelné a dlouhodobé školení personálu (ať už se jedná o personál zdravotnický nebo zaměstnance průmyslového podniku), aby v příslušném případě (v případě této disertační práce pak v případě mimořádné události s hromadným postižením osob, v průmyslovém kontextu se může jedna to zastavení linky, odhalení vadného dílu aj.) se každý člen týmu rychle zorientoval a znal své úkoly. Z didaktického hlediska je třeba jej propracovat po stránce členění obsahu i periodicity. Dlouhodobé plošné vzdělávání a trénink zaměstnanců, v daném případě záchranářů, zvýší jejich připravenost a v případě mimořádné události budou přesně vědět, jak postupovat.

Co se týče operativního školení, operativa slouží k rychlému řešení nastalé situace (například mimořádná událost s hromadným postižením osob, v průmyslovém kontextu zastavení linky, úraz v důsledku nebezpečné situace). Zajistí rekapitulaci aktuálních vstupních

informací či promptní oživení problematiky pro zaměstnance. Poslouží také k rychlému doškolení nekvalifikovaného personálu nebo jako prostředek pro vzdálené interaktivní předání aktuálních informací, znalostí a zkušeností. Dále je aplikaci školení vhodné vytvářet v módu singleplayer, ale také multiplayer. V módu multiplayer je pak možné propojit například jednotlivé složky integrovaného záchranného systému (v případě průmyslového podniku pak například jednotlivé závody), zcela konkrétně si lze přestavit například propojení zdravotnických záchranářů a hasičů.

Naprogramované virtuální prostředí by vždy mělo věrně kopírovat skutečné prostředí, ve kterém bude zaměstnanec školen. Přenos informací bude probíhat pomocí brýlí na virtuální realitu a kontrolerů, které fungují jako ruce pro uchopování předmětů. Po zaškolení zaměstnanců proběhne trénink v reálných situací, na které byl zaměstnanec proškolen. Poté bude hodnocen z pohledu zvládnutí správných postupů, ale také rychlosti reakce, která je v těchto situacích velmi důležitá. Autorka práce doporučuje sledovat nastavené metriky, aby bylo možno zefektivnění vzdělávání objektivně hodnotit. Metriky navrhuje rozdělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní metriky pro sledování navrhuje sledovat následující: úspěšnost (prošel/neprošel), počet chyb, váha chyby, čas, časové razítko a pochopitelně uživatele (identifikace a specifika). Mezi vnější metriky pro sledování navrhuje autorka sledovat následující: počet spuštění, intenzita spouštění, procento dokončení vůči spuštění, časové razítko (začátek a ukončení), uživatel (tj. kdo spustil modul). Metriky by měly vždy kopírovat nastavený systém vzdělávání a potřeby podniku či organizace. Výše uvedené je pouze návrh na základě zkušenosti autorky, provedeného experimentu a pozorování.

Z dostupných zdrojů vyplývá, že je nezbytně nutné klást velký důraz na periodicitu opakování a její správné nastavení. Školení teoretických znalostí a praktických zkušeností je nezbytné pravidelně cvičit. Čím vícekrát bude člověk testován, tím více nabude jistoty při reálné situaci. Nácviky musejí probíhat pravidelně, a to v přesně daných časových intervalech. Školení musí být poutavé a přínosné. V současné době vše funguje na odborných školitelích, kterých je omezený počet. Tito lidé pravidelně objíždějí střediska Integrovaného záchranného systému (IZS) v pevně daném harmonogramu cca 1x ročně a provádějí školení pro skupiny členů IZS v počtu 5–20 členů. Obdobná zkušenost je i v podniku, kde fungují například tréninková centra, která však mají také svoji kapacitu a omezené personální zdroje, jejich potřeba je s ohledem na potřeby trhu práce a fluktuaci zaměstnanců v čase nerovnoměrná. V případě, že se člen IZS/zaměstnanec podniku nemůže zúčastnit (pracovní povinnosti, nemoc apod.), jde na školení až další rok/v následujícím cyklu/náhradním termínu, popřípadě se operativně domluví na jiném středisku. V případě IZS má hodnocení a zpětná vazba podobu psané zprávy, kde je celé cvičení zhodnoceno, obdobnou praxi používají podniky, kdy existuje písemný záznam, často v podobě indexu či jiného souhrnného hodnocení, které z tréninkového centra zaměstnanec předává do provozu a často je na základě zaznamenaného výsledku doporučen na konkrétní pracoviště podniku. Někdy je možno se setkat s argumentem, že hodnocení je vysoce subjektivní, neboť není definován žádný standard, podle kterého by bylo možné účastníky školení hodnotit. Z hlediska porovnání technických a organizačních parametrů je inovovaná metoda školení ve VR výrazně efektivnější z hlediska kapacity a rychlosti předávaných informací.

Na základě informací bylo zjištěno, že by bylo vhodné školení pro jednotlivce provádět optimálně 1krát za 3 měsíce, kdy během čtvrtletí by měli absolvovat danou složku integrovaného záchranného systému. Dále v módu multiplayer je možno předpokládat, že by se školení provádělo optimálně 2krát za rok. Vše samozřejmě bude záležet na vytvořeném scénáři a náročnosti provedení příslušného školení. Jelikož náročná příprava realizace těchto školení odpadne díky vytvoření aplikace, lze předpokládat, že školení bude mocí být realizováno častěji než 2krát ročně. Tato periodicita by měla u podniku kopírovat personální

potřeby, kapacity a plány personálního rozvoje ve vazbě na zpracovávanou bilanci pracovních sil.

Navržený a testovaný modul se může stát součástí pravidelných cvičení, kterých ze zdravotnická záchranná služba účastní. Jedná se zpravidla vedle standardních školení o školení prověřovací a taktická. Dle zákona č. 239/2000 Sb. se prověřovací cvičení provádí za účelem ověření přípravy složek IZS k provádění záchranných a likvidačních prací. Součástí cvičení může být i vyhlášení cvičného poplachu pro složky IZS. Taktické cvičení se pak provádí za účelem přípravy složek IZS a orgánů podílejících se na provedení a koordinaci záchranných a likvidačních prací při mimořádné události. Konání taktického cvičení se předem projedná se zúčastněnými složkami a orgány. Tato cvičení je oprávněn nařídit ministr vnitra, generální ředitel HZS, hejtman kraje nebo ředitel HZS kraje. Při koncepci scénáře je nutné vycházet ze znalosti příslušného prostředí. Bude-li dané demonstrováno na profesi zdravotnického záchranáře a aplikaci autonehoda, pak je možné konstatovat, že je jednou z typových činností složek IZS. Jedná se o událost v provozu na pozemních komunikacích, například je to havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu. Virtuální realita zde naráží na limit komunikace s účastníky dopravní nehody. Byť v omezené míře, komunikace by měla vždy být součástí aplikace, aby bylo možno věrně simulovat reálné prostředí. Je žádoucí s účastníky dopravních nehod komunikovat vhodným způsobem. Mezi důležité body, kterých je třeba se při komunikaci držet, patří ujišťovat vyprošťované o tom, že je situace pod kontrolou, informovat je o činnosti, která bude následovat, rozšířeně opakovat, komunikovat i s osobami, které jsou pravděpodobně ve stavu ztráty vědomí, počítat s možnými akutními reakcemi na stres u vyprošťovaných osoby, které mohou mít škálu podob chování od absolutní strnulosti až po neklid, zmatenost a agresivitu. Je důležité naslouchat promluvám vyprošťovaných, zbytečně tyto projevy netlumit, podporovat průchod citovým projevům osob zasažených událostí, poskytovat podporu, kotvit, informovat i tzv. nezraněné účastníky a také se ptát na další potřeby. Toto je možné při konvenční formě tréninku, kde je tento přístup standardem školení. Na druhou stranu je limitem virtuálního tréninku a byť nikoliv v plné míře, v určité podobě by měla být interakce s pacientem pro potřeby povahy profese zdravotnického záchranáře v aplikaci či školeném modulu přítomna.

Pro koncepci obsahu aplikace je třeba vyjít ze standardizovaného postupu. Pokud není postup standardizovaný, pak z postupu zvykového. V případě, že ZZS dojede na místo dopravní nehody jako první složka IZS, provádí následující činnosti. Posoudí rizika pro zasahující zdravotníky na základě svých zkušeností, případně s vyžitím různých pomůcek. V případě potřeby ochrany posádky před účinky mimořádné události nebo při potřebě technického zásahu, jako je například vyprošťování apod., neprodleně vyžaduje cestou operačního střediska ZZS pomoc od jiných složek IZS, zejména jednotek požární ochrany. Zastaví s vozidlem se zapnutými světelnými signály tak, aby minimalizovalo ohrožení posádky, případně zajistí umístění výstražného trojúhelníku. Upřesní tísňovou výzvu pro zdravotnické operační středisko z pohledu rozsahu, typu a závažnosti zdravotnických následků. Následně dochází k zahájení záchranných prací, kdy je zajišťována odborná přednemocniční neodkladná péče v rozsahu podle podmínek a okolností na místě zásahu, dochází k posouzení potřeby použití ochrany dýchacích cest a dalších osobních ochranných pracovních prostředků. Následně jsou pacienti transportováni do lůžkových zdravotnických zařízeních, případně je konstatována smrt osob, přičemž mohou být prováděny úkony spojené s ohledáním těla zemřelého a vyplněním Listu o prohlídce mrtvého. Dochází k informování Policie ČR prostřednictvím zdravotnického operačního střediska o pacientech zemřelých během transportu do cílového zařízení. Někdy jsou vyžadovány vrtulníky letecké záchranné služby pro transport do zdravotnického zařízení. Podle potřeby je také zajišťována nebo vyžadována součinnost s dalšími základními složkami

IZS. Při zohlednění všech těchto činností je třeba si uvědomit, že pokud by byly všechny zahrnuty do scénáře aplikace, jednalo by se o aplikaci časově příliš náročnou. Obecně autorka doporučuje aplikací nepřesahovat 15 minut času. Je-li delší, je na zvážení její rozdělení na dílčí moduly. Nicméně výše uvedené může být obsaženo už v samotném návrhu scény, přičemž je zcela zásadní otázka, jaké je očekávání od daného školení, jak už bylo uvedeno. Bude-li bráno v potaz, že cílem je osvojení METHANE a třídění dle START, pak se jedná o osvojení si a ukotvení standardizovaného postupu. Tyto je jednoduché převést do virtuální reality a zde trénovat při respektu otevřeného scénáře, který se může (a měl by) dynamicky proměňovat.

V případě mimořádné události je zásadní stanovit priority v poskytování přednemocniční neodkladné péče a odsunu (tj. provést třídění zraněných osob). Třídění se provádí v případě, kdy je významný nepoměr mezi počtem zraněných osob a zasahujících zdravotnických pracovníků (tj. pokud není možné zajistit okamžitou přednemocniční neodkladnou péči všem zraněným osobám současně). Jelikož se nejedná o každodenní rutinní činnost, jeví se zde virtuální realita jako technologie pro překlenutí nedostupnosti či nízké četnosti příslušných jevů, v daném případě zásahu. V kontextu běžného podniku se však virtuální reality běžně používá pro opakující se, každodenní činnosti, logika scénáře je však jiná. Pro úspěšný výsledek, kterým je počet zachráněných osob, je stěžejní první půlhodina až hodina činnosti. Cílem činnosti v rámci mimořádné události je soustředit a vhodně organizovat dostatečné množství sil a prostředků složek IZS pro záchranu osob, pro minimalizaci počtu obětí a pro zmírnění trvalých zdravotních následků u zraněných osob. Toho lze dosáhnout zejména poskytnutím odpovídající první pomoci, poskytnutí PNP a zkrácením doby odsunu zraněných osob z místa zásahu do nemocnic. Mimořádná událost s velkým počtem zraněných osob může být členěna na tři druhy. V případě prvního lze třídění postižených osob provádět přímo na místě události, nebo co nejblíže tomto místu, a to bez zjevného ohrožení členů zdravotnické složky. Toto se jeví jako vhodný případ pro implementaci do virtuální reality. Druhý případ je pak takový, kdy je postižené osoby nutné přesunout do bezpečné vzdálenosti mimo dosah možných nebezpečných účinků mimořádné události, kdy se může jednat například o výbuch, hrozící zřícení konstrukce aj. Transport osob většinou provádí hasiči, což se jeví jako možný potenciál pro interakci ve virtuálním prostředí. Třetí případě pak představuje situaci, kdy je v místě mimořádné události prokázána přítomnost nebezpečných látek. Konkrétní postup pro složky IZS spočívá zejména ve stanovení nebezpečné zóny, způsobu ochrany osob zasahujících v nebezpečné zóně, místa a způsobu dekontaminace osob zasažených mimořádnou událostí a osob zasahujících v nebezpečné zóně. I toto se jeví jako vhodný potenciální scénář pro virtuální realitu, kdy by byl kladen důraz na dodržení příslušného postupu při zachování standardů kvality a zároveň potřebné rychlosti.

Skupiny zdravotnické složky jsou třídící skupiny, skupiny přednemocniční neodkladné péče a skupiny odsunu postižených osob. Třídící skupiny vyhledávají postižené osoby a provádějí jejich třídění. Třídění se provádí v případě, kdy je významný nepoměr mezi počty postižených osob a zasahujících zdravotnických pracovníků, kdy se stanoví pořadí pro poskytnutí přednemocniční neodkladné péče jednotlivým postiženým osobám a jejich odsunu na stanoviště skupiny PNP. Posléze jsou postižené osoby označené identifikační a třídící kartou a jsou shromážděny na stanovišti PNP – v prezentovaném modulu byly použity třídící pásky, stejně tak v případě kontrolní skupiny. Skupiny přednemocniční neodkladné péče poskytují PNP postiženým osobám, provádí přetřídění osob, které zohledňuje vývoj jejich zdravotního stavu a stanovuje se pořadí jejich odsunu do zdravotnických zařízení poskytovatelů zdravotních služeb. Skupiny odsunu postižených osob zajišťují již samotnou přepravu postižených osob ze svého stanoviště do zdravotnických zařízení. Rozhodnutí vedoucího skupiny o odsunu postižených může být změněno zdravotnickým operačním střediskem. Pokud je to možné, navazuje se na stanoviště skupiny PNP. Je žádoucí, aby bylo umožněno nakládání postižených

osob do více dopravních prostředků najednou a umožněn jejich současný odjezd. S vědomím těchto rolí je nutné učinit dva kroky. Primárně identifikovat zásadní a klíčové činnosti pro trénink. S ohledem na výše uvedené se tak jeví primárně třídění osob, neboť se týká prakticky všech zdravotnických záchranářů, v perspektivě skupin pak prvních dvou zmíněných. Jedná se o standardizovaný systém, který je jednoduché přenést do virtuální reality, který má jasná pravidla, s nimiž jsou zdravotničtí záchranáři seznamováni již v rámci jejich studia. Dále je třeba identifikovat další potenciální činnosti, které se týkají všech zúčastněných, a tedy příslušný modul se může dotknout maximálního počtu jedinců, aby byl efektivní. V dané cílové skupině se může tak jednat o použití AED nebo použití ochranných prostředků. Mezi osobní a ochranné pomůcky, které mohou v některých případech příslušníci zdravotnické složky používat, patří: pracovní oděv a pracovní obuv, ochranné rukavice (gumové), filtrační polomaska nebo ochranná maska s filtrem, ochranné brýle, jednorázový ochranný oděv, návleky na obuv a ochranná přilba.

