

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Mgr. Jitka Nováková

**Virtuální a rozšířená realita ve vzdělávání nelékařských
zdravotnických pracovníků**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Radana Pěružková

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 10. 4. 2024

Mgr. Jitka Nováková

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Radaně Pěružkové za odborné vedení, vstřícnost a příjemnou profesionální komunikaci při zpracovávání této bakalářské práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Nové trendy v pregraduálním vzdělávání zdravotnických záchranářů

Název práce: Virtuální a rozšířená realita ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků

Název práce v AJ: Virtual and augmented reality in healthcare professionals education.

Datum zadání: 21. 11. 2023

Datum odevzdání: 10. 4. 2024

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého

Fakulta zdravotnických věd,

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Autor práce: Nováková Jitka, Mgr.

Vedoucí práce: Mgr. Radana Pěružková

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ:

Cílem této bakalářské práce bylo sumarizovat aktuální dohledané poznatky o využití virtuální a rozšířené reality ve vzdělávání nelékařských pracovníků. Virtuální a rozšířená realita se začínají běžně objevovat ve výuce v rámci rozšíření možnosti bezpečného nácviku specifických zdravotnických výkonů. Ponoření se do virtuálního scénáře v herním prostředí je klíčovým aspektem úspěšného učení se pomocí virtuální a rozšířené reality. Dohledané studie ukazují, že by se mohlo jednat o efektivní vzdělávací metodu, která by mohla být v budoucnu i finančně výhodnější oproti běžným reálným simulacím. Práce je rozdělena do dvou dílčích cílů. První dílčí cíl se zaměřuje na výhody využití virtuální a rozšířené reality ve vzdělávání nelékařských pracovníků. Druhý cíl shrnuje nevýhody využití virtuální a rozšířené reality ve vzdělávání nelékařských pracovníků. Z výsledků studií vyplývá, že virtuální a rozšířená realita mají potenciál stát se efektivní doplňující metodou ve vzdělávání, převážně pro svoje schopnosti vtáhnout studenta do originálního scénáře, kdykoliv snadno dostupný trénink a bezpečné prostředí pro nácvik. Nevýhody technického typu jsou do budoucna

řešitelné, problémem však může být „cybersickness“, která se u některých uživatelů objevuje a znemožňuje jim tak tyto technologie používat. Informace pro tvorbu teoretických východisek byly čerpány pouze z relevantních zdrojů s využitím vědeckých elektronických databází EBSCO, PubMed, DynaMed and Google Scholar.

Abstrakt v AJ:

The aim of this bachelor's thesis was to summarize the current findings on the use of virtual and augmented reality in healthcare professionals education. Virtual and augmented reality are starting to appear regularly in education as a part of expanding the possibilities of safe training in various medical procedures. Immersion in a virtual scenario in a gaming environment is a key aspect of successful virtual and augmented reality learning. The studies show that it could be an effective educational method, which could be more financially advantageous in the future compared to real simulations. This thesis is divided into two parts. The first part focuses on the benefits of using virtual and augmented reality in healthcare professionals education. The second part summarizes the disadvantages of using virtual and augmented reality in healthcare professionals. The results of this research show that virtual and augmented reality have the potential to become an effective complementary method in education, mainly for their ability to draw the student into an original scenario, easily accessible training at any time, and a safe environment for practice. The disadvantages of the technical issues are solvable in the future, but the problem may be a "cyber sickness" that appears in some users and makes it impossible for them to use this technology. Information for the creation of theoretical background was drawn only from relevant sources using scientific electronic databases EBSCO, PubMed, DynaMed and Google scholar.

OBSAH

ÚVOD	7
1 POPIS REŠERŠNÍ ČINNOSTI.....	8
2 AKTUÁLNÍ DOHLEDANÉ POZNATKY O VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY VE VZDĚLÁVÁNÍ NELÉKAŘSKÝCH ZDRAVOTNICKÝCH PRACOVNÍKŮ.....	11
2.1 Výhody využití VR a AR ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků.....	13
2.1 Nevýhody využití VR a AR ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků..	19
2.3 Limitace a význam dohledaných poznatků	24
ZÁVĚR.....	26
REFERENČNÍ SEZNAM.....	28
SEZNAM ZKRATEK	31

ÚVOD

Technologický pokrok je nezastavitelný. Je samozřejmostí, že nové metody, které se v doprovodu nové techniky objeví, je vhodné prakticky aplikovat. Vhodným prostorem pro využití takovýchto nových metod je nejen herní průmysl, kde je veřejnost na různé technologické novinky již zvyklá, ale také oblast vzdělávání. Tato bakalářská práce je zaměřena na virtuální a rozšířenou realitu, se kterými se dnes už v podstatě běžně setkáváme, ať už prostřednictvím mobilního telefonu, virtuálních brýlí či jiných pomůcek. Práce se podrobně věnuje využití těchto technologií ve vzdělávání nelékařských pracovníků. Specifické zjištění přináší studie autorů Mills et al. (2020), která zmiňuje, že trénink skrze virtuální realitu přinesl studentům zdravotnického záchranářství téměř identické výsledky jako reálná simulace, avšak s významným finančním rozdílem, kdy reálná simulace může být až třináctkrát dražší než pořízení a provoz simulací ve virtuálním prostoru. Několik českých univerzit již vybudovalo nebo buduje simulační centra, kde se tyto technologie běžně využívají, nicméně stále se nejedná o zcela běžné metody ve výuce.

V rámci kontextu potenciálu virtuální a rozšířené reality ve vzdělávání byl pro tuto bakalářskou práci stanoven cíl práce, jímž je sumarizace aktuálních dohledaných poznatků o využití virtuální a rozšířené reality ve vzdělávání nelékařských pracovníků. Cíl práce je dále specifikován ve dvou dílčích cílech:

Cíl 1: Sumarizace aktuálních dohledaných výhod využívání virtuální a rozšířené reality ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků.

Cíl 2: Sumarizace aktuálních dohledaných nevýhod využívání virtuální a rozšířené reality ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků.

Před tvorbou této bakalářské práce byly prostudovány tyto publikace:

Daniel Araya, & Peter Marber. (2023). *Augmented Education in the Global Age: Artificial Intelligence and the Future of Learning and Work*. Routledge.

Gordon Calleja. (2011). *In-Game: From Immersion to Incorporation*. The MIT Press.

Ryan, M. -L. (2015). *Narativ jako virtuální realita: imerze a interaktivita v literatuře a elektronických médiích*. Academia.

1 POPIS REŠERŠNÍ ČINNOSTI

Pro rešeršní činnost byla při standardním vyhledávání použita klíčová slova, booleovské operátory a vyhledávací databáze. Pro první fázi rešerše bylo zvoleno období 2018-2023. V druhé fázi bylo časové období rozšířeno na 2017-2024, vzhledem k nedostatečnému množství dohledaných zdrojů pro dané téma. Z důvodu doplnění pedagogického kontextu byla použita jedna kniha z roku 1990. Vyhledávací databáze Google Scholar byla použita pro rozšíření zdrojů o publikace v českém jazyce.

VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA

Klíčová slova v ČJ: zdravotnický záchranář, vzdělávání, virtuální realita, rozšířená realita, simulační trénink

Klíčová slova v AJ: paramedic, education, virtual reality, augmented reality, simulation training

Jazyk: český, anglický

Období: 2017-2024

Další kritéria: recenzované dokumenty, plné texty



DATABÁZE

EBSCO, PubMed, DynaMed, Google scholar



Nalezeno 196 článků



VYŘAZUJÍCÍ KRITÉRIA

Články neodpovídající tématu

Duplicitní články

Články nesplňující kritéria

Kvalifikační práce



SUMARIZACE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH DOKUMENTŮ

EBSCO 10

PubMed 9

DynaMed 5

Google Scholar 1



SUMARIZACE DOHLEDANÝCH PERIODIK A DOKUMENTŮ

ISCRAM	1 článek
Interactive Learning Environments	1 článek
Australasian Journal of Educational Technology	1 článek
Applied Sciences	2 články
Prehospital and Disaster Medicine	3 články
Immersive Learning Research Network	1 článek
Journal of the American College of Emergency Physicians Open	1 článek
Journal of Formative Design in Learning	1 článek
Multimedia Tools and Applications	1 článek
Archives of Disease in Childhood Fetal and Neonatal Edition	1 článek
Journal of Traumatic Stress	1 článek
Virtual Reality	1 článek
Journal od Medical Internet Research	1 článek

Behavioral Sciences	1 článek
Prehospital Emergency Care	1 článek
2018 IEEE International Conference on Teaching, Assesment and Learning of Engineering	1 článek
Encyclopedia	1 článek
BMC Nursing	1 článek
2019 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Aplications for Health	1 článek
2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces	1 článek
Centrum pro výzkum vysokého školství	1 článek
Flow: The psychology of optimal performance	1 článek



Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito 24 dohledaných článků a 1 kniha.

