

# LIITREAALSUSE KASUTAMINE VÄLJAÕPPES: PÄÄSTE TULEVIK?

---

STELLA POLIKARPUS, TARMO TEREP, KÄRT REITEL

**Võtmesõnad:** FightARs, liitreaalsus, HoloLens 2, TPACK, pääste

**Ülevaade.** Uute tehnoloogiate kasutuselevõtt siseturvalisuse tagamisel eeldab, et neid tehnoloogiad õpetatakse ja kasutatakse päästeteenistujate väljaõppes ning täiendkoolitustel. Uuring keskendub liitreaalsuse võimalikule kasutamisele päästeteenistujate koolitamisel. FightARs projektis töötati välja FightARs<sup>1</sup> rakendus liitreaalsuse prillidele HoloLens 2, mida testiti nelja lõputöö raames päästekomandodes. Liitreaalsust testinud päästeteenistujad leidsid, et rakendus sobiks väljaõppes kasutamiseks, kui prillide kasutamist saab eelnevalt harjutada, hologrammide kvaliteeti parendada ja õppestenaariumite hulka suurendada. Artiklis tehakse ettepanekud liitreaalsuse kasutuselevõtuks Päästeameti väljaõppes tulevikus.

---

<sup>1</sup> Vaata projekti kodulehte <http://fight-ar.com/> ja rakenduse tutvustust YouTube'i kanalist [https://www.youtube.com/channel/UCjwdDp41\\_vqqTrowLO9uqQQ](https://www.youtube.com/channel/UCjwdDp41_vqqTrowLO9uqQQ).

# AUGMENTED REALITY IN TRAINING: THE FUTURE OF RESCUE?

---

STELLA POLIKARPUS, TARMO TEREP, KÄRT REITEL

**Keywords:** FightARs, augmented reality, HoloLens 2, TPACK, rescue

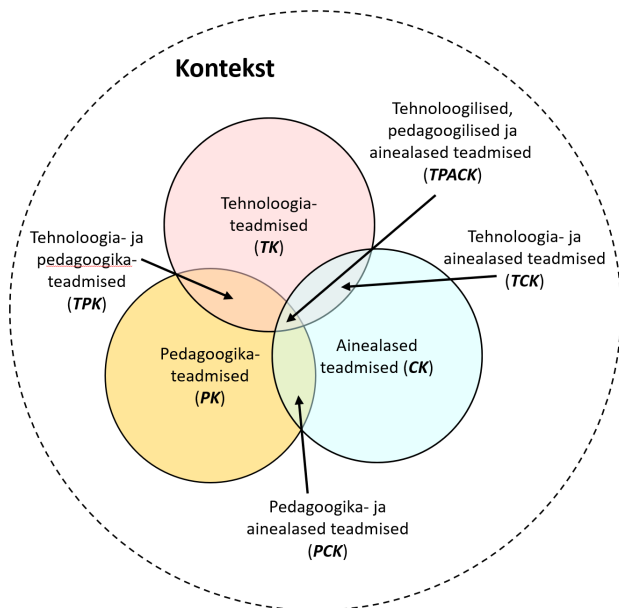
**Overview.** The deployment of new technologies in the field of internal security requires that these technologies are taught and used in the training and refresher courses of emergency services. The study focuses on the potential use of augmented reality in the training of emergency services. In the FightARs project, the FightARs<sup>1</sup> application for augmented reality goggles, HoloLens 2, was developed and tested in fire and rescue teams within the framework of four final papers. The rescue officers who tested the augmented reality found that the application would be suitable for use in training if the use of the goggles could be practised beforehand, the quality of the holograms improved, and the number of training scenarios increased. The article makes proposals for the future use of augmented reality in the training of the Estonian Rescue Board.

---

<sup>1</sup> See the project's website <http://fight-ar.com/> and the app's YouTube channel [https://www.youtube.com/channel/UCjwdDp41\\_vqqTrowLO9uqQQ](https://www.youtube.com/channel/UCjwdDp41_vqqTrowLO9uqQQ).

## SISSEJUHATUS

Tehnoloogia kiire areng muudab paratamatult siseturvalisuse töötajate tööd ja väljaõpet. Koolitajatel on oluline roll uute tehnoloogiate rakendamisel väljaõppes ning uuring näitab, et just koolitajate hoiak tehnoloogia suhtes ja lõimitud teadmised tehnoloogia kasutamise kohta õppetöös on seotud selle reaalse rakendamisega väljaõppes (Polikarpus *et al.*, 2023). Tehnoloogiliste pedagoogiliste ainealaste teadmiste ehk TPACK (*Technological, Pedagogical and Content Knowledge*) raamistik (vt joonis 1) lõimib tehnoloogia-, pedagoogika- ja ainealased teadmised (Koehler *et al.*, 2013a, 2013b). Siseturvalisuse kutsehariduses on analüüsitud päästemeeskonna juhtide virtuaalsimulatsioonide põhist õpet ehk visiõpet ja leitud, et visiõppe rakendamine on päästeteenistujate väljaõppe kontekstis olnud tulemuslik (Polikarpus & Danilas, 2021). TPACK-raamistik võimaldab kirjeldada ja mõõta uute tehnoloogiate lõimimist õppetöösse konkreetses õpetamise kontekstis (Koehler and Mishra, 2008; Mishra, 2019). Seepärast on valitud just TPACK-raamistik analüüsima liitreaalsuse kui uue tehnoloogia rakendamise võimalusi päästeteenistujate väljaõppes.



Joonis 1. TPACK-raamistik ehk tehnoloogiliste, pedagoogiliste ja ainealaste teadmiste raamistik (tpack.org, autorite tõlge)

Uuringus tutvustatakse liitreaalsust kui uut tehnoloogiat nelja alauuringu kaudu, varieerides kolmest võimalikust raamistikumuutujast kahte: ainealaseid ja tehnoloogilisi teadmisi. Kolmas muutuja ehk pedagoogika püsis konstantne ning selle all peeti silmas õppe- ja õppimismetoodikat, mida kasutati õppesisu edasiandmiseks. Kõigis uuringutes kasutati pedagoogilise lähenemisena probleemipõhist õpet, kuid probleemide püstituse tase ja õppijate vajalikud tegevused probleemi lahendamiseks olid erinevad. FightARs rakenduse sisu keskendus erinevatele ainealastele teadmistele ehk oli erineva õppesisuga, nagu elektriauto, ohtliku veose tähistus, esmaabi liiklusõnnetustel ja tegelik ning tajutud olukorrateadlikkus sündmuste lahendamisel. Uuringu kontekstiks olid erinevad Eesti päästekomandod, kus testimisi läbi viidi.

## 1. TEHNOLOOGIA KASUTAMINE PÄÄSTETEENISTUJATE VÄLJAÕPPES

Sisekaitseakadeemias on kasutatud ja uuritud visiõppe rakendamist umbes 20 aastat (Pöder *et al.*, 2015). Päästeteenistujate visiõppeks kasutatakse peamiselt virtuaalsimulatsiooni tarkvara XVR On-Scene, riistvarana võrguühendusega arvuteid, *joystick*'i ja ekraani (Polikarpus & Danilas, 2021, lk 37–39). Praktiliste harjutuste tegemiseks kasutatakse päästetehnikat peamiselt Väike-Maarja õppekeskuse harjutusväljakul, kus matkitakse erinevaid õnnetusi simulaatorite abil. Nt liiklusõnnetuste imiteerimiseks ja käeliste oskuste harjutamiseks kasutatakse nii avariilisi autosid kui lihtsalt maha kantud vanade autode vrakke. Uute automudelite peal harjutamine oleks Sisekaitseakadeemiale liialt kulukas, kuna kannatanu vabastamist avariilisest autovrakist saab teha vaid ühe korra.

Kui visiõpe toimub ohutult täielikult virtuaalselt simuleeritud keskkonnas, siis liitreaalsus võimaldab siduda virtuaalseid objekte reaalsete õpikeskkondadega. Eesti Õigekeelsussõnaraamat defineerib liitreaalsuse kui virtuaalse teabega rikastatud reaalsuse, kus tegelikust peegeldavale pildile kuvatakse arvutiga tekitatavad objektid (Eesti Keele Sihtasutus, 2018). Neid arvutiga loodavaid objekte nimetame järgnevalt hologrammideks ehk holograafilisteks kujutisteks 3D-objektidest. Holograafilised kujutised kuvatakse kasutaja nägemisväljas, kasutades liitreaalsusprille (vt prillide fotot jooniselt 2). HoloLens 2 liitreaalsusprillid saab ühendada WiFi-võrku, misjärel lubavad need avada näiteks veebilehitseja akna ja enda ees interaktiivses hologrammis veebi lehitseda. Prillid lubavad teha videokõnesid, salvestada videoid ning teha pilte. Neid saab juhtme abil ühendada arvutiga, et salvestisi kiiresti arvuti kõvakettale tõsta. Prillide aku laadimine käib samuti juhtmega.

Hologrammid muudavad õppimiseks vajalikud 3D-objektid reaalseks ja simuleerivad nende kohalolekut õpikeskkonnas. Holograafilist *sündmuskohta* (*holographic scene*) defineeritakse kui liitreaalsusprillide abil kuvatud optilist ruumilist kujutist seadme kasutaja valitud keskkonnas määratletud alast, kus saavad viibida sündmusega seotud inimesed ja tehnika, kus paiknevad kannatanud ja asitõendid ning esinevad sündmusest põhjustatud kahjustused (Liping, 2023). Holograafiline sündmuskoht on elusruus hologramm, mida saab prillide kasutaja vaadelda nii, et ta liigub selles füüsiliselt ringi, et näha näiteks kujutiste teist külge. FightARs rakenduse raames loodud holograafilisel sündmuskohal saab kasutaja valida viie veose ja kolme kaasuse vahel (vt lähemalt ptk 3.3).



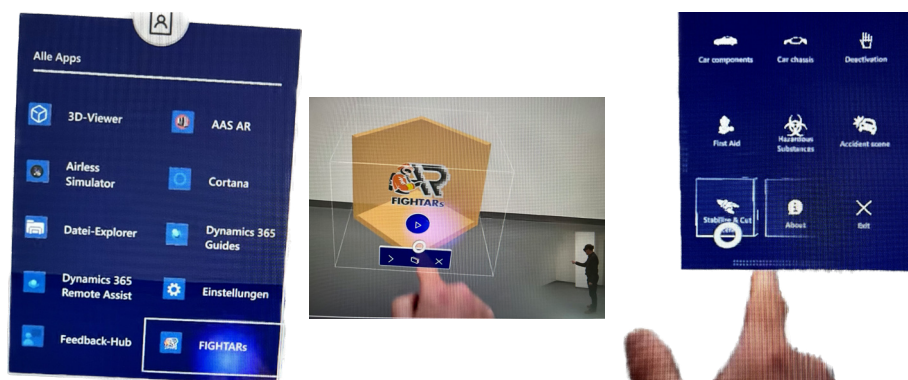
*Joonis 2.* Liitreaalsusprillid HoloLens 2, mis võimaldavad kuvada kasutaja vaatevälja hologramme. Prillid on ühendatud interneti kaudu klassis oleva lauaarvutiga (autorite foto)

Liitreaalsusel on potentsiaal mõni füüsiline simulaator või harjutus hologrammidega käeliste oskuste harjutamiseks asendada. Liitreaalsuse kasutamise võimaluste uurimist Sisekaitseakadeemias alustati esmalt projekti TARGET raames 2015. a ja hiljem FightARs projektide raames (2020.–2023. a aprill), siiski pole liitreaalsuse süsteemse rakendamiseni päästeteenistujate väljaõppes jõutud. Ei ole uuritud, millised hologrammid aitaksid päästekomandodes toimuvaid liiklusõnnetustega seotud harjutusi täiendada või nende hulka suurendada. Samuti puudub teadmine, kuidas neid pedagoogiliselt kasutada ja nende abil uusi ainealaseid teadmisi edastada.