Jak již bylo uvedeno výše, pro školení ve virtuální realitě jsou primárně vhodné činnosti, které jsou standardizované, případně je lze standardizovat, případně činnosti, které mají zvykově stanovený postup. Cílem je, aby došlo k unifikaci standardu, který bude přenesen na zaměstnance. Ten pak může v rámci konvenčního typu vzdělávání či vlastní praxe na tuto znalost navazovat a dále ji rozvíjet, nicméně cílem edukace a tréninku ve virtuální realitě je poskytovat neměnné, jednotné a standardizované znalosti a posilovat dovednosti všem zaměstnancům. Z tohoto důvodu byla využita metoda START. Zároveň byl využit potenciál virtuální reality zprostředkovat prostředí a situace, které nejsou běžné ani četné a expozice těmto situacím je spíše vzácná, což ovšem logicky vyvolává riziko nižší připravenosti na tyto situace na straně zaměstnanců, případně nejistotu při zajištění potřebných procesů. Takovou situací je právě mimořádná událost s hromadným postižením osob. Právě metoda START se pro třídění osob užívá u mimořádné události s hromadným postižením osob, pokud je počet zasažených osob ve výrazném nepoměru k počtu zdravotnických pracovníků a všude tam, kde nelze provádět třídění zasažených osob členy zdravotnické složky. Tato metoda rozděluje účastníky mimořádné události podle priority poskytnutí pomoci na pacienty červené, žluté, zelené a černé. První prioritou jsou pacienti označení červeným páskem, což indikuje stav selhávání životních funkcí. Druhou prioritou jsou pacienti označení žlutým páskem, kteří nejsou schopní samostatného pohybu. Třetí prioritou jsou pacienti označení jako zelení pacienti, což znamená, že se jedná o pacienty soběstačné, odložitelné a ošetřitelné. Pro určení priority metodou START je nutné důkladné proškolení nejen příslušníků ZZS, ale stejně tak příslušníků HZS. Z toho důvodu se rozšiřuje spektrum pro využití modulu ze strany funkčních složek IZS.

Při primárním třídění batolat a dětí je postup odlišný, provádí se dle metody JumpSTART. Tato metoda slouží k třídění dětí ve věku 1–8 let (děti mladší než 1 rok nemohou být ve skupině chodících). Vzhledem k tomu, že rozpoznat přesný věk u dětí okolo 8–10 let je obtížné, doporučuje se metodu JumpSTART využívat, pokud zraněný vypadá jako dítě. Pokud vypadá jako mladý dospělý, využije se předchozí zmíněná metoda START. Přestože v rámci experimentu nebylo dětských pacientů využito, doporučuje se do praktického tréninku náhodné generování pacientů, kdy databáze pacientů zahrnuje vždy i dítě, které může být buď náhodně, nebo na základě přednastavení ze strany koordinátora či školitele zařazeno.

Pro zajištění bezpečného prostoru a maximální míry imerze je pro školené vhodné zajistit co nejvyšší míru věrnosti. Pro zdravotnického záchranáře je využíván avatar oblečený jako kolega-záchranář a zároveň je na místě sanitní vůz. Jedná se tak o bezpečné prostředí, kdy je podprahově vnímáno. Vozidlo rychlé lékařské pomoci je sanitní vozidlo splňující podmínky pro provoz motorových vozidel na pozemních komunikacích podle jiných právních předpisů. Základní barva karoserie vozidla je žlutá. Na bocích vozidla je umístěno retroreflexní značení

v podobě pravidelně se střídajících obdélníkových polí zelené a žluté barvy o minimálním rozměru 590 × 300 mm v jednom nebo dvou vodorovných pruzích vytvářejících vzhled šachovnice, přičemž kratší strana obdélníkového pole určuje šíři pruhu. Vozidlo je dále na bocích výrazně označeno nápisem „Zdravotnická záchranná služba“ o minimální výšce písmen 150 mm a názvem poskytovatele zdravotnické záchranné služby a na střeše volací značkou radiostanice vozidla o minimální výšce písmen 150 mm. Toto je nutno znát a zapracovat do designu aplikace. Důležitá je i znalost vybavení. Mezi vybavení vozu patří nosítka vybavená zádržným systémem pro děti a dospělé, vakuová matrace, zařízení pro přepravu sedícího pacienta (pokud funkci tohoto zařízení nemají nosítka), transportní plachta, přikrývky a lůžkoviny, termoizolační fólie pro udržování tělesné teploty, fólie nebo vak pro zemřelé, přenosný defibrilátor s monitorem a 12ti svodovým záznamem EKG křivky a stimulátorem srdečného rytmu, v Plzeňském kraji pak defibrilátor Corpulse, dále pak ruční dýchací přístroj s příslušenstvím pro novorozence, děti a dospělé s možností připojení ke zdroji medicinálního kyslíku, přenosný přístroj pro umělou plicní ventilaci (v Plzeňském kraji pak Oxylog2000 a 2000plus), dvě tlakové lahve na kyslík, každá s obsahem 10 l s příslušenstvím k inhalačnímu podávání kyslíku (polomaska, průtokoměr, redukční ventil), dvě tlakové lahve na kyslík, každá s obsahem 2 l, sada pomůcek pro zajištění dýchacích cest (laryngoskop s různými velikostmi lžic, endotracheální kanyly pro všechny věkové skupiny pacientů, Magillovy kleště, zavaděč do endotracheální kanyly, supraglotické pomůcky, souprava pro koniotomii), pomůcky pro zvlhčování dýchacích cest a aplikaci léčiv, ventil pro vytvoření pozitivního tlaku v dýchacích cestách na konci výdechu (PEEP ventil), přenosná bateriová odsávačka s kapacitou minimálně 1l, zařízení pro ohřev infuzí na teplotu 37 °C ± 2 °C, vybavením pro podávání injekcí a infuzí včetně vhodných kanyl, vybavení pro podání infuze přetlakem, zařízení pro upevnění infuze, infuzní pumpa nebo dávkovač stříkačkový, pomůcky pro intraoseální vstup pro děti a dospělé, souprava pro hrudní punkci, jehla k punkci perikardu, kapnometr, tonometr s různými velikostmi manžety, pulzní oxymetr, stetoskop, glukometr, vybavení k měření tělesné teploty, vybavení k měření tělesné teploty, odběrová zkumavka pro odběr hemokultury, pomůcky pro znehybnění krční páteře, pomůcky pro imobilizaci, materiál pro ošetření ran, materiál pro ošetření popálenin, diagnostické světlo, nádoba na moč, jednorázové sáčky na zvratky nebo jednorázové emitní misky, kontejner na zdravotnický odpad, odpadkový koš, sterilní chirurgické rukavice - 6 párů, jednorázové rukavice - 25 párů, vyprošťovací zařízení (vesta), spinální nebo scoop rám, bezpečnostní přilba, bezpečnostní (pracovní) rukavice, osobní ochranné vybavení proti infekci pro všechny členy výjezdové skupiny, náhlavní osvětlovací souprava pro všechny členy výjezdové skupiny, přenosné reflektory pro vyhledávání osob v terénu, nůžky na oděvy, obuv a bezpečnostní pásy, dezinfekční prostředky na ruce a na zdravotnické pomůcky, vozidlová radiostanice, přenosná radiostanice, připojení k veřejné telefonní síti prostřednictvím radiostanice nebo mobilního telefonu, zařízení pro vnitřní komunikaci mezi řidičem a osobami v prostoru pro pacienty (pokud vnitřní uspořádání vozidla neumožňuje přímou komunikaci mezi nimi), zvláštní výstražné světlo modré barvy doplněné zvláštním zvukovým výstražným zařízením. Z předchozích uvedených informací je patrné, že vybavení sanitního vozu je velmi široké. Pro samotný modul je nutné připomenout jeho účel. Účelem představovaného modulu nebylo seznámit s vybavením sanitního vozu, tedy míra detailu sanitního vozu nemusí obsahovat veškeré výše uvedené. Na druhou stranu je třeba zachovat reálnost vybavení sanitního vozu, který je modelovaný pro potřeby aplikace. Pokud by vůz v aplikaci obsahoval prvky, které nejsou zpravidla přítomny, nebo naopak neobsahoval zcela signifikantní vybavení, bylo by možno očekávat zvýšení frustrace na straně probanda/školeného, neboť by se prostředí stalo nerelevantním, což má přímý vliv na motivaci školeného pro dokončení a lze očekávat i vliv na výsledek školení v rovině času a jednotlivých typů zátěže. Je tak zcela patrné, že design prostředí vyžaduje kooperaci mezi zadavatelem, bez ohledu na to, zda se jedná o zdravotnickou záchranou službu, jako v případě předkládané

disertační práce, nebo průmyslový podnik, a dodavatelem modulového řešení ve virtuální realitě.

V případě avatara je vhodné zvážit jeho vzhled. V testovaném modulu byl oblečen jako zdravotnický záchranář, tedy kolega školeného. I zde je cílem navodit vyšší míru autenticity, imerze, a tedy intenzivnější prožitek z tréninku samotného. Je však na zvážení, zda nenahradit avatara pouze hlasem z hůry, což by s ohledem na etickou linku respektovalo také genderovou rovnost, což je téma ve virtuální realitě dosud příliš neřešené, nicméně v celospolečenském kontextu důležité a k jako takovému je třeba i z perspektivy průmyslového inženýrství přihlížet.

Vzhledem k tomu, že před pracovní činností museli všichni členové zdravotnické záchranné služby dosáhnout požadovaného stupně vzdělání, měli by všichni mít potřebné teoretické znalosti ke zvládnutí kritických událostí. V tomto kontextu je důležité upozornit, že pro koncepci modulu je třeba vycházet z požadavků zadavatele, nicméně autorka práce doporučuje stavět modul jako edukační pro začátečníky s případným škálováním náročnosti pro retraining ze strany zkušených či zkušenějších zdravotnických záchranářů. V případě disertační práce bylo zjištěno, že zástupci cílové skupiny, tedy zdravotničtí záchranáři, museli i během studia či přípravy na výkon povolání museli pracovníci absolvovat odbornou praxi, kde si vyzkoušeli implementaci teoretických znalostí do praxe. Ne vždy je ale pravidlem, že pracovník umí implementovat nabyté zkušenosti v praxi, už zde hraje roli stres, první zkušenost s daným případem či neznalost metodických pokynů, což je fakt, který podporuje zaměření minimálně jednoho modulu, úrovně či celé aplikace na přenos znalosti a dovednosti i pro úplné začátečníky či nové zaměstnance bez předchozí zkušenosti.

Pro koncepci modulu ve virtuální realitě je potřebná identifikace a konkrétní pojmenování stávajících (tj. vstupních) a požadovaných (tj. výstupních) znalostí a dovedností. Výstupní znalosti byly v případě této disertační práce pojmenovány u představeného modulu v rámci představení experimentálního vzorku a modulu autonehoda. Vstupní znalosti musí být teoretické a praktikant by měl ovládat i praktické dovednosti. Například znalosti, kterými by měli disponovat zdravotničtí záchranáři, jsou vzdělání v oboru, znalost metodických postupů vytvořených zdravotnickou záchranou službou, trauma plán zdravotnické záchranné služby, znalost doporučených postupů pro zvládnutí mimořádné události s hromadným postižením osob.

Také pro vzdělávání virtuální reality tedy zůstává zcela zásadní definovat vzdělávací cíle. Cílem vzdělávání zdravotnických záchranářů jakožto dílčí složky IZS je zajištění zvládnutí teoretických a praktických znalostí potřebných ke zvládnutí kritické situace. Pokud se jedná například o mimořádnou událost s hromadným postižením osob, jedná se o náročnou událost nejen po zdravotnické stránce, ale také po stránce manažerské – k úspěšnému řešení situace musí probíhat spolupráce mnoha dílčích osob a subjektů. K tomu, aby to fungovalo, je nutné, aby každý věděl, jaké přesně má úkoly a pravomoci. Každý účastník musí znát trauma plán a zavedené postupy, podle kterých se má řídit. Mimo tyto teoretické znalosti by mělo vzdělávání zdravotnických záchranářů připravit i prakticky. Simulace ve VR umožní dostat lidi do situací, které ještě v rámci své profese nemuseli zažít, může tedy pomoct i s psychickou přípravou na nečekané situace. Mezi cíle vzdělávání zdravotnických záchranářů lze zařadit získání teoretických znalostí potřebných ke zvládnutí kritické situace, získání praktických znalostí potřebných ke zvládnutí kritické situace, seznámení s konkrétními postupy při vybraných typových činnostech, zajištění návaznosti činností jednotlivých složek a subjektů, zajištění zpětné vazby k provedenému nácviku, možnost častých a pravidelných nácviků.

Ve virtuální realitě je vhodné pracovat s úvodním či intro modulem. Ten slouží především těm, kteří vstupují do virtuálního prostředí nově. Vytváří pocit bezpečí, umožňují školeným vyzkoušet si možnosti virtuální reality dle vlastních potřeb, neboť při úvodním vstupu je často

intenzivní prožitek novosti a imprese z naprosto odlišného způsobu vzdělávání a interakcí s neznámým prostředím. Také v rámci experimentu byl úvodní modul pro orientaci vnímán jako užitečný a praktický. Následně měli probandi s ohledem na jejich zkušenosti s virtuální realitou, které kromě několika případů zkušenosti s herním prostředím, byly prakticky nulové, možnost využít úvodní školící modul. Jeho účelem je vysvětlit a nechat probanda vyzkoušet základní sdělované aspekty. Toto je vhodné pro nové zaměstnance, ale i zaměstnance, kteří jsou méně zkušení, absolvují školení méně často a mají potřebu revidovat, připomenout si či si zopakovat určité informace. Tento modul využili všichni probandi a bylo ověřeno, že doplňuje prvotní orientaci a zároveň napomáhá ke zvládnutí celého procesu. Úspěšné splnění daného úkolu (správného zatřídění) je doprovázeno tzv. success zvukem, který zvyšuje či minimálně udržuje motivaci pro dokončení modulu a celého scénáře. Na percepci školícího modulu byly zaměřeny otázky v rámci polostrukturovanému rozhovoru. Několik výpovědí je pro demonstraci této skutečnosti uvedeno níže:

P1E: *„Na to třídění je to fajn, protože ty vitální hodnoty si musíte změřit sám, nikdo nad vámi nestojí a neříká vám, že kapilární návrat má dobrý", že tohle si musíte změřit reálně."*

P2E: *„Určitě je to užitečné, je to další možnost nácviku na tyhle situace, na které se člověk stejně nikdy nepřipraví."*

P4E: *„Asi je lepší, když to zvládáme zkoušet jako normálně venku v reálu. Vzhledem k tomu, že to ale není tak dostupný, tak je tahle možnost dobrá. Takže ano, vnímám úvodní školící modul spíše jako užitečný."*

P5E: *„Pomohlo mi to a bylo to srozumitelné."*

P8E: *„Bez toho bych nevěděl, co mám dělat."*

P13E: *„Tento modul mi spíše užitečný přišel, ale chtělo by si to víc osahat, bylo málo času na to se zorientovat."*

P14E: *„Spíše ano, ale chtělo by to si to víc osahat, bylo málo času na to se zorientovat."*

Úvodní školící modul je následně doplněn o samotný trénink a testování. Zde již je vhodné nepoužívat návodné prvky typu vizuálního managementu a je vhodné nechat probanda/školeného postupovat dle ověřeného či nově naučeného postupu, a tedy případně i chybovat. V závěru modulu nesmí i ve vazbě na dříve uvedené chybět vyhodnocení a okamžitá zpětná vazba. Nabízí se varianta využití školícího a testovacího modulu v přímé návaznosti, případně s určitým časovým odstupem. Zkušenější zaměstnanci, kteří jsou si jisti postupem a opakování již naučeného by pro ně mohlo znamenat frustraci a subjektivně vnímanou časovou ztrátu pak mohou absolvovat samostatně modul testovací.