2 AKTUÁLNÍ DOHLEDANÉ POZNATKY O VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY VE VZDĚLÁVÁNÍ NELÉKAŘSKÝCH ZDRAVOTNICKÝCH PRACOVNÍKŮ

V současné době se s pojmem virtuální realita setkáváme stále častěji, a již se nejedná o nic neobvyklého ani v oblasti edukace. Následující odstavce se věnují tomu, co je to vlastně virtuální realita, jak zapadá do kontextu imerzivního vzdělávání a jak se dá využít v praxi.

Virtuální realita je technologie, která umožňuje uživatelům v reálném čase prozkoumávat a manipulovat s počítačem generovaným, reálným nebo umělým 3D multimediálním senzoričným prostředím, a získávat tak praktické dovednosti, které mohou být následně využity v praxi (Kyaw et al., 2019). Virtuální realita patří do kategorie imerzivního vzdělávání. V první řadě je nutné rozklíčovat pojem imerze. Autoři Mystakidis a Lympouridis (2023) metaforicky přirovnávají imerzi k ponoření se do vody, kdy jsme novou realitou naprosto obklopeni a pohlcuje celou naši bytost, vnímáme ji všemi smysly. Jedná se o psychologický koncept myslí, kdy pro člověka v ten daný moment imerze, přestává být podstatné vnímání času a sebe sama. S tímto jevem blízce souvisí stav „flow“, který popisuje Csikszentmihalyi (1990). „Flow“ je stav vysoké koncentrace, kdy v podstatě ignorujeme okolí a čas a maximálně se soustředíme na danou aktivitu, která nás pohlcuje. Jedná se o ideální stav pro učení se. Nejčastěji můžeme „flow“ pozorovat při dětské hře, kdy se dítě plně věnuje příběhu své hry a nevnímá okolní realitu. Pro tento stav je nutné, aby byla aktivita pro člověka ve správném poměru náročnosti úkolu a jeho vlastních schopností pro splnění. To znamená, že úkol by neměl být příliš snadný, aby nepůsobil nudně, a zároveň nesmí být příliš obtížný, aby nedocházelo k frustraci. Dengel a Mägdefrau (2019) popisují nejdůležitější podstatu imerzivního vzdělávání a tou je přítomnost. Vědomí toho, že jsem aktivně v konkrétním okamžiku. Jedná se o zásadní podstatu vzdělávání skrze technologie. Na toto téma provedli autoři výzkum na studentech, který potvrdil hypotézu, jež upozorňovala na fakt, že tento stav „bytí v okamžiku“ při používání imerzivního vzdělávání, je ovlivněn faktory jako schopnost „ponoření se“ do činnosti, emoce a kognitivní schopnosti jedince. Příznivé výsledky tedy nemusejí být samozřejmostí pro každého.

Mystakidis a Lympouridis (2023) dále uvádějí, že právě digitální technologie jsou prostředkem imerzivního vzdělávání. Mezi tyto technologie patří virtuální realita (VR), augmentovaná, česky rozšířená, realita (AR) a kombinovaná realita (MR – mixed reality).

V případě VR se jedná o 3D digitální prostor, který je zcela mimo fyzickou realitu. Vyžaduje speciální místnost, ve které se bude osoba pohybovat, speciální set obrazovek (například VR brýle) a speciální audio, které se postarají o naprosté odtržení uživatele od reality. Můžeme se tímto způsobem přesunout na kompletně odlišné místo, vyzkoušet si naprosto specifické činnosti. Naproti tomu AR upravuje do určité míry prostředí kolem nás. Realizace je možná například skrze velké obrazovky, mobilní telefon, speciální brýle či přední sklo auta. Tato technologie pouze překrývá náš svět pomocí digitálních prvků. V poslední řadě MR je kombinací VR a AR. Nejsnadněji si můžeme tuto kombinaci představit tak, že za pomoci MR bychom mohli vidět (s využitím digitální obrazovky nebo speciálně upravených brýlí) určitou herní postavu, která je ovládána umělou inteligencí a pohybuje se po místnosti nebo se schovává například za nábytek. Měli bychom tedy pocit, že je postava s námi v naší místnosti. Simulátory virtuální reality lze rozdělit do třech kategorií, podle práce autorů Krause, Froňková a Přibíková (2023). První kategorie je Screen-based virtuální realita, kdy se jedná o rozhraní připojené k různým mechanickým zařízením a nacvičují se za pomoci těchto pomůcek například endoskopické metody. Druhou kategorií jsou virtuální světy, kdy jsou uživatelé ponořeni ve 3D virtuálním prostředí, které je založeno na on-line počítačových hrách pro více hráčů a odpoutávají od vnímání místa i času. Třetí kategorií je právě imerzivní realita, což je plně virtuální a interaktivní simulace s 3D prostředím, obraz je promítán na 360° displej umístěný na hlavě a uživatel manipuluje s virtuálními předměty v reálném čase. Zde lze používat speciální ovladače, mobilní virtuální realitu, datové rukavice či kombinézy apod.

Vzhledem k tomu, že se prostřednictvím těchto technologií můžeme přesunout na jakékoliv místo, představit si různé situace, a ještě se u toho něco naučit, nabízí se zde přímo propojení se vzděláváním zdravotnických záchranářů, kteří by si tímto způsobem mohli vyzkoušet konkrétní specifické situace téměř „na vlastní kůži“. Podle studie autorů Mills et al. (2020) se ukázalo, že trénink triage pacientů při hromadném neštěstí ve virtuální realitě může přinášet stejné výsledky jako zkušební živá simulace stejného scénáře. Autoři vytvořili scénář simulace, kde se objevilo deset zraněných osob v důsledku policejního stíhání aktivního střelce. Studie se účastnilo dvacet devět studentů druhého ročníku zdravotnického záchranářství. Výsledky ukázaly, že i když byla reálná simulace fyzicky náročnější, tak nebyly pozorovány žádné další rozdíly mezi skutečnou nebo virtuální simulací. Výsledky se nelišily v mentální a rozhodovací oblasti, psychické zátěži, výkonu ani frustraci. Nebyly rozdíly ani ve správnosti třídění pacientů. Ve virtuální realitě pouze studenti přiřadili třídící karty rychleji. Velký rozdíl se objevil v ceně za virtuální realitu a za reálnou simulaci. Zatímco VR cena přišla na 712 \$,

kde se platil pouze čas obsluhy zařízení, cena reálné simulace byla zhruba třináctkrát vyšší: 9413 \$. V reálné simulaci se platilo za čas účastníků, vybavení, maskování, herce, režiséra a použité auto. Autoři jiné studie Schild et al. (2018a) se shodují na tom, že některé urgentní stavy nelze nasimulovat jak na modelech, tak ani pomocí skutečných figurantů. Jedná se o případy zahrnující různé kožní projevy, onemocnění dýchacích cest, patologické projevy kardiovaskulárního systému apod. Zároveň podle nich výzkum ukázal, že se studenti naučí mnohem více skrze herní prostředí než díky skutečným simulacím. Zároveň mohou být se studenty ve VR přítomni i mentoři či učitelé, kteří mohou dohlížet na aktuální dění a vidí v reálném čase, jak studenti reagují a jak postupují.

