



# VYUŽITIE VIRTUÁLNEJ REALITY PRI PRAKTICKOM VZDELÁVANÍ ŠTUDENTOV TECHNICKÝCH UNIVERZÍT

Juraj KOPÚNEK <sup>1</sup> - Tomáš ŠTEFKO <sup>2</sup>

## VIRTUAL REALITY IN THE PRACTICAL EDUCATION OF TECHNICAL UNIVERSITY STUDENTS

INTEGRATED SAFETY OF THE ENVIRONS

INTEGRATED SAFETY OF ENVIRONS 2022

<sup>1</sup> Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

Email: [juraj.kopunek@stuba.sk](mailto:juraj.kopunek@stuba.sk)

<sup>2</sup> Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

Email: [tomas.stefko@stuba.sk](mailto:tomas.stefko@stuba.sk)

ORCID iD: [0000-0002-3975-6775](https://orcid.org/0000-0002-3975-6775)

Competing interests : The author declare no competing interests.

Publisher's Note: Slovak Society for Environment stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations. Copyright: © 2021 by the authors.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

This license allows reusers to distribute, remix, adapt, and build upon the material in any medium or format, so long as attribution is given to the creator. The license allows for commercial use.

Review text in the conference proceeding: Contributions published in proceedings were reviewed by members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.

### ABSTRAKT

Príspevok sa zaoberá možnosťami využitia simulátorov rozšírenej, virtuálnej a zmiešanej reality vo vzdelávaní študentov v oblasti integrovanej bezpečnosti aj v kontexte na prebiehajúci štvrtú priemyselnú revolúciu a potreby vzdelávania študentov prostredníctvom inovatívnej technológie. Zároveň poukazuje na realizovaný výskum, ktorým zisťovali postoje účastníkov k imerzívnomu školeniu zameranému na zdolávanie rôznych požiarov pomocou simulátora virtuálnej reality.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** imerzívne vzdelávanie, rozšírená realita, študenti, virtuálna realita, zmiešaná realita

### ABSTRACT

The paper deals with the possibilities of using augmented, virtual and mixed reality simulators in the education of students in the field of integrated safety and in the context of the ongoing fourth industrial revolution and the needs of student education through innovative technology. At the same



*time, it points to the conducted research, which determined the attitudes of the participants towards the immersive firefighting training focused using a virtual reality simulator.*

**KEYWORDS:** *extended reality, immersive education, mixed reality, students, virtual reality*

## ÚVOD

Štvrtá priemyselná revolúcia, označovaná ako Priemysel 4.0 (z angl. Industry 4.0), už začala určovať smer akým sa bude svetová ekonomika ďalej pobrať. Priemysel 4.0 už dnes nachádza svoje uplatnenie vo všetkých odvetviach ekonomiky. V podnikateľskej praxi dochádza k zapojeniu prvkov internetu vecí, internetu služieb, či napríklad práce s veľkými dátami, tzv. Big data. [1]. V súlade s uplatnením prvkov Priemyslu 4.0 naprieč odvetvami národného hospodárstva sa postupne menia aj požiadavky na kvalifikáciu, vedomosti a zručnosti zamestnancov. V súvislosti s vyššie spomenutou transformáciou trhu práce budú v budúcnosti na pracovnú silu v nových podnikových podmienkach kladené nové požiadavky. Predpokladá sa najmä nutnosť vzdelávať sa v oblasti informačných a komunikačných technológií, analýzy dát, schopnosť pracovať s modernými technológiami, ale na zamestnancov a podnikateľov rastú aj požiadavky v oblasti tzv. mäkkých zručností, ako napríklad analytické myslenie, aktívne vzdelávanie, schopnosť komplexného riešenia problémov, kreativita, líderstvo[2].

Prechod na formu priemyslu, ktorá bude založená na digitálnych technológiách, vyžaduje veľkú zmenu. Obzvlášť, keď nám na dvere klope už piata priemyselná revolúcia, teda Priemysel 5.0. Práve Priemysel 5.0 má svoje korene v koncepte Priemyslu 4.0, avšak pôvodný koncept Priemysel 4.0 sa menej zameriaval na princípy sociálnej spravodlivosti a udržateľnosti, ale viac na digitalizáciu s cieľom zvýšenia efektívnosti a flexibility výroby[3].