Při koncepci jakéhokoliv modulu ve virtuální realitě je vždy nutné provést důsledný audit a popsat stávající stav. Pro virtuální realitu je stále vhodné uvažovat nad skutečností, že je v kontextu této disertační práce navrhována jako komplementární ke konvenčnímu tréninku, kdy pro některé aspekty může konvenční trénink zcela nahradit, v jiných případech doplnit a v jiných případech může (a často je především pro interaktivní průběh) konvenční trénink stále klíčovým. V rámci vzdělávání zdravotnických záchranářů v podobě, ve které v současnosti probíhá, se vyskytuje několik nedostatků. Pokud jde o nácviky krizových situací, jedná se o události náročné jak z časového, tak i z organizačního hlediska. Je třeba zajistit místo konání, ale také velký počet lidí, kteří budou sloužit jako figuranti. Při příliš složitých scénářích, kterých se účastní mnoho osob, dochází k chaosu a časovým prodlevám. Problémy také vznikají v případě, že jsou nácviky krizových událostí prováděny bez teoretických základů. Pokud účastník není seznámen se základními postupy, praktické řešení události postrádá smysl. Pokud však praktickému nácviku předchází i teoretické školení k dané situaci, jedná se o časově

náročné školení zabírající celý den. Stejně tak není vhodné nacvičovat např. mimořádnou událost s hromadným postižením osob, pokud účastníci nezvládají vykonávat ani dílčí úkony potřebné k jejímu zvládnutí (např. třídění postižených osob pomocí metody START). Toto může eliminovat virtuální realita modulem školení, které zdravotnického záchranáře vede a učí, neumožňuje mu chybovat a pokud ano, pak na chybu upozorňuje emočně signifikantním způsobem s využitím failure zvuku. Vzhledem k časové i organizační náročnosti není možné takováto školení v realitě častěji opakovat – pokud někdo není schopný se daného školení či nácviku z nějakého důvodu zúčastnit, nemá už možnost si konkrétní scénář vyzkoušet. I v případě opakování stejného scénáře není možné zajistit několikrát po sobě úplně stejné podmínky pro všechny účastníky. Dalším zásadním nedostatkem je absence okamžité zpětné vazby pro účastníky. V některých případech se stává, že zpětná vazba po nácviku chybí úplně – někdy je sice v rámci školení plánována, ale i tak neproběhne kvůli nedostatku času. V případě větších nácviků se sepisují zprávy s hodnocením, ne vždy se ale dostanou ke konkrétním jedincům. Zpravidla hodnocení s informacemi o tom, co proběhlo během nácviku špatně či dobře, obdrží hlavní aktéři, v jiných případech jsou nácviky rozebírány prostřednictvím konferencí. Někteří účastnící sice tedy zjistí, jaké byly problémy a co by se mělo dále cvičit, ale až zpětně se zpožděním. Neexistuje již možnost řešení situace opakovat po zjištění provedených chyb. Velkými mezerami v současném vzdělávání zdravotnických záchranářů jsou tedy neposkytnutí zpětné vazby přímo během daného školení a nemožnost situaci řešit opakovaně po uvědomění si chyb. Nácviky pro jejich účastníky končí po nazkoušení situace bez ohledu na to, jaké byly výsledky, nelze nácvik opakovat až do uspokojivých výsledků. Virtuální realita s ohledem na výše uvedené musí poskytovat prostředí, které je flexibilní na obsluhu, organizace školení je jednoduchá a minimálně závislá na externích zdrojích (např. figuranti) a zároveň pracuje s různou mírou znalosti postupů. Jedinci, kteří jsou zkušení, mohou tak přímo absolvovat pouze trénink. Ti, kteří potřebují zaškolit nebo cítí, že si chtějí znalosti zopakovat, vstupují nejprve do modulu školícího, kde se mohou se vším bezpečně seznámit.

Vzhledem ke stanoveným cílům je třeba zajistit, aby vzdělávání pomocí VR vedlo k lepším reakcím personálu při nečekaných událostech – tj. ke zvládnutí praktických znalostí, které využijí při kritických událostech. Stejně tak ale musí sloužit i k prohloubení teoretických znalostí souvisejících s danou tématikou, které by měl znát každý člen týmu, aby spolupráce jednotlivých složek probíhala co nejlépe.

7 PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE

V rámci této kapitoly budou vymezeny a konkrétně pojmenovány přínosy zpracované disertační práce. Tyto přínosy budou rozděleny na přínosy teoretické a praktické ve vazbě na výzkum zaměřený na komparaci konvenčního školení a školení ve virtuální realitě a na základě provedených, měřených, vyhodnocených a evaluovaných výsledků navrženou metodiky vzdělávání zaměstnanců ve virtuální realitě s cílem zvýšení efektivity vzdělávacího procesu. V závěrečné části kapitoly budou uvedena doporučení pro další výzkum v dané problematice.

7.1 TEORETICKÝ PŘÍNOS PRÁCE

Teoretický přínos disertační práce spočívá ve zmapování problematiky vzdělávání ve virtuální realitě se zaměřením na specifickou část zaměstnaneckého spektra, a to na zdravotnické záchranáře. Přestože se jedná o zaměstnaneckou kategorii zdravotnických záchranářů, což je poměrně specifické pracovní zařazení, jedná se o kategorii zaměstnanců, která má svou činností přímý vliv na zdraví a druhotně tedy i kvalitu života pacientů. Z toho důvodu je třeba intenzivní přípravy a četnějšího nácviku, a to především (ale nikoliv výlučně) v situacích, které se v praxi objevují méně často a je možno je označit za mimořádné, nicméně jejich povaha vyžaduje připravenost a klade nároky na profesní přípravu, emoční stabilitu, efektivitu zásahu a jeho včasnost. Problematika vzdělávání zdravotnických záchranářů ve virtuální realitě byla dosud řešena spíše výjimečně, výlučně pak zahraničními autory. Výzkumy byly zaměřeny spíše na předávání teoretických znalostí, autorka nedohledala výzkum, který by se zaměřil přímo na třídění pacientů a podávání METHANE, což jsou ovšem zásadní úkony pro efektní zásah při mimořádné události s hromadným postižením osob. Autorka začlenila tento typ vzdělávání do spektra řízení lidských zdrojů, což je činnost, která je nedílnou součástí řízení jakékoliv instituce, ať už se jedná o podnik (průmyslový nebo jiný) nebo státní organizaci. Lze ovšem konstatovat, že závěry, které jsou z prostudované literatury patrné, byť se netýkají přímo zdravotnických záchranářů, ale váží se na využívání a vzdělávání ve virtuální realitě, byly v případě této práce v řadě aspektů potvrzeny a dále doplněny o závěry vlastní. Současně byl uplatněn přístup s využitím smíšeného designu výzkumu, což v případě studií zaměřujících se na využívání virtuální reality není příliš časté, nicméně se to jeví jako účelné a přínosné.

Práce sice nepotvrdila veškeré předem stanovené hypotézy, nicméně i skrze přijetí alternativních hypotéz přinesla významné poznatky pro implementaci vzdělávání s využitím virtuální reality. Na základě provedeného experimentu bylo možné přijmout příslušné závěry a implementovat je do navržené metodiky pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality. Díky provedenému výzkumu bylo možné navrhnout metodiku, která primárně cílí na skupinu zdravotnických záchranářů, neboť tito byli vybráni jako zaměstnanecká kategorie, nicméně přijaté závěry a doporučení je možné implementovat s příslušným zobecněním na jakoukoliv zaměstnaneckou kategorii. Vytvořenou metodiku lze použít pro koncepci školení a tréninku ve virtuální realitě jak po stránce technické, tak procesní i didaktické. Takto komplexní pojetí nebylo ze strany autorky této disertační práce dosud nalezeno v dostupné analyzované literatuře a v příslušné zaměstnanecké kategorii.

V neposlední řadě je pak zpracování disertační práce dokladem o multidisciplinárním uplatnění průmyslových inženýrů, kteří svou kvalifikací překonávají tradiční inženýrskou

kategorizaci a jsou dokladem nutnosti adaptability a širokého spektra znalostí pro uplatnění napříč obory.

7.2 PRAKTICKÝ PŘÍNOS PRÁCE

Teoretické výsledky disertační práce jsou aplikovatelné i do praxe, a to nejen v prostředí zdravotnického záchranářství a obecně poskytování přednemocniční neodkladné péče, ale při příslušné míře zobecnění i v případě průmyslových a jiných podniků, tedy všude tam, kde je zájem se zabývat vzděláváním a rozvojem zaměstnanců s využitím virtuální reality. Dostupné znalosti, které byly s uplatněním vědeckých metod testovány a verifikovány, mohou sloužit k nastavení systému vzdělávání v komplementárním spektru konvenčního přístupu a virtuální reality.

Metodika pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality by měla prakticky pomoci při rozhodování o nastavení systému využívání virtuální reality, a to jak v rovině technické, tak v rovinách organizační, ale také didaktické. Navrhované řešení představuje úsporu času a nákladů tam, kde chybí zkušenost s recentními trendy vývoje virtuální reality a začleněním didaktické roviny disponuje přidanou hodnotou, která byla dlouhodobě upozaděna technické stránce a otázce uživatelského komfortu. Téma je s ohledem na úroveň rozvoje znalostního managementu a jeho postupného pronikání do jednotlivých průmyslových i organizačních segmentů velmi aktuální, stejně jako je možné jej považovat za jeden z nezbytných kroků inovativního prostředí a rozvoje v rámci Industry 4.0. Efektivnost je dána potenciálem časové a finanční úspory při vzdělávání, intenzitou prožitku danou imerzí a tím motivací pro dokončení tréninku a možností četné replikovatelnosti pro různé kategorie zaměstnanců dle potřeby. Limity navržené metodiky vycházejí ze samotného testovaného modulu zaměřeného na zdravotnického záchranáře. Faktem ovšem zůstává, že pokud ne v rovině informací (o vybavení sanitního vozu a dalších odborných informací ve vazbě na příslušnou zaměstnaneckou kategorii), pak v rovině postupu a práce s informacemi poskytuje důležitý návod pro přípravu vlastních scénářů a tréninkových schémat, neboť totožný přístup pouze s minoritními odlišnostmi by byl uplatněn v případě jiné zaměstnanecké kategorie. Sama zaměstnanecká kategorie je pak modifikátorem náročnosti a obsahové pestrosti, důležité je však především nastavení cílů vzdělávacích modulů přenesených do virtuální reality.

Metodika by mohla být do budoucna rozšířena a doplněna s postupem technologického rozvoje a dostupnosti například o využití sofistikovaných figurín, u nichž by bylo možné doplnit haptický vjem (dotyk, percepci krvácení pacienta, v případě průmyslové implementace konkrétní nástroj, který bude reálně držen, zatímco s ním bude manipulováno aj.). V tomto případě se však jedná spíše o doporučení na další výzkum, přičemž to a další témata doporučená na další výzkum jsou popsána v následující subkapitole.

7.3 DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ VÝZKUM V DANÉ PROBLEMATICE

Práce přináší výsledky experimentálního výzkumu zaměřeného na hodnocení vybraných aspektů při tréninku zdravotnických záchranářů ve virtuální realitě za účelem osvojení si a nácviku standardizovaných postupů pro případ mimořádné události s hromadným postižením osob, a to včetně komparace s konvenčním školením vnímaným jako

komplementární. Může tak sloužit jako dílčí podklad pro rozvoj příslušného tématu nejen v daném segmentu, ale i segmentech příbuzných. Design výzkumu může být s příslušnými modifikacemi přenesen také na průmyslový podnik. Výzkumné měření se může vedle měření tepové frekvence zaměřit na měření odporu kůže s potenciálem rozšíření spektra informací o působení různých typů školení (konvenční typ vs. školení a trénink ve virtuální realitě) na jedince. Také se nabízí modifikovat scénář a vyzkoušet, do jaké míry se mění percepce a pocit bezpečí a uvěřitelnosti, resp. míra imerze při využití avatara, jako tomu bylo v případě testovaného modulu, nebo při jeho absenci se substitucí tzv. „hlasu shůry".

Dále se nabízí možnost na základě známých skutečností a navržené metodiky postupovat při koncepci a testování tréninku zaměřeného na poskytování první pomoci, a to s využitím haptických vjemů. Na základě daného studia by bylo možno zavést nové způsoby komplexní výuky první pomoci s využitím moderních informačních technologií do průmyslových podniků, a to jakožto školení doplňující povinné BOZP a PO školení zaměstnanců. Technologie virtuální reality poskytne vysokou úroveň imerze do situace tím, že představí přesnou vizualizaci různých interaktivních scénářů, což pomůže v přípravě aspirantů na skutečné nouzové situace, které je jinak standardními prostředky vzdělávání dosaženo pouze částečně. Cílem by bylo vytvořit unikátní nástroj pro moderní a efektivní školení první pomoci, který zvýší připravenost cílových skupin na její poskytování v reálném životě, přičemž toto by bylo vhodné primárně testovat a ověřit s využitím vědeckých metod. Jako vhodná témata pro návazný rozvoj a testování se pro potřeby výuky poskytování první pomoci nabízí kardiopulmonální resuscitace, kardiopulmonální resuscitace s pomocí automatizovaného externího defibrilátoru (AED), epileptický záchvat, zástava masivního krvácení a ošetření zlomeniny. Stejně jako v případě představené, testované a dále elaborované autonehody se i v daných případech jedná o výuku a trénink v rovině standardizovaného postupu, u něhož je kladen nárok na příslušnou znalost, efektivitu pomoci a rychlost pomoci.

Tato disertační práce pro výše uvedené přináší vhodná vstupní data. Zároveň obecně přináší vhled do emické perspektivy školeného ve virtuální realitě. Může být tedy brána za základ při rozšiřujícím studiu všech ve výzkumné části ověřovaných proměnných, a to bez závislosti na prostředí zdravotnického záchranářství a přednemocniční bezodkladné péče.

8 ZÁVĚR A SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ BÁDÁNÍ

Cílem disertační práce bylo na základě provedení experimentů s využitím experimentální a kontrolní skupiny zdravotnických záchranářů navrhnout metodiku pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality. Pro pochopení základních aspektů přípravy školení ve virtuální realitě bylo využito zdravotnických záchranářů ve třetím ročníku studia na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni, kteří mají tedy již minimálně téměř tříletou praktickou zkušenost s působením na oddělení emergency a urgentním příjmu v nemocnici a na zdravotnické záchranné službě, zároveň jsou ale stále v úvodní fázi své kariéry a tedy odpovídají cílové skupině zdravotnických záchranářů, kteří by měli v budoucnu být dominantně exponováni navrhovanému modelu školení. Výsledky experimentu, který bude detailně popsán, byly následně statisticky vyhodnoceny a verifikovány za účelem stanovení konkrétních závěrů práce.

Virtuální prostředí představuje pro školeného jedince prostředí, které lze z podstaty jeho povahy označit za bezpečné. Nebylo záměrem autorky toto prostředí vyzdvihovat či jej upřednostňovat před konvenčním typem školení. Cílem autorky bylo zaměřit se na komparaci těchto dvou prostředí a na základě zjištěných dat navrhnout metodiku pro zefektivňování přípravy zaměstnanců s využitím virtuální reality, pročež virtuální realita je od prvopočátku vnímána jako dílčí komponenta tohoto vzdělávání, byť například dominantní, nikoliv však jediná a zcela nahrazující konvenční typ školení, ve kterém dochází ke kontaktu s figurantem. Tento kontakt a přímá interakce především pro specifickou práci zdravotnického záchranáře zůstávají i nadále velmi významné až v určité míře nepostradatelné. Přestože byla práce zaměřena na zaměstnaneckou profesi zdravotnického záchranáře, navržená metodika může být principiálně využita jako vzorová a s příslušnou modifikací uplatněna napříč jinými obory, neboť vedle organizační a technické roviny obsahuje také rovinu didaktickou. Zároveň příslušný výzkum a jeho výstupy demonstrují multidisciplinární uplatnění průmyslového inženýrství.

V práci bylo stanoveno celkem šest hypotéz. Statistické vyhodnocení hypotéz proběhlo v programu RStudio. Při vyvozování závěrů byla používána 5% hladina významnosti. Pozorování, která byla označena za odlehlá, byla zkontrolována a bylo s nimi dále pracováno. V kontrolní skupině bylo k dispozici 22 probandů a v experimentální skupině 15 probandů. Na základě statistického vyhodnocení bylo možno konstatovat, že oba soubory se z pohledu uvedených statistik zásadně neliší.