Vzhledem k potenciálu VR a AR ve vzdělávání zdravotnických záchranářů a dalších zdravotnických povolání, se v dalších podkapitolách budeme věnovat konkrétním výhodám a nevýhodám, které tyto metody přinášejí.

2.1 Výhody využití VR a AR ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků

Jak bylo popsáno výše, virtuální realita má potenciál přinést do vzdělávání zdravotnických záchranářů mnoho benefitů. Autoři Birtill et al. (2023) jako jednu z výhod VR uvádějí možnost tréninku specifických situací, které se nedají běžně nasimulovat. Většina scénářů, které jsou používány pro tréninkové simulace, probíhají v ideálních podmínkách za typicky probíhajícího klinického stavu pacienta. Taková situace v terénu však nastává málokdy. Pro vzdělávání v této oblasti je podstatné, aby byly veškeré nabyté znalosti a zkušenosti aplikovatelné v reálném světě. VR poskytuje možnosti rozšířit standardní scénáře o neočekávané situace, různě progredující stavy apod. Pro zdravotnického záchranáře je typická práce v terénu v improvizovaných podmínkách. Trénink skrze VR umožňuje zažít situaci komplexně, ať už se jedná o prostředí situace, její individualitu či samotné pocity při zásahu. Další výhodou je, dle autorů, možnost samostatného studia a tréninku, jelikož počítač dovede sám vyhodnotit správnost postupu, tudíž není nutná přítomnost mentora či učitele, a student si tak může výkony opakovaně nacvičovat v bezpečném prostředí i se zpětnou vazbou. Tento fakt zároveň může potenciálně snižovat náklady na samotné vzdělávání, jelikož se neplýtvají pomůcky a není nutná přítomnost personálu.

Autoři Magi et al. (2023) se s již výše popsanou studií shodují hlavně ve výhodě tréninku specifických situací. Práce autorů se zabývá připraveností sester a záchranářů na katastrofy, kdy se většina dotazovaných necítí být na mimořádné události dostatečně připravena

a ocenili by v rámci vzdělávání větší prostor právě pro tyto situace. Virtuální realita přináší v těchto případech bezpečné prostředí, kdy studenti při provádění výkonů neohrožují skutečné pacienty. Dalším výhodným benefitem je množství scénářů, které lze pomocí digitální technologie nasimulovat a mohou realitu maximálně přiblížit, a se kterými se při běžné výuce a tréninku simulací studenti často nesečkají. Toto množství variant jim může poskytnout širší škálu získaných zkušeností, které jsou nezbytné pro zvládnání mimořádných událostí. Třetí hlavní výhodou, kterou autoři uvádějí, je možnost simulace skrze VR neustále opakovat, dokud si student není jistý svými schopnostmi, které jsou potřeba pro efektivní management situace. I přesto, že má VR a AR také různé nedostatky, dle autorů výhody tyto problémy jasně převažují a v důsledku jsou z těchto digitálních nástrojů efektivní pomůcky ve vzdělávání nelékařských pracovníků.

Studie původem z České republiky od autorů Boros et al. (2022) přináší poznatky přímo z praxe. Během pandemie Covid-19 vytvořili program VR pro vzdělávání zdravotnických pracovníků. Jednalo se o studijní materiál pro správné nasazování a sundávání ochranných pomůcek, správnou hygienu rukou a také zacházení s ostrými předměty. Výhody této metody se odrazily od situace způsobené pandemií Covid-19, kdy bylo možné během krátké doby vyškolit větší množství lidí, aniž by se museli účastnit hromadných přednášek či nácviků a zvyšovali tím riziko přenosu onemocnění. Tým autorů se rozhodoval mezi využitím VR a AR a hlavní roli zde hrály finance, protože náklady na provoz VR jsou několikanásobně nižší, jelikož vyžadují dostupnější technologii. Pro provoz VR využili Oculus Quest 2 (brýle pro virtuální realitu), který je dostupný za cenu přibližně 300 euro. Na druhou stranu VR je náročnější z programátorského pohledu. Výhodou VR je možnost vzdělávání více lidí najednou, častější a jednodušší aktualizace programu a snadnější úpravy v případě jakékoliv změny. Hlavním přínosem, který se podařilo autorům identifikovat, byla detekce a možná eliminace chyby. Vzhledem k tomu, že si zdravotníci zkoušeli běžné nácviky, se kterými se denně setkávají, jako například manipulaci s ostrými předměty, tak se objevila možnost detekovat nové chybné úkony, které se vyskytují u těchto již zažitých postupů. VR program dokáže monitorovat a zaznamenávat chyby, které se u účastníka programu objeví, tím pádem můžeme identifikovat konkrétní chyby, na které by se jinak přišlo až při úrazu či jiném poškození. S touto konkrétní chybou lze nadále pracovat například v rámci prevence pro další studenty či zaměstnance.

Další česká studie autorů Lochmannová et al. (2022) se zabývá srovnáním rozsáhlé reálné simulace (taktické cvičení Rozvadov 2018) a virtuálního modulu, který simuluje

autonehodu a je zaměřený na příjezd k mimořádné události a triage pacientů metodou START. Příprava velkého taktického cvičení trvala přes jeden rok, jelikož bylo nutné například zajistit místo události, získat povolení, připravit scénář, zkoordinovat všechny účastníky a další logistické prvky. Tohoto cvičení se účastnilo 250 lidí, což samo ukazuje na to, o jak rozsáhlé a náročné cvičení se jednalo. Scénář události popisoval nákladní automobil, který sjel z cesty, naboural do třech dalších jedoucích automobilů a vjel do velkého shromáždění lidí. Vozidla byla plně obsazena pasažéry. Příčinou celé situace byla zdravotní indispozice řidiče nákladního automobilu, který za jízdy prodělal akutní infarkt myokardu a z toho důvodu sjel z komunikace. Výsledek tohoto cvičení byl veskrze pozitivní, nicméně z následného dotazníkového šetření vyšly i nějaké nevýhody, které by mohla VR adekvátně eliminovat. Hlavním problémem byli figuranti, jejichž koordinace byla náročná. Je nutné jim zajistit dostatečný komfort, převážně v podobě tepla a občerstvení. Dále doprava všech účastníků na jedno místo je logisticky obtížná, někteří nedorazili včas. Zároveň se někteří účastníci necítili dostatečně vtaženi do situace, jelikož figuranti byli například jejich studenty či kolegy, což jim poskytovalo jistotu, že se nejedná o reálnou situaci. Tyto problémy se při tréninku s VR samozřejmě nevyskytují, jelikož jsou pacienti fiktivními postavami.

Autoři cvičení v Rozvadově (Lochmannová et al., 2022) vytvořili virtuální modul na základě zpětné vazby z provedeného taktického cvičení. Hlavním cílem VR modulu byla jeho snadná dosažitelnost a proveditelnost, kdy si zájemci mohou cvičení vyzkoušet kdykoliv, kolikrát budou potřebovat a bez jakékoliv externí pomoci. Tento VR modul je nyní připraven pro použití jak při vzdělávání zdravotnických záchranářů, tak pro trénink profesionálů. V úvodu, aby se student dostal do situace, se objevuje garáž, kde je avatar (virtuální postava) záchranáře, který provádí základním tréninkem ovládání apod. Po výběru konkrétního cvičení avatar oznámí základní informace a spustí se simulace. Scénář se odehrává večer, jedná se o srážku dvou aut na ploše asi 3x3 metry. Jsou slyšet zvuky křičících raněných, sirény ambulance a další, pro zvýšení věrnosti prožitku. Student musí ohlásit situaci na dispečink pomocí hlášení METHANE a začít třídít pacienty metodou START. Zpětnou vazbu studentovi poskytují ostatní pozorující studenti, mentor, učitel nebo může sledovat záznam vlastního výkonu. V závěru se autoři shodují, že hlavní výhodou VR je trénink situací, které se v praxi nevyskytují tak často, a tudíž s nimi záchranáři mohou mít méně zkušeností. Zároveň je výhodným faktorem to, že je vše připraveno k okamžitému použití a odpadá nutnost dlouhých, časově náročných příprav a organizace všech účastníků. Autoři nicméně uvádějí, že podle nich VR nikdy nenahradí reálná cvičení, ale určitě se jedná o vhodný doplněk ať už pro studenty, či

pro profesionální záchranáře. Berndt et al. (2018) tuto myšlenku potvrzují a ve své studii uvádí, že je VR a tyto technologie vhodným prostředníkem mezi kazuistikou na papíře a skutečnou simulací v terénu.