Tehnoloogia osa ehk riistvara (liitreaalsusprillid HoloLens 2, joonis 2) ja tarkvara (rakendus FightARs, joonis 3) lubavad õppijale lihtsasti kuvada õppesisu ehk liiklus-

õnnetuse sündmuspaika holograafilise sündmuskohana, elektriauto hologrammi, ohtliku veose hologrammi ja kannatanute hologramme. FightARs rakenduses on olemas nii interaktiivsed (nt elektriauto deaktiveerimine) kui ka mitteinteraktiivsed hologrammid. Samas tuleb tähele panna, et õppijal on võimalik teatud mitteinteraktiivseid hologramme füüsilises ruumis liigutada ning nende mõõtmeid muuta. *Interaktiivseks* loetakse siinses artiklis hologramme, kus õppija saab oma interaktsioonile hologrammiga nähtavat ja sisulist tagasisidet. *Mitteinteraktiivseteks* loetakse hologramme, mille puhul õppija tegevus probleemi lahendamisel hologrammi välimust ei muuda. Joonise 3 vasakus osas on toodud menüü, mida peab HoloLens 2 prillide kasutaja õhus näpuga puudutama, et sealt soovitud rakendus avada. Menüüst näpuga valikut tehes näeb kasutaja enda ees õhus holograafilist joont, mis lõppeb ringiga ja mida ta saab oma sõrmega õigele kohale suunata.

Liitreaalsuse puhul on tegemist ohutu ja realistliku viisiga probleemipõhiseks simuleeritud õppeks, kus õppija saab erinevaid ülesandeid lahendada (pedagoogika osa). Varem on leitud, et liitreaalsuse kasutamine probleemipõhisel õppimisel parandas õpitulemusi (Arici & Yilmaz, 2023), muutis suhtumist õppeainesse positiivsemaks, aitas õpitut kauem mäletada (Fidan & Tuncel, 2019). Uuringus leiti, et liitreaalsuse rakendused olid kasulikud, realistlikud, huvitavad ja aitasid analüüsida probleeme (*ibid.*, 2019). Autoritele teadaolevalt puuduvad varasemad kogemused ja uuringud liitreaalsuse kui uue tehnoloogia kasutuselevõtuks päästeteenistujate väljaõppes (Hofmann & Polikarpus, 2022). Seepärast kirjeldatakse artiklis FightARs projekti raames loodud liitreaalsuse võimalusi ja puudusi TPACK-raamistiku põhjal õppetöös, rõhuasetusega uuele tehnoloogiale.



Joonis 3. Rakenduse FightARs avamine prillides HoloLens2. Vasakul prillide menüü, keskel rakenduse hologramm, paremal FightARs rakenduse menüü (autorite kuvatõmmised)

Sisekaitseakadeemia osales FightARs Erasmus+ rahastusega projektis koos kuue partneriga teistest Euroopa Liidu riikidest (FightARs, 2022). Kolmeaastase projekti raames töötati välja tarkvaraline rakendus FightARs ja soetati Sisekaitseakadeemiale kahed liireaalsusprillid HoloLens 2 (vt joonis 2). Lisaks liitreaalsusprillidele sobivale rakendusele loodi ka õppematerjalid esmaabi, olukorrateadlikkuse, ohtlike veoste tähistuse ja elektriauto deaktiveerimise õpetamiseks (õppesisu). Näiteks tuleb elektriauto deaktiveerimisel välja lülitada sõiduki elektriline süsteem, sh isoleerida madal- ja kõrgepingel töötavad akud. Eelnimetatud teemad valiti liitreaaluses õppimiseks, kuna partnerite seas korraldatud küsimustik näitas, et kõige suurem vajadus päästekomandodes oli just nende teemade õpetamiseks ohutul ja standardiseeritud viisil (Hofmann & Polikarpus, 2022).

Kuigi projektis töötati välja õppematerjalid liitreaalsusprillides HoloLens 2 kasutamiseks päästeteenistujate väljaõppes, oli vaja testida nende sobivust ja rakendatavust Eesti päästeteenistujatele, millest tulenevalt on artikli uurimisprobleem järgmine: **milline on liitreaalsusprillide HoloLens 2 ja rakenduse FightARs kasutuspotentsiaal päästekomandos toimuval väljaõppel?**

Tabelis 1 on toodud uuringu fookuse seos TPACK-raamistikuga (vt joonis 1). Igas alauuringus keskenduti erinevale hologrammile (TK) ja ainealastele teadmistele ehk õppesisule (CK), samas kui probleemipõhine õpe (PK) oli läbiv pedagoogiline lähene mine alauuringutes.

Tabel 1. Uuringu fookuses oleva rakenduse FightARs tehnoloogia hogrammid, pedagoogika ja ainealane sisu

ALAUURINGU NUMBER JA LÖPÜ-TÖÖ AUTOR	UURIMISPROBLEEM JA ALAUURINGUTE UURIMISKÜSIMUSED	UURITUD TEHNOLOOGIA TÄPSUSTUS	KASUTATUD PEDAGOOGIKA	ÕPPESISU
Kasutaja tagasiside uuring	Uurimisprobleem: milline on liitreaalsusprillide HoloLens 2 ja rakenduse FightARs kasutuspotentsiaal päästekomandos toimul-val väljaõppeil?	FightARs rakendus liitreaalsusprillides HoloLens 2	–	Vastajad kõigist alauuringutest
Alauuring 1 (Pärnamets, 2023)	1. Milliseid võimalusi pakub väljaõppeks mitteinteraktiivne hogramm, mis kasutajale kuvatakse, kui kasutaja on liitreaalsusprillidega QR-koodi skanninud?	Mitteinteraktiivne hogramm – kuvatakse QR-koodi abil	Probleemipõhine õpe (Walker et al., 2015)	Traumahaige esmaabi liiklusõnnetusel
Alauuring 2 (Liping, 2023)	2. Milliseid võimalusi pakub väljaõppeks elusuurune mitteinteraktiivne hogramm, kui tegu on holograafilise sündmuskohaga?	Mitteinteraktiivne hogramm – holograafiline sündmuskoht	Tegeliku ja tajutus olukorrateadlikkuse mõõtmine (Thoele et al., 2020)	Olukorrateadlikkuse loomine päästetööde juhtimisel liiklusõnnetusel
Alauuring 3 (Guž, 2023)	3. Millised võimalused ja puudused on mitteinteraktiivsel hogrammil, mis on liigutatav reaalses ruumis ja mille dimensioonid on muudetavad?	Mitteinteraktiivne 3D-hogramm	Probleemipõhine õpe (Walker et al., 2015) ja väärarusaamad (Islamiyah, Rahayu and Dasna, 2022)	Ohtlike veoste tähistus ja esmased käitumisjuhised keemiaõnnetusel
Alauuring 4 (Rasva, 2023)	4. Millised võimalused ja puudused on interaktiivsel elektriauto 3D-hogrammil, millel kasutaja saab vahetada komponente ja lahendada ülesannet, mille lahendust kontrollib arvuti?	Interaktiivne 3D-hogramm	Probleemipõhine õpe (Walker et al., 2015)	Elektriauto osad, stabiliseerimine ning kannatanu vabastamine autost



## 2. UURIMISMETOODIKA

Tegemist on juhtumiuuringuga, mis koosnes neljast alauuringust (*Multiple Case Research Design*) (Hunziker & Blankenagel, 2021, p. 172). Kevadel 2023 testisid neli Sisekaitseakadeemia Päästekolledži päästeteenistuse eriala üliõpilast – Jan Martin Pärnamets (alauuring nr 1), Lauri Liping (alauuring nr 2), Viktori Guž (alauuring nr 3) ja Allan Rasva (alauuring nr 4) – oma lõputöodes FightARs rakendust päästekomandodes, kasutades HoloLens 2 prille. Juhtumiuuringu uuritavaks nähtuseks on FightARs rakendus, mida kasutatakse liitreaalsusprillides päästeteenistujate väljaõppes. Rakenduse kasutamine eeldab tehnoloogia-, pedagoogika- ja ainealaste teadmiste ehk õppesisu (TPACK) raamistiku terviklikku kasutamist. Igas alauuringus keskenduti eri tüüpi hologrammi kasutuse uurimisele. Selline nelja uuringu ülene disain võimaldab leida sarnasused ja erinevused (Hunziker & Blankenagel, 2021, p. 172) uue tehnoloogia rakendamisel päästeteenistujate väljaõppes. Valimiks olid Päästeameti päästekomandodes töötavad päästemeeskonna juhid (alauuringud 2 ja 3) ning päästemeeskonna juhid ja päästjad (alauuringud 1 ja 4).

Andmeid koguti testijatelt päästekomandodes nii struktureeritult (tagasisideküsimustik) kui poolstruktureeritult (intervjuud). Kasutades FightARs projektimeeskonna loodud LimeSurvey tagasisideküsimustikku, koguti andmeid struktureeritult ka teistes projektis osalenud riikides, kuid siinses uuringus neid andmeid ei kasutatud. Testijatel paluti LimeSurvey keskkonnas hinnata Likerti skaalal rakenduse FightARs kohta käivaid väiteid. Andmed kodeeriti nii: 1 – *Ei ole üldse nõus*; 2 – *Ei nõustu*; 3 – *Neutraalne*; 4 – *Nõustun*, 5 – *Nõustun täielikult*. Struktureeritud andmeid analüüsiti MS Exceli abil, kus Likerti skaalal kogutud sõnalised vastused asendati numbritega ja seejärel leiti väiteid kirjeldav statistika. Eestis vastas 19 isikut kasutajate tagasisideküsimustiku kõigile väidetele.

Kõikide testijate juures, keda oli Eestis kokku 30 päästeteenistujat, viibis vaatleja rollis üliõpilane, kes testijaid intervjueris (vt tabel 2). Lisaks testimistele ja intervjuudele transkribeerisid üliõpilased intervjuud ja analüüsisid tulemusi ning tegid oma lõputöodes arendusettepanekud. Artiklis vastatakse uurimisküsimustele eelkõige üliõpilaste alauuringutest lähtudes.