První hypotéza byla postavena na tvrzení, že v prostředí virtuální reality mají probandi nižší tepovou frekvenci než při reálném školení. Tento aspekt byl postaven na předpokladu nižší fyzické zátěže, absence haptického vjemu a bezpečnosti prostředí virtuálního modulu. Předpokladem tedy bylo, že experimentální skupina prokáže oproti kontrolní skupině nižší tepovou frekvenci. Tuto hypotézu se nepodařilo prokázat. Ukázalo se, že to není primárně nebo pouze výlučně prostředí školení a tréninku, které má vliv na tepovou frekvenci. V dalších analýzách maximální tepové frekvence autorka používala data bez rozlišení na skupiny, jelikož nebyl rozdíl prokázán. Maximální tepová frekvence byla testování dle pohlaví, dle zkušeností s nácvikem zásahů, dle zkušeností se smrtí, dle délky praxe, dle pocitu připravenosti na zásah při krizové situaci, dle zvládání postupů v krizových situacích. Ani v jenom z případů nebylo možno zamítnout hypotézu o tom, že maximální tepová frekvence je ve všech porovnávaných skupinách stejná. Cílem bylo zjistit, co může mít potenciální vliv na zvýšení tepové frekvence a s tímto dále pracovat v rámci koncipování scénáře. Jediný aspekt, který může mít vliv, je míra subjektivně pociťovaných obav. Je zajímavé, že nejvyšší maximální tepovou frekvenci prokazují ti, kteří mají střední obavy, což může do jisté míry souviset se sebepojetím a zároveň

orientací na výkon a kontext preciznosti. V tomto ohledu je vhodná opakovaná expozice příslušné situace za účelem snížení míry obav. Toto je vhodné mít na paměti při nasazování modulů v rámci adaptace v čase.

Druhá, třetí a čtvrtá hypotéza vycházela z využití nástroje NASA TLX, který porovnával subjektivně vnímanou zátěž zkoumanou okamžitě po absolvování tréninku jak ve virtuální realitě, tak v případě konvenčního cvičení. Cílem bylo zjistit, jaká je míra jednotlivých typů zátěže tak, aby bylo možné na základě toho vyhodnotit míru bezpečí a zároveň celkovou zátěž v rámci školení ve virtuální realitě. Celkem bylo hodnoceno šest charakteristik, u kterých následně autorka testovala, zda existuje mezi kontrolní a experimentální skupinou statisticky významný rozdíl. Jednalo se o mentální náročnost, fyzickou náročnost, časovou náročnost, celkový výkon, úsilí a úroveň frustrace. Hypotézy se zaměřily především na časovou zátěž, mentální zátěž a míru frustrace, které se pro koncepci metodiky jeví jak zcela zásadní. Druhá hypotéza pak předpokládala, že časová zátěž bude ve virtuální realitě nižší než v případě konvenčního tréninku, tedy v reálném prostředí. V tomto kontextu je ovšem třeba upozornit, že se jednalo o aspekt časové zátěže, tj. subjektivní pocit tlaku vzhledem k tempu, jakými se úkoly nebo prvky úkolu odehrávaly. Nejedná se o subjektivní vnímání doby strávené ve virtuální realitě. Tato hypotéza byla zamítnuta. Lze tedy konstatovat, že mezi subjektivně pociťovanou časovou zátěží tréninku ve virtuálním prostředí a v realitě nebyl prokázán statisticky významný rozdíl a oba typy tréninků jsou z hlediska časové zátěže srovnatelné.

Třetí hypotéza se zaměřila v kontextu výše uvedeného na mentální zátěž. Mentální zátěž hodnotí, kolik mentální a percepční aktivity bylo zapotřebí a zda mají probandi pocit, že byl úkol snadný/náročný, jednoduchý/složitý. Předpokladem bylo, že mentální zátěž je ve virtuální realitě nižší než při reálném školení. Tato hypotéza byla prokázána. Trénink ve virtuální realitě tak z hlediska subjektivního hodnocení probandů vyžaduje méně mentální a percepční aktivity než reálný trénink, a to i přesto, že je z hlediska délky trvání zpravidla delší, než v případě konkrétního cvičení a řada informací zde má také svoji životnost. Do jisté míry ale hraje roli i fakt, že samotný trénink je doplněn o edukační část, kde dochází k ukotvení informací a je předpoklad i díky zabudovaným motivačním prvkům (ocenění a upozornění na chybu) vzbuzujícím emoce probanda, že dochází k lepšímu zapamatování a orientaci v prostředí, což bylo ostatně doloženo s využitím polostrukturovaných rozhovorů.

Čtvrtá hypotéza předpokládala, že míra frustrace bude ve virtuální realitě nižší než v prostředí reálného tréninku, tedy v případě absolvování konvenčního způsobu tréninku. Míra frustrace v tomto kontextu reaguje na to, jak podrážděně, vystresovaně a otráveně během plnění úkolů oproti stavu uvolněnosti a spokojenosti. Tato hypotéza byla prokázána. Lze tak konstatovat, že virtuální prostředí je pro probanda bezpečné, cítí se v něm méně ve stresu a méně frustrován než v případě reálného tréninku. Zároveň je v něm potvrzena vyšší míra spokojenosti a uvolněnosti.

Pátá hypotéza se zaměřila na třídění pacientů s využitím metody START. Předpokladem bylo, že ve virtuálním prostředí dochází při třídění pacientů k vyšší chybovosti než v reálném prostředí. Autorka při formulování této hypotézy vycházela z předpokladu, že při konvenčním typu tréninku jsou probandi/zdravotničtí záchranáři více motivováni díky haptickým vjemům a zároveň nižšímu pocitu bezpečí ve vazbě na závažnost scénáře mimořádné události. V obou skupinách bylo zjišťováno, kolik osob bylo špatně zatříděno, nicméně se nepodařilo prokázat, že by ve skupinách byly počty špatně zatříděných odlišné. Z toho důvodu byla pátá hypotéza zamítnuta. Virtuální realita nemá vliv na míru chybovosti při třídění s využitím metody START. Pro kontrolní skupinu bylo zároveň využíváno externí hodnotitelky – zdravotnické záchranářky. Z jejího hodnocení vyplynula zásadní věc, na kterou při svém pozorování narazila, a to, že studující nedodržovali stanovený postup při hodnocení pacientů z pohledu START. Ačkoli jsou obdobný postup zvyklí používat při standardních situacích (při modelových

situacích téměř bezchybně), během třídění START naprostá většina nepostupovala systematicky. Bezchybně postupovalo pouze několik probandů. Zcela konkrétně udělovali probandi prioritu nižší závažnosti, aniž by zkontrolovali všechny parametry nebo naopak figuranta označili prioritou vyšší, aniž by si ověřili, že figurant může z místa odejít (a dostat tak zelenou pásku). Jeden z probandů do postupu START zahrnul fyzikální vyšetření (pohmat dutiny břišní), které není indikováno. Jako jediný se tak zcela odchýlil od postupu třídění. Tyto odchylky virtuální prostředí neumožnilo a napomohlo tak k unifikaci postupu. Virtuální prostředí pak naopak limitovalo probandy při třídění dle jejich vlastních slov tím, že nebyli schopni s pacienty komunikovat a nemohli uplatnit základní postup, kdy nejprve osloví chodící a pohybu schopné pacienty a zatřídí je jako zelené. Probandi tak museli uplatnit jiný systematický postup.

Šestá hypotéza se zaměřila na typologii výběru pořadí. Předpokladem bylo, že ve virtuálním prostředí je výběr pořadí ošetřených pacientů jiný než v prostředí reálném. S ohledem na hodnoty je zřejmé, že v kontrolní skupině byla hlavním kritériem komunikace a u experimentální závažnost následovaná vzdáleností. Příslušná hypotéza tak byla přijata. V případě tradičního/konvenčního/reálného školení je zpravidla postupováno tak, že jsou nejprve oslovováni ti pacienti/postižení, kteří jsou schopni chodit. Ti jsou nejprve zatříděni jako zelení pacienti, jsou separováni od ostatních a až posléze podléhají přetřídění. Ne všichni probandi v kontrolní skupině nicméně tento postup dodrželi. Zároveň tak vyvstává otázka technického řešení pro virtuální reality, kdy je posilována možnost interakcí s pacientem ve virtuálním tréninku, což je jedna z technických výzev a potenciál pro další směřování výzkumu.

V rámci disertační práce byla i nad rámec ověřovaných hypotéz prokázána řada ovlivňujících proměnných, které byly zohledněny pro vlastní přípravu metodiky a jsou podrobněji rozepsány v textu. V prostředí rozvoje zaměstnance s využitím virtuální reality se tak jeví jako zcela zásadní vedle technologie, kde je vhodné, umožní-li to náročnost aplikace, využívat spíše než ovladačů handtrackingu, čímž dojde k uvolnění rukou probanda/školeného, také rovina didaktická, která klade důraz na scénář v rovině obsahové, vizuální, motivační a hodnotící. Virtuální realita je nástrojem, který může složit jako komplementární způsob rozvoje zaměstnanců vedle konvenčního tréninku, a to s časovou, organizační a finanční úsporou, který zároveň skýtá možnost okamžitého hodnocení a zpětné vazby. Jedná se o prostředí, které umožňuje realizovat nejen standardní nácvik činností a ovládání strojů a zařízení, které ani v realitě neznamenají zvýšené riziko a jedinou nevýhodou konvenčního tréninku je nutnost odstavení tohoto stroje či zařízení za účelem tréninku, ale zároveň situací, které jsou svou povahou méně bezpečné, v praxi méně četné, nicméně když k nim dojde, často vyžadují maximální připravenost, přičemž tato potřeba přímo kontrastuje s reálnou expozicí těmto situacím z hlediska četnosti. Takovou situací je i případ mimořádné události s hromadným postižením osob. Stejné principy by bylo možné uplatnit pro nácvik situací v rámci BOZP, typově například požár a využívání únikových cest atd. Opět je zde patrný přenos základních identifikovaných a pojmenovaných principů na podnikové prostředí.

Disertační práce je nejen pojetím designu svého výzkumu na bázi použití smíšených metod výzkumu, což ve strojním inženýrství není příliš časté, ale zároveň uplatněním principů průmyslového inženýrství dokladem multidisciplinarity oboru, v němž doktorandka obhajuje svoji disertační práci, a zároveň upozorňuje na širokou uplatnitelnost průmyslového inženýrství napříč obory a nutnost tvorby multidisciplinárních týmů vycházejících z expertních znalostí cílové populace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management,* 14(3), 207–222. https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375

[2] Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

[3] Davis, J., Mengersen, K., Bennett, S., & Mazerolle, L. (2014). Viewing systematic reviews and meta-analysis in social research through different lenses. *SpringerPlus*, 3(1), 511. https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-511

[4] Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

[5] Armstrong, M. (2007). *Řízení lidských zdrojů: nejnovější trendy a postupy*: 10. vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1407-3.

[6] Wright, P., Mcmahan, G., Mcwilliams, A. (1994). Human Resources as a Source of Sustained Competitive Advantage. *The International Journal of Human Resource Management*, 5, 301-326.

[7] Lochmannová, A. (2016). *Personalistika: základy personalistiky*. Prostějov: Computer Media. ISBN 978-80-7402-282-1.

[8] Dvořáková, Z. (2007). *Management lidských zdrojů*. Praha: C. H. Beck, Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-893-4.

[9] Vojtovič, S. (2011). *Koncepce personálního řízení a řízení lidských zdrojů*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3948-9.

[10] Koubek, J. (2001). *Řízení lidských zdrojů: základy moderní personalistiky*. 3. vyd., (přeprac.). Praha: Management Press. ISBN 80-7261-033-3.

[11] Likert, R. M. (1961). *New patterns of management*. New York: Mc-Graw Hill.

[12] Flamholtz, E. (1973). Human resources accounting: Measuring positional replacement costs. *Human Resource Management*, 12(1), 8–16.

[13] Flamholtz, E. 1999. *Human resource accounting: Advances in concepts, methods, and applications.* Berlin: Springer.

[14] Flamholtz, E. G., Bullen, M. L., Hua, W. (2003). Measuring the ROI of management development: An application of the stochastic rewards valuation model. *Journal of Human Resource Costing and Accounting*, 7(1/2), 21–40.

[15] Cascio, W. F. (1998). The future world of work: Implications for human resource costing and accounting. *Journal of Human Resource Costing and Accounting*, 3(2), 9–19.

[16] Mubarik, M.S., Chandran, V.G.R., Devadason, E.S. (2018). Measuring Human Capital in Small and Medium Manufacturing Enterprises: What Matters? *Soc Indic Res* 137, 605–623.

[17] Bontis, N., Fitz-Enz, J. (2002). Intellectual capital ROI: A causal map of human capital antecedents and consequents. *Journal of Intellectual Capital*, 3(3), 223–247.

[18] Bontis, N., Dragonetti, N. C., Jacobsen, K., Roos, G. (1999). The knowledge toolbox: A review of the tools available to measure and manage intangible resources. *European Management Journal,* 17(4), 391–402.

[19] Gimeno, J., Folta, T. B., Cooper, A. C., Woo, C. Y. (1997). Survival of the fittest? Entrepreneurial human capital and the persistence of underperforming firms. Administrative *Science Quarterly*, 42, 750–783.

[20] Calabrese, A., Costa, R., Menichini, T. (2013). Using Fuzzy AHP to manage Intellectual Capital assets: An application to the ICT service industry. *Expert Systems with Applications*, 40(9), 3747–3755.

[21] Becker, G. S. (1962). Investment in human beings. *Journal of Political Economy*, 70(5), 9–49.

[22] Mincer, J. (1958). Investment in human capital and personal income distribution. *Journal of Political Economy,* 66, 281–302.

[23] Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *American Economic Review*, 51(1), 1–17.

[24] Hatch, N. W., Dyer, J. H. (2004). Human capital and learning as a source of sustainable competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 25(12), 1155–1178.

[25] Youndt, M. A., Snell, S. A., Dean, J. W., Lepak, D. P. (1996). Human resource management, manufacturing strategy, and firm performance. *Academy of Management Journal,* 39(4), 836–866.

[26] Skaggs, B. C., Youndt, M. (2004). Strategic positioning, human capital, and performance in service organizations: A customer interaction approach. *Strategic Management Journal*, 25(1), 85–99

[27] Subramaniam, M., Youndt, M. A. (2005). The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. *Academy of Management Journal*, 48(3), 450–463.

[28] Han, T.-S., Lin, C. Y.-Y., Chen, M. Y.-C. (2008). Developing human capital indicators: A three-way approach. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 5(3), 387–403.

[29] Pablos, P. O. (2004). The importance of relational capital in service industry: The case of the Spanish banking sector. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 1(4), 431–440.

[30] Rompho, B., Siengthai, S. (2012). Integrated performance measurement system for firm's human capital building. *Journal of Intellectual Capital, 13*(4), 482–514.

[31] Akhmetshin, E. M., Brager, D. K., Pokramovhich, O. V. Andreyko, M. N., Aleynikova, M. (2018). Modern theoretical and methodological approaches to personnel management in manufacturing enterprises. *Espacios*; 39(31): 11.

[32] Ochrana, F., Plaček, M., Půček, M., Šimčík, A. (2018). *Management a hospodaření muzeí.* Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3638-2.

[33] Görner, T., Hořejší, P., Kurkin, O., Vyztymdp. (2012). *Virtuální realita: úvodní úroveň,* e-book, Plzeň: Západočeská univerzita. ISBN 978-80–87539-07.

[34] Pantelidis, V. (2009). Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality. *Themes in Science and Technology Education*, 2(2): 59–70.

[35] Brey, P. (2008). Virtual Reality and Computer Simulation In Himma, K., Tavani, H., *Handbook of Information and Computer Ethics*, John Wiley & Sons.

[36] Brey, P. (1999). The Ethics of Representation and Action in Virtual Reality. *Ethics and Information Technology* 1(1): 5-14.

[37] Burke, R. (2001). *Success or Failure: Human Factors in Implementing New Systems*. Los Angeles, University of Judaism.

[38] Shiratuddin, M., Zulkifli. A. (2001). *Virtual Reality in Manufacturing*. Ho Chi Minh City, Murdoch University.

[39] Gee, J. (2007). *Good Video Games and Good Learning*. Madison, University of Wisconsin-Madison.