Jiná studie, která ukazuje výhody využití AR ve vzdělávání zdravotnických záchranářů, je zpracována autory Eggers et al. (2020). Zaměřují se na výuku fyziologie srdce u skupiny studentů oboru zdravotnického záchranářství. Hypotézou této výzkumné studie bylo zjistit, zda a jak AR může zlepšit sebepojetí účastníků, uchování nově nabytých znalostí a dosažení lepších výsledků při studiu fyziologie srdce v porovnání s těmi, kteří se danou problematiku učili pomocí tradičních vzdělávacích metod. Výzkumu se účastnilo třicet devět náhodně vybraných studentů, kteří byli rozděleni do dvou skupin. Jedna skupina se fyziologii srdce učila v rámci třicetiminutové přednášky s prezentací v PowerPointu. Po skončení otestovali své znalosti testem. Druhá skupina dostala instrukce ke stažení volně dostupné AR aplikace, ke které jim však nebyly podané žádné další instrukce. Účastníci ve druhé skupině dostali pouze informace, že se mohou rozdělit do skupin, dle svého uvážení, či pracovat samostatně a mají třicet minut na to, aby se naučili fyziologii srdce, která bude následně prověřena testem. Výsledky ukázaly, že zatímco první skupina dosáhla průměrného výsledku 78 %, druhá skupina, která používala AR, dosáhla vyššího průměrného skóre, a to 84 %. Tento rozdíl, podle autorů, však není signifikantně významný. Zajímavé zjištění však přináší informace z dotazníku, který účastníci studie následně vyplňovali, kdy pouze 35,3 % účastníků z druhé skupiny uvedlo, že jejich výsledky v testu byly lepší právě z důvodu využití AR. 68 % respondentů v dotazníku uvedlo, že by se ale měla AR během výuky využívat pravidelně. U studentů, kteří preferují vizuální typ učení se, je tato metoda výhodou. Zároveň se jedná o aktivní metodu vzdělávání, kdy byli studenti nuceni ve skupinách o tématu diskutovat, naučit se pracovat s novou aplikací a tématu se sami detailně věnovat, což je lepší než pouze pasivní příjem informací z přednášky. Podle autorů si toto téma žádá větší a detailnější výzkum, nicméně i tato studie ukázala výhodu využití AR ve vzdělávání.

Další výhodou, kterou přináší trénink záchranářů skrze virtuální realitu, přináší studie autorů Yeung et al. (2017). Jedná se o nácvik komunikace mezi různými skupinami. Tato studie se věnuje využití VR pro nácvik specifických urgentních situací, které vznikají při motoristických závodech. V rámci nadcházejícího prvního elektromotorového závodu v Hong Kongu provedla mezinárodní automobilová federace v říjnu 2016 školení pro zdravotnickou komunitu, která dělá dozor při tomto typu závodů. Cílem školení bylo posílit velení a koordinaci různých zasahujících skupin sestávajících z hlavního lékaře, týmu první pomoci,

vyprošťovacích týmů a hasičského záchranného sboru. V rámci školení byla pro účastníky připravena virtuální simulace, která napodobovala scény závodních nehod. Simulace se účastnilo osmdesát first responderů, kteří v budoucnu měli u vybraných závodů zasahovat. Výsledky ukázaly, že participanti komentovali VR jako účinnější metodu přípravy na skutečnou mimořádnou událost s hromadnými shromážděními než při běžném nácviku v učebně. Výhodu spatřovali právě v možnosti nácviku komunikace mezi odlišnými týmy a také při komunikaci s širší veřejností na místě události.

Autoři Cid a Chan (2017) vnímají VR jako nástroj, který může svými výhodami výuku zdravotníků zkvalitnit. Výhody při používání simulací ve VR vidí například ve vyšší míře zapojení studentů a stážistů do činností, příležitost častějšího cvičení, realističtější scénáře, možnost objektivního hodnocení, snížení dopadu cvičení na každodenní aktivity zařízení či studia a zlepšení poměru nákladů a přínosů cvičení. Národní lékařská knihovna v Americe vyvinula prototypy aplikací a výukových materiálů pro VR, které připravili pro použití v místní nemocnici. Každý účastník simulace následně vyplnil připravený dotazník a poskytl rozhovor. Díky této zpětné vazbě mohli autoři prototypy programů neustále vylepšovat a rozšiřovat. Následně bylo zapojeno i pohotovostní operační středisko. Výsledky ukázaly, že simulace naplnily všechna očekávání autorů a přes 90 % účastníků by VR ocenilo jako běžnou součást výuky a přípravy na zdravotnické povolání. Studie ukázala, že VR může být skutečným přínosem pro vzdělávání. Primární pořízení a instalace softwaru může být sice nákladnější, ale národní lékařská knihovna v Americe již pracuje na tom, aby se jim náklady podařilo snížit a tuto metodu mohly využívat i další organizace, které si nemohou dovolit příliš vysoké investice.

Zásadní výhodou, kterou přinesla studie autorů Gout et al. (2020) je možnost připojení se k simulaci odkudkoliv na světě, za pomoci vytvořeného avatara přenášeného do virtuálního prostředí. Autoři vytvořili virtuální prostředí, s jehož pomocí je možné cvičit zdravotníky a first respondery pro zásahy při katastrofách a masových incidentech. Tento typ simulace je podle nich nejvýhodnější z finančního pohledu a také co se týče maximálního zapojení účastníků cvičení. Vzhledem k tomu, že se mimořádné události typu aktivní střelec apod. neodehrávají tak často, je pravidelný a dostupný nácvik klíčovým prvkem připravenosti zasahujících. Reálné simulace jsou nákladné a logisticky náročné, což VR úspěšně eliminuje. Autorům se podařilo vytvořit simulované virtuální prostředí, které mohou upravovat dle potřeby a přidávat či odebrat různé prvky. Mezi tyto prvky patří sportovní stadion, kde lze cvičit situaci aktivního střelce, zhroutilé budovy, které se využívají pro následky přírodních katastrof či bombového

útoku, kino a divadlo, jež se využívají pro nácvik chemického, bombového či nukleárního výbuchu, skladiště a hořící dům pro nácvik rozsáhlých požárů a evakuace, opuštěný hotel pro trénink záchranářů při triage, vojenské stany pro rozsáhlé množství zraněných a také dopravní prostředí typu metro, dálnice a tunel pro nácvik havárií. Do tohoto virtuálního světa se může připojit až sto avatarů, což jsou jednotliví uživatelé, a mohou se přihlásit odkudkoliv na světě, pokud mají potřebné vybavení a přístup k programu. Oběti simulovaných katastrof mohou být programovány počítačem, nebo je mohou představovat připojení uživatelé, jakožto figuranti. Programované oběti mají tři úrovně. První skupina poskytuje základní informace o svém celkovém stavu. Druhá skupina udává informace ve vztahu k jednotlivým částem těla a třetí skupina má fyziologický simulátor, který umí v reálném čase měnit stav pacienta. Náklady na vytvoření tohoto virtuálního světa se pohybují kolem 349\$, kdy je nutno měsíčně platit další poplatky 249\$, pořízení jednotlivých budov a prvků se pohybuje v rozmezí 0,01-10\$. Do těchto nákladů není započítáno pořízení zařízení pro VR. Podle autorů je tohle pouze zlomek ceny, který by ročně stály cvičení takového rozsahu v rámci reálných simulací. Využívání takové simulace je vhodné pro studenty i profesionály, kteří tak mohou trénovat abnormální situace. Ve scénářích se trénují nejen jednotlivé výkony, ale také celková koordinace týmu. Mnoho studentů odchází ze školy s tím, že některé urgentní stavy znají pouze z učebnice a tento problém by mohla doplnit právě VR, která umožňuje tyto stavy natrénovat alespoň v bezpečném, ale realistickém prostředí. Samotní studenti, kteří si tuto virtuální realitu vyzkoušeli, se také vyjádřili k tomu, že mohou v takovém světě zažít pocit svobodné hry a toho, že se může stát naprosto cokoliv, což se u standardizovaných modelových situací nestává.