Koncept Priemysel 5.0 poskytuje odlišné zameranie, zdôrazňuje dôležitosť výskumu a inovácií na podporu priemyslu v jeho dlhodobej službe ľudstvu a rešpektuje hranice našej planéty [4]. Nevyhnutným predpokladom ako úspešne zvládnuť tieto priemyselné revolúcie je mať k dispozícii dostatočný počet kvalifikovaných, vzdelaných a zručných zamestnancom. K tejto výzve sa musia pridať aj vysoké školy a univerzity v rámci vzdelávania svojich študentov, aby boli pripravení plniť požiadavky zamestnávateľov z hľadiska uplatniteľnosti absolventov na trhu práce. K tomuto cieľu má prispieť aj koncepcia Vzdelávanie 4.0. Vysoké školy a univerzity na Slovensku sa snažia zabezpečiť, aby študenti mali prístup k novým digitálnym technológiám, ktoré im pomôžu najskôr vzdelávať sa v predmetnom odbore a neskôr aj umožniť jednoduchší prechod do pracovného života, kde budú už s týmito technológiami oboznámení a budú ich vedieť využívať v praxi.

Práve technologický pokrok v spojitosti s virtuálnou realitou patrí medzi najprogressívnejší, a to nielen z pohľadu jej uplatnenia v hernom priemysle, ale jej potenciál sa transformuje aj do oblastí vzdelávania a školenia. Virtuálna realita, rozšírená realita a zmiešaná realita ponúkajú veľký potenciál a výhody vo vzdelávaní a odbornej príprave [5]. Hoci tieto inovatívne technológie môžu byť zavedené vo vyučovacom procese, často tomu tak na vysokých školách i univerzitách z rozličných dôvod nie je. V nasledujúcom príspevku ozrejmime možnosti využitia zariadení rozšírenej reality pri príprave študentov univerzity v oblasti integrovanej bezpečnosti nielen na Materiálovotechnologickej fakulte Slovenskej technickej univerzity so sídlom v Trnave (ďalej len „MTF STU Trnava“).

## Definovanie použitých pojmov

Rozšírená realita (z angl. Augmented Reality – skratka „AR“) – je označenie používané pre reálny obraz sveta doplnený počítačom vytvorenými objektami. Ide o zobrazenie reality (napríklad



budovy nasnímané fotoaparátom v mobilnom telefóne) a následné pridanie digitálnych prvkov (napr. informácií o danom objekte) [6].

Virtuálna realita (z angl. Virtual Reality – skratka „VR“) – vysoko imerzná zážitková simulácia umelo generovaného prostredia a scenárov pomocou obrazoviek alebo špeciálnych okuliarov. V najvyspelejších verziách môže okrem zvukov obsahovať hmatové vnemy a mechanickú spätnú väzbu vďaka špeciálnym interaktívnym ergonomickým zariadeniam. Na rozdiel od rozšírenej reality, ktorá pridáva syntetické prvky k tým reálnym, vo virtuálnej realite sa stimuly reálneho sveta úplne nahrádzajú tými umelými [6].

Zmiešaná realita (z angl. Mixed Reality – skratka „MR“) – je spojenie skutočného a virtuálneho sveta s cieľom vytvoriť nové prostredia a vizualizácie, kde fyzické a digitálne objekty koexistujú a interagujú v reálnom čase. Zmiešaná realita sa neodohráva výlučne vo fyzickom alebo virtuálnom svete, ale je hybridom rozšírenej reality a virtuálnej reality [6].

Predĺžená/rozšírená realita (z angl. eXtended Reality – skratka „XR“) – predstavuje využitie virtuálnej reality (VR), rozšírenej reality (AR) a zmiešanej reality (MR). Ich vzájomná kombinácia dáva možnosť prispôbiť zážitok a dojem užívateľa podľa predstáv a požiadaviek výrobcu. V praxi sa používajú okuliare, podobné tým slnečným, ktoré majú schopnosť zmerať miestnosť okolo vás a následne do priestoru vkladať imerzívny predmet. Ste tak vo svojej realite, ale môžete interagovať s predmetmi, ktoré sú premietané do prostredia. Pojmom XR sa jednoducho nazývajú všetky technológie vrátane VR, AR a MR [6].

XR tréning je zámerne navrhnutý, pohlcujúci vzdelávací zážitok, ktorý využíva vhodné technológie. Tieto technológie zapájajú a podporujú zamestnancov pri získavaní vedomostí a zručností potrebných na riadenie správania, ktoré má vplyv na konkrétne obchodné výsledky, ktoré sú v súlade s cieľmi organizácie [7].

Účelovo navrhnutá: inštruktážna metodológia, ktorej cieľom je motivovať jednotlivca k učeniu a podporovať vzdelávacie procesy, ktorých výsledkom je špecifický vzdelávací výsledok alebo zámerné použitie gamifikačných princípov, prvkov, mechaník a interakcií v dizajne učenia na motivačné účely [7].