Neljal alauuringul põhinev juhtumiuuring, kus vaadeldakse eri tüüpi hologramme, võimaldab teha üldistusi FightARs rakenduse ja liitreaalsusprillide kasutuspotentsiaali kohta päästeteenistujate väljaõppes päästekomandodes. Rakenduste testijad ning testimist korraldanud üliõpilased ei olnud FightARs projektiga seotud; see võimaldas neil testijatelt anonüümselt andmeid koguda. See aitas kaasa ausale tagasisidele nii uuele tehnoloogiale, õppesisule kui pedagoogikale. Tabelis 2 on toodud iga alauu-

Tabel 2. Uuritud hologrammide uurimisküsimuste andmekogumismeetodid ja valimi suurus

UURIMISPROBLEEM JA -KÜSIMUSED	TESTITUD ÕPPESISU JA HOLOGRAMMI ISELOOMUSTUS	ANDMEKOGUMISMEETOD	TESTIJAATE ARV
Uurimisprobleem: milline on liitreaalsusprillide Hololens 2 ja rakenduse FightARs kasutuspotentsiaal päästekomandos toimuval väljaõppel?	Erinevad all kirjeldatud hologrammid, mis loodi liiklusõnnetuses kannatada saanud isikule esmaabi andmise, sündmuskohal luuramise, ohtlike veoste tähistuse ja elektriauto osade õpetamiseks.	FightARs projekti tagasisideküsimustik	19
1. Milliseid võimalusi pakub väljaõppeks mitteinteraktiivne hologramm, mis kasutajale kuvatakse, kui kasutaja on liitreaalsusprillidega QR-koodi skanninud?	Probleempõhise õppe situatsioon, kus õppijal paluti hinnata kannatanu seisundit, vaadeldes kannatanu hologramme, ja otsustada, kuidas anda esmaabi (Pärnamets, 2023).	Kolm õppeülesannet, iga ülesannet lahendas kolm testijat. Kõigi testijatega tehti intervjuu ja täideti kasutaja tagasiside küsimustik.	9, kellest 5 päästemeeskonna juhti ja 4 päästijat
2. Milliseid võimalusi pakub väljaõppeks elusuurune mitteinteraktiivne hologramm, kui tegu on holograafilise sündmuskohaga?	Möödeti kvantitatiivse olukorrateadlikkuse analüüsi meetodiga päästemeeskonna juhtide olukorrateadlikkust holograafilisel sündmuskohal, kus oli üks kannatanu ja sõiduauto ning toimunud ohtliku veose kokkupõrge (Liping, 2023).	Andmeid koguti vaid ühe holograafilise sündmuskoha kohta kolmest võimalikust, kasutades kvantitatiivset küsimustikku ja videote analüüsi.	5 päästemeeskonna juhti
3. Milliseid võimalused ja puudused on mitteinteraktiivsel hologrammil, mis on reaalses ruumis liigutatav ja mille dimensioonid on muudetavad?	Uuriti, millised on päästemeeskonna juhtide väärarusaamad ohtlike veoste tähistusest, kui nad vaatlesid 3D hologramme ohtliku veosena tähistatud veokist, mille suurus said nad muuta ja mida võis ruumis liigutada (Guž, 2023).	Veokihologramm, veokil viis ohtliku veose tähistust, kaheksa testijat vaatas kõiki tähistusi. Kõigi testijatega tehti struktureeritud intervjuu.	8 päästemeeskonna juhti
4. Millised võimalused ja puudused on interaktiivsel elektriauto 3D-hologrammil, mille kasutaja saab vahetada komponente ja lahendada ülesannet, mille lahendust kontrollib arvuti?	Testijatele tutvustati interaktiivset elektriauto hologrammi, mille osi sai vaadelda igast küljest, suurus muutja ja kus testija sai ülesannet lahendada nii, et prillid andsid lahendusele hologrammis tagasisidet (Rasva, 2023).	Kolm harjutust: elektriauto mootori ja kere osade vaatlamine, elektriauto deaktiveerimine ning elektriauto stabiiliseerimine ja lõikamine.	8 päästemeeskonna juhti

ringu uurimisküsimus artikli jaoks, et selgitada välja kasutuspotentsiaal tehnoloogia, pedagoogika ja ainealase sisu lõimimiseks liitreaalsusprillide HoloLens 2 ja rakenduse FightARs kasutamisel päästekomandos toimuval väljaõppel. Tabelis 2 on samuti toodud toimunud alauuringute teemad ja testitud hologrammide lühikirjeldused ning valimite suurused alauuringutes. Kuna käesolevas artiklis keskenduti eelkõige tehnoloogia ja erinevate hologrammide uurimisele, ei kasutatud artikli koostamisel kõiki tudengite kogutud andmeid.

## 3. LIITREAALSUSE JA FIGHTARS RAKENDUSE KASUTUSPOTENTSIAALI UURINGU TULEMUSED

### 3.1. Päästeteenistujate tagasiside rakendusele FightARs

Peatükis antakse ülevaade testijate tagasisidest FightARs rakenduse kasutamisel liitreaalsusprillides HoloLens 2.

Tagasiside analüüsist selgus, et vaid 5 inimest 19-st olid HoloLens 2 prillid õppimise ajaks enda silmadele kalibreerinud. Holograafilist sündmuskohta testis 8 inimest, kannatanu hologramme 10, ohtliku veose tähistuse harjutust ja elektriauto kereosi ehk piilareid 17, elektriauto osasid ja kannatanu vabastamise harjutust elektriautost 18. Kõik tagasisideküsimustiku täitnud isikud vaatasid ülesannet, kus tuli deaktiveerida elektriauto.

Tabelis 3 on toodud analüüsitud väidete aritmeetilised keskmised (M), kõige populaarsemad vastused (mood), standardhälbed (SD), mis näitavad vastuste varieeruvust, ja see, millist vastust vastajad Likerti skaalast minimaalselt (Min) ning maksimaalselt (Max) kasutasid. Tabelis on tähistatud nn positiivsed väited plussmärgiga, mille puhul vastus üle 3,0 näitab, et tehnoloogia toetab õppimist, ja negatiivsed väited miinusmärgiga, mille puhul vastus üle 3,0 näitab, et tehnoloogia võib õppimist pärssida.

Kõigi väidete vastuste varieeruvus mõõdetuna standardhälbega oli 0,79 (tabelis 3 väide nr 4 tähelepanu kohta, mille puhul keegi ei valinud vastust 1 ehk *Ei ole üldse nõus*) kuni 1,43 (väide nr 3 huvi kohta). Ka väidete nr 5, 10 ja 18 puhul polnud neid, kes oleksid valinud vastust 1: keegi testijatest ei leidnud, et oleks rakendust kasutades täiesti pinges olnud (nr 5), et neil puudusid täielikult erialased teadmised selle kasutamiseks (nr 10) või et visuaalset materjali tuleks vähendada (nr 18).

Kui paluti 5-punktilisel skaalal hinnata FightARs rakenduse kasutamise keerukust (vt tabel 3 väide 1), siis kõigi 19 vastaja keskmine oli 2,89 (SD = 1,42), jäädes pisut alla neutraalse hinnangu 3 ning viidates sellega, et testijad tulid uue tehnoloogia kasuta-

misega kaasneva keerukusega pigem toime. Seda kinnitas ka väitele 2 antud kergelt positiivne vastus ( $M = 3,37$ ;  $SD = 1,21$ ), kus kõige enam valiti vastusevarianti 4 ehk *Nõustun*. Vastajad leidsid, et rakendus oli pigem huvitav (väide 3  $M = 3,58$ ;  $SD = 1,43$ ) ning nad keskendusid rakendust kasutades pigem õppesisele (väide 4  $M = 3,79$ ;  $SD = 0,79$ ). Testijad pidasid rakenduse kasutamist endale pigem kasulikuks (väide 6  $M = 3,58$ ;  $SD = 1,22$ ) ja oma töö jaoks pigem relevantseks (väide 7  $M = 3,58$ ;  $SD = 0,90$ ). Nad pidasid selle kasutamist töö ajal väljaõppes pigem väärtuslikuks ajakasutuseks (väide 8  $M = 3,53$ ;  $SD = 1,17$ ). Väide 9 küsis rakenduse kasutajasõbralikkuse kohta, siin oli neid, kes olid väitega täiesti nõus või ka üldse mitte nõus, kuid keskmine jäi siiski pigem positiivsele poolele ( $M = 3,32$ ;  $SD = 1,25$ ).

*Tabel 3. Rakenduse FightARs testijate vastused kasutajate tagasisideküsimustikule*

Väide	+/-	Keskmine (M)	Mood	SD	Min	Max
<b>Kuidas olete nõus järgnevate väidetega rakenduse FightARs kohta?</b>						
1. Rakendust oli keeruline kasutada	-	2,89	2,00	1,24	1	5
2. Rakendust oli lihtne kasutada	+	3,37	4,00	1,21	1	5
3. Rakenduse kasutamine oli huvitav	+	3,58	4,00	1,43	1	5
4. Minu tähelepanu oli katse/testimise/tunni/ülesannete lahendamise ajal rakenduse sisul	+	3,79	4,00	0,79	2	5
5. Tundsin end rakenduse kasutamise ajal pinges olevat	-	2,74	2,00	0,87	2	4
6. Rakenduse kasutamine oli kasulik	+	3,58	4,00	1,22	1	5
7. Rakendus oli relevantne minu õppe/töö jaoks	+	3,58	4,00	0,90	1	5
8. Rakenduse kasutamine oli väärt minu aega	+	3,53	4,00	1,17	1	5
9. Rakendus FightARs on kasutajasõbralik	+	3,32	4,00	1,25	1	5
10. Mul olid piisavad erialased teadmised selle teema kohta, mida tööriist käsitles	+	3,84	4,00	0,90	2	5
11. Saan saadud teadmisi ja kogemusi praktikas rakendada	+	3,21	4,00	1,08	1	5
12. Kogen õpitu kasutamisel takistusi	-	2,63	2,00	1,01	1	4
13. Leian, et seanss/kursus oli hästi korraldatud	+	3,89	4,00	0,94	1	5
14. Õppeprotsessi oli lihtne jälgida	+	3,74	4,00	0,93	1	5
<b>Tehnoloogia</b>						
15. Tehnoloogiat (AR-prillid) oli mugav kasutada	+	3,42	4,00	1,22	1	5
16. Tehnoloogiat oli lihtne kasutada	+	3,11	4,00	1,29	1	5
<b>Õppesisu</b>						
17. Etteantud õppematerjal oli piisav	+	3,05	4,00	1,08	1	4
18. Eelistaksin rohkem visuaalset materjali	+	3,95	4,00	0,91	2	5

Testijad leidsid, et nende erialased teadmised on piisavad (väide 10  $M = 3,84$ ;  $SD = 0,90$ ) rakenduse kasutamiseks testitud teemadel ja et nad saavad neid teadmisi ja kogemusi praktikas rakendada (väide 11  $M = 3,21$ ;  $SD = 1,08$ ). Mitte keegi testijatest ei leidnud, et ta kindlasti kogeks õpitu kasutamisel takistusi (väide 12  $M = 2,63$ ;  $SD = 1,01$ ). Testijad jäid korraldusega pigem rahule (väide 13  $M = 3,89$ ;  $SD = 0,94$ ) ja leidsid, et õppeprotsessi oli pigem lihtne jälgida (väide 14  $M = 3,74$ ;  $SD = 0,93$ ).

Väidetega 15 ja 16 küsiti testijate arvamust HoloLens 2 prillide kohta. Väite 15 *Tehnoloogiat (AR-prillid) oli mugav kasutada* puhul leidus neid, kes olid täiesti nõus ja neid, kes sellega üldse ei nõustunud, kuid keskmine kaldus pigem positiivsele poolele ( $M = 3,42$ ;  $SD = 1,22$ ). Ka väitele 16 *Tehnoloogiat oli lihtne kasutada* oli vastuste varieeruvus suur, kuid pigem oldi sellega nõus ( $M = 3,11$ ;  $SD = 1,29$ ).

Testijad jäid neutraalseks õppematerjalide piisavuse osas (väide 17  $M = 3,05$ ;  $SD = 1,08$ ), kuid kuna keegi polnud väitega täiesti nõus, võib eeldada, et testijad oleksid olnud valmis ka suurema hulga ülesannete lahendamiseks liitreaalsust kasutades. Sellele võib kinnitust otsida ka väitest 18 (*Eelistaksin rohkem visuaalset materjali*), mis sai kõrgeima keskmise hinnangu ( $M = 3,95$ ;  $SD = 0,91$ ).