Krause, Froňková a Přibíková (2023) shrnují výhody VR do několika bodů. Jedná se převážně o prvky, které jsou vhodné pro budoucí použití. VR je dle autorů možné použít pro širokou škálu specifických typů nelékařských oborů. Hlavním přínosem by podle nich mohla být postupná integrace VR do vzdělávacích osnov, což by umožnilo možnost vzdělávání bez ohledu na geografickou polohu. VR by mohla usnadnit některé složitější vzdělávací postupy. Má potenciál stát se každodenní součástí tréninku zdravotnických pracovníků, ideální místo by bylo také v rámci adaptačního procesu. Toto je i výrazný prvek v oblasti bezpečnosti pacientů, jelikož by měli zdravotníci jednodušší a rychlejší prostor pro nácvik. Důležitou výhodou je takzvané kolaborativní učení v reálném čase, kdy se virtuálním prostorem mohou setkávat studenti z různých zemí bez nutnosti opustit hranice svého státu. Výhodou je samozřejmě také budování technických kompetencí, soft skills, komunikačních schopností a snížení ekonomické náročnosti simulací.

2.1 Nevýhody využití VR a AR ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků

VR a AR mají ve vzdělávání mnoho výhod, které jsou popsány v předchozí podkapitole, nicméně dohledané studie ukazují, že tyto metody mají stále i nějaké nedostatky a nevýhody, které komplikují jejich využívání v praxi.

Vybrané studie zmiňují obtíže technického charakteru. Autoři Schild et al. (2018a) v rámci svého výzkumu narazili na několik nevýhod, nicméně žádná se netýkala teoretického zdravotnického obsahu, jednalo se o uživatelské obtíže se samotnou virtuální realitou. Důležitým prvkem je pocit skutečnosti a kompletní imerze. Tu však může narušit technika. Účastníci této studie udávali nesrovnalosti v komunikaci, kdy se svými „spoluhráči“ komunikovali skrze sluchátka a mikrofon a se svým učitelem komunikovali běžně „mimo“ simulaci. To narušovalo úplný pocit pohlcení. Další komplikací bylo připojení kabelů k headsetu, který má účastník při simulaci na sobě. Kabely občas překážely a nutily uživatele interagovat se skutečným světem během simulace. Vzhledem k tomu, že se vybraná simulace používala pro nácvik spolupráce, tyto faktory ji podstatně narušovaly. Podobné obtíže přináší studie autorů Elsenbast et al. (2024), podle kterých se technika ukázala být v některých případech problematická. Uvedená studie zkoumala vliv VR a MR na trénink týmové práce zdravotnických záchranářů. Porovnávaly se dvě skupiny účastníků, v jedné skupině pracovaly týmy ve virtuální realitě a druhá skupina pracovala v kombinované realitě. Hlavní překážkou může být celé technické prostředí, hlavně připojení různých zařízení a ovladačů, které mohou působit například zpožděné reakce v simulaci z důvodu nízké hodnoty baterie či špatného připojení. Další překážkou jsou kabely, které propojují například headset s počítačem. Určitě je vhodné investovat do bezdrátových variant, které zároveň umožňují bezpečnější pohyb neomezovaný připojenými dráty. Se stejným problémem se setkali autoři studie Chaabane et al. (2022), kde technické a grafické nedostatky ovlivňovaly kompletní imerzi do simulace a účastníci nebyli z toho důvodu natolik ponořeni do zadaného scénáře. Gout et al. (2020) vytvořili vzdělávací virtuální svět, do kterého se mohou studenti připojovat a interagovat mezi sebou odkudkoliv na světě. Jelikož se jedná o online komunikaci, je nutné mít funkční internetové připojení. To by se mohlo dnes zdát jako samozřejmost, nicméně stále to pro některé uživatele může být z tohoto důvodu nedostupné. Plotzky et al. (2023) uvedli ve své práci poznatek, kdy dalším technickým vylepšením by bylo přizpůsobení simulace individuálně pro

leváky a pro praváky. Zmiňují také problémy spojené s internetovým připojením a programově obsahové nedostatky. Podobně také autoři další studie Ghoman et al. (2019) popisují nevýhodu ve finanční stránce, kdy jsou pořizovací investiční náklady poměrně vysoké a program vyžaduje pravidelné aktualizace, což může být časově i finančně nevýhodné. Uživatelé také potřebují minimálně telefon, tablet, počítač či jiné chytré zařízení, v ideálním případě set přímo pro VR či AR. Autoři Birt et al. (2017) se ve své studii zaměřují na využití virtuální a kombinované reality hlavně pro dálkové studium zdravotnického záchranářství. Snaží se tímto způsobem přiblížit praktické dovednosti neprezenčním studentům, kteří na procvičování ve výuce nemají kvůli typu studia dostatek času a prostoru. Za pomoci mobilního telefonu, 3D tisku a programu pro mobilní rozšířenou realitu vytvořili simulaci pro trénink endotracheální intubace. Mezi výhodami a výsledným zjištěním, že tato metoda byla pro dálkově studující výraznou pomůckou, se objevily také nevýhody a doporučení pro zlepšení. Hlavním bodem, na který autoři upozorňují a je podstatným doporučením pro tento pedagogický přístup, je nutnost dostatečné přípravy pro pořízení, kalibraci a provoz technologie, především samotné programování simulací. Pokud se rozhodneme pro vzdělávání VR či AR využít, je nutné zvážit, zda poskytují větší přínos než běžně dostupné metody.

Další studie popisují nevýhody spojené se simulací po technické stránce, převážně se jedná o situace, kdy prvky simulace neodpovídají realitě. Ve studii autorů Schild et al. (2018a) se zároveň objevovaly obtíže ve hře samotné, která potřebuje detailnější propracování. Například se ztrácely předměty, které uživatel pustil z ruky nebo byly špatně rozeznatelné avatary spoluhráčů. Autoři Elsenbast et al. (2024) popisují zásadní nevýhodou, která je technického typu. Jedná se o drobné pohyby, jako například příprava léčiv či drobné zásahy, které není zatím dostatečně možné simulovat. Vhodným prostředkem jsou speciální „data rukavice“, které fungují místo ovladače a snímají přímo pohyb rukou. Ovladač v ruce nedostatečně simuluje skutečný pohyb a je časově náročnější naučit se s ním správně tyto pohyby vykonávat, aby působily ve virtuálním světě realisticky. Stejnou nevýhodu popisují Gout et al. (2020) kdy fakt, že studenti používají pouze klávesnici a myš, sice přináší možnost testovat teoretické znalosti, ale nebuduje to fyzické návyky pro vykonávání jednotlivých specifických zdravotnických činností. Plotzky et al. (2023) ve své studii, při které testovali vliv VR na učení studentů ošetřovatelství, také popisují nevýhodu v nedostatečnosti jemné motoriky, která uživatelům narušuje pocit imerze a znemožňuje učení se drobnějším zákrokům. Některé pohyby jsou zcela neproveditelné skrze využívané ovladače a jiné jsou velice nerealistické a objevují se při nich chyby, které by se v reálných podmínkách neděly. Zároveň

několik studentů uvedlo jako nevýhodu chybějící gravitaci, kdy předměty nepadají na zem a zůstávají viset v prostoru. Také v některých případech neodpovídá pocit při práci s pomůckami. Například odsávací cévka se během simulace chovala jako tvrdý materiál a kladla nesprávný odpor, zatímco skutečná je měkká a poddajná. Birt et al. (2017) podle dat z jejich studie ukazují, že na jejich vzorku studentů dokázalo jen 38,2 % následně projít praktickou zkouškou a kompletně splnit zadané požadavky založené na konkrétním simulovaném virtuálním tréninku. Ukazuje se tedy, že metoda samotná je pro praktický nácvik, dle autorů, nedostatečná.