Imerzívny školiaci zážitok opisuje zážitok poskytovaný školiacou aplikáciou založenou na určitom stupni skutočného alebo virtuálneho ponorenia, ktorý jednotlivcovi umožňuje získať nové vedomosti alebo zručnosti. Jeho účinnosť je ovplyvnená jeho dizajnovými charakteristikami a limitovaná technológiou, ktorá charakterizuje tréningovú doménu (stacionárne rozšírenie – napr. školenie na osobnom počítači, mobilné rozšírenie – napr. školenie na mobile, tablete, smartfóne a pod., AR, MR, VR), v ktorej sa tréningová aplikácia nachádza. Jednotlivec aktívne interaguje s technológiou a učebným obsahom [7].

### **Aplikácie VR, AR a MR v oblasti integrovanej bezpečnosti**

Z hľadiska ovládania zariadení VR alebo MR sa pri praktickom vzdelávaní stretávame najčastejšie s haptickými ovládačmi, alebo je možné ovládanie bez haptických ovládačov, a to iba rukou (viď Obr.1).



Obr. 1 - Náhlavná súprava VR s ovládačmi (vľavo), náhlavná súprava VR, ktorá umožňuje ovládanie rukou a okuliare HoloLens 2 pre využívanie MR ovládanej rukou.

Aj tieto prvky umožňujú jeho používateľovi zlepšiť imerzívny školiaci zážitok, a ak sú haptické ovládače napojené na reálne pracovné prostriedky (napr. volant, riadiacu páku či ovládacie zariadenie prenosného hasiaceho prístroja alebo hasičskú prúdnicu) umožňujú mu získať aj potrebné zručnosti, ktoré pri ovládaní zariadenia iba prstami ruky nedosiahne (viď Obr. 2).



Obr. 2 - Použitie virtuálneho hasiaceho prístroja, výber z použitých scenárov (uprostred) a rôzne techniky účinného hasenia pomocou rôznych typov prenosných hasiacich prístrojov. (Foto: Veronika Kvorková)

Simulátory VR vďaka čoraz výkonnejším počítačom a najmä rozvojom náhlavných súprav VR na trhu umožňujú ich používateľom vnoriť sa do čoraz pohlcujúcejšieho prostredia, kde sa stráca akákoľvek interakcia s reálnym okolím a školená osoba je plne vtiahnutá do navrhnutého čo najviac realistickejšieho deja vo virtuálnom prostredí. Simulátor virtuálneho hasiaceho prístroja (viď Obr. 2) zahŕňa širokú a neustále sa rozširujúcu škálu rôznych scenárov virtuálnych požiarov v priemyselných, administratívnych, zdravotníckych, dopravných, laboratórnych a logistických prostrediach, ktoré umožňujú nielen hasičom a širokej verejnosti (zamestnancom, študentom, žiakom, občanom) naučiť sa správne postupy pri vzniku požiaru, osvojiť si bezpečné a efektívne techniky hasenia rôznych druhov



požiarov pomocou rôznych typov prenosných hasiacich prístrojov, v niektorých virtuálnych scenároch aj pomocou hadicového zariadenia (hadicového navijaka) či hasiacej deky.

Predovšetkým pre vzdelávanie študentov ako budúcich odborníkov v oblasti krízového riadenia sa javí využívanie predovšetkým AR, prostredníctvom ktorej je možné hodnoverne vizualizovať rozličné krízové situácie, napr. únik nebezpečnej látky s následným požiarom či výbuchom priamo na učebni a údaje o rozšírení nebezpečnej látky v areáli reálneho či fiktívneho podniku, prípadne i mimo neho, sa pomocou geografických informačných systémom zakreslia v reálnej mape (topografickej, satelitnej, ortofotomape a pod.). Všetky potrebné informácie o jednotlivých činnostiach na mieste vzniku krízovej situácie, ako aj potrebná havarijná dokumentácia či informácie o nebezpečnosti uniknutej chemickej látky sú tak cvičiacemu študentovi, ako pracovníkovi krízového štábu, prezentované pomocou AR.

Vzdelávacie aktivity pre študentov prebiehajú za dozoru – lektora/inštruktora, ktorý na základe rozhodovania cvičiaceho študenta v reálnom čase mení situáciu na mieste vzniku havárie a jej bezprostrednom okolí. Výukový program s názvom „XVR“, na ktorom možno v prostredí AR i VR vykonávať simulácie riadenia i vykonávania zásahu služieb havarijnej odozvy a zložiek IZS pri rôznych druhoch mimoriadnych udalostí, napr. výbuch, požiar, dopravná nehoda, zásah na únik s nebezpečnou látkou, živelná pohroma (napr. povodeň) a pod., je teda vysoko variabilný program a možno na ňom vykonávať riadenie zásahu na taktickej, operačnej i strategickej úrovni (Obr. 3).