[40] Gee, J. (2003). What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. *ACM Computers in Entertainment*, 1(1): 1-4.

[41] Moore, E. (1998). Cramming More Components onto Integrated Circuits. *Proceedings of the IEEE*, 86(1): 82-85.

[42] Costello, P. (1997). *Health and Safety Issues associated with Virtual Reality-A Review of Current Literature*. Loughborough, Loughborough University.

[43] Kalawsky, R. S. (1996). Exploiting Virtual Reality Techniques in Education and Training: Technological Issues. *SIMA Report Series* ISSN 1356-5370.

[44] Hocine, N., Gouaich, A. (2011). *Therapeutic Games Difficulty Adaptation: An Approach Based on Players Ability and Motivation*. Louisville, KY, IEEE.

[45] Dávideková, M., Mjartan, M., Gregus, M. (2017). Implementing Virtual Reality into Employee Education in Production Sector of Automotive Industry: Creating Worker Training for Assembling Car Dashboard in Virtual Reality. AD ALTA: *Journal of Interdisciplinary Research,* 7: 185-190.

[46] Dépincé, P., Chablat, D. 2004. *Virtual Manufacturing Tools for improving Design and Production.* Nantes: Université de Nantes.

[47] Iwata K., Onosato M., Teramoto K., Osaki S. A. (1995). Modeling and Simulation Architecture for Virtual Manufacturing System, *Annals CIRP*, 44: 399-402.

[48] Matsas, E., Vosniakos, G. (2017). Design of a virtual reality training system for human–robot collaboration in manufacturing tasks. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 11: 139-153.

[49] Hoffman, G., Breazeal, C. (2007). Effects of anticipatory action on human-robot teamwork efficiency, fluency, and perception of team. *Proceeding ACM/IEEE Int. Conf. Human-robot Interact. - HRI '07*: 1–8.

[50] Wickens, C. D. (2008). Situation awareness: review of Mica Endsley's 1995 articles on situation awareness theory and measurement. *Hum. Factors,* 50(3): 397–403.

[51] Unhelkar, V. V., Siu, H. C., Shah, J. A. (2014). Comparative performance of human and mobile robotic assistants in collaborative fetch-and-deliver tasks. In: *Proc. 2014 ACM/IEEE Int. Conf. Human–robot Interact—HRI '14*: 82–89.

[52] Hamid, N. S. S., Aziz, F. A., Azizi, A. (2014). Virtual reality applications in manufacturing system. *Science and Information Conference*, London: 1034-1037.

[53] Bayliss, G. M., Bower, A., Taylor, R. I., Willis, P. J. (1994). Virtual Manufacturing, Presented at *CSG 94-Set Theoretic Modelling Techniques and Applications*, Winchester, UK, pp. 13-14.

[54] Jayaram, S., Connacher, H., Lyons, K. (1997). Virtual Assembly using virtual reality techniques, Comp. *Aided Des*. 29: 557-584.

[55] Lee, W. B., Cheung, C. F., Li, J. G. (2001). Applications of virtual manufacturing in materials processing, *J. Mater. Process. Technol*. 113: 416-423.

[56] Mujber, T. S., Szecsi, T., Hashmi, M. S. J. (2004). Virtual reality applications in manufacturing process simulation. *Journal of Materials Processing Technology*, 155-156: 1834-1838.

[57] Tesic, R., Banerjee, P. (1999). Exact collision detection using virtual objects in virtual reality modelling of a manufacturing process. *J. Manufact. Syst*, 18: 367-376.

[58] Peniche, A., Diaz, CH., Paramo, G., Trefftz, H. (2012). Combining Virtual and Augmented Reality to Improve the Mechanical Assembly Training Process in Manufacturing. In *Proceedings of the 6th WSEAS international conference on Computer Engineering and Applications, and Proceedings of the 2012 American conference on Applied Mathematics (AMERICAN-MATH'12/CEA'12)*. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Wisconsin, USA, 292–297

[59] Trefftz, H., Peniche, A., Diaz, C., Paramo, G. (2011). An immersive virtual reality training system for mechanical assembly. In Recent Advances in Manufacturing Engineering, Proceedings of the *4th International Conference of Manufacturing Engineering, Quality and Production Systems (MEQAPS 11)*, 109–113.

[60] Van Wyk, E., de Villiers, R. (2009). *Virtual reality training applications for the mining industry. In Proceedings of the 6th International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa (AFRIGRAPH '09)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Pp 53–63.

[61] Milgram, P., Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions of Information Systems*, 77(12).

[62] Filigenzi, M. T., Orr, T. J., Ruff, T. M. (2000). Virtual Reality for Mine Safety Training, *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 15(6): 465-469.

[63] Mascarenhas, H. (2017). KFC's Bizarre New VR Training Game Teaches You to Cook Chicken 'The Hard Way' in an Escape Room. *Internationa Business Times* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: https://www.ibtimes.co.uk/kfcs-bizarre-new-vr-training-game-teaches-you-cook-chicken-hard-way-escape-room-1636519.

[64] Clabaugh, J. (2017). Fast-Casual Honeygrow Expands, Uses VR to Train Employees. *AP News* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: https://apnews.com/ba4db4a433f546e1aa01854675b11593

[65] Milicevic, M. (2017). The Future of Human Resources through Virtual Reality Lens. In: ARVRtech [online]. [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: https://arvrtech.eu/blog/virtual-reality-helps-human-resources/

[66] Hernandez-Pozas, O., Carreon-Flores, H. (2019). Teaching International Business Using Virtual Reality. *Journal of Teaching in International Business* 30(2): 196-212.

[67] Aygün, M.M.; Öğüt, Y.Ç.; Baysal, H.; Taşcıoğlu, Y. (2020). Visuo-Haptic Mixed Reality Simulation Using Unbound Handheld Tools. *Appl. Sci. 10*, 5344

[68] Choi, S., Jung, K., Noh, S. D. (2015). Virtual reality applications in manufacturing industries: Past research, present findings, and future directions. *Concurrent Engineering*, *23*(1), 40–63. https://doi.org/10.1177/1063293X14568814

[69] Choi, S., K. Jung a S. D. Noh. (2015) Virtual reality applications in manufacturing industries: Past research, present findings, and future directions. *Concurrent Engineering Research and Applications* [online]. ISSN 15312003. Dostupné z: doi:10.1177/1063293X14568814

[70] Hořejší, P. (2014) Optimalizace výrobních procesů pomocí virtuální reality. *IT Systems* [online]. 8. Dostupné z: https://m.systemonline.cz/rizeni-vyroby/optimalizace-vyrobnich-procesu-pomoci-virtualni-reality.htm

[71] Kennedy, R. S., N. E. Lane, K. S. Berbaum a M. G. Lilienthal. (1993) Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *The International Journal of Aviation Psychology* [online]. ISSN 15327108. Dostupné z: doi:10.1207/s15327108ijap0303_3

[72] Polák, A., D. Pánek a D. Pavlů. (2017). First experience with virtual reality in the therapy of spinal cord lesions . *Rehabilitace a Fyzikalni Lekarstvi* [online]. **24**(2), 116–122. ISSN 12112658 (ISSN). Dostupné z: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85024122808&partnerID=40&md5=7745dff0d5a855be9ff65b521747c68c

[73] Hart, S.G. (2006) 'Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later', *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 50(9), pp. 904–908. Available at: https://doi.org/10.1177/154193120605000909.

[74] Bailenson, J. N., N. Yee, J. Blascovich, A. C. Beall, N. Lundblad a M. Jin. (2008) *The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context* [online]. ISBN 1050-8406. Dostupné z: doi:10.1080/10508400701793141

[75] Trindade, J., C. Fiolhais a L. Almeida. (2002) *Science learning in virtual environments: A descriptive study. British Journal of Educational Technology* [online]. ISSN 00071013. Dostupné z: doi:10.1111/1467-8535.00283

[76] Webster, R. (2016). Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments. *Interactive Learning Environments* [online]. ISSN 17445191. Dostupné z: doi:10.1080/10494820.2014.994533

[77] Stepan, K., Zeiger, J., Hanchuk, S., Del Signore, A., Shrivastava, R., Govindaraj, S., & Iloreta, A. (2017). Immersive virtual reality as a teaching tool for neuroanatomy. *International Forum of Allergy & Rhinology*, *7*(10), 1006–1013. https://doi.org/10.1002/alr.21986

[78] Fertleman, C., Aubugeau-Williams, P., Sher, C., Lim, A.-N., Lumley, S., Delacroix, S., & Pan, X. (2018). A Discussion of Virtual Reality As a New Tool for Training Healthcare Professionals. *Frontiers in Public Health*, *6*. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2018.00044

[79] Kim, M., Jeon, C., & Kim, J. (2017). A Study on Immersion and Presence of a Portable Hand Haptic System for Immersive Virtual Reality. *Sensors*, *17*(5), Article 5. https://doi.org/10.3390/s17051141

[80] De Luca, R., Lo Buono, V., Leo, A., Russo, M., Aragona, B., Leonardi, S., Buda, A., Naro, A., & Calabrò, R. S. (2019). Use of virtual reality in improving poststroke neglect: Promising neuropsychological and neurophysiological findings from a case study. *Applied Neuropsychology: Adult*, *26*(1), 96–100.

[81] van Bennekom, M. J., de Koning, P. P., & Denys, D. (2017). Virtual Reality Objectifies the Diagnosis of Psychiatric Disorders: A Literature Review. *Frontiers in Psychiatry*, *8*.

[82] Lochmannová, A.; Šimon, M.; Hořejší, P.; Bárdy, M.; Reichertová, S.; Gillernová, K. The Use of Virtual Reality in Training Paramedics for a Mass Casualty Incident. *Appl. Sci*. 2022, 12, 11740. https://doi.org/ 10.3390/app122211740

[83] Hoffman, H., & Vu, D. (1997). Virtual reality: Teaching tool of the twenty-first century. *Academic Medicine*, *72*(12), 1076–1081. https://doi.org/10.1097/00001888-199712000-00018

[84] Saxena, N., Kyaw, B. M., Vseteckova, J., Dev, P., Paul, P., Lim, K. T. K., Kononowicz, A. A., Masiello, I., Tudor Car, L., Nikolaou, C. K., Zary, N., & Car, J. (2018a). Virtual reality environments for health professional education. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2018*(10), CD012090. https://doi.org/10.1002/14651858.CD012090.pub2

[85] Hansen, M. (2008). Versatile, Immersive, Creative and Dynamic Virtual 3-D Healthcare Learning. *Medicine 2.0 Conference*. https://www.medicine20congress.org/index.php/med/med2008/article/view/150

[86] Saxena, N., Kyaw, B. M., Vseteckova, J., Dev, P., Paul, P., Lim, K. T. K., Kononowicz, A. A., Masiello, I., Tudor Car, L., Nikolaou, C. K., Zary, N., & Car, J. (2018b). Virtual reality environments for health professional education. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2018*(10), CD012090. https://doi.org/10.1002/14651858.CD012090.pub2

[87] Kneebone, R. L., Scott, W., Darzi, A., & Horrocks, M. (2004). Simulation and clinical practice: Strengthening the relationship. *Medical Education*, *38*(10), 1095–1102. https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.01959.x

[88] Soliman, M., Pesyridis, A., Dalaymani-Zad, D., Gronfula, M., & Kourmpetis, M. (2021). The Application of Virtual Reality in Engineering Education. *Applied Sciences*, *11*(6), Article 6. https://doi.org/10.3390/app11062879

[89] Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, *30*(1), 20–28. https://doi.org/10.1016/j.cag.2005.10.004

[90] Kraus, N., & Marchenko, O. (2021). Innovative-digital entrepreneurship as key link of Industry X.0 formation in the conditions of virtual reality. *Baltic Journal of Economic Studies*, *7*(1), Article 1.

[91] Fernández-Arias, P., Antón-Sancho, Á., Sánchez-Jiménez, M., & Vergara, D. (2023). Statistical Analysis of Professors' Assessment Regarding the Didactic Use of Virtual Reality: Engineering vs. Health. *Electronics*, *12*(6), Article 6. https://doi.org/10.3390/electronics12061366

[92] Antón-Sancho, Á., Vergara, D., Fernández-Arias, P., & Ariza-Echeverri, E. A. (2022). Didactic Use of Virtual Reality in Colombian Universities: Professors' Perspective. *Multimodal Technologies and Interaction*, *6*(5), Article 5. https://doi.org/10.3390/mti6050038

[93] Pettersson, F. (2018). On the issues of digital competence in educational contexts – a review of literature. *Education and Information Technologies*, *23*(3), 1005–1021. https://doi.org/10.1007/s10639-017-9649-3

[94] Krpálek, P., Berková, K., Kubišová, A., Krelová, K. K., Frendlovská, D., & Spiesová, D. (2021). Formation of Professional Competences and Soft Skills of Public Administration Employees for Sustainable Professional Development. *Sustainability*, *13*(10), Article 10. https://doi.org/10.3390/su13105533

[95] Gallagher, A. G., Ritter, E. M., Champion, H., Higgins, G., Fried, M. P., Moses, G., Smith, C. D., & Satava, R. M. (2005). Virtual Reality Simulation for the Operating Room. *Annals of Surgery*, *241*(2), 364–372. https://doi.org/10.1097/01.sla.0000151982.85062.80

[96] Arnaldi, B., Guitton, P., Moreau, G. (2018). *Virtual Reality and Augmented Reality: Myths and Realities*. 1. vyd. INSA de Rennes, France: Wiley-ISTE. ISBN 978-1786301055.

[97] Zaldívar-Colado, U, S Garbaya, P Tamayo-Serrano, X Zaldívar-Colado a P Blazevic. (2017) A mixed reality for virtual assembly. In: *2017 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* [online]: 739–744. ISBN 1944-9437 VO -. Dostupné z: doi:10.1109/ROMAN.2017.8172385

[98] Gupta, R., D. Whitney a D. Zeltzer. (1997) Prototyping and Design for Assembly analysis using Multimodal virtual environments. *CAD Computer Aided Design* [online]. ISSN 00104485. Dostupné z: doi:10.1016/S0010-4485(96)00093-0

[99] Valentini, P. P. (2009). *Interactive virtual assembling in augmented reality* [online]. Dostupné z: doi:10.1007/s12008-009-0064-x.

[100] Alrehaili, E. A. a H. Al Osman. (2020) A virtual reality role-playing serious game for experiential learning. *Interactive Learning Environments* [online]. 1-14 [cit. 2020-05-07]. DOI: 10.1080/10494820.2019.1703008. ISSN 1049-4820. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10494820.2019.1703008

[101] Naul, E., M. Liu, O. St-Amant, M. Hughes, D. Romaniuk a P. Mastrilli. (2020). Why Story Matters: A Review of Narrative in Serious Games. *Journal of Educational Computing Research* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003-2-28, 58(3), 687-707 [cit. 2020-05-07]. Lecture Notes in Computer Science. DOI: 10.1177/0735633119859904. ISBN 978-3-540-00899-6.

ISSN 0735-6331. Dostupné z: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0735633119859904

[102] Muccini, H., J. L. Lapum, O. St-Amant, M. Hughes, D. Romaniuk a P. Mastrilli. (2003). Detecting Implied Scenarios Analyzing Non-local Branching Choices. *Fundamental Approaches to Software Engineering* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003, 2003-2-28, 32, 372-386 [cit. 2020-05-07]. Lecture Notes in Computer Science. DOI: 10.1007/3-540- 36578-8_26. ISBN 978-3-540-00899-6. ISSN 18761399. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/3- 540-36578-8_26

[103] Rempulsky, N., et al. (2009). Adaptive Storytelling Based On Model-Checking Approaches. *Int. J. Intell. Games & Simulation*, 5.2: 33-42.