Technické odlišnosti a nevýhody přímo mezi VR a AR uvádí práce autorů Koutitas et al. (2021). Jejich studie se zaměřuje na svalovou a kognitivní paměť, kterou rozvíjejí pomocí VR a AR. Pomocí kvalitativní i kvantitativní metodologie hodnotí uživatelský výkon, čas strávený na úkolech, přesnost a rychlost učení, aby byla možná analýza účinnosti jejich navrhovaného vzdělávacího rámce za pomoci VR a AR. Podle jejich výsledků se ukazuje, že navržená metodika školení zlepšila přesnost záchranářů o 46 % a rychlost provádění úkolů o 29 %. Ukázalo se, že AR má oproti VR určité nevýhody a záchranáři dosahovali s VR lepších výsledků. I když AR umožňuje uživateli fyzicky se pohybovat v reálném světě a interagovat s hologramy, vytvoření dostatečně reálného pocitu, který by umožnil pohlcení se do programu, se dařilo více skrze VR. Autoři se domnívají, že je ovládání AR méně realistické. Například při otevírání zásuvky ve skřínce se ve VR udělá typický pohyb rukou, zatímco v AR se stiskne tlačítko a zásuvka se otevře. VR tím pádem pomáhala lépe budovat svalovou paměť a schopnost. Zároveň i některá grafická zpracování se zdála být lepší ve VR. Tato zjištění však potřebují podrobnější analýzu a další výzkum. Také vzhledem k rychle postupujícímu vývoji těchto digitálních technologií je pravděpodobné, že se jedná pouze o otázku času, kdy budou tyto grafické nedostatky odstraněny.

Ve studii, kde autoři Gout et al. (2020) vytvořili celý virtuální svět, ke kterému se mohou studenti připojit odkudkoliv na světě, jsou uvedeny jako hlavní nevýhody využití VR hlavně technická a časová náročnost vytváření simulovaného světa. Pokud nevytváří programátoři virtuální prvky sami, dají se koupit již naprogramované a připravené k použití na sítích, na kterých jsou tyto virtuální prvky na prodej, nicméně jsou za různě vysoké poplatky, což zvyšuje finanční náročnost provozu. Schild et al. (2018b) se jako na jeden z bodů zaměřují na vzhled simulace. Jedná se o balancování mezi realisticky vypadajícím prostředím, adekvátně se rozvíjejícím stavem pacienta a finanční náročností takovýchto detailů. Celkový vizuál simulace je klíčovým faktorem pro ponoření se a flow, tudíž na něm záleží. Nicméně realismus

je v grafice finančně náročnou položkou, kterou můžeme vidět například u úspěšných počítačových her. Ve vzdělávacích simulacích je nutné mezi priority umístit hlavně dynamický průběh klinického stavu pacienta. Zjednodušený model prostředí nemusí být dostatečně realistický, což může mít vliv na prožívání simulace, na druhou stranu je však nyní pro autory podstatnější zaměřit se na detaily, jako je pohyb hrudníku při dýchání či pocení. Zároveň pracují na adekvátním vzhledu a chování pomůcek, které zdravotničtí záchranáři v praxi používají, což má větší vliv na správné učení se. Specifickým poznatkem, který je spíše náročnou otázkou z pohledu programování, je vnímání času v simulaci. Některé úkony, jako například stříhání oblečení, jsou v programu zjednodušeny, ale ukázalo se, že mohou být v reálné situaci časově náročnější a mají vliv na progredující stav pacienta.

Nevýhodu, která se špatně eliminuje, zmiňují autoři Ghoman et al. (2019). Jedná se o nauzeu, která je vyvolána důsledkem pohybu uživatele ve virtuální realitě. Někteří jedinci jsou k tomuto jevu náchylnější. Se stejným problémem, jako v předchozí uvedené studii, se autoři Donathan et al. (2024) při své práci s VR setkali s neočekávanou nauzeou, takzvanou „motion sickness“ (pohybovou/cestovací nevolnost) nebo „cybersickness (nevolnost v kyberprostoru). Objevují se příznaky jako bolest hlavy, nauzea, vertigo a zvracení. Autoři vyjadřují potřebu dalšího zkoumání tohoto problému, kdy by se mělo zjistit, jak vzniká, kdo má k této nevolnosti predispozice a případně jak se s ní vypořádat. O nevolnosti, kterou způsobuje pohyb ve virtuálním prostoru, se ve své studii zmiňují i autoři Elsenbast et al. (2024). Co se týče nevolnosti, studie popisuje signifikantní počet respondentů, kteří v následném dotazníku po simulacích uvedli, že se u nich symptomy „cybersickness“ objevovaly. V rámci prevence tohoto jevu je nutné virtuální brýle seřídit tak, aby individuálně přesně seděly. Musí sedět na hlavě tak, aby se vůbec nehýbaly, ale zároveň je nutné seřídit vzdálenost mezi okem a obrazovkou. Brýlím mohou snadno překážet prvky, jako jsou například vlasy a náušnice. Největší limitací se zdají být oční vady. Zde je vhodné zvážit různé typy čoček, které by se do virtuálních brýlí vkládaly, aby se jimi vykompenzovaly různé typy očních vad. Nicméně toto opatření by bylo nutné spíše v případech dlouhodobého využívání této technologie osobou s konkrétní vadou, pro kterou by byl headset takto individualizován. Plotzky et al (2023) popisují, že někteří účastníci jejich studie spatřovali nevýhodu v počáteční časové investici do této metody, hlavně pak pro uživatele, kteří nejsou na podobné technologie zvyklí a neumí s nimi pracovat. Těmto uživatelům trvalo déle si na celý proces a obraz zvyknout a uváděli pocity nejistoty, nicméně tento stav je jen otázkou začátku a po dostatečném tréninku odeznívá. I tito uživatelé popisovali

stavy odpovídající „cybersickness“. Jedná se o limit, který zhoršuje schopnost koncentrace na samotný obsah simulace.

Vybrané studie uvádějí nevýhody, které jsou spojené s herním kontextem VR. Ponoření se do VR prostředí a hry může způsobovat nadměrné využívání herního světa, což by ve výsledku mohlo vést až k závislosti. V některých případech by se mohlo objevovat i nevhodné chování, jako je kyberšikana například kvůli výsledkům v jednotlivých herních soutěžích, které by jinak sloužily k motivaci hráčů. Stejně jako reálné simulace, mohou být ty virtuální pro uživatele nadměrně stresující ať už z pohledu realistických prožitků v simulaci nebo z vlastních dosažených výsledků. V jiné studii autorů Plotzky et al. (2023) účastníci uváděli naopak tak velké nadšení a ponoření se do virtuálního světa, že se nedokázali soustředit na hlavní úkol.

Další dohledanou nevýhodou je nedostatečná připravenost instruktorů a učitelů, kteří by měli simulace ve výuce využívat a případně obsluhovat. Článek autorů Donathan et al. (2024) přednáší výsledky studie, která se věnuje testování tradičních simulací a VR. 174 studentů z deseti akreditovaných vzdělávacích programů v USA bylo randomizovaně rozděleno do dvou skupin. Jedna skupina podstoupila klasickou simulaci a druhá využívala VR. Náplní programu bylo šest scénářů obsahujících třicet různých diagnóz, které museli účastníci správně vyhodnotit. Ačkoliv tato studie nepřinesla statisticky významné rozdíly mezi využitím těchto dvou metod, považuje VR za potenciální přínos pro vzdělávání. Nicméně velkou nevýhodou je časový a mentální potenciál, který je nutné do této nové technologie vložit, aby mohla být adekvátně provozována. Bylo zjištěno, že 389 vzdělávacích programů pro zdravotnické záchranáře v Americe má k dispozici technologii, které by mohly být pro virtuální vzdělávání použity, nicméně z důvodu nedostatečného množství vyškolených instruktorů a nízkému povědomí o využitelnosti těchto technologií, nejsou ve školách používány. Dále se ukazuje, že v některých případech není možno se studenty během simulace komunikovat, což znemožňuje zpětnou vazbu. Ve studii autorů Birt et al. (2017) mají studenti na hlavě headset a v něm vložený mobilní telefon a tím se sami dostávají do virtuálního světa, nicméně nelze se do něj připojit jakožto pozorovatel, a tak zde není prostor pro přímou zpětnou vazbu.