Obr. 3- Použitý simulátor AR s príslušenstvom (vľavo) a simulácia nácviku postupu riešenia dopravnej nehody autobusu.

Technológia MR bola využitá v rámci projektu FightARs, ktorý bol koncipovaný na zlepšovanie situačnej analýzy a dynamického rozhodovania pre krízových manažérov a zložky Integrovaného záchranného systému použitím imerzívneho prostredia. Zámerom projektu konzorcia zloženého aj zo zástupcov Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity je vytvorenie čo najrealistickejších scenárov, ktoré v rámci zásahovej činnosti pri likvidácii mimoriadnych udalostí v reálnom čase i priestore zložky prvého zásahu vykonávajú, prípadne sú ekonomicky nákladné na realizáciu praktického nácviku. V jednotlivých scenároch za použitia okuliarov HoloLens 2 sa školené osoby ocitnú napr. pri dopravnej nehode elektromobilu s nákladným vozidlom prepravujúcim nebezpečnú látku, pričom musia vykonať opatrenia, aby sa zabránilo jednak úniku nebezpečnej látky a následnej kontaminácie okolia, ako aj vzniku požiaru, bezpečne zaistiť vozidlo proti pohybu, zvoliť bezpečný postup k vyslobodeniu osoby pomocou zranenej osoby či pomocou OR kódu, ktorý nájdu na zranenej osobe vo vnútri vozidla použiť bezpečný postup k zabezpečeniu poskytnutia predlekárskej prvej pomoci a pod. (Obr. 4).



Obr. 4- Riešenie dopravnej nehody motorového vozidla s cisternou prepravujúcou nebezpečnú chemickú látku na vyvíjanom zariadení FightARs (vpravo) s využitím okuliarov HoloLens 2 (uprostred) a simulácia používania vyslobodzovacieho zariadenia pri vyslobodzovaní zranenej osoby (vpravo) z motorového vozidla. (Zdroj: <https://www.microsoft.com/en-gb/hololens>)

### Výskumný projekt v oblasti využívania VR pri vzdelávaní študentov na MTF STU Trnava

V rámci výskumnej úlohy bol použitý:

- ✓ deskriptívny a kvalitatívny výskum,
- ✓ príležitostný (dostupný) výber respondentov,
- ✓ zber údajov dotazníkovou formou, pričom sú použité dichotomické uzavreté otázky, polytomické uzavreté otázky s možnosťou výberu jednej alebo niekoľkých variant a otvorené voľné otázky,
- ✓ záznam z pozorovania účastníka školenia vo VR počas i po jeho absolvovaní.

Výskumné otázky (VO) a výskumné podotázky (VP) boli zvolené podľa cieľov predmetného výskumu nasledovne:

VO 1 Ako hodnotíš školenie s využitím simulátora VR?

VP 1 Zúčastnil si sa už v minulosti školenia v reálnom ohňovom simulátory?

VP 2: Je školenie vo VR porovnateľné s reálnym ohňovým simulátorom?

VP 3: Sú techniky hasenia a simulácia požiaru naozaj reálne?

VP 4: Školenie vo VR je bezpečné?

VP 5: Školenie vo VR je menej nákladné?

VP 6: Školenie vo VR je šetrnejšie k životnému prostrediu?

VO 2 Ako hodnotíš školenie s využitím VR v porovnaní s tradičným školením?

VO 3 Prejavila sa pri školení vo VR simulátorová choroba?

### Respondenti výskumu

Výskumný projekt sa uskutočnil v priestoroch MTF STU Trnava a v učebni na hasičskej stanici Okresného riaditeľstva Hasičského a záchranného zboru Trnava v apríli 2022. Jeho účastníkmi boli vybraní žiaci Súkromnej strednej odbornej polytechnickej školy DSA v Trnave v štvorročnom študijnom odbore Mechanik hasičskej techniky, ďalej študenti MTF STU Trnava z bakalárskeho, inžinierskeho a doktorandského štúdia v odbore Integrovaná bezpečnosť a pedagogickí zamestnanci MTF STU Trnava. Všetkých 12 účastníkov sa tohto školenia vo VR zúčastnilo po prvýkrát. Je teda predpoklad, že subjektívne hodnotenie v počiatočnom štádiu môže poskytnúť prenikavú spätnú väzbu od účastníkov školenia o tom, čo je možné zlepšiť na školeniach vo VR, ako možno zvýšiť realizmus a efektivitu školenia vo VR, aby sa ďalej zvýšila jeho využiteľnosť pre potreby vzdelávacieho procesu študentov. Stručne povedané, skúmalo sa, ako školenie vo VR vnímajú jeho účastníci a čo môže prispieť k akceptovaniu, vážnosti, hodnoteniu a efektívnosti vzdelávania



prostredníctvom školiacich zariadení s využitím VR.