[104] BMC Medical Education. (2016) 16(1). ISSN 1472-6920. Dostupné také z:

http://www.biomedcentral.com/1472-6920/16/73

[105] Verkuyl, M., J. L. Lapum, M. Hughes, T. Mcculloch, L. Liu, P. Mastrilli, D. Romaniuk a L. Betts. (2018) Virtual Gaming Simulation: Exploring Self-Debriefing, Virtual Debriefing, and In-person Debriefing. *Clinical Simulation in Nursing*, 20, 7-14. DOI: 10.1016/j.ecns.2018.04.006. ISSN 18761399. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876139917303602

[106] Badilla Quintana, M. G. a S. Meza Fernández. (2015). A pedagogical model to develop teaching skills. The collaborative learning experience in the Immersive Virtual World TYMMI. *Computers in Human Behavior*. 51, 594-603. DOI: 10.1016/j.chb.2015.03.016. ISSN 07475632. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563215002022

[107] Servotte, J.-Ch., M. Goosse, S. H. Campbell, et al. (2020). Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, 38, 35-43. DOI: 10.1016/j.ecns.2019.09.006. ISSN 18761399. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876139918303244

[108] Kwok, P. K., M. Yan, B. K.P. Chan a H. Y.K. Lau. (2019). *Crisis management training using discrete-event simulation and virtual reality techniques,* 135, 711-722. DOI: 10.1016/j.cie.2019.06.035. ISSN 03608352. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360835219303651

[109] Aebersold, M., J. Rasmussen a T. Mulrenin. (2020). Virtual Everest: Immersive Virtual Reality Can Improve the Simulation Experience. *Clinical Simulation in Nursing*, 38, 1-4. DOI: 10.1016/j.ecns.2019.09.004. ISSN 18761399. Dostupné také z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876139919301161

[110] Makransky, G, Borre-Gude, S, Mayer, RE. (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *J Comput Assist Learn*. 35: 691– 707. https://doi.org/10.1111/jcal.12375

[111] Makransky, G., Terkildsen, T.S. and Mayer, R.E. (2019) 'Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning', *Learning and Instruction*, 60, pp. 225–236. Available at: https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007.

[112] Jung T., tom Dieck M.C., Lee H., Chung N. (2016) Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Visitor Experiences in Museum. In: Inversini A., Schegg R. (eds) Information and Communication Technologies in Tourism 2016. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28231-2_45

[113] Snider, L., A. Majnemer & V. Darsaklis (2010) Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy, Developmental Neurorehabilitation, 13:2, 120-128, DOI: 10.3109/17518420903357753

[114] Hořejší, P., K. Novikov & M. Šimon. (2020). A Smart Factory in a Smart City: Virtual and Augmented Reality in a Smart Assembly Line. *IEEE Access*. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2020.2994650.

[115] Hsieh, Min-Chai & Lin, Yu-Hsuan. (2017). VR and AR Applications in Medical Practice and Education. *The journal of nursing*. 64. 12-18. 10.6224/JN.000078.

[116] Pantelidis, P. & Chorti, A. & Papagiouvanni, I. & Paparoidamis, G. & Drosos, Ch. & Panagiotakopoulos, T. & Lales, G. & Sideris, M. (2018). *Virtual and Augmented Reality in Medical Education.* 10.5772/intechopen.71963.

[117] Ríos, A., & Pelechano, N. (2020). Follower behavior under stress in immersive VR. *Virtual Reality*, 24(4), 683-694. doi:10.1007/s10055-020-00428-8

[118] Czarnek, G., Strojny, P., Strojny, A., & Richter, M. (2020). Assessing engagement during rescue operation simulated in virtual reality: A psychophysiological study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(5), 464-476. doi:10.1080/10447318.2019.1655905

[119] Narciso, D., Melo, M., Raposo, J. V., Cunha, J., & Bessa, M. (2020). Virtual reality in training: An experimental study with firefighters. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9-10), 6227-6245. doi:10.1007/s11042-019-08323-4

[120] Forbes Technology Council. (2018). *10 Ways VR Will Change Life In The Near Future.* [Online] 31. Srpen 2018. [Citace: 25. Říjen 2019.]

https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/08/31/10-ways-vr-will- change-life-in-the-near-future/#3f5f6da63d94.

[121] Koutitas, G., S. Smith a G. Lawrence. (2020). Performance evaluation of AR/VR training technologies for EMS first responders. *Virtual Reality* [online]. ISSN 1359-4338. Dostupné z: doi:10.1007/s10055-020-00436-8

[122] Abelsson, A., I. Rystedt, B.-O. Suserud a L. Lindwall. (2014). Mapping the use of simulation in prehospital care – a literature review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 22(1): 22. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/1757- 7241-22-22

[123] De Ponti, R., J. Marazzato, A. M. Maresca, F. Rovera, G. Carcano a M. M. Ferrario. (2020) Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: a report on students' perception. *BMC Medical Education* [online]. 20(1). ISSN 1472-6920. Dostupné z: doi:10.1186/s12909-020-02245-8

[124] Lerner, D., S. Mohr, J. Schild, M. Göring a T. Luiz. (2020). An Immersive Multi-User Virtual Reality for Emergency Simulation Training: Usability Study. *JMIR Serious Games* [online]. 8(3): e18822. ISSN 2291-9279. Dostupné z: doi:10.2196/18822

[125] Urban, B.; Lazarovici, M.; Sandmeyer, B. Simulation in medicine—Inpatient simulation. (2013). In *Simulation in Medicine*; St. Pierre, M., Breuer, G., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 231–248.

[126] Simons, F.E.R.; Ebisawa, M.; Sanches-Borges, M.; Thong, B.Y.; Worm, M.; Kase Tanno, L.; Lockey, R.F.; El-Gamal, Y.M.; Brown, S.G.; Park, H.-S.; et al. (2015). Update of the evidence base: World Allergy Organization anaphylaxis guidelines. *World Allergy Organ. J.* , *8*, 32.

[127] Meyer, O. Simulators don't teach—Process of Learning and Simulation. (2013) In *Simulation in Medicine*; St. Pierre, M., Breuer, G., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 55–57.

[128] Hazzan, O.; Lapidot, T.; Ragonis, N. (2011). *Guide to Teaching Computer Science*, 1st ed.; Springer: London, UK; 260p.

[129] Vaughan, N.; John, N.; Rees, N. (2019). ParaVR: Paramedic Virtual Reality Training Simulator. In *Proceedings of the 2019 International Conference on Cyberworlds* (CW), Kyoto, Japan, 2–4 October 2019; pp. 21–24.

[130] Sawyer, T.; Strandjord, T. (2014). Simulation-based procedural skills maintenance training for neonatal-perinatal medicine faculty. *Cureus* , *6*, 173.

[131] Šín, R. Medicína Katastrof. (2017). 1st ed.; Galén: Praha, Czech Republic; 351p.

[132] Kanz, K.G.; Hornburger, P.; Kay, M.V.; Mutschler, W.; Schäuble, W. (2006). mSTaRT—Algorithmus für Sichtung, Behandlung und Transport bei einem Massenanfall von Verletzten. *Notf. Rett. 9*, 264–270.

[133] Andreatta, P.B.; Maslowski, E.; Petty, S.; Shim, W.; Marsh, M.; Hall, T.; Stern, S.; Frankel, J. (2010). Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster-preparedness. *Acad. Emerg. Med. Off. J. Soc. Acad. Emerg. Med. 17*, 870–876.

[134] Vincent, D.S.; Sherstyuk, A.; Burgess, L.; Connolly, K.K. (2008). Teaching mass casualty triage skills using immersive three-dimensional virtual reality. *Acad. Emerg. Med. Off. J. Soc. Acad. Emerg. Med. 15*, 1160–1165.

[135] Mantovani, F.; Castelnuovo, G.; Gaggioli, A.; Riva, G. (2003). Virtual reality training for health-care professionals. *Cyberpsychol. Behav. 6*, 389–395.

[136] McGaghie, W.C.; Issenberg, S.B.; Petrusa, E.R.; Scalese, R.J. (2010). A critical review of simulation-based medical education research: 2003–2009. *Med. Educ. 44*, 50–63.

[137] Kyaw, B.; Saxena, N.; Posadzki, P.; Vseteckova, J.; Nikolaou, C.; George, P.; Divakar, U.; Masiello, I.; Kononowicz, A.; Zary, N.; et al. (2019). Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *J. Med. Internet Res. 21*, e12959.

[138] Boros, M.; Sventekova, E.; Cidlinova, A.; Bardy, M.; Batrlova, K. (2022).Application of VR Technology to the Training of Paramedics. *Appl. Sci. 12*, 1172.

[139] De Gloria, A.; Bellotti, F.; Berta, R. (2014). Serious Games for education and training. *Int. J. Serious Games*, *1*.

[140] Begoña, G. Digital Games in Education. (2007) *J. Res. Technol. Educ*, *40*, 23–38.

[141] McKenna, K.D.; Carhart, E.; Bercher, D.; Spain, A.; Todaro, J.; Freel, J. (2015) Simulation Use in Paramedic Education Research (SUPER): A Descriptive Study. *Prehosp. Emerg. Care 19*, 432–440.

[142] Bredmose, P.P.; Habig, K.; Davies, G.; Grier, G.; Lockey, D.J. (2010). Scenario based outdoor simulation in pre-hospital trauma care using a simple mannequin model. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med. 18*, 13.

[143] González Martínez, J., M. Camacho Martí a M. Gisbert Cervera. (2019). Inside a 3D simulation: Realism, dramatism and challenge in the development of students' teacher digital competence. *Australasian Journal of Educational Technology*. DOI: 10.14742/ajet.3885. ISSN 1449-5554. Dostupné také z: https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/3885

[144] Dieker, L. A., J. A. Rodriguez, B. Lignugaris/Kraft, M. C. Hynes a Ch. E. Hughes. (2013). The Potential of Simulated Environments in Teacher Education. *Teacher Education and Special Education: The Journal of the Teacher Education Division of the Council for Exceptional Children*. 37(1), 21-33. DOI: 10.1177/0888406413512683. ISSN 0888-4064. Dostupné také z: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0888406413512683

[145] Skalková, J. (2007). Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování. Praha: Grada. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1821-7.

[146] Hazzan, O., T. Lapidot a N. Ragonis. (2011). *Guide to Teaching Computer Science* [online]. London: Springer London [cit. 2021-03-12]. ISBN 978-0-85729-442-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-0-85729-443-2.

[147] Maňák, J. a V. Švec. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido. ISBN 80-7315-039-5.

[148] Činčera, J. (2003). Simulační hry a jejich využití ve výuce. *Pedagogika,* UK Praha, č. 4

[149] Bratská, M. (1992). *Vieme riešiť záťažové situácie?* Bratislava: SPN.

[150] Švec, V. (1994). Autodiagnostika pedagogické činnosti učitele – módnost, nebo potřeba? *Pedagogika*. 44(2), 105-112.

[151] Metusalem, R., Belenky, D. M., & DiCerbo, K. (2017). *Skills for Today: What We Know about Teaching and Assessing Communication.* London: Pearson

[152] Frisby, Brandi N.; Kaufmann, Renee; Vallade, Jessalyn I.; Frey, T. Kody; and Martin, Joe C. (2020). Using Virtual Reality for Speech Rehearsals: An Innovative Instructor Approach

to Enhance Student Public Speaking Efficacy. *Basic Communication Course Annual:* Vol. 32 , Article 6. Dostupné z: https://ecommons.udayton.edu/bcca/vol32/iss1/6

[153] Pandian, V. and Suleri, S. (2020) *NASA-TLX Web App: An Online Tool to Analyse Subjective Workload*.

[154] *Metody, procedury a techniky (MSgS) – Sociologická encyklopedie* (2023). Available at: https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Metody,_procedury_a_techniky_(MSgS) (Accessed: 21 May 2023).

[155] Ochrana, F. (2019). *Metodologie, metody a metodika vědeckého výzkumu*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4200-0.

[156] Cooper, D.R., Emory, C.W. (1995). Business Research Methods. 5th ed. London, McGraw-Hill. ISBN 0-256-13777-3.

[157] Sedláková, R. (2014) *Výzkum médií: nejužívanější metody a techniky*. Praha: Grada. Žurnalistika a komunikace. ISBN 978-80-247-3568-9.

[158] Dostál, J. (2013). Experiment as part of inquiry-based instruction. *Trendy ve vzdělávání*, pp. 9–19.

[159] Boynton P M, Greenhalgh T. (2004). Selecting, designing, and developing your questionnaire *BMJ*; 328 :1312 doi:10.1136/bmj.328.7451.1312

[160] Magaldi, D., Berler, M. (2020). Semi-structured Interviews. In: Zeigler-Hill, V., Shackelford, T.K. (eds) *Encyclopedia of Personality and Individual Differences*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24612-3_857

[161] Kim, T.K. (2015) T test as a parametric statistic, *Korean Journal of Anesthesiology*, 68(6), pp. 540–546. Available at: https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.6.540.

[162] Kim, H.-Y. (2014) Analysis of variance (ANOVA) comparing means of more than two groups, *Restorative Dentistry & Endodontics*, 39(1), pp. 74–77. Available at: https://doi.org/10.5395/rde.2014.39.1.74.

[163] Yap, B.W. and Sim, C.H. (2011) Comparisons of various types of normality tests, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 81(12), pp. 2141–2155. Available at: https://doi.org/10.1080/00949655.2010.520163.

[164] McKnight, P.E. and Najab, J. (2010) Mann-Whitney U Test, in *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 1–1. Available at: https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0524.

[165] McKight, P.E. and Najab, J. (2010) Kruskal-Wallis Test, in *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 1–1. Available at: https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0491.

[166] Kim, H.-Y. (2017) Statistical notes for clinical researchers: Chi-squared test and Fisher's exact test, *Restorative Dentistry & Endodontics*, 42(2), pp. 152–155. Available at: https://doi.org/10.5395/rde.2017.42.2.152.

[167] Lochmannová, A. (2020). Adaptace a vzdělávání pracovníků v prostředí výrobních podniků – nové trendy. In *Průmyslové inženýrství 2020: Mezinárodní studentská vědecká konference*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. s. 110-137. ISBN: 978-80-261-0969-3.

SEZNAM PUBLIKOVANÝCH PRACÍ, KONFERENČNÍCH VYSTOUPENÍ A PEDAGOGICKÉ ČINNOSTI DOKTORANDKY

Knihy odborné

LOCHMANNOVÁ, A., ŠAFR, M. *Ti, kteří se rozhodli.* 1. vyd. Praha: Academia, 2023. V tisku.

LOCHMANNOVÁ, A. *V první linii: nelékaři v době koronavirové*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2021, 141 s. ISBN: 978-80-261-0988-4.

LOCHMANNOVÁ, A. *Tělo za katrem*. 1. vyd. Praha: Academia, 2020, 353 s. ISBN: 978-80-200-3019-1.

Kapitoly v kolektivních monografiích

LOCHMANNOVÁ, A. Ve zdraví i v nemoci: zdravotnické tetování na pomezí mezi touhou po kráse, životě i smrti. In: Soukup, M. *Tělo 3.0: Exotizované, změněné, zhroucené.* S. 113–142. Červený Kostelec: Pavel Mervart, 2020. Antropos (Pavel Mervart). ISBN 978-80-7465-471-8.

LOCHMANNOVÁ, A. Zasloužit si být mužem: bolest jako atribut maskulinity ve vězeňském prostoru. In: Soukup, M. *Tělo 2.1: Bolest v proměnách času a kultur.* S. 103-132. Červený Kostelec: Pavel Mervart, 2019. Antropos (Pavel Mervart). ISBN 978-80-7465-410-7.

Skripta a učebnice

LOCHMANNOVÁ, A. *Logistika: Základy logistiky*. 3. vyd. Prostějov: Computer Media, 2022, 104 s. ISBN: 978-80-7402-449-8

LOCHMANNOVÁ, Alena. *Veřejná správa: základy veřejné správy*. Aktualizované 2. vydání. Prostějov: Computer Media, 2020. ISBN 978-80-7402-417-7.

LOCHMANNOVÁ, A. *Ekonomika laboratoří I.* 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018, 61 s.

LOCHMANNOVÁ, A. *Personalistika: Základy personalistiky*. 1. vyd. Prostějov, Olomoucká 28: Computer Media s.r.o., 2016, 108 s. ISBN: 978-80-7402-282-1.