Nevýhody mohou být také specifické pro určité věkové skupiny. Molka-Danielsen et al. (2018) ve výsledcích své studii uvádějí, že se setkali s rozdíly mezi studenty a služebně staršími zdravotnickými záchranáři. Studenti zdravotnického záchranářství vítali využití VR v rámci vzdělávání, zatímco zdravotničtí záchranáři ve službě uvedli, že se jim simulace skrze VR nezdály dostatečně realistické.

2.3 Limitace a význam dohledaných poznatků

Tato bakalářská práce se zabývá využitím virtuální reality ve vzdělávání nelékařských pracovníků. Konkrétně se zaměřuje na aktuální poznatky, výhody a nevýhody jejich využití. Jak se ukázalo v předchozích kapitolách, VR a AR mají potenciál stát se metodou, jejíž implementace do vzdělávání by mohla být obohacující. Významem bakalářské práce je nahlédnout do různých typů a možností, jak se dají tyto technologie využít ve prospěch zkvalitnění a zefektivnění studia nelékařských profesí, převážně pak zdravotnických záchranářů. Další výzkum v této oblasti může přinést cenné poznatky a přispět k inovacím ve vzdělávání a praxi.

Práce obsahuje několik limitů. V první řadě se jedná o nedostatek českých studií. Většina vybraných prací je ze zahraničí. Z českého prostředí se podařilo dohledat jednu obsáhlejší studii, která porovnává simulované cvičení v terénu s modulem ve virtuální realitě. Z tohoto důvodu je studie v této práci rozepsaná více podrobně. Zároveň bylo nutné rozšířit cílovou skupinu této práce na všechny nelékařské profese, jelikož výzkumných prací se zaměřením pouze na zdravotnické záchranáře nebylo dostatečné množství. Dalším limitem je možnost širokého uchopení VR a AR metody a její zařazení do vzdělávání. Nelze tedy jednotlivé metody stejně srovnávat, jelikož každý vybraný výzkum tvořil vlastní herní prostředí, používal jiné technologie, využíval jiný výzkumný vzorek respondentů apod. Na druhou stranu byla díky tomuto faktu pokryta široká škála různých výhod a nevýhod více metod.

Stejně jako každá vzdělávací metoda, mají VR a AR mnoho výhod a zároveň i nevýhod. Objevuje se však jedno téma, které prolíná obě kategorie. Jedná se o finance. Někteří autoři uvádějí finanční stránku jako výhodu, jelikož jde podle nich o jednorázovou počáteční investici, kdy po pořízení a zprovoznění technologie již není potřeba dalšího financování. Oproti tomu pravidelně opakované reálné simulace jsou podstatně časově i finančně nákladnější. Naopak jiné studie popisují finanční stránku jako nevýhodnou, jelikož například budování virtuálních prostor je placeno, systém je nutné pravidelně aktualizovat a počáteční investice je dost vysoká. Otázkou zůstává, jak a jestli by byly zmíněné metody využitelné větším měřítku na vysokých školách v České republice. Některé typy se již běžně používají, například Masarykova univerzita postavila celé simulační centrum, které obsahuje i virtuální simulátory pro trénink studentů a dalších pracovníků ve zdravotnictví. (Wiesnerová, 2020) Podobné simulační centrum se nachází také v Českých Budějovicích a v Ostravě. Nicméně realizace a provoz těchto simulačních center je ekonomicky náročnější

(Krause, Froňková, Přibíková, 2023). Podle dohledaných informací se ukazuje, že by virtuální i rozšířená realita mohly být vhodným doplňkem pro vzdělávání, nicméně v současné podobě ještě nedovede zcela nahradit a zastoupit ostatní metody. Pravděpodobně je pouze otázkou času, kdy budou tyto technologie vyladěny a zdokonaleny natolik, aby jejich použití bylo více finančně výhodnější a jejich výhody převážily většinu nevýhod. V současné době existují i varianty, které nevyžadují drahé technické zázemí a lze je ve výuce efektivně používat, jako například mobilní virtuální realita, kde uživatel potřebuje pouze mobilní telefon a headset na jeho připevnění.

V této oblasti zůstává potenciál pro další výzkumné práce, které by se mohly zaměřit na konkrétní pořizovací a provozní náklady kompletního modulu pro virtuální realitu.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla sumarizace aktuálních dohledaných poznatků o využití virtuální a rozšířené reality ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků. V úvodní části se práce věnuje ukotvení metody v pedagogickém kontextu a vysvětlení pojmu imerze, který je pro virtuální simulace klíčový.

První dílčí cíl se zaměřuje na sumarizaci aktuálně dohledaných výhod využití virtuální reality ve vzdělávání nelékařských zdravotnických pracovníků. Výhody VR jsou v možnosti cvičení individuálních scénářů specifických urgentních stavů, které nelze běžně simulovat včetně cvičení masových událostí a katastrofických scénářů. Tyto situace lze hlavně provádět v bezpečném prostředí a lze je neustále opakovat, jsou také přístupnější a je tedy možnost častějšího tréninku. Není nutné nic připravovat, systém je po zapnutí možné ihned používat, takže se jedná o časově méně náročnou činnost. Studenti mohou trénovat s mentorem, ale i sami, jelikož počítač dovede správnost postupu vyhodnotit. Zajímavou možností zpětné vazby je také sledování záznamu po provedení nácviku, ze kterého může student analyzovat vlastní postup. V tomto ohledu se také objevila výhoda, kdy je možno detekovat a eliminovat chyby, a je možné je využít v rámci prevence pro ostatní studenty z oboru. Dále jsou výhodou potenciálně nižší náklady na cvičení, jelikož se investuje pouze do pořízení VR setu a vytvoření programu. Odpadají také logistické obtíže spojené s přípravou reálné simulace, jako například koordinace figurantů, zabezpečení vhodného místa, bezpečnost a další. Během krátké doby lze efektivně vyškolit vyšší počet lidí bez nutnosti shromažďování větší skupiny na jednom místě, což se osvědčilo hlavně v omezených podmínkách pandemie Covid-19, kdy bylo nutné omezit kontakty mezi osobami. Stejně tak je specifickou výhodou vytvoření virtuálního světa, kam se mohou uživatelé připojovat odkudkoliv na světě za pomoci vlastního avatara, který je přenášen do imaginárního světa a tam se setkává s ostatními uživateli a řeší zadané situace. Studenti, kteří se ve volném čase věnují počítačovým hrám, oceňují na virtuální realitě především pocit svobody v herním prostředí, což zvyšuje zážitek ze hry, atraktivitu cvičení a zároveň podněcuje potenciál pro učení se. První dílčí cíl byl tímto splněn.

Druhý dílčí cíl popisuje dohledané nevýhody VR a AR ve vzdělávání nelékařských zdravotnických profesí. Všechny nevýhody lze rozdělit do třech skupin. Jedna skupina shromažďuje veškeré technické problémy. Jedná se o problémy s připojením, rychlostí, plynulostí a bezdrátovým připojením. Stejně tak připojení za pomoci kabelů je nevýhodou, jelikož překáží v pohybu uživatele. V některých případech se objevovaly chyby, které se týkají

převážně programování, kdy simulace nesprávně reagovaly, ztrácely se předměty, pohyb avatara a manipulace s předměty byli problematické a samotné budování virtuálního světa je časově a finančně náročné. Vyšší finanční náklady provází veškeré technické nevýhody, ať už se jedná o vybavení či programové prvky. Druhá skupina se věnuje problému „cybersickness“ a s tím spojenou případnou nemožností pokračování simulací. Problémem by mohly být i některé oční vady, které vyžadují specifickou korekci. Třetí skupina sdružuje ostatní nevýhody, mezi které patří nedostatečná připravenost pedagogů pro práci s touto technologií, čas, který je nutný věnovat přípravě a nastavení před implementací do výuky, možnost nadužívání až závislosti, nerealistický vzhled a nedostatečnost technologie jakožto samostatné metody. Tímto byl splněn i druhý dílčí cíl této bakalářské práce.