Kokkuvõtteks saab öelda, et testijad olid pigem positiivselt meelestatud, kasutamaks päästekomando erialases väljaõppes uut tehnoloogiat, kuid tagasisides olid individuaalsed erinevused suured ja lõplikke järeldusi tagasisideküsitluse põhjal teha ei saa. Seetõttu uuriti neljas alauuringus hologrammide kasutamist lähemalt.

### **3.2. QR-koodi skannimine ja mitteinteraktiivne hologramm (alauuring 1)**

Alauuring 1 küsiti: milliseid võimalusi pakub väljaõppeks mitteinteraktiivne hologramm, mis kasutajale kuvatakse, kui kasutaja on liitreaalsusprillidega QR-koodi skanninud? Pärnamets (2023) uuris, kuidas on võimalik luua erinevaid õpiülesandeid esmaabi harjutamiseks, kasutades kannatanute visualiseerimist liitreaalsuses. Lõputöö raames koostati kolm õpiülesannet, milles päästjatel tuli osutada esmaabi liiklusõnnetuses kannatada saanutele, sealhulgas elustamist, veritsuste kontrollimist ja haavade sidumist (Pärnamets, 2023). Õpiülesannetes kasutati erinevaid kannatanute hologramme, et visualiseerida erinevaid liiklusõnnetustel tekkinud kehavigastuste liike (vt joonis 4). Testijatel paluti otsustada esmaabi andmise vajaduse ning tegevuste üle. Kui HoloLens 2 oli ühendatud internetiga ja rakenduse õpihaldussüsteemi oli prillides sisse logitud, kuvati kannatanute hologrammide kohal tema eluliste näitajate taustateave. Seda informatsiooni saab õppejõud ise veebilehel muuta.

Liitreaalsuse ja esmaabi kolme õpiülesande loomisel tugines tudeng probleemipõhisele õppele, mis võimaldab hinnata olukorda, kasutada oma teadmisi ja pakkuda välja probleemile lahendus (Walker *et al.*, 2015). Tabelis 4 toodud õpiülesannete abil testiti päästeteenistujate teadmisi traumahaige käsitlemisel liiklusõnnetuses, kui kannatanu on viga saanud sõiduki roolis või lamab liiklusõnnetuse tagajärjel maapinnal.

*Tabel 4.* Liitreaalsuse õpiülesanded traumahaige käsitlemise teadmiste testimiseks (autorite koostatud Pärnamets 2023 põhjal)

ÕPI-ÜLESANNE	STSENAARIUM	PROBLEEMI PÜSTITUS: TRAUMAHAIGE KIRJELDUS
1	Liiklusõnnetus, sõiduauto on sõitnud vastu puud.	Teadvusel meessoost 50-ndates sõidukijuht. Kannatanu jalad on sõiduauto armatuuri all kinni, vasaku jala säärel lahtine luumurd (vt joonis 4 vasakpoolne pilt).
2	Liiklusõnnetus, sõiduauto on veoautole tagant otsa sõitnud.	Teadvusel 30-ndates naissoost sõidukijuht, kellel on nähtav peahaav ja verejooks, valu õlas ja kaelas (vt joonis 4 parempoolne pilt).
3	Liiklusõnnetus, mootorrattur on kukkunud ja põrganud kokku maanteepiirdega.	Vaevu teadvusel 40-ndates naissoost vastavat kaitseriietust mitte kandev sõidukijuht, kellel on vasaku jala amputatsioon ja arteriaalne verejooks (joonis 5).

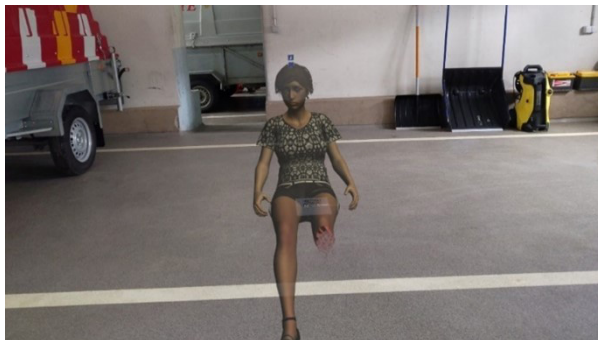


*Joonis 4.* Jalahaavaga traumahaige hologrammikujutis auto juhiistmel HoloLens 2 liitreaalsusprillides (vasakul) ja peahaavaga traumahaige hologrammikujutis auto juhiistmel (paremal) (Pärnamets, 2023)

Kõik kolm traumahaige hologrammi (vt joonised 4 ja 5) valis tudeng välja rakenduse FightARs esmaabi mooduli juurde kuuluva seitsme erineva QR-koodi seast. Katse ette-

valmistamiseks prinditi õpiülesande QR-koodid A4 formaadis paberile. Esimese kahe õpiülesande puhul paigutas tudeng QR-koodi testimiseks päästekomando garaažis parkiva sõiduauto esiistmele (vt joonis 4), sidudes hologrammi reaalmaailma õpiobjekti sõiduautoga. Kolmanda õpiülesande puhul paigaldati QR-kood päästekomando garaaži põranda tasapinnale ning muid vahendeid õnnetuskoha illustreerimiseks ei kasutatud (vt joonis 5), mistõttu hologramm oli seotud reaalmaailmas põranda ja mitte stsenaariumijärgse maanteega. Kannatanute hologrammid olid elusuurused täiskasvanud ja nende suurust testija prille kasutades muuta ei saanud.

Testija sai hologrammi näha läbi liitreaalsusprillide QR-koodi skannimisel (vt joonise 4 vasakpoolse pildi sinisel taustal menüü, kus on skannimine sisse lülitatud, mistõttu on selle värv muutunud punaseks). Kuna prillid ei olnud ühendatud katse ajal WiFi-võrku, siis rakenduse FightARs infoaknas taustainfot ei kuvatud ja tudeng andis traumahaige kohta käiva taustainfo suuliselt.



*Joonis 5.* Jalavigastusega traumahaige hologrammikujutis maapinnal HoloLens 2 liitreaalsusprillides (Pärnamets, 2023)

Liitreaalsusprillide HoloLens 2 testimisel lahendas tabelis 4 kirjeldatud õpiülesandeid päästekomandodes 9 päästeteenistajat, kellest 5 olid päästemeeskonna juhid ja 4 päästjad (vt tabel 2). Testimine toimus tudengi juuresolekul, kes vajadusel testijat juhendas.

Esimese õpiülesande olukorra lahendamist alustati verejooksu hindamisest ja arteriaalse verejooksu peatamisest, mille järel kontrollis testija üldist seisundit ning stabiliseeris kannatanu, võttes arvesse õnnetuses saadud vigastusi. Kolm ülesande lahendanud testijat arvestasid sündmuse asjaolusid ja nimetasid kõik olulised esmaabi tegevused õiges järjekorras. Testija (EE36) näitas žguti paigaldamise kõrgust enda jala

peal (Pärnamets, 2023, lk 28). Õpiülesandes 1 uuriti täiendavalt, kas on vaja paigaldada kannatanule kaelalahas. Testija (EE31) vastas:

Jah, kuid oleneb, kas verejooksu saab ilusti kinni või mitte. Kui on kiire evakuatsioon, siis ei pane. Juhul, kui auto suitseb, siis on kiire evakuatsioon ja ei pane, aga kui ei ole kiire, siis paigaldada kaelalahas ja oodata kiirabi. (Pärnamets, 2023, lk 28)

Teise ülesande lahendamist alustasid testijad kannatanu üldise seisundi hindamisest, seejärel hinnati verejooksu, stabiliseeriti kannatanu pea ja kael ning seoti haav rõhksidemega. Kõik kolm testijat nimetasid esmaabi tegevused, nad demonstreerisid õigeid esmaabi andmise tehnikaid (Pärnamets, 2023, lk 30).

Kolmanda õpiülesande testijad tuvastasid hologrammil kiiresti arteriaalse verejooksu. Nad leidsid, et esmalt peab peatama verejooksu, siis hindama üldist seisundit, kannatanu stabiliseerima ning ta alajahtumise kaitseks termotekiga katma. Testijad arvestasid sündmuse asjaoludega, tegutsesid korrektselt ja kui neilt küsiti amputeeritud jäseme kohta, vastas üks neist (EE37):

Amputeeritud jäse tuleks üles otsida (panna külma või varju) ja hiljem kiirabiga kaasa saata. Ja kannatanuga tuleks tegeleda kuni kiirabi saabumiseni, temaga rääkida ja turgutada teda. (Pärnamets, 2023, lk 32)

Mitteinteraktiivne kannatanu hologramm, mida saab siduda reaalse õpikeskkonnaga, pakub võimalust harjutada traumahaigete käsitlemist; mitme hologrammi üheaegne kasutamine võimaldaks probleemi lahendamist traumahaigete triiažile laiendada (Hofmann & Polikarpus, 2022). Alauuring 1 näitas, et testitavad suudavad HoloLens 2 liitreaalsuse prillidega QR-koodide skannimisel kuvada traumahaigete hologrammid, ära tunda ja mõista suuliselt esitatud stsenaariumeid ning tuvastada hologrammidel kujutatud traumad. Kõik üheksa ülesanded läbinud päästeteenistujat arvestasid sündmuste asjaoludega ja teadsid, millised on traumahaige üldise seisukorra hindamise tegevused ja mida tuleb teha olukorra stabiliseerimiseks (Pärnamets, 2023).

Liitreaalsuse kasutamist pidasid alauuringus 1 osalenud testijad pigem mugavaks ja lihtsaks. QR-koodi asetamine sõiduautosse võimaldas siduda liiklusõnnetusele omase keskkonna mitteinteraktiivse hologrammiga. Kui prillides on skannimise funktsioon aktiveeritud, liigub hologramm QR-koodi liigutamisel reaalses ruumis. Nii on võimalik QR-kood asetada inimese või mannekeeni peale, et simuleerida traumahaigeid. Läbi liitreaalsusprillide kuvatud hologrammidel oli kerge tuvastada trauma raskust ja planeerida edasisi esmaabi tegevusi. Seejuures peab arvestama, et testimine toimus üliõpilase juuresolekul, kes vajadusel testijat juhendas. Päästekomandos korraldatud testimine ei vajanud muud ettevalmistust kui sõiduautot ja QR-koode paberil. Liitreaalsusprillile on võimalik kasutada siseruumides päästekomandos esmaabi õppeharjutustel.

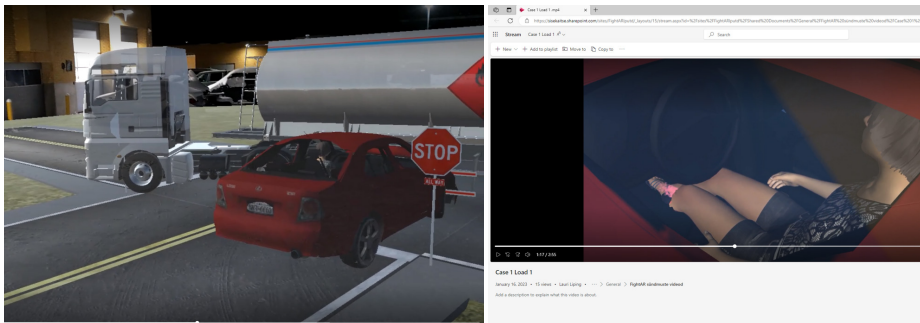


### 3.3. Holograafiline sündmuskoht mitteinteraktiivse hologrammina (alauuring 2)

Alauuringus 2 küsiti: milliseid võimalusi pakub väljaõppeks elusuurune mitteinteraktiivne hologramm, kui tegu on holograafilise sündmuskohaga? Liping (2023) uuris, kas ja kuidas on liitreaalsust päästemeeskonna juhtide olukorrateadlikkuse arendamiseks liiklusõnnetuse stsenaariumi puhul võimalik rakendada. Eksperimendi käigus oli testijal võimalik sündmuskohal vabalt liikuda ja olukorra lahendamiseks informatsiooni koguda (Liping, 2023).