### *Použitá imerzívna technológia*

Použitie zariadenie VR kombinuje vysoko verné virtuálne prostredia rôznych druhov požiarov s fyzickými rozhraniami v reálnom čase, aby poskytoval skutočný virtuálny tréningový zážitok, kdekoľvek a kedykoľvek bezpečným a nákladovo efektívnym spôsobom, ktorý bezpečne pripraví hasičov – záchranárov na riziká spojené s hasením požiarov v priemyselných, administratívnych, zdravotníckych, dopravných, rezidenčných, logistických prostrediach a rozličných vonkajších prostrediach (požiar lesa či požiar rôznych porastov). Funguje podobným spôsobom ako letecký simulátor na výcvik pilotov, ale je navrhnutý špeciálne pre hasičov, pričom kombinuje technológiu virtuálnej reality s reálnym vybavením, ako je hasičská hadica a prúdica, dýchací prístroj a tepelný oblek (vesta), ktoré simulujú vizuálne aj zmyslové pocity ako v skutočnom ohni. Toto zariadenie (Obr.5) je výborným doplnkom pre doteraz používané reálne ohňové simulátory využívané pre odbornú prípravu hasičov-záchranárov. Vysoko rizikové scenáre rôznych požiarov môže byť ťažké zopakovať. V prostredí VR je možné tieto scenáre simulovať, takže ich môžete absolvovať niekoľkokrát, precvičiť si svoje zručnosti a poučiť sa na chybách bez rizika poškodenia zdravia.



Obr. 5 Použitý tréningový zariadenie VR s príslušenstvom – náhlavná súprava s atarpou autonómneho dýchacieho prístroja (vľavo), polomaska virtuálneho dýchacieho prístroja s tepelnou vestou (uprostred) a prúdica s hadicou so spätnou rázovou silou (vpravo) imitujúcou záťaž respondentu sálavým teplom pri vnútorných požiaroch. (Foto: Veronika Kvorková)

Respondenti sa najskôr oboznámili so zámerom výskumnej úlohy a potom nasledovala krátka inštruktáž, kde sa naučili ovládať simulátor VR pre hasenie požiarov a adaptovali sa na virtuálne prostredie v jednom z vybraných scenárov. K dispozícii bolo pre respondentov niekoľko scenárov z hasenia požiarov (Obr. 6) v uzatvorených priestoroch (lodný kontajner v prístave, garáž, kuchyňa či spálňa v rodinnom dome či vo výškovej budove, dopravná nehoda vozidiel v cestnom tuneli a pod.) a na otvorenom priestore (požiar porastu, požiar lesa, požiar rôznych dopravných prostriedkov – osobné či nákladné autá, lietadlá i vojenské lietadlá a vrtuľníky, požiar technológie s uniknutými horľavými kvapalinami, požiar nádrže s horľavým plynom a pod. ).

Každý scenár obsahoval virtuálne scény, ktoré pozostávali z farebných statických 3D objektov s realistickou veľkosťou, tvarom, a označením napr. bezpečnostnými tabuľkami a značkami, vybavením (nábytok, elektrické zariadenia a spotrebiče, armatúry, technologické zariadenia, dopravné prostriedky a pod.).



Obr. 6- Niektoré scenáre použité pri výskume: požiar lodného kontajnera (vľavo hore), požiar v spálni rodinného domu (vpravo hore), požiar elektrického auta v tuneli (vľavo dole) a požiar porastu pri obytných domoch (vpravo dole).

Účastníci výskumu si v niektorých scenároch mohli nacvičiť aj postupy pri vyhľadávaní osôb a nebezpečných predmetov (napr. tlakovej nádoby) v zadymenom prostredí, pričom všetky tieto situácie nie je možné reprodukovat' z hľadiska ekonomickej náročnosti, ochrany života a zdravia účastníkov či environmentálneho hľadiska v reálnom živote bez využitia špecializovaných výcvikových zariadení. Simulované prostredie je vysoko realistické a vytvára zážitok, ktorý pomáha študentovi oboznámiť sa s rozličnými druhmi požiaru v rozličných prostrediach a naučiť sa správne reagovať pri vzniku požiaru a správne aplikovať nadobudnuté teoretické znalosti, ktoré študent nadobudol v rámci predmetov ako napr. chémia horenia a hasenia, požiarne bezpečnosť stavieb či zisťovanie príčin požiarov a havárií.