Poznatky z této bakalářské práce mohou být přínosem zejména pro pedagogy zabývajícími se vzděláváním nelékařských pracovníků, kteří hledají nové a originální metody do výuky. Některé varianty AR je možné použít i bez nákupu drahých technologií, stačí využít například mobilní telefon nebo tablet či počítač. Stejně tak by tato práce mohla být inspirací pro studenty nelékařských oborů, kteří by se mohli aktivně zasadit o implementaci těchto metod do jejich vzdělávání skrze univerzitní komunikaci s vedením fakult apod. Zároveň by tato práce mohla sloužit jako inspirace pro tvorbu dalších virtuálních simulací, které se tak mohou zaměřit na eliminaci uvedených nevýhod.

REFERENČNÍ SEZNAM

Berndt, H., Wessel, D., Willer, L., Herczeg, M., & Mentler, T. (2018). Immersion and Presence in Virtual Reality Training for Mass Casualty Incidents. In *ISCRAM*.

Birtill, M., King, J., Jones, D., Thyer, L., Pap, R., & Simpson, P. (2023). The use of immersive simulation in paramedicine education: a scoping review. *Interactive Learning Environments*, 31(4). <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1889607>

Birt, J., Moore, E., & Cowling, M. (2017). Improving paramedic distance education through mobile mixed reality simulation. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6). <https://doi.org/10.14742/ajet.3596>

Boros, M., Sventekova, E., Cidlinova, A., Bardy, M., & Batrlova, K. (2022). Application of VR Technology to the Training of Paramedics. *Applied Sciences*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/app12031172>

Cid, V., & Chan, J. C. (2017). Enhancing Disaster Preparedness Exercises with Virtual Reality Simulations. *Prehospital and Disaster Medicine*, 32(S1), S219-S220. <https://doi.org/10.1017/S1049023X17005696>

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal performance*.

Dengel, A., & Mägdefrau, J. (2019). Presence Is the Key to Understanding Immersive Learning. *Immersive Learning Research Network*, 3(2), 185-198. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23089-0_14

Donathan, E., LaLumia, A., Foat, C., Barr, N., & Page, D. I. (2024). *SMARTSIM* A multicenter prospective randomized trial of 3D virtual reality versus traditional patient simulation. *Journal of the American College of Emergency Physicians Open*, 5(1). <https://doi.org/10.1002/emp2.13092>

Eggers, P., Ward, A., & Ensmann, S. (2020). Augmented Reality in Paramedic Training: a Formative Study. *Journal of Formative Design in Learning*, 4(1), 17-21. <https://doi.org/10.1007/s41686-020-00041-7>

Elsenbast, C., Dahlmann, P., & Schnier, D. (2024) Virtual team training with Mixed Reality and Virtual Reality – benefits and limitations illustrated on the example of two paramedic classes. *Multimedia Tools and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-17878-2>

- Ghoman, S. K., Patel, S. D., Cutumisu, M., von Hauff, P., Jeffery, T., Brown, M. R. G., & Schmölzer, G. M. (2019). Serious games, a game changer in teaching neonatal resuscitation? A review. *Archives of Disease in Childhood – Fetal and Neonatal Edition*, *105*(1), 98-107. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2019-317011>
- Gout, L., Hart, A., Houze-Cerfon, C. -H., Sarin, R., Ciottone, G. R., & Bounes, V. (2020). Creating a Novel Disaster Medicine Virtual Reality Training Environment. *Prehospital and Disaster Medicine*, *35*(2), 225-228. <https://doi.org/10.1017/S1049023X20000230>
- Chaabane, S., Etienne, A. -M., Schyns, M., & Wagener, A. (2022). The Impact of Virtual Reality Exposure on Stress Level and Sense of Competence in Ambulance Workers. *Journal of Traumatic Stress*, *35*(1), 120-127. <https://doi.org/10.1002/jts.22690>
- Koutitas, G., Smith, S., & Lawrence, G. (2021). Performance evaluation of AR/VR training technologies for EMS first responders. *Virtual Reality*, *25*(1), 83-94. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00436-8>
- Krause, M., Froňková, M., & Přibíková, M. (2023). Virtuální realita jako nový aspekt vzdělávacího prostředí. In J. Beseda (Ed.), *Osobní vzdělávací prostředí studenta – soubor didaktických metod pro učitele zdravotnických nelékařských oborů* (2023rd ed., pp. 22-24). Centrum pro studium vysokého školství. https://www.csvs.cz/wp-content/uploads/metodika_online_final.pdf#page=22
- Kyaw, B. M., Saxena, N., Posadzki, P., Vseteckova, J., Nikolaou, C. K., George, P. P., Divakar, U., Masiello, I., Kononowicz, A. A., Zary, N., & Tudor Car, L. (2019). Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *Journal of Medical Internet Research*, *21*(1). <https://doi.org/10.2196/12959>
- Lochmannová, A., Šimon, M., Hořejší, P., Bárdy, M., Reichertová, S., & Gillernová, K. (2022). The Use of Virtual Reality in Training Paramedics for a Mass Casualty Incident. *Applied Sciences*, *12*(22). <https://doi.org/10.3390/app122211740>
- Magi, C. E., Bambi, S., Iovino, P., El Aoufy, K., Amato, C., Balestri, C., Rasero, L., & Longobucco, Y. (2023). Virtual Reality and Augmented Reality Training in Disaster Medicine Courses for Students in Nursing: A Scoping Review of Adoptable Tools. *Behavioral Sciences*, *13*(7). <https://doi.org/10.3390/bs13070616>

- Mills, B., Dykstra, P., Hansen, S., Miles, A., Rankin, T., Hopper, L., Brook, L., & Bartlett, D. (2020). Virtual Reality Triage Training Can Provide Comparable Simulation Efficacy for Paramedicine Students Compared to Live Simulation-Based Scenarios. *Prehospital Emergency Care*, 24(4), 525-536. <https://doi.org/10.1080/10903127.2019.1676345>
- Molka-Danielsen, J., Prasolova-Forland, E., Fominykh, M., & Lamb, K. (2018). Use of a Collaborative Virtual Reality Simulation for Multi-Professional Training in Emergency Management Communications. *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 408-415. <https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615147>
- Mystakidis, S., & Lympouridis, V. (2023). Immersive Learning. *Encyclopedia*, 3(2), 396-405. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3020026>
- Plotzky, C., Loessl, B., Kuhnert, B., Friedrich, N., Kugler, C., König, P., & Kunze, C. (2023). My hands are running away – learning a complex nursing skill via virtual reality simulation: a randomised mixed methods study. *BMC Nursing*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12912-023-01384-9>
- Schild, J., Lerner, D., Misztal, S., Luiz, T., Rankin, T., Hopper, L., Brook, L., & Bartlett, D. (2018a). EPICSAVE — Enhancing vocational training for paramedics with multi-user virtual vrreality. *2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 24(4), 1-8. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2018.8401353>
- Schild, J., Misztal, S., Roth, B., Flock, L., Luiz, T., Lerner, D., Herkersdorf, M., Weaner, K., Neuberger, M., Franke, A., Kemp, C., Pränhofer, J., Seele, S., Buhler, H., & Herpers, R. (2018b). Applying Multi-User Virtual Reality to Collaborative Medical Training. *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 775-776. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8446160>
- Wiesnerová, E. (2020). *Simulační centrum Masarykovy univerzity změni výuku mediků i zubařů*. Universitas, magazín vysokých škol. Retrieved March 24, 2024, from <https://www.universitas.cz/tema/6028-simulacni-centrum-masarykovy-univerzity-zmeni-vyuku-mediku-i-zubaru>
- Yeung, T., & Chan, J. C. (2017). Use of Virtual Reality in Motorsports Emergency Training. *Prehospital and Disaster Medicine*, 32(S1), S219-S220. <https://doi.org/10.1017/S1049023X17005684>

SEZNAM ZKRATEK

VR virtuální realita

AR augmentovaná realita

MR mixovaná realita