LOCHMANNOVÁ, A. *Logistika – Základy logistiky*. 1. vyd. Kralice na Hané: Computer Media, s.r.o., 2013, 104 s. ISBN: 978-80-7402-149-7.

Příspěvky ve sbornících

LOCHMANNOVÁ, A. Using Virtual Reality to Prepare Paramedics for Emergencies. In *INTED2023 Proceedings*. Valencia, Spain: IATED, 2023. s. 3358-3363. ISBN: 978-84-09-49026-4 , ISSN: 2340-1079

LOCHMANNOVÁ, A. Layout nemocnice v kontextu zajištění spokojenosti pacientů a připravenosti na hromadné postižení osob: případová studie. In *Průmyslové inženýrství 2022: Mezinárodní studentská vědecká konference*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2022. s. 106-118. ISBN: 978-80-261-1114-6

LOCHMANNOVÁ, A. Efektivní komunikace. In *Litomyšl Sociální konference 2021*. Litomyšl: Město Litomyšl, 2021. s. 17-18. ISBN: 978-80-907947-3-3.

LOCHMANNOVÁ, A. Psychohygiena sociálního pracovníka. In *Litomyšl Sociální konference 2021*. Litomyšl: Město Litomyšl, 2021. s. 21-22. ISBN: 978-80-907947-3-3.

LOCHMANNOVÁ, A. Adaptace a vzdělávání pracovníků v prostředí výrobních podniků – nové trendy. In *Průmyslové inženýrství 2020: Mezinárodní studentská vědecká konference*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2020. s. 110-137. ISBN: 978-80-261-0969-3.

LOCHMANNOVÁ, A. Specifika vzdělávání v prostředí totální instituce. In *Sborník 5. ročník interdisciplinární studentské vědecké konference doktorandů FPE*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2015. s. 31-38. ISBN: 978-80-261-0559-6.

ŠTICH, L. LOCHMANNOVÁ, A. Periférní zařízení Sphero a Dice+ jako nástroje pro hru i didaktické pomůcky ve výuce. In *ISVK 2014 FPE: sborník 4. ročník interdisciplinární studentské vědecké konference doktorandů FPE 2014*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2014. s. 29-33. ISBN: 978-80-261-0427-8.

Editorská činnost

LOCHMANNOVÁ, A. *Diverzita v ošetřovatelské péči: Sborník abstraktů*. Plzeň, 2022., ISBN: 978-80-261-1115-3.

Odborné články

Lochmannová, A.; Šimon, M.; Hořejší, P.; Bárdy, M.; Reichertová, S.; Gillernová, K. The Use of Virtual Reality in Training Paramedics for a Mass Casualty Incident. *Appl. Sci*. 2022, 12, 11740. https://doi.org/10.3390/app122211740

Konference – domácí

LOCHMANNOVÁ, A. *Vůle zemřít: lidské atributy nahlížené optikou dopisů na rozloučenou*. Hradec Králové, 2023.Člověk mezi filosofií a antropologií

LOCHMANNOVÁ, A. ŠAFR, M. *Epidemiologie sebevražedného jednání pacientů po CMP*. Plzeň, 2023.Kongres s mezinárodními příspěvky Cesta poznávání a vzdělávání v ošetřovatelství XIII.

LOCHMANNOVÁ, A. ŠIMON, M. *Triage in virtual reality: New elements in paramedic education*. Brno, 2022.Mefanet 2022

LOCHMANNOVÁ, A. *Teorie kulturní péče*. Plzeň, 2022.Diverzita v ošetřovatelské péči

LOCHMANNOVÁ, A. *ANALYSIS OF SUICIDAL BEHAVIOUR BASED ON THE STUDY OF SUICIDE NOTES*. Brno, 2021.Mefanet 2021.

LOCHMANNOVÁ, A. *Slaďující zaměstnavatelé v Plzeňském kraji*. Vochov, 2021. Pečovat, pracovat a žít – Jak podpořit rodiče na trhu práce?

LOCHMANNOVÁ, A. *Psychohygiena sociálního pracovníka*. Litomyšl, 2021. Současnost a

perspektiva sociální péče '2021.

LOCHMANNOVÁ, A. *Efektivní komunikace*. Litomyšl, 2021. Současnost a perspektiva sociální péče '2021.

LOCHMANNOVÁ, A. *Myslet a mapovat jinak, efektivně a s radostí*. Plzeň, 2021. Rovné příležitosti.

LOCHMANNOVÁ, A. *Medical clowning and the importance of humour in a sample of the senior population*. Plzeň, 2021. CZECH-ISRAELI INTERDISCIPLINARY CONFERENCE.

LOCHMANNOVÁ, A. *Simulation in Teaching Paramedics and Radiologists*. Brno, 2019.Mefanet 2019.

LOCHMANNOVÁ, A. *Společně za ochranu životního prostředí: Global Green and Healthy Hospitals*. Plzeň, 2019. Noc vědců 2019.

LOCHMANNOVÁ, MBA. *Specifika vzdělávání v prostředí totální instituce*. Plzeň, 2015. 5. ročník interdisciplinární studentské vědecké konference doktorandů FPE.

Konference – zahraniční

LOCHMANNOVÁ, A. ŠAFR, M. *Napsáno před smrtí: analýza vzorku dopisů na rozloučenou v období let 2014-2020*. Hotel pod Lipou, Modra, Slovenská republika 2023.53. Krsekova súdnolekárska konferencia s medzinárodnou účasťou

LOCHMANNOVÁ, A. RATISLAVOVÁ, K. HENDRYCH LORENZOVÁ, E. COLIN, M. *The use and abuse of the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) in screening for anxiety disorders postpartum*. Suffolk, 2023.Together for Transformation: Research for a Changing World.

LOCHMANNOVÁ, A. *Ageing in prisons in the Czech Republic: programmes for the treatment of odler convicts*. Ariel, 2023. Faculty of Health Sciences, Ariel University, Aging and Wellness International Conference.

LOCHMANNOVÁ, A. *Using Virtual Reality to Prepare Paramedics for Emergencies*. Valencia, 2023.INTED2023 – 17th International Technology, Education and Development Conference.

LOCHMANNOVÁ, A. *Maternal needs and expectations after perinatal loss*. Warszawa - on-line, 2022. I Międzynarodowa Konferencja Naukowa Perinatalna Opieka Paliatywna.

Zvané přednášky – zahraniční

LOCHMANNOVÁ, A. *Suicidálne správanie u mladých ludí, rizikové faktory, prevencia, listy na rozlúčku, případové štúdie*. Prešovská univerzita v Prešove, 2023.Zvaná přednáška: Suicidálne správanie u mladých ludí, rizikové faktory, prevencia, listy na rozlúčku, případové štúdie

Konference – organizace

Lochmannová, A. Šmejda, L. Diverzita v ošetřovatelské péči. Plzeň, 25.10.2022 - 25.10.2022.

Lochmannová, A. Ratislavová, K. Tataj-Puzyna, U. Bernatowicz-Łojko, U. Puzyna, P. Starzec-Proserpio, M. Sys, D. Szabat, M. Węgrzynowska, M. Witkiewicz, M. 1st International Scientific Conference Perinatal Palliative Care. Warszawa – online, 08.09.2022 - 08.09.2022.

Vedení úspěšně obhájených bakalářských a diplomových prací

Kloudová Dominika – Zdravotnický záchranář jako oběť agresivního pacienta, bakalářská práce, r. 2023

Horník Martin – Řízení lidských zdrojů ve vybraném průmyslovém podniku, bakalářská práce, r. 2023

Recenzní posudky

LOCHMANNOVÁ, A. *Recenzentský posudek: Avatar Intervention for cannabis use disorder in individuals with severe mental disorders: A pilot study*. Switzerland MDPI, 2023.

LOCHMANNOVÁ, A. *Recenzní posudek: Exploring an Affective and Responsive Virtual Environment to Improve Remote Learning via Zoom*. Switzerland: MDPI, 2023.

LOCHMANNOVÁ, A. *Recenzní posudek: Application and effect of virtual reality technology in motor skill intervention of developmentally disabled groups*. Switzerland: MDPI, 2023.

LOCHMANNOVÁ, A. *Recenzní posudek: Concept and Implementation of Measurement Systems for Stationary and Remote Testing of Sensors for Electrical and Non-electrical Quantities*. Switzerland: MDPI, 2023.

LOCHMANNOVÁ, A. *Recenzní posudek: Can Virtual Reality Cognitive Rehabilitation improve executive functioning and coping strategies in Traumatic Brain Injury? A Pilot Study.* . Switzerland: MDPI, 2023.

Pedagogická činnost

KAZ/ELA Řízení a ekonomika laboratoří

KAZ/ELA1 Řízení a ekonomika laboratoří I.

KAZ/ELA2 Řízení a ekonomika laboratoří II.

KAZ/KVZ Komunikace ve zdravotnictví

KPV/MNT Manažerské techniky ve výrobním procesu

KPV/PBP Projekt k bakalářské práci

KPV/PDP Předdiplomní projekt

KPV/PZE Průmyslový podnik ve znalostní ekonomice

KPV/ŘLZ Řízení lidských zdrojů v průmyslu

KPV/ŘLZA Human Resource Management in Industry

KPV/SPB Semestrální projekt B

KPV/SPM Semestrální projekt M

Lektorská činnost – kurzy vedené v rámci CŽV (ZČU)

Emoční inteligence a práce s emocemi

Kreativní myšlení a práce s informacemi

Myšlenkové mapy a jejich použití v praxi

Prevence syndromu vyhoření

Realizace kvalitativního výzkumu ve specifických podmínkách

Vizualizace a sketchnoting v prezentaci

Základy nenásilné komunikace

Základy psychohygieny a práce se stresem

Řešené projekty

Role řešitele:

Základy psychohygieny a prevence syndromu vyhoření u osob sluchově postižených, PUM/2022/16, Magistrát města Plzeň, program PUM2022

Kurz "Neformální pečovatel" určený pro zájemce z řad uprchlíků, V4UA1381, IVF, ViF

Konference Diverzita v ošetřovatelské péči, ZČU, Rezerva rektora, řešeno v roce 2022

Školení zdravotnických záchranářů ve virtuální realitě, PRVA-22-055, ZČU, PRVA

SPOLEČNĚ PROTI ALKOHOLU V TĚHOTENSTVÍ v partnerství s UK a navazující přednáškový den "Zdravá výživa a pohyb v období těhotenství", ZČU, Rezerva rektora, řešeno v roce 2021

Blok naučných videí PRVNÍ POMOC vytvořených s přetlumočením do znakového jazyka, ZČU, Rezerva rektora, řešeno v roce 2021

Role člen řešitelského týmu:

Sociální bezpečí na českých vysokých školách v kontextu akademické etiky, C14-2022, poskytovatel MŠMT, program CRP

6. studentská vědecká konference Katedry ošetřovatelství a porodní asistence, SVK1-2020-006, Studentská vědecká konference 2020 - 1. kolo

ZAHRANIČNÍ CIZOJAZYČNÉ PUBLIKACE A INOVACE PEDAGOGICKÝCH MATERIÁLŮ PRO VYBRANNÉ STUDIJNÍ PŘEDMĚTY, VS-20-006, Vnitřní soutěž 2020

5. studentská vědecká konference Katedry ošetřovatelství a porodní asistence, SVK1-2019-011, Studentská vědecká konference 2019 - 1. kolo

Interdisciplinární studentská vědecká konference doktorandů FPE 7.ročník, SVK1-2017-009, Studentská vědecká konference 2017 - 1. kolo

3. studentská vědecká konference Katedry ošetřovatelství a porodní asistence, SVK1-2017-010, Studentská vědecká konference 2017 - 1. kolo

Testování a vyhodnocení stavu kontaminace rukou, SGS-2016-006, Studentská grantová soutěž 2016

Interdisciplinární studentská vědecká konference doktorandů FPE 6.ročník, SVK1-2016-010, Studentská vědecká konference 2016 - I. kolo

Týmové etnografické výzkumy, SGS-2016-061, Studentská grantová soutěž 2016

2. studentská vědecká konference Katedry ošetřovatelství a porodní asistence, SVK1-2016-009, Studentská vědecká konference 2016 - I. kolo

Koncept koordinace a realizace přeshraniční spolupráce zdravotnických záchranných služeb, 30, ČR a Bavorsko, Cíl EÚS 2014 - 2020, PO 4, období řešení 2016-2019

1. studentská vědecká konference Katedry ošetřovatelství a porodní asistence, SVK1-2015-019, Studentská vědecká konference 2015 - I. kolo

Inovace předmětu a multimediálního studijního textu pro předmět Počítačová prezentace, SGS-2014-026, Studentská grantová soutěž 2014

Interdisciplinární studentská vědecká konference doktorandů FPE 4.ročník, SVK1-2014-005, Studentská vědecká konference 2014 - I. kolo

PŘÍLOHA A – VSTUPNÍ DOTAZNÍK PROBANDŮ V EXPERIMENTÁLNÍ SKUPINĚ

Proband číslo:

Datum měření:

Skupina:

Pohlaví:

- Muž
- Žena
- Jiné

Rok narození:

Výška:

Váha:

Máte zkušenost s praktickým nácvikem zásahů v rámci hromadného postižení osob/mimořádných událostí?

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

Zasahoval jste v rámci své vlastní praxe u případu hromadného postižení osob/mimořádné události?

- Ano
- Ne

Máte již předchozí zkušenost se smrtí pacienta/postižené osoby?

- Ano
- Ne

Uveďte číslem délku vaší praxe /počítá se délka praxe v rámci studia/:

Na stupnici označte míru vašich obav z nutnosti výjezdu k mimořádné události (1 – žádné; 10 - maximální)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Cítíte se být připraven/a na zásah při mimořádné události?

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

Ve zvládání postupů v krizových situacích se cítíte?

Jistě Spíše jistě Jak kdy Spíše nejistě Nejistě

Máte předchozí zkušenost s virtuální realitou?

- Ano, ve vzdělávání
- Ano, v jiné oblasti než za účelem vzdělávání
- Ne

PŘÍLOHA B – DOTAZNÍK PRO HODNOCENÍ STUDENTOVA VÝKONU

Ověřovaný cíl	Atributy ověření	Hodnocení		
Student zná posloupnosti úkonů na místě nehody.		Neuspokojivě	Uspokojivě	Excelentně
Student zvládá podat dispečinku hlášení dle metody METHANE.		Neuspokojivě	Uspokojivě	Excelentně
Student zvládá třídit a prioritizovat svoji pozornost pacientům dle metod START a JumpSTART.		Neuspokojivě	Uspokojivě	Excelentně
Student dokáže kontrolovat dobu po kterou věnuje svoji pozornost pacientům s různými diagnózami.		Neuspokojivě	Uspokojivě	Excelentně

Ohodnoťte známkou 1- 5 jako ve škole

Pohotovost

Rozhodnost

Správnost postupů

Celkové hodnocení výkonu

Prostor pro případné komentáře a kritiku k vystoupení:

PŘÍLOHA C – SEBEHODNOTÍCÍ DOTAZNÍK

Na stupnici označte míru vašich obav z nutnosti výjezdu ke krizové situaci (1 – žádné; 10 - maximální)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Cítíte se být připraven/a na zásah při krizové situaci?

ANO – NE

Ve zvládání postupů v krizových situacích se cítíte?

Jistě Spíše jistě Jak kdy Spíše nejistě Nejistě

Označte výroky, které charakterizují úroveň Vašich schopností zvládání krizových situací:

- Dokáži zachovat chladnou hlavu a jasně řešit problémy.
- Zmatkuji, nevím, co dřív.
- Zvládám techniku uvedení do stabilizované polohy.

PŘÍLOHA D – NASA TLX

NASA Task Load Index

Hart and Staveland's NASA Task Load Index (TLX) method assesses work load on five 7-point scales. Increments of high, medium and low estimates for each point result in 21 gradations on the scales.

Name	Task	Date

Mental Demand — How mentally demanding was the task?

Very Low — Very High

Physical Demand — How physically demanding was the task?