Respondenti sa v rámci inštruktáže oboznámili aj s rôznymi technikami hasenia pomocou vody či peny dodávanej na požiarovisko z reálnej hasičskej prúdnice pomocou reálnej hasičskej hadice so spätnou hapičkovou väzbou, pričom niektorí z respondentov boli vystrojení aj osobným ochranným pracovným odevom pod ktorým mali oblečenú tepelnú vestu, ktorá im simulovala na základe vývoja požiaru v scenári a spôsobu hasenia aj tepelnú záťaž (Obr. 7).



Obr. 7 - Rôzne techniky hasenia pri likvidácii požiaru. Vľavo respondent vybavený osobnými ochranným odevom pre hasičov, pod ktorým mal oblečenú tepelnú vestu a vpravo respondent pri odľahčenom výcviku vo VR bez osobného ochranného odevu pre hasičov a tepelnej vesty. (Foto: Veronika Kvorková)





Z dôvodu protipandemických opatrení v súvislosti so šírením vírusu COVID 19 však nepoužívali virtuálny dýchací prístroj a nemali nasadenú ochrannú polomasku.

### Použité metódy vyhodnotenia a interpretácie výsledkov

Anonymné dotazníky boli rozdane účastníkom školenia bezprostredne po ukončení školenia. Účastníci, v prípade záujmu, dobrovoľne a samostatne vyplnili dotazník, ktorý nechali na stole. Po ukončení školenia zozbierali výskumníci dotazníky, aby zabezpečili anonymitu a dobrovoľnosť účasti. Dotazník bol inovovaný oproti tomu použitému v porovnávacom výskume realizovanom vo Švédsku [8], kde výskumníci z nórskej technickej univerzity skúmali skúsenosti 19 hasičov – kadetov, ktorí prvýkrát použili toto imerzívne školiace zariadenie VR zamerané na simuláciu hasenia požiarov.

Výskum na MTF STU Trnava bol zameraný identicky teda, aby sa hodnoverne zistili postoje účastníkov k predmetnému imerzívnemu školeniu vo VR. Namiesto otvorených otázok s voľným komentárom boli však použité výberové polytomické uzavreté otázky s možnosťou výberu jednej varianty alebo niekoľkých variant, dichotomické uzavreté otázky (voľba áno – nie či muž – žena) a otvorená voľná otázka bola ponechaná výlučne ku komentovaniu školenia vo VR z hľadiska poznatkov účastníkov k jeho zlepšeniu či kritike. Odpovede na výberové polytomické uzavreté otázky s možnosťou výberu len jednej varianty, boli kategorizované ako „pozitívne“, skôr pozitívne ak zážitok účastníka zo školenia predstavoval iba pozitívnu skúsenosť, ako „skôr negatívne“ a „negatívne“, keď zasa predstavoval iba negatívnu skúsenosť, a ak sa účastník školenia nedokázal vyjadriť subjektívne či objektívne (neúčast' na reálnom hasení na ohňovom polygóne a pod.) bola odpoveď kategorizovaná ako „neviem sa vyjadriť“. Jednotlivým stupňom škály boli priradené koeficienty od 5 (pozitívna skúsenosť), 4 (skôr pozitívna skúsenosť), 3 (neviem sa vyjadriť), 2 (skôr negatívna skúsenosť) do 1 (negatívna skúsenosť). Zároveň si výskumníci písali aj záznam z pozorovania účastníka pri realizácii imerzívného školenia a zapisovali poznatky z vykonaného riadeného rozhovoru po absolvovaní školenia.

### Kvantitatívny prehľad výsledkov výskumu

Kvantitatívny prehľad výsledkov je uvedený v Tab. 1.