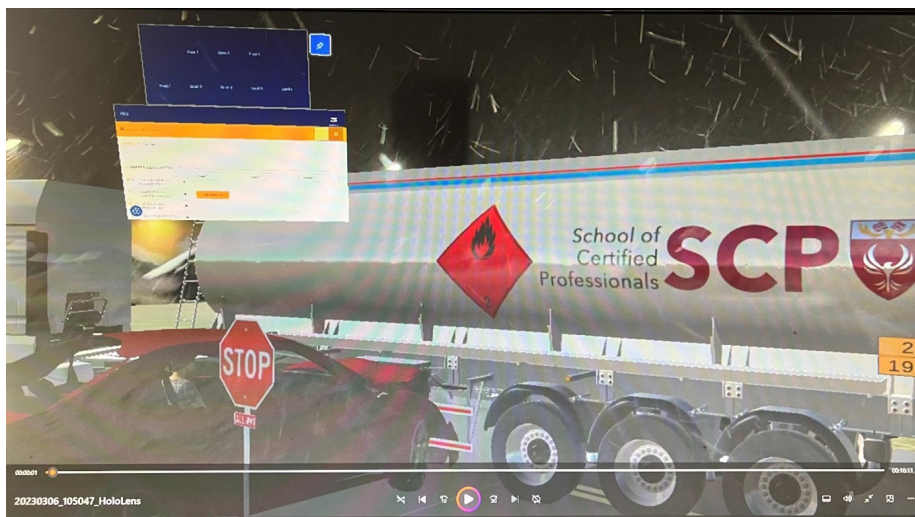
Olukorrateadlikkus koosneb kolmest faasist, milleks on info kogumine, infost arusaamine ja prognoos (Endsley, 1995). Olukorra mõistmise all peetakse silmas inimese võimet olukorda teadvustada ehk seda, kas katsealune suudab keskkonnast piisavalt olulist informatsiooni koguda, et tal tekiks olukorrast tervikpilt (Polikarpus & Danilas, 2022). Nii olukorrateadlikkuseks kui olukorra mõistmiseks tuleb väliskeskkonnast kogutud informatsiooni hinnata ja varasemate kogemustega seostada.

Lõputöö empiirilises osas korraldati viis katset päästemeeskonna juhtidega, kes lahendasid päästesündmust FightARs stsenaariumi nr 1 järgi, mille üliõpilane oli eelnevalt välja valinud ning füüsilisse ruumi paigutanud. Stsenaariumi 1 kohaselt oli sõiduauto kokku põrganud vedelgaasi vedava veose ehk ohtliku veosega. Õnnetuse tagajärjel viibis sõiduautos jalaamputatsiooniga kannatanu (vt joonis 6).



Joonis 6. Holograafilise sündmuskoha vaade (vasakul), autos viibinud kannatanu (paremal) (Liping, 2023)

FightARs rakenduse holograafilise sündmuskoha testimise protseduuri reeglite kohaselt sai testija LimeSurvey keskkonnas vastata stsenaariumi kohta käivatele väidetele. Samast keskkonnast said testijad ka lugeda esmast informatsiooni sündmuse kohta (ilmastikuolud, alarmeerimisteade jms) ning neil avanes võimalus vaadata 360° kaameraga üles filmitud lõiku sündmuskohale sõitmisest. Vajadusel andis üliõpilane suulisi täpsustusi testimiseks valitud stsenaariumi kohta ning matkis sidet häirekeskusega. Sündmuskohale jõudes teostasid testijad HoloLens 2 liitreaalsusprille kandes sündmuskohal luure. Ülesande sooritajatele kuvati reaalmõõtetes sündmuse holograafiline kujutis – ohtliku veose veok, mis oli kokku põrganud sõiduautoga. Testija ei saanud holograafilist sündmuskohat prillides vähendada, suurendada ega keerata. Kogu sündmuskohat oli võimalik testimise alguses z-telje suunas liigutada ehk katsealune sai kujutise liigutada enda jaoks sobivale kõrgusele, eelistatavalt pörandapinnaga samale tasapinnale. Hologrammis oli näha sõiduauto kapoti alt tõusvat suitsu ja kannatanu jalast purskavat verd (liikuvad osad hologrammis). Ülejäänud vaates oli holograafiline sündmuskohat staatiline ehk läbi prillide vaadatuna rohkem midagi ei liikunud. Kõik testijad jälgisid kuvatud objektide parameetreid ega jalutanud luure käigus hologrammidest läbi.



Joonis 7. Holograafiline sündmuskohat kuvatud päästekomando hoovis õhtusel ajal lumesajus (autorite kuvatõmmis Liping, 2023 kogutud andmetest)

Kuna tegemist on reaaleluliste parameetritega objektidega, eeldas antud stsenaariumite lahendamine suurt tühja ruumi, kusjuures olulist rolli mängis ruumi valgustus, sest holograafilised kujutised joonistuvad selgemini välja hämaras ruumis. Mitte alati ei olnud komandos võimalik testimiseks sobivat ruumi leida, mistõttu ühel juhul testiti õuetingimustes – vt joonis 7, kus on kujutatud testija HoloLens 2 prillidesse kuvatud vaadet sündmuskohalt.

Stsenaariumist tuleneva holograafilise sündmuskoha peamise puudusena tõid testijad välja sõiduauto vähese deformatsiooni, mistõttu ei osatud sõiduautos oodata nii raskes seisundis kannatanut. Lisaks oleks luure tegija soovinud näha ka veose juhi holograafilist avatari.

Lõputöö raames transkribeeriti viie testija sooritus ja hinnati, kuidas testija olukorda ja kannatanu seisundit hindas, ohtliku aine tuvastas, kaitsetaseme ja ohuala määras ning ohutuse tagas. Testimisel osalenud olid varem visiõppes hindamispäeva läbinud, kus nende olukorrateadlikkust hinnati metoodika *Effective Command* abil, kus sündmuse lahendamise keskkonnaks oli XVR On-Scene virtuaalreaalsuse tarkvara (Polikarpus & Danilas, 2021). Hindamispäeval on hinnatavatel võimalik keskkonda ressursse ehk objekte juurde küsida. Näiteks kui sündmust lahendav päästetöö juht soovib saata keskkonda keemiasukelduslülid, siis see talle ka visuaalselt kuvatakse. FightARs rakenduses ei olnud hologrammi sündmuse lahendamise käigus täiendavaid ressursse võimalik juurde lisada. Seetõttu tekitas testijates segadust, kellega nad suhtlevad, sest suhtlus toimus testimise korraldajaga, kes mängis erinevaid rollisikuid, kuid rollisikuid ei kuvatud erinevate avataridena, nagu see toimub visiõppes. Lisaks tekitas segadust juba jagatud käskluste täitmine sündmuse lahendamisel (*Effective Command* metoodikas ülevaate faas), sest testijad olid harjunud, et pärast käskluse jagamist toimub virtuaalreaalsuskeskkonnas muutus. Testijad soovisid kinnitust, kas nende jagatud käsklus on juba täidetud (Liping, 2023).

Alauuringus 2 leiti, et testitavate eelteadmised liitreaalsuse kohta olid madalad, keskkond ja tehnoloogia vöörad. Eelistena visiõppe ees toodi välja, et FightARs liitreaalsuse harjutuste tegemine tegeliku ja tajutud olukorrateadlikkuse hindamiseks on standardiseeritud ega vajanud eriväljaõppega koolitajat. Harjutamiseks piisas HoloLens 2 prillidest ja internetiühendusega arvutist LimeSurvey keskkonna avamiseks. Üliõpilane leidis, et XVR On-Scene keskkonnas stsenaariumite lahendamine eeldab pädeva instruktori kaasamist koos riistvaralise lisaressursiga (Liping, 2023).

Holograafiline sündmuskoht, kuhu on võimalik kuvada elusuures mitteaktiivne hologramm, võimaldab väljaõppe korraldajal luua enda valitud keskkonda piiratud ressursiga reaaleluga sarnanev sündmus ning testida sündmuse lahendaja teadmisi ja oskusi selleks loodud olukorras. Hetkel võimaldab FightARs rakendus valida 15 eri

stsenaariumi vahel (vt joonis 7, sinine menüü ülal vasakus nurgas), kombineerides viit erinevat ohtlikku veost kolme erineva kannatanuga. Nii saab õppijale kuvada erinevaid elusuuruses hologramme. Ühel juhul kuvatakse dünaamiline suits kokkupõrke kohast ning teisel juhul näeb testitav kollast loiku veoki all, mis matkib toimunud ohtliku veose leket.

### **3.4. Mitteinteraktiivne hologramm, mille asukohta ruumis saab kasutaja liitreaalsusprillides muuta (alauuring 3)**

Alauuringus 3 küsiti: millised võimalused ja puudused on mitteinteraktiivsel hologrammil, mis on reaalses ruumis liigutatav ja mille dimensioonid on muudetavad? Guž (2023) uuris, kuidas kasutada liitreaalsust ohtlike veoste tähistuste tuvastamiseks ning õpetada tähistuse alusel esmaste tegevuste üle otsustamist õnnetustel ohtlike veostega.

Päästemeeskonna juhid on päästesündmusel esmareageerijad ja päästetöö juhid ohtlike veostega seotud sündmustel, otsustades muu hulgas veose ohtlikkuse ja kaitsemeetmete üle, mida päästjad sündmuse lahendamiseks kasutama peavad (Allas *et al.*, 2022). Tähistus veokil annab infot veokis oleva aine ja sellest lähtuva ohu kohta.

Alauuringus tugineti probleemõppele ja arvestati, et päästemeeskonna juhtidel võivad olla tekkinud vääraarusaamad ohtlike veoste tähistusest, mis omakorda võis saada tõrkeks ohtlike veoste tähistuse määramisel intervjuuerimise ajal. Arvestati ka võimalusega, et liitreaalsuse kasutamisel võib testijatel tulla ette virtuaalse info vale tõlgendamist, vigu arusaamisel hologrammidest ja juhistest (Guž, 2023).

Andmeid koguti päästekomandodes intervjuude käigus kaheksa päästemeeskonna juhi teadmiste kohta viie erineva juhtumi põhjal. Testiti päästemeeskonna juhtide ohtlike veoste tähistuste tuvastamise oskust ja selle alusel sündmuskohal esmaste tegevuste üle otsustamist (vt tabel 5). Hololens 2 prillides kuvati veoki hologrammil viiel korral erineva ohtliku aine tähistus. Viiest tähistusest neli olid korrektse tähistusega ja üks vale tähistusega. Testijad nägid prillides 3D-hologrammiga kujutatud ohtlikku veost vedavat veokit, mis oli iga juhtumi puhul tähistatud erineva ohtliku aine märgistusega. Jooniselt 8 on näha sinine menüü, kus sai erinevaid veoseid valida. Veok oli tähistatud ohtliku veose tunnusmärgi ja ohumärgistega. Ohtliku veose tunnusmärk hologrammil on kaks rida mustas kirjas numbreid oranžil taustal. Esimese juhtumi puhul on ülemisel real bensiini ohu tunnusnumber 33, näidates kergesti süttivat tuleohtlikku vedelikku. Alumisel real on bensiini ÜRO tunnusnumber 1203. Tuleohtlik bensiin on tähistatud ka autovedudel kasutatava ohumärgistusega – musta leegi kujutis ja number punasel taustal –, mis näitab, kui ohtlik on veetav kaup (vt joonis 8).