Very Low — Very High

Temporal Demand — How hurried or rushed was the pace of the task?

Very Low — Very High

Performance — How successful were you in accomplishing what you were asked to do?

Perfect — Failure

Effort — How hard did you have to work to accomplish your level of performance?

Very Low — Very High

Frustration — How insecure, discouraged, irritated, stressed, and annoyed wereyou?

Very Low — Very High

PŘÍLOHA E – UŽIVATELSKÝ MANUÁL VALVE INDEX

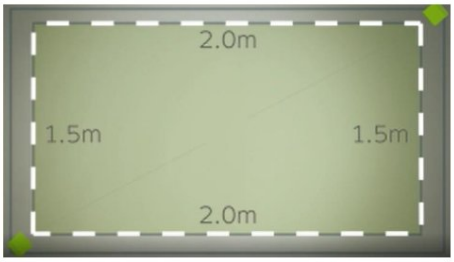
Extended Reality Institute

Návod pro přípravu Valve Index

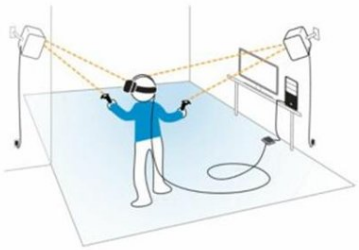
První použití:

- Otestujte, zda je váš počítač připraven na zařízení Valve Index (odkaz zde)
- Aktualizujte ovladače grafické karty (více informací zde)
- Nainstalujte Steam VR

1. **Příprava herní oblasti**
   - Pro VR s pohybem je doporučený minimální prostor 2x1,5 metru.
   - V prostoru by se neměli nacházet zrcadla a další lesklé předměty, které by mohli zhoršit funkčnost stanic.
   - V prostoru je potřeba mít zajištěný dostatečný počet elektrických zásuvek.

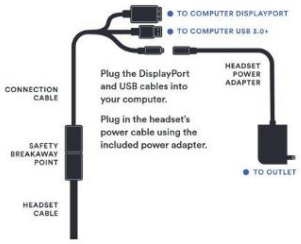


2. **Zapojení Stanic**
   - Stanice připevněte na zeď nebo stojany.
   - Nastavte výšku stanic a nakloňte stanice tak, aby mířili do středu herní oblasti.
   - Stanice zapojte do zásuvky. Po chvilce začne svítit zeleně LED kontrolka.



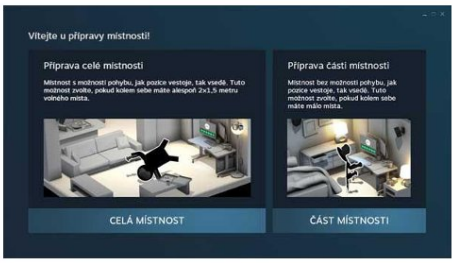
3. **Zapojení brýlí**

   Headset má celkem 3 přípojky:
   - Kabel s koncovkou DisplayPort zapojte do odpovídajícího portu grafické karty.
   - Kabel s koncovkou USB 3.0 zapojte do odpovídajícího portu PC.
   - Napájecí kabel zapojte do zásuvky.



4. **Zapněte SteamVR**
   - Spusťe režim SteamVR kliknutím na ikonu „VR“ v pravém horním rohu klienta služby Steam nebo stisknutím tlačítka „Systém“ na ovladači.

5. **Příprava místnosti**
   - V aplikaci steamVR spustit přípravu místnosti.
   - Dále vybrat celá místnost a postupovat podle instrukcí.
   - Při tvorbě ochranného systému nechat cca 5 cm mezi stěnou a ochranným systémem.



6. **Spuštění aplikace**
   - Spuštění aplikace na PC.

Po ukončení používání:

- Vypnout aplikace a SteamVR.
- Odpojit stanice od elektriky.
- Odpojit brýle od PC.
- Dát nabíjet ovladače.
- Vydesinfikujte brýle a ovladače.
- Vložte ochranou krytku do brýlí.

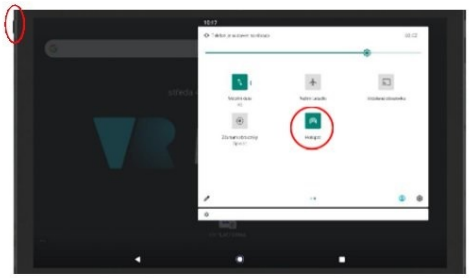
PŘÍLOHA F – UŽIVATELSKÝ MANUÁL OCULUS QUEST 2

Návod pro vytvoření playlistu

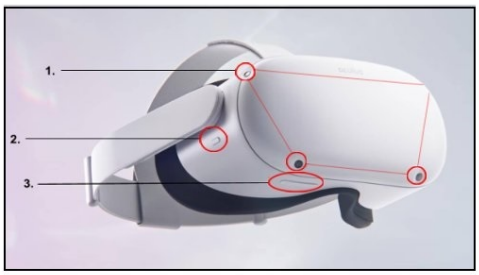
Extended Reality Institute

Před spuštěním zkontrolujte:

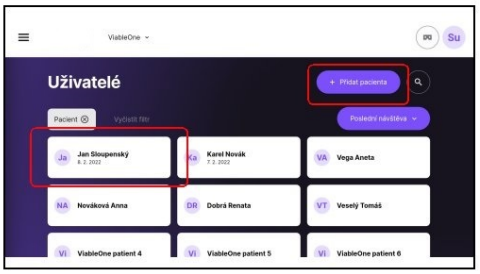
- baterii tabletu i headsetu (víc než 50%)
- do místnosti nesvítí přímé slunce



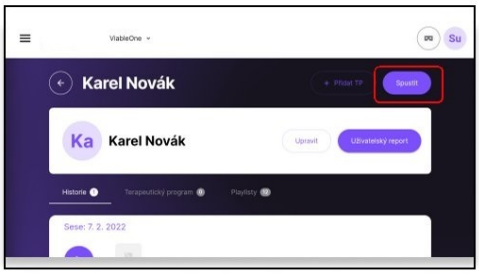
1. Pomocí horního tlačítka zapněte tablet, poté zapněte hotspot.



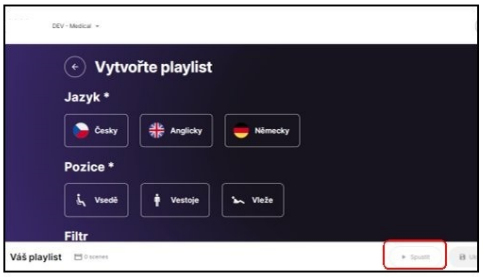
2. Zapněte headtset bočním tlačítkem (2) po dobu 3 sekund, nasaďte headset na hlavu.



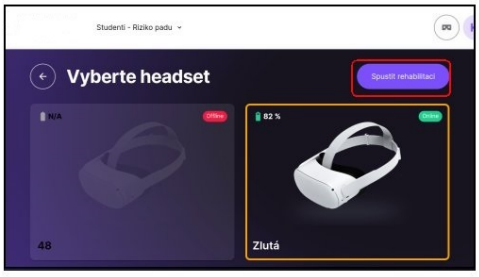
3. Založte nového uživatele kliknutím na "přidat uživatele" / vybrání již založeného.



4. Klikněte na tlačítko "Spustit".



5. Navolení playlistu
   - V navolte si povinné parametry - jazyk; pozice
   - V prostředním ikonky plus si vyberte aplikace/ přetáhněte na spodní lištu.
   - potvrďte výběr tlačítkem "Spustit"



6. Zvolte příslušný headset a potvrďte tlačítkem "Spustit".

Poprvé ve virtuální realitě?

- mluvte klidně a pomalu
- ověřujte co pacient vidí a jak se cítí

Po skončení tréninku:

- sejměte headset z hlavy
- vypněte pomocí stlačení bočního tlačítka (2) po dobu 9 sekund
- vydezinfikujte gumové části headsetu
- vložte ochranou papírovou vložku na čočky headsetu

PŘÍLOHA G – ŽÁDOST O POSOUZENÍ VÝZKUMNÉHO PROJEKTU

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

V Plzni dne 22.5.2023

Etická komise pro výzkum Západočeské univerzity v Plzni

Žádost o posouzení výzkumného projektu

1. Název/kód projektu:

Tento výzkum není vázán k žádnému projektu.

2. Podávající katedra/ústav/pracoviště, kontaktní osoba (adresa, telefon, e-mail):

Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni, Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Kontaktní osoba: Ing. Alena Lochmannová, Ph.D., MBA, tel. 725 874 757, e-mail: lochmann@fzs.zcu.cz

Členové výzkumného týmu:

Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D., e-mail: simon@fst.zcu.cz

Ing. Klára Gillernová, e-mail: gillern@kaz.zcu.cz

3. Stručný popis projektu:

Jedná se o výzkum založený na provedení experimentu s využitím modulu „Autonehoda" ve virtuální realitě v komparaci s konvenčním školením s využitím figurantů. Cílovou skupinou jsou zdravotničtí záchranáři, toho času studující třetího ročníku studijního programu Zdravotnické záchranářství na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni, tedy jedinci, kteří již mají dva a více let praktickou zkušenost s působením na emergency v nemocničním zařízení nebo ve výjezdové skupině na zdravotnické záchranné službě a je pravděpodobné, že byli účastni, v budoucnu budou účastni nebo se minimálně při praktickém nácviku v rámci výuky, cvičení a soutěží zdravotnických záchranářů setkali s mimořádnou událostí s hromadným postižením osob. Členem výzkumného týmu je také Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D., vedoucí Katedry průmyslového inženýrství a managementu FST ZČU, a Ing. Klára Gillernová, vyučující Katedry záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví FZS ZČU a zároveň profesionální záchranářku působící v rámci Zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje.

4. Plánovaný experiment v rámci projektu, ke kterému je vyžadováno posouzení:

V rámci studie je využíváno smíšeného designu výzkumu. Studující budou rozděleni na skupinu experimentální a kontrolní. Experimentální skupina bude absolvovat školení a trénink ve virtuální realitě s využitím zařízení zařízení Valve Index, kontrolní pak podstoupí konvenční typ školení v simulačním centru Fakulty zdravotnických studií ZČU v Kollárově ulici. Scénář přitom zůstává stejný a v obou případech začíná výstupem ze sanitního vozu. Zdravotnický záchranář přijíždí na místo dopravní nehody dvou automobilů. Na místě je šest zraněných osob s různou mírou postižení, zranění odpovídají typovému vymezení ze strany ZZS Plzeňského kraje. Samotná scéna je doplněna o zvuky, jako jsou

výkřiky a pláč poraněných, dále zvuky sanitky, motoru. Cílem je vytvořit co největší synergický zážitek, aby si mohli pomocí této technologie uživatelé zažít složité situace a procvičit své znalosti, jak v nich postupovat. Kontrolní skupina pak využívá stejného postupu s namaskovanými studujícími/figuranty v rolích pacientů. Typová zranění odpovídají. V této metodě se provádí školení dvou základních metod: METHANE a třídění START. Z pohledu METHANE se jedná o hlášení nehody dispečinku pomocí vysílačky, pro tuto školící aplikaci byla vysílačka nahrazena tabletem, kde uživatel vybírá správné odpovědi podle jednotlivých písmenek. V konvenčním typu je pak vysílačka zachována. Úkolem zdravotnického záchranáře je podat situační zprávu s využitím METHANE a roztřídit zraněné dle metody START. Nejprve probíhá edukační část, následně trénink s vyhodnocením.

Před samotným tréninkem probandi vyplní vstupní dotazník zaměřený na míru jejich zkušeností se zásahem u mimořádných událostí obdobného typu a subjektivně vnímanou míru obav z takového zásahu. V průběhu expozice bude měřena tepová frekvence. Po ukončení tréninku vyplní standardizovaný dotazník NASA TLX zaměřený na šest typů zátěže a bude s nimi realizován polostrukturovaný rozhovor. Cílem experimentu je srovnat jednotlivé subjektivně vnímané typy zátěže probandů, vliv předchozí zkušenosti na výkon jak při konvenčním školení, tak v prostředí virtuální reality a dále komparovat veškeré relevantní proměnné za účelem vymezení základních rozdílů pro obdobný typ školení ve virtuální realitě. Výsledky by měly posloužit pro návrh metodiky za účelem zefektivnění vzdělávání zdravotnických záchranářů ve virtuální realitě ve smyslu tvorby bezpečného prostředí, které dynamizuje vzdělávání a snižuje chybovost na straně zdravotnických záchranářů.

Výzkumný tým se zaměřil na vytvoření bezpečných podmínek pro jednotlivé probandy. Veškeré údaje jsou zaznamenány zcela anonymně, pouze pod označením „proband" a uvedením čísla a příslušné skupiny (experimentální/kontrolní). Probandé budou informováni o cíli a účelu výzkumu a mohou kdykoliv ukončit svoji účast na experimentu. V obou případech bude realizováno také hodnocení ze strany zkušené zdravotnické záchranářky – vyučující, a to za účelem samotného hodnocení a následného poskytnutí zpětné vazby v rámci debriefingu s probandy.

5. Čestné prohlášení

Žadatel prohlašuje, že výše uvedený výzkum představuje pro účastníky jen malé nebo žádné riziko porušení ochrany důstojnosti, svobod, zdraví, kvality života a bezpečnosti všech osob, které se účastní výzkumu. Uvedené riziko je srovnatelné s rizikem, které představuje běžná kancelářská práce, nebo jemuž jsou lidé vystaveni během běžného dne. Žadatel dále prohlašuje, že se seznámil s etickými standardy pro provádění výzkumu, a že uvedl všechny informace relevantní z hlediska etiky zamýšleného výzkumu včetně jeho případných rizik. Žadatel bere na vědomí, že vyjádření komise se vztahuje výhradně k výzkumu, který byl popsán v této žádosti.

Dne 22. května 2023

PŘÍLOHA H – STANOVISKO ETICKÉ KOMISE PRO VÝZKUM ZČU K NÁVRHU VÝZKUMNÉHO PROJEKTU

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

V Plzni dne 15. 6. 2023
Č.j.: ZCU 012668/2023

Stanovisko Etické komise pro výzkum Západočeské univerzity v Plzni
k návrhu výzkumnému projektu

Popis výzkumu:
Výzkum založený na provedení experimentu s využitím modulu „Autonehoda" ve virtuální realitě v komparaci s konvenčním školením s využitím figurantů.

Podávající pracoviště, kontaktní osoba:

Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Ing. Alena Lochmannová, Ph.D., MBA, tel. 725 874 757, e-mail: lochmann@fzs.zcu.cz

Složení Etické komise pro výzkum Západočeské univerzity v Plzni:

předsedkyně:	Ing. Alena Lochmannová, Ph.D., MBA
místopředseda:	doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
členové:	prof. MUDr. et Mgr. Zbyněk Tonar, Ph.D.
	doc. Mgr. Dana Buršíková, Ph.D.
	JUDr. Petra Hrubá Smržová, Ph.D.

Etická komise pro výzkum Západočeské univerzity v Plzni na základě žádosti o posouzení návrhu ze dne 22. 5. 2023, posoudila předložené dokumenty k *„Výzkum založený na provedení experimentu s využitím modulu „Autonehoda" ve virtuální realitě v komparaci s konvenčním školením s využitím figurantů"*, viz příloha a konstatuje následující.

Z popisu předloženého výzkumného šetření vyplývá, že:

- účastníci experimentu jsou dobrovolníci, není narušena jejich lidská důstojnost a nebudou v průběhu experimentu vystaveni fyzickému, psychickému ani sociálnímu riziku,
- od účastníků experimentu jsou získávána pouze anonymní data a je zaručena ochrana jejich soukromí a osobních údajů dle příslušného zákona.

Etická komise proto na základě předložených dokumentů vydává souhlas s provedením za podmínek stanovených v žádosti o posouzení výzkumného projektu.

V Plzni dne 15. 6. 2023

doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.

Digitálně podepsal doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
Datum: 2023.06.15 09:03:05 +02'00'

.....

doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
místopředseda