Tab. 1 Kvantitatívny prehľad výsledkov výskumu

	Počet odpovedí	Áno	Nie	Pozitívne	Skôr pozitívne	Neviem sa vyjadriť	Skôr negatívne	Negatívne
Predošlé skúsenosti s VR	12	33,33%	66,67%					
Predošlé skúsenosti s VR	12	16,67%	83,33%					
Hodnotenie vzdelávania vo VR	12			91,67%	8,33%			
Vzdelávanie vo VR vs. ohňový polygón	12			50,00%	25,00%	25,00%		
Emocionálny zážitok počas vzdelávania vo VR	12			83,33%	16,67%			
Skúsenosti so simulátorovou chorobou	12	76,47%	23,53%					



Hodnotenie vzdelávania vo VR označili respondenti ( $n = 12$ ) ako pozitívnu skúsenosť nakoľko dosiahlo priemer 4,58. Porovnanie vzdelávania vo VR s používaním tradičných ohňových polygónov dosiahlo priemer 4,25 čo je bližšie k skôr pozitívnej skúsenosti, i keď väčšina účastníkov v dotazníkov uviedla, že nemá predchádzajúce skúsenosti so vzdelávaním v ohňovom polygóne. Z hľadiska emocionálnych zážitkov označili respondenti vzdelávanie ako pozitívne s priemerom 4,83.

## Záver a diskusia

Vzdelávanie vo VR umožňuje účastníkovi získať viac poznatkov a lepšie ho pripraviť na reálnu situáciu než vzdelávanie tradičné (napr. výklad lektora, použitie videa, fotografií a čítanie odbornej literatúry). Aj na základe hodnotenia respondentov na Slovensku i vo Švédsku to bola zábavnejšia forma vzdelávania než tradičné vyššie uvedené metódy a respondenti boli maximálne sústredení vďaka pohlcujúcemu zážitku zo školenia.

Jednou z hlavných výhod VR je, že vytvára bezpečné presné a realistické prostredie a umožňuje opakovateľnosť scenára krízovej situácie pri neúspechu sa teda môže predmetný scenár jednoducho zopakovať. Aj v oblasti integrovanej bezpečnosti sa začínajú využívať technológie virtuálnej reality, rozšírenej reality a zmiešanej reality na školenie a výcvik zamestnancov, príslušníkov a zamestnancov zo zložiek Integrovaného záchranného systému, krízových manažérov aj z hľadiska optimalizácie prevádzky, zlepšenie bezpečnosti pri školení a výcviku, environmentálneho zaťaženia a zníženie nákladov na školenia v špecializovaných školiacich či výcvikových zariadeniach.

VR poskytuje mocný nástroj vo vzdelávaní a odbornej príprave vďaka svojej schopnosti pocítiť intenzívnejší, silnejší zážitok a vzbudzovať emócie v porovnaní s tradičnými formami vzdelávania, ako je čítanie textu v učebniciach, či sledovanie obrázkov a videí. Tieto tvrdenia potvrdila aj nielen naša štúdia, ale aj štúdia z Číny [9], ktorá skúmala účinky typu inštrukcie a emocionálneho vzrušenia na výkon učenia v prostredí VR.

Vzdelávanie študentov a zamestnancov je veľmi dôležitým a kritickým záujmom každej spoločnosti. VR sa ukázala ako vysoko efektívna pri vzdelávaní v bezpečnosti študentov a zamestnancov nielen z pohľadu lepšieho zapamätania si bezpečnostných postupov, manuálov či vnímania nebezpečenstva a z neho vyplývajúceho rizika na pracovisk. Prostredníctvom zariadení VR sa účastníci vzdelávacích aktivít školia na skutočné bezpečnostné scenáre spôsobom, ktorý je dostupný, škálovateľný a bezpečný. Umožňuje im zažiť rozličné bezpečné i nebezpečné situácie v pohlcujúcich scenároch bez toho, aby museli byť fyzicky prítomní. Otvorilo sa množstvo príležitostí v oblasti vzdelávania, či už ide o rôzne školenia či odborné prípravy, ktoré sa vzťahujú na celý rad výrobných i nevýrobných odvetví od administratívy, priemyslu, údržby až po zdravotníctvo a školstvo nevyvímajúc. Znamená to tiež, že nikto zo zamestnancov už nemusí presedieť únavnú a nezúčinnú vzdelávaciu lekciu na oboznamovanie sa s bezpečnostnými predpismi či riešením núdzových situácií a nácviku potrebných zručností. Školenie prostredníctvom VR sa tak najmä vďaka osobnému zážitku účastníka oveľa lepšie vryje do jeho pamäti a je predpoklad, že nadobudnuté informácie či poznatky zo školenia budú správne použité v praxi. Takéto školenie je aj prostredníctvom osobného zaangažovania sa každého z účastníkov oveľa atraktívnejšie ako klasické školenie spojené s premietaním videofilmov či čítaním textu. Tieto tvrdenia potvrdzuje aj nedávny výskumný projekt z Číny [9], kde účastníci, ktorí zažili emocionálne vzrušenie, mali lepší výkon pri učení ako účastníci, ktorí emocionálne vzrušenie nezažili. Aj toto zistenie naznačuje účinnosť VR pri navodzovaní emócií a podpore učenia.