Tabel 5. Alauuringus 3 kasutatud hologrammide ohtlike veoste tähistused (autorite koostatud Guž, 2023 põhjal)

	JUHTUM 1	JUHTUM 2	JUHTUM 3	JUHTUM 4	JUHTUM 5
Ohtlik aine	Bensiin	Ammoniaak	Kloor	Väävelhape	Vedelgaas
Ohu tunnus-number	33	268	Vale 265 (õige oleks 268)	80	23
ÜRO tunnus-number	1203	1005	1017	1830	1965



Joonis 8. Mitteinteraktiivne ohtliku veose hologramm (Guž, 2023)

Testija sai hologrammi liigutades veokit eri külgedele keerata ja veoki märgistust kõiki külgedel vaadelda. Samuti sai ta muuta veoki suurust ning selle asukohta füüsilises ruumis. Veoki hologrammi oli võimalik viia endast eemale või tuua endale lähemale. Juhtumite lahendamisel juhendas üliõpilane testijat ja küsis iga juhtumi veose kohta viis sisulist küsimust.

Testija pidi selgitama, mida veosel olev märgistus tähendab ja millist võimalikku ohtlikku ainet veok veab. Hinnata tuli veoki tähistuse korrektsust ning nimetada lisainfo saamise võimalusi veose kohta. Testija pidi selgitama, mida päästesündmusel keemilise või füüsikalise ohu tõttu tekkinud ohtliku aine lekke korral tegema peaks. Meetme rakendamiseks tuli nimetada ohuala, kus avaldub ohtlik mõju (näiteks soojuskiirgus), ja kuhu võib ulatuda lisaohu, näiteks plahvatuse mõju, kasutades vajadusel abimaterjale.

Viie juhtumi läbimisel olid kaheksa testija tulemused järgmised. Veose märgistuse määramisel ja võimaliku ohtliku aine veose väljaselgitamisel määrasid ainena bensiini (tabel 5, juhtum 1) seitse testijat kohe ilma abimaterjalideta. Ammoniaaki (juhtum 2) ja väävelhapet (juhtum 4) ning kloori (juhtum 3), mis oli valesti tähistatud, ei tuvastatud esmasel vaatlusel ühelgi juhul. Ammoniaak ja väävelhape tuvastati lisainfot kasutades, see määrati keemiaõnnetuste päästejuhiste (PÄKE) abil. Abimaterjali kasutades määrati ka kloor ning tuvastati viga selle märgistuses. Vedelgaasi tähistuse puhul (tabel 5, juhtum 5) nimetati, et tegu on põleva gaasiga, abimaterjali kasutades määrati aine õigesti. (Guž, 2023)

Kolmanda juhtumi vale tähistusega kloori puhul tekitas märgistus kahtlust kolmel juhul veosega tutvumise algfaasis, mille järel lisainfo kasutamisel leiti õige tähistus. Viis testijat ei maininud viga kloori tähistuses, seejuures määrati lisainfot kasutades ohtliku aine kloor. Ülejäänud juhtumite korral peeti tähistust õigeks.

Lisainfo ohtliku veose ja tegutsemise kohta leiti keemiaõnnetuste päästejuhistest, muuhulgas plaaniti küsida nõuandeid ekspertidelt. Lekkest tuleneva ohu kõrvaldamiseks plaaniti kiireloomulist sekkumist ja isikute evakueerimist ohualast. Testijad arvasid järgmist (Guž, 2023):

Sündmusel uuriks ise PÄKEst, kuna see, mida ütleb häirekeskus, ei jää kõik meelde, palju parem on ise oma silmaga vaadata ja lugeda. (respondent 6)

Ma ei otsi ise tavaliselt sündmusel, mul pole selle jaoks aega, küsin häirekeskusest, nad ütlevad, mis ainega on tegu. (respondent 5)

Kui tekib leke, mina isiklikult ei teeks midagi, ootaks keemiapääset. (respondent 1)

Kasutajakogemuse uurimiseks küsiti testijatelt, mida nad arvavad liitreaalsusprillidest ning kas uut tehnoloogiat saaks kasutada ohtlike veoste õppimisel. Testijad arvasid (Guž, 2023):

Prille oli meeldiv kasutada, kuigi mehaanika nõuab harjutamist, valges halvem näha. (respondent 3)

Prillide kasutamiseks peab alguses õpetama nende mehaanikat. Kõik see segab, kui küsitakse küsimusi, selle asemel et kontsentreeruda küsimustele, mõtlen, kuidas seda veost liigutada. (respondent 6)

Alauuringus 3 järeldeb Guž, et areneva tehnoloogiana võimaldab liitreaalsus teha õpingud uudsemaks ja atraktiivsemaks ning võib õppimisel olla motivatsiooniallikaks. Enamik uuritavaid oli kokku puutunud virtuaalreaalsusega, kuid intervjuerimisel kasutatud HoloLens 2 liitreaalsusprille oli eelnevalt kasutanud vaid üks isik. Uuringu juhtumite testimist pidi üliõpilane juhendama, esmakordne kohanemine prillidega oli

vaevaline ja liikumine ühelt juhtumilt teisele esimese korraga välja ei tulnud. Esma-kordsel kasutamisel ei mõistnud testijad, kuidas prillides juhtpaneeli kasutada, mõnel juhul liikus veoki hologramm testijast kaugemale ja selle lähemale toomine võttis aega.

Mitteinteraktiivne hologramm, mis on liigutatav reaalses ruumis ja mille dimensioonid on muudetavad, pakub väljaõppes võimalust õppida ohtlike veoste tähistamist liitreaalsuse abil. Veoki hologramm on kohandatav reaalses ruumis ning uuringu tulemusena leiti, et liitreaalsust saab päästekomandodes ohtlike veoste märgistamise õpetamiseks kasutada. Eduka kasutamise jaoks on aga vajalik eelnev koolitus liitreaalsusprillide kasutamiseks. Uue tehnoloogia kasutamisega seotud raskused takistasid testijate **tähelepanu** ja keskendumist ülesande täitmisele ja küsimustele vastamisele. Ilma eelneva koolituseta testijad siiski suutsid liitreaalsusprille kasutades koguda teavet ohtlike veoste märgistamise kohta ning kasutada seda teavet veosest tulenevate võimalike ohtude tuvastamiseks. Liitreaalsuse kasutamine ohtlike veoste tähistuste õpetamisel soodustab õppimist, kui päästeteenistujad kasutavad lisateavet, nagu keemiaõnnetuste **päästejuhend (PÄKE)** või **päästetöö juhi meelespea**.

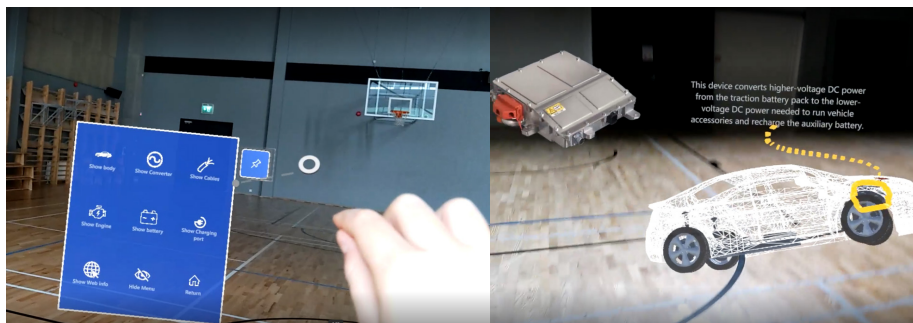
### 3.5. Interaktiivne elektriauto hologramm (alauuring 4)

Alauuringus 4 küsiti: millised võimalused ja puudused on interaktiivsel elektriauto 3D-hologrammil, mille kasutaja saab vahetada komponente ja lahendada ülesannet, mille lahendust kontrollib arvuti? Uuriti, kuidas mõjutab FightARs õpikeskkonnas loodud interaktiivne elektriauto 3D-hologramm testijate varasemat õpikogemust, kuna kõik testimisel osalenud olid läbinud Päästeameti elektriautode täiendkoolituse Moodle'i keskkonnas. Tegemist on õppematerjaliga, mille alusel koolitatakse päästjaid, kuidas elektriautodega juhtuda võivaid päästesündmusi lahendada. Rasva (2023) uuris, kuidas saab kasutada liitreaalsust ja elektriautode liigutatavat 3D-hologrammi päästeteenistujate koolitamisel, lõimituna praegusesse täiendkoolitusse.

FightARs interaktiivne elektriauto hologramm võimaldab kasutajal elektriautot paremini vaadelda ning tunda õppida (vt joonis 9). Testimises osalenud päästemeeskonna juhtidele tutvustati HoloLens 2 liitreaalsusprille, misjärel testisid osalejad nelja harjutust, kus oli kolm erinevat interaktiivset elektriauto hologrammi:

1. mootori- ja kereosade (sh piilarite) vaatlemine;
2. deaktiveerimise õige järjekorra ülesanne;
3. stabiliseerimise ja lõikamise ülesanne.

Testimise käigus uuriti hologrammide liigutamise mugavust liitreaalsuses, hologrammide visuaali vastavust tegelikkusele, hologrammide käsitlemise mugavust ning seda, kuidas katses osalenud oma õpikogemust uues keskkonnas tajusid. Joonisel 9 on kuvatud testija vaade liitreaalsusprillidest elektriauto osasid tutvustavale hologrammile.



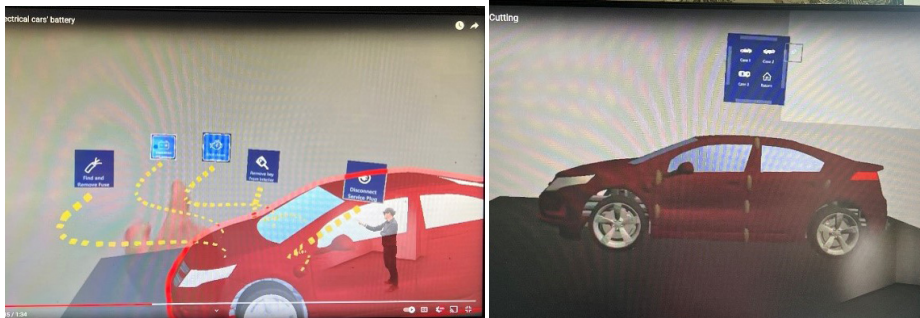
Joonis 9. Testija vaade elektriauto komponentide õpiülesandes (autorite kuvatõmmised)

Testimises osalenud töid välja, et alguses oli uue tehnoloogia kasutamine harjumatu, kohati ei tahtnud liigutused alluda korraldustele. Positiivse poole pealt toodi välja hologrammi liigutamise ja vaatlemise võimalus eri nurkade alt. Hologrammide visuaalse poolega jäid peaaegu kõik katsealused rahule ning leidsid, et reaalsusele sarnanev terav ja selge pilt toetavad õppimist ning muudavad selle huvitavaks ja meeldejäävaks. Vaid ühel juhul leidsid testija, et visuaal sarnaneb joonistustega ja võiks olla reaalsem (Rasva, 2023). Sarnaselt eelmiste alauuringutega saab välja tuua, et olulist rolli mängib õpikeskkonna valgustus, hologrammid joonistuvad välja paremini hämaras ruumis.