Kvalita vzdelávania jednoznačne závisí od nástrojov, ktoré sa používajú v celom jeho kontexte. Využitie virtuálneho prostredia a prvkov VR vo vzdelávaní predstavuje najnovšie inovácie, ktoré by mali prispieť najmä k zefektívneniu procesu učenia. Aj keď najnovšie zariadenia VR sú ešte finančne pre školstvo skoro nedostupné, bola by škoda nevyužiť možnosti, ktoré ponúkajú práve na zvyšovanie kvality a efektivity vzdelávania [10].



V budúcnosti, by sme sa chceli zamerať v rámci dlhodobého výskumu na problematiku efektívnejšieho odzváňania nových informácií prostredníctvom imerzívneho vzdelávania prostredníctvom simulátorov VR.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] RÚZ.2017. Analýza dopadov digitálnej transformácie na podnikateľov, v súkromnom a verejnom sektore. Implementačná agentúra Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky (IA MPSVR SR). [cit. 2023 - 03 - 27]. Dostupné na internete: [https://www.ia.gov.sk/data/files/NP\\_CSD\\_II/Analzy/RUZ/RUZ\\_Analyza\\_Analyza\\_dopadov\\_digitalnej\\_transformacie\\_na\\_podnikatelov\\_\\_v\\_sukromnom\\_a\\_verejnom\\_sektore.pdf?csrt=13868961209859955726](https://www.ia.gov.sk/data/files/NP_CSD_II/Analzy/RUZ/RUZ_Analyza_Analyza_dopadov_digitalnej_transformacie_na_podnikatelov__v_sukromnom_a_verejnom_sektore.pdf?csrt=13868961209859955726)
- [2] Slovak Business Agency. 2022. Inovatívne vzdelávanie v kontexte Priemyslu 4.0. Slovak Business Agency [cit. 2023 - 03 - 27]. Dostupné na internete: <https://monitoringmsp.sk/wp-content/uploads/2022/04/Inovativne-vzdelavanie-v-kontexte-priemyslu-4.0.pdf>
- [3] European Commission, Industry 5.0. 2021. Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Directorate-General for Research and Innovation. 01/2021. DOI: 10.2777/308407.
- [4] Müller, J. 2020. Enabling Technologies for Industry 5.0. Directorate-General for Research and Innovation 2020 Prosperity, 09/2020. DOI: 10.2777/082634.
- [5] Kaplan, A. D., Cruit, J., Endsley, M., Beers, S. M., Sawyer, B. D., & Hancock, P. A. 2021. The effects of virtual reality, augmented reality, and mixed reality as training enhancement methods: A meta-analysis. *Human Factors*, 63(4), 706–726. <https://doi.org/10.1177/0018720820904229>
- [6] t2i: GLOSSARIO INDUSTRIA 4.0. 2021. t2i - trasferimento tecnologico e innovazione, [cit. 2023 - 03 - 27]. Dostupné na internete: <https://www.t2i.it/glossary/>
- [7] Palmas, F. and Klinker, G. 2020. Defining Extended Reality Training: A Long-Term Definition for All Industries. *IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Tartu, Estonia, 2020, pp. 322-324, doi: 10.1109/ICALT49669.2020.00103. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9155942>
- [8] Wijkmark, C. H., Heldal, I., & Log, M.-M. (2021). Experiencing immersive VR simulation for firefighter skills training. In A. Adrot, R. Grace, K. Moore, & C. W. Zobel (Eds.), *Proceedings of the 18th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management* (pp. 913-921). ISCRAM.
- [9] Xin Lei, Hsueh-Han Chen, Pei-Luen Patrick Rau, Lili Dong, Xueqian Liu. 2022. Learning in virtual reality: Effects of instruction type and emotional arousal on learning performance, *Learning and Motivation*, Volume 80/2022. 101846, ISSN 0023-9690, <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101846>.
- [10] Pšenáková I., Baganj, I. 2016. Možnosti využitia prostriedkov virtuálneho sveta vo vzdelávaní. 15. 212-218. 10.15584/eti.2016.1.30.[cit. 2023 - 03 - 27] Dostupné na internete: [https://www.researchgate.net/publication/304923539\\_Moznosti\\_vyuzitia\\_prostriedkov\\_virtualneho\\_sveta\\_vo\\_vzdelavani/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/304923539_Moznosti_vyuzitia_prostriedkov_virtualneho_sveta_vo_vzdelavani/citation/download)