Esimese kahe harjutuse ja esimest tüüpi hologrammi, elektriauto mootori- ja kereosade vaatlemise võimalused olid katses osalenute jaoks arusaadavad, probleeme tekkis hologrammide liigutamise ruumis ja nende suurendamine, vähendamine, keeramine, mistõttu nad leidsid, et see vajab rohkem harjutamist. Teine hologrammi tüüp ehk elektriauto deaktiveerimise ülesanne seisnes õigete deaktiveerimisetappide valimises sõltuvalt sündmusest ehk osalejad pidid valima õige järjekorra, kuidas elektriautot deaktiveerida. Joonisel 10 on kuvatõmmis YouTube'i videost, kus on näidatud liitreaalsusprillide kasutaja vaade, mis testijale ülesande lahendamise käigus avanes. Testija, kelle tegevus on videos näha alumises paremas nurgas, sai valida viie erineva



tegevuse vahel. Joonisel 10 on vasakpoolsel pildil järgmised nupud (vasakult paremale): *Find and Remove Fuse*, *Disconnect 12V battery*, *Shut Down Engine*, *Remove Key from Interior* ja *Disconnect Service Plug*. Nende nuppude valiku järjekord oli kolme kaasuse puhul erinev, sest tegevuste õige järjekord sõltub sellest, millises seisukorras on elektriauto peale avariid. Testija sai valida õige tegevuste järjekorra, puudutades vastavaid nuppe korrektse järjekorras. Õiget elektriauto deaktiveerimise järjekorda kontrollitakse rakenduses automaatselt.



Joonis 10. Elektriauto deaktiveerimine (vasakul) ja stabiliseerimine ning lõikamine (paremal) liitreaalsuses (autorite koostatud)

Kolmas hologrammi tüüp ehk neljas testitud harjutus oli stabiliseerimise ja lõikamise ülesanne (vt joonis 10, parempoolne pilt). Hologrammis kuvati alusel elektriauto ja tööriistad ning õppija pidi otsustama, millist tööriista millises kohas auto juures kasutada. Tööriist kinnitus hologrammi külge vaid siis, kui see oli õiges kohas.

Testijad leidsid, et FightARs rakendus oleks hea täiendus juba olemasolevale õppematerjalile, luues võimaluse hologramme keerata ja eri nurkade alt vaadelda, mida senine õppematerjal ei lubanud. Üks testimises osalenu tõi välja, et kasutatud tehnoloogia annab väga hea ettevalmistuse ja on kindlasti tõhusam viis õppimiseks kui senine pildimaterjal kasutatavates õppematerjalides. Puudusena toodi välja õppematerjali keel, kuivõrd toetav tekst on rakenduses ingliskeelne. Eestikeelne tekst muudaks selle kasutajate jaoks paremini arusaadavaks. Testijad ütlesid (Rasva, 2023):

Väga hea ettevalmistuse annab. Kindlasti tõhusam viis õppimiseks kui piltmaterjal. (M8)

Oli informativne, aga prillide juhtimine muutis informatsiooni saamise keeruliseks. (M4)

Lisaks leidsid nad, et ülesande lahendamine liitreaalsuses on põnevam ja tõhusam kui arvutis ning oleks hea täiendus juba olemasolevale õppele Moodle'is, mis toetas ülesande lahendamist. Nad selgitasid (Rasva, 2023):

Oleks kindlasti efektiivne, kui lisada Moodle'i õppele juurde. Annaks kindlasti head täiendust 3D-mudelite näol. (M3)

Eialgu oli raske, kuna ei osanud hästi hologrammi liigutada ja kastikesi aktiveerida. Aga kui käsitlemine on selge, oleks kindlasti parem ja efektiivsem kui Moodle'i harjutus. (M1)

Osalejad tõid välja, et õppeprotsess muutus nende jaoks mängulisemaks ja huvitavamaks ning tuleviku vaates võiks olla osa olemasolevast elektriautode koolitamise materjalist (Rasva, 2023):

Võiks olla kindlasti abiks koolitamisel nii meeskonnavanematele kui ka päästjatele, sest ka päästjad peavad teadma, kus auto erinevad asukohad paiknevad. (M1)

Viimase ülesande lahendamisel (vt joonis 10, parempoolne pilt) tekkis testijatel raskesti tööriistade liigutamisega ning lahendajatel oli ootus, et kuvatav stsenaarium areneb liitreaalsuses nende tegevuste käigus edasi (Rasva, 2023):

Oleks tõhus, kui edasi arendada. Näiteks kui lõikad valesst kohast, võiks minna mingi juhtimestik punaseks ja sündmus vastavalt edasi areneda. Ehk siis võiks tegevustele järgneda mingisugused sündmuste jadad ja asi edasi areneda. Lihtsalt asjade paigutamises ei näe väga mõtet. (M3)

Alauuringu läbiviija leidis, et prillide juhtimist tuleb enne koolitust harjutada, kuid tegemist on uue ja õppimist toetava tehnoloogiaga, mille lisamine juba olemasolevale elektriautode täiendkoolituse õppematerjalidele toetab õppimist ning muudab õppeprotsessi õppija jaoks huvitavamaks. Interaktiivne elektriauto hologramm ja FightARs rakenduse õpiülesanded loovad kõigi testimises osalenute meelest suurepärase võimaluse viia end kurssi elektriauto komponentidega, kuna hologramme oli võimalik liigutada ning nad said hea ülevaate komponentidest ja nende asukohast. Esimese kahe harjutuse, elektriauto kere ja mootori osade juures võimaldab ka FightARs rakendus ingliskeelsete häälkäskluste abil vahetada elektriauto komponente.

## 4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Artikli peamine uurimisprobleem oli järgmine: milline on liitreaalsusprillide HoloLens 2 ja rakenduse FightARs kasutuspotentsiaal päästekomandos toimuval väljaõppel? Selleks et teha järeldusi tehnoloogiliste pedagoogiliste ainealaste teadmiste ehk TPACK-raamistiku alusel (Koehler *et al.*, 2013b) koguti FightARs rakendust HoloLens 2 prillides testinud päästeteenistujatelt kirjalikult ja suuliselt tagasisidet. Probleemi lahendamiseks püstitati neli uurimisküsimust (vt tabelid 1 ja 2), millele vastati, tugi-

nedes kasutajate tagasiside küsimustiku analüüsile peatükis 3.1 ja neljas alauuringus peatükkides 3.2–3.5.

Uuringust selgus, et liitreaalsuse rakendus FightARs, mis loodi prillide HoloLens 2 jaoks, pakub päästeteenistujate väljaõppeks nelja eri tüüpi hologramme (TPACK-i tehnoloogiakomponent):

1. QR-koodi skannimisel ilmnev kannatanu mitteinteraktiivne hologramm, mille juures ei saa õppija midagi muuta. Hologramm on mõeldud traumahaige üldseisundi hindamiseks, muuhulgas liiklusõnnetuse kannatanu esmaabi tegevuste üle otsustamiseks, traumahaigete triiažiks mitme hologrammi üheaegsel kasutamisel. QR-koodi asetamisel inimesele või mannekeenile on teoreetiliselt võimalik harjutada ka käelisi tegevusi (vt ptk 3.2).
2. Elusuurune mitteinteraktiivne holograafiline sündmuskoht liiklusõnnetusest kannatanu ja ohtliku veosega, millele on teoreetiliselt võimalik luua 15 eri stsenaariumit tegeliku ja tajutud olukorratedlikkuse arendamiseks ja hindamiseks (vt ptk 3.3).
3. Igal teljel liigutatav ja muudetavate dimensioonidega mitteinteraktiivne hologramm ohtlike veoste tähistuste õppimiseks ja esmaste tegevuste üle otsustamiseks (vt ptk 3.4).
4. Igal teljel liigutatav ja muudetavate dimensioonidega interaktiivne hologramm elektriauto ehituse, deaktiveerimise ja kannatanu vabastamise õppimiseks (vt ptk 3.5).

Üldjuhul nägid testijad kõiki tüüpi hologrammides päästeteenistujate õppimise toetamise võimalust päästekomandodes (ptk 3.1). Liitreaalsuse kasutamisel probleemipõhises õppes on ka varasemates uuringutes tuvastatud õppimist toetav mõju (Fidan & Tuncel, 2019; Arici & Yilmaz, 2023), kuid seda pole varasemalt päästeteenistuse kontekstis uuritud. Siiski leiavad autorid, et kui kasutada TPACK-raamistikus probleemipõhist õpet pedagoogika osana, tagab see õppimist toetava mõju täiskasvanutele, sest kasutajate tagasiside oli positiivne kõigi küsitletud väidete puhul (vt tabel 3).

Õppesisu puhul näitasid alauuringud, et detailsemad ja interaktiivsed hologrammid (vt ptk 3.5) toetavad õppematerjali ainealaste teadmiste omandamist paremini kui mitteinteraktiivsed hologrammid (ptk 3.2–3.4). Kuna enamikul testijatel oli varasem visiõppe kasutamise kogemus, võrdlesid nad liitreaalsust virtuaalreaalsusega. Just otsustamise õppimiseks nähti virtuaalreaalsusel eelist liitreaalsuse ees, sest tehtud otsuste täitmist ollakse harjunud vaatlemise teel kontrollima (ptk 3.3).

QR-koodi skannimisel avaneva kannatanu hologrammi kasutamisel esmaabi harjutuste juures leiti, et peamiseks puuduseks on asjaolu, et hologramm ei võimaldanud käelisi tegevusi. Elusuuruse mitteinteraktiivse holograafilise sündmuskoha hologrammi puhul oli uue tehnoloogia rakendamisel puuduseks ka sobiliku õpikeskkonna puudumine, kuhu hologramm ära mahuks. Hologrammide nägemiseks oli eelistatud pimedam ruum. Interaktiivse hologrammi puhul takistab õppimist ingliskeelne tekst prillides. Hologrammide liigutamine ja keeramine (ptk-d 3.4 ja 3.5) nõudsid liitreaalsusprillide kasutamise harjutamist enne sisulist õppimist. Samas kalibreerisid HoloLens 2 prillid oma silmadele vaid 5 testijat 19-st (ptk 3.1), mis võis ka põhjustada halvema hologrammide nägemise ja menüükasutuse.

Tuginedes testijate tagasisidele ja neljale alauuringule, teevad autorid järgmised ettepanekud liitreaalsuse kasutuselevõtuks päästeteenistujate väljaõppes:

1. Uue tehnoloogia rakendamiseks õppetöösse tuleb lõimida tehnoloogia, pedagoogika ja ainealased teadmised (TPACK). Rakenduse FightARs hologrammide kasutamisel tuleks kasutada probleemipõhist õpet.
2. Kannatanute QR-koodid tuleks siduda mannekeenidega, et õppijad saaksid käelisi tegevusi harjutada. Samuti tuleks elulised näitajad kuvada hologrammi kohal õpihaldussüsteemi aknas (vt joonis 4, hall aken vasakpoolsel pildil). Juhiste ja stsenaariumi nägemiseks peavad liitreaalsuspillid sel juhul olema ühendatud internetiga.
3. Tuleks luua lisaks uusi stsenaariumeid kannatanute hindamiseks ja esmaabi tegevuste üle otsustamiseks, sest uurimuses testiti vaid kolme hologrammi seitsmest.
4. Päästesündmuste juhtimise harjutamiseks tuleb seni, kuni hologramm ei muutu, kasutada visiõpet, sest holograafiline sündmuskoht sobib vaid tegeliku ja tajutud olukorratedadlikkuse hindamiseks, mitte päästesündmuse terviklikuks lahendamiseks.
5. Kuna rakendus FightARs võimaldab luua kokku 15 erinevat stsenaariumit tegeliku ja tajutud olukorratedadlikkuse hindamiseks, kuid testiti vaid ühte stsenaariumit, siis tuleks stsenaariumite ja testijate hulka suurendada edasiseks õppe- ja uurimistööks.
6. Mitteinteraktiivsed hologrammid sobivad olemasolevate teadmiste ja esmaste tegevuste üle otsustamise suuliseks kontrollimiseks (esmaabi, ohtlikud veosed). Selliseid hologramme tuleks luua juurde, et uurida nende mõju õppimisele, võrrelduna arvutipõhise õppega.

7. Kui õppijal on vaja hologrammi liigutada, suurendada või vähendada, tuleb prillid esmalt silmadele kalibreerida ja hologrammide liigutamist õpetada.
8. Interaktiivsete hologrammide tekst peaks olema eestikeelne. Neid hologramme tuleks luua juurde, kuna testijad pidasid nende kasutamist õppimiseks huvitavaks, motiveerivaks ja tulemuslikuks.
9. Tuleks jätkata liitreaalsuse rakendamise uurimist ning selle kõrvutamist virtuaalreaalsuse ja käeliste tegevuste simulaatoritega, et leida päästeteenistujate koolitamiseks ohutud, tõhusad ja motiveerivad väljaõppe viisid.

## KOKKUVÕTE

Liitreaalsuse rakendamine päästeteenistujate väljaõppes on juba võimalik, kuid see eeldab uue tehnoloogia kasutuselevõttu, õppesisu loomist ja sobilike pedagoogiliste lähenemiste rakendamist tulemusliku väljaõppe korraldamiseks. Tehnoloogia-, pedagoogika- ja ainealaste teadmiste (TPACK) raamistik (vt joonis 1 ja tabel 1) võimaldas tuvastada praegused kitsaskohad uue tehnoloogia lõimimisel päästeteenistujate väljaõppesse. Liitreaalsuse rakendamisel päästeteenistujate väljaõppesse on peamine probleem vähene kasutajakogemus, mistõttu oli testijatel raske keskenduda õppesisule. Pedagoogilise lähenemisena pakub probleemipõhine õpe hea võimaluse liitreaalsuse kasutamiseks väljaõppes, sest päästeteenistujad on juba harjunud probleemide lahendamisega visiõppes ning neil on ootus suuremale interaktiivsusele liitreaalsuses. Tulevikus tuleks liitreaalsuse laiemaks kasutamiseks päästeteenistujate väljaõppes jätkata uute hologrammide ning õppestenaariumite loomist (lõimitud tehnoloogia ja ainealane teadmine) ja nende kasutamise uurimist õppetöös. Eraldi tuleks uurida seda, milline tehnoloogia (liit- ja/või virtuaalreaalsus) toetab kõige paremini päästekomandodes väljaõppe tegemist. Uuringutes võiks tulevikus arvesse võtta ka majanduslikke aspekte tehnoloogia soetamisel, hooldamisel ja uuendamisel.

## TÄNUSÕNAD

Täname südamest Päästekolledži tudengeid Jan Martin Pärnametsa, Lauri Lipingut, Viktoria Guži ja Allan Rasvat, kes leidsid aega, et testida uut tehnoloogiat autentses keskkonnas, ning andsid oma lõputöodes tagasisidet rakendusele FightARs. Kuigi ajakirja Turvalisuskompass toimetamispoliitika näeb ette: „Kui käsikiri toetub suurel määral üliõpilase kursuse- või lõputööle, loetakse üliõpilane üldjuhul artikli esimeseks autoriks“, ei peeta neid antud käsikirja puhul siiski autoriteks, kuna artikli kirjutamises nad ei osalenud.

Autorid avaldavad samuti suurt tunnustust FightARsi projektimeeskonnale, kes vaatamata keerukustele programmeerimisel suutsid luua FightARsi rakenduse. Tunnustame projekti partnereid teistest riikidest ning Renata Lukki, Stella Polikarpust, Maarja Kängseppa, Tambet Kütti, ja Pavel Ivanovi Eestist projekti panustamast. Aitäh kõigile Päästeameti kolleegidele, kes osalesid testimistel!

## TEADUSTÖÖ RAHASTUS

Erasmus+ KA202: projekt FIGHTARs oli rahastatud Erasmus+ programmi rahastusest (Projekti number: 2020-1-CZ01-KA202-078371). Artikli kirjutamist ega lõputöid projektist ei rahastatud, seda tehti tavapärase Sisekaitseakadeemia teadus-, arendus- ja innovatsioonitöö ajal.

## STELLA POLIKARPUS

Sisekaitseakadeemia, Päästekolledži kriisireguleerimise ja tuleohutuse õppetooli juhataja-vanemlektor

E-post: stella.polikarpus@sisekaitse.ee

Stella Polikarpus on lõpetanud Sisekaitseakadeemia päästekolledžis päästeteenistuse eriala ja saanud magistrikraadi Tallinna Ülikoolis kutseõpetaja erialal. Aastast 2016 õpib Polikarpus Tallinna Ülikooli haridusteaduste instituudis doktorantuuris, kus ta uurib olukorratundlikkuse hindamist visiõppes. Sisekaitseakadeemias õpetab ta põlemiskeemiat, keemiapäätet ja koolitab instruktoreid. Stella Polikarpus osales projektis FightARs meeskonna sisueksperdina ning oli lõputööde kaasjuhendaja.

## TARMO TEREP

Sisekaitseakadeemia, Päästekolledži kriisireguleerimise ja tuleohutuse õppetooli lektor, Välisministeeriumi ekspert (*Strategic Adviser on Civilian Crisis Management Structures*), Euroopa Liidu tsiviilmissioonil Moldovas (*EUPM Moldova*)

E-post: tarmo.terep@sisekaitse.ee, tarmo.terep@eupm-moldova.eu

Tarmo Terep on lõpetanud Sisekaitseakadeemia Päästekolledži päästeteenistuse eriala ja saanud sisejulgeoleku instituudis sotsiaalteaduste magistrikraadi. Terep on Euroopa Liidu elanikkonnakaitse mehhanismi teadmusvõrgustiku juhatuse liige. Oli Viktoria Guži ja Jan Martin Pärnametsa lõputööde põhijuhendaja.

## KÄRT REITEL

Sisekaitseakadeemia, Päästekolledži kriisireguleerimise ja tuleohutuse õppetooli lektor, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi teadur

E-post: kart.reitel@sisekaitse.ee

Kärt Reitel on lõpetanud Tallinna Tehnikaülikooli keemia- ja keskkonnakaitse tehnoloogia eriala (BSc) ning kaitsnud keemia- ja materjaliteaduse magistrikraadi (MSc). Aastal 2019 kaitses Reitel Tallinna Tehnikaülikoolis loodusteaduste doktorkraadi. Sisekaitseakadeemias õpetab ta kemikaaliohutust ja põlemiskeemiat ning on vastutav tule- ja keemialabori tegevuste eest. Oli Allan Rasva ja Lauri Lipingu lõputööde põhijuhendaja.

## KASUTATUD ALLIKAD

- Allas, H., Danilas, K., Laar, R., Sõrmus, K. & Teder, G., 2022. *Päästemeeskonna juht, tase 5 kutsestandard*. Kutsekoda, pp. 1–4.
- Arici, F. & Yilmaz, M., 2023, An examination of the effectiveness of problem-based learning method supported by augmented reality in science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(2), pp. 446–476.
- Endsley, M. R., 1995. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), pp. 32–64.
- Fidan, M. & Tuncel, M., 2019. Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers & Education*, 142, p. 103635.
- FightARs, 2022. FightARs – Augmented Reality for Firefighters. [Võrgumaterjal] Leitav: <http://fight-ar.com/> [Kasutatud: 19.10. 2022].
- Guž, V., 2023. *Ohtlike veoste tähistuste tuvastamine liitreaalsuses meeskonnavahelise näitel*. Lõputöö. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Hofmann, J. & Polikarpus, S., 2022. Application of Augmented Reality in firefighters training: From Safe to SafAR, Rmt: R. Wechner, M. Bues & U. Kloos, toim-d *GI VR / AR Workshop 2022*. Gesellschaft für Informatik, pp. 1–9.
- Hunziker, S. & Blankenagel, M., 2021. *Research Design in Business and Management*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Islamiyah, K. K., Rahayu, S. & Dasna, I. W., 2022. The Effectiveness of Remediation Learning Strategy in Reducing Misconceptions on Chemistry: A Systematic Review. *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 7(1), pp. 63–77.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Akcaoglu, M. & Rosenberg, J., 2013a. The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Teachers and Teacher Educators, Rmt: M. R. Panigrahi, toim *ICT Integrated Teacher Education: A Resource Book*, New Delhi: CEMCA, pp. 1–8.
- Koehler, M. J., Mishra, P. & Cain, W., 2013b. What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), pp. 13–19.
- Koehler, M. J. & Mishra, P., 2008. Introducing TPCK. Rmt: ACCTE Committee on Innovation and Technology, toim *Handbook of technological pedagogical content knowledge for educators*. New York, NY: Routledge, pp. 3–29.



- Liping, L., 2023. *Holograafilise sündmuskoha rakendamise võimalused päästemeeskonna juhtide olukorrateadlikkuse arendamisel. Lõputöö.* Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Mishra, P., 2019. Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), pp. 76–78.
- Polikarpus, S., Luik, P., Poom-Valickis, K. & Ley, T., 2023. (ilmumas) The Role of Trainers in Implementing Virtual Simulation-based Training: Effects on Attitude and TPACK Knowledge. *Vocations and Learning*.
- Polikarpus, S. & Danilas, K., 2021. Eesti päästemeeskonna juhtide visiõppepõhise hindamise rakendamine ja tulemused. *Turvalisuskompas*, 1(1), pp. 31–54.
- Polikarpus, S. & Danilas, K., 2022. Olukorrateadlikkuse, olukorramõistmise ja kallutuse mõõtmine siseturvalisuse valdkonnas. *Turvalisuskompas*, 2(1), pp. 89–107.
- Pöder, S.-F., Savimaa, R. & Link, M., 2015. A framework for training internal security officers to manage joint response events in a virtual learning environment. *Proceedings Estonian Academy of Security Sciences*, 14, pp. 151–180.
- Pärnamets, J. M., 2023. *Liitreaalsuse kasutamine esmaabi õppes päästekomandodes. Lõputöö.* Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Rasva, A., 2023. *Liitreaalsuse kasutamine elektriautode avariide lahendamise koolitamisel päästeteenistujate väljaõppes. Lõputöö.* Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Thoelen, F., Vastmans, J., Andersen, N. B. & Bøhm, M., 2020. FireFront: A new tool to support training in Fireground Situation Awareness, Situation Understanding and Bias. *International Fire Professional*, (34), pp. 34–39.
- Walker, A., Leary, H., Hmelo-Silver, C. E. & Ertmer, P. A., 2015. *Essential Readings in Problem-based Learning*. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press.

