

TURUN AMK

Tekniikka ja Liiketoiminta, ICT

Tulevaisuuden interaktiiviset teknologiat -tutkimusryhmä

15.5.2019

Käytettävyysraportti

VR-TEKNOLOGIA PELASTUSTOIMEN TURVALLISUUSVIESTINNÄSSÄ

– Case VirPa

**Brita Somerkoski, David Oliva, Kimmo Tarkkanen, Mika Luimula, Anttoni Lehto &
Lassi Niinikorpi**



VR-TEKNOLOGIA PELASTUSTOIMEN TURVALLISUUSVIESTINNÄSSÄ

Brita Somerkoski, David Oliva, Kimmo Tarkkanen, Mika Luimula, Anttoni Lehto & Lassi Niinikorpi

TIIVISTELMÄ

Raportissa tarkastellaan virtuaalilaseilla käytettävää virtuaalista peliympäristöä. Näillä voidaan hyödyntää erityisesti näköaistia uudella tavalla. Tuloksena saatiin käyttötarkoitukseen nähden tarpeeksi realistiset simulaatiot ja niiden tulokset siirrettiin onnistuneesti sovelluksen käyttöön. Kokonaisuutena tarkoituksena on kuvata virtuaalitodellisuusympäristöillä toteutettujen hyötypelien ja sovellusten mahdollisuuksia pelastustoimen turvallisuusviestinnän oppimisympäristöinä.

Aihetta käsitellään tässä raportissa neljästä näkökulmasta: yleisinä kokemuksina, oppimisympäristönä, käytettävyydestä tuloksina ja savun simuloinnin näkökulmista. Realistinen savun käyttäytyminen on tärkeää tämänkaltaisissa sovelluksissa, sillä savu on suurin yksittäinen vaaratekijä tulipaloissa. Vaarallisuuden vuoksi savun leviämistä on vaikea harjoitella reaaliympäristössä. Raportin tiedot perustuvat lähdeaineiston lisäksi Lassi Niinikorven opinnäytteeseen aiheesta. Virtuaaliympäristön käytettävyyttä on mitattu kahdella kyselyllä, joista toinen sisälsi monivalintatehtäviä ja toinen avokysymyksiä.

Tutkijat toteavat, että virtuaaliympäristöllä oppiminen on motivoivaa ja sillä saadaan kuvattua tulipaloa ja erityisesti savun leviämistä realistisesti. Tutkijat suhtautuvat varauksellisesti paloturvallisuuteen liittyvien VR-ympäristöjen tuottamista pienille lapsille, sillä teknisten laitevaatimusten lisäksi virtuaaliympäristö edellyttää tasapainoainin kehittyneisyyttä ja ymmärrystä reaali- ja virtuaaliympäristöjen eroista. Sen sijaan väline soveltuu hyvin nuorten ja aikuisten käyttöön sekä erityisesti pelastustoimen kalliiden tai vaikeiden simulaatioharjoitustekniseksi välineeksi, esim. savusukelluksessa, jolla koulutusta ja erityisesti taitojen harjoittamista voidaan kokeilla edullisesti.

AVAINSANAT: virtuaalitodellisuus, peliympäristö, savun virtausdynamiikka, oppiminen

UTILISING A VIRTUAL REALITY APPLICATION IN FIRE SAFETY COMMUNICATIONS OF EMERGENCY SERVICES

Brita Somerkoski, David Oliva, Kimmo Tarkkanen, Mika Luimula, Anttoni Lehto & Lassi Niinikorpi

ABSTRACT

The report examines virtual reality technologies that utilize virtual reality headsets, which bring forward new modes of tapping into visual perception. As a result of the VirPa project, a gamified simulation with an appropriate level of realism in addition to corresponding user data was achieved. The purpose of the report is to describe the possibilities of serious games and similar applications as learning environments for safety communications relating to emergency services.

In the report, the topic is introduced from four points of view: general experiences, learning environments, usability testing results and smoke simulation. Realistic behaviour of smoke is essential in applications like these, because smoke is the biggest singular danger factor in a fire situation. Because the dangers it poses, smoke-related issues and skills are difficult to train in the real world. In addition to the source material, the information presented in the report are based on the thesis of Lassi Niinikorpi regarding the topic. In the section looking at the fluid dynamics of smoke, also the related simulations produced via Fire Dynamics Simulator are discussed. The results stemming from the simulations have been transformed into charts, according to which the game engine steers the behaviour of smoke within the application. On the other hand, the usability of the virtual environment was measured through two questionnaires, one of which included multiple choices and the other open questions.

The research states that learning via a virtual environment is motivating and it is possible to model fires and especially the spreading of smoke in a realistic manner. The researchers, however, have reservations about producing virtual environments for small children, as such environments can only be used by answering demands relating to hardware, a developed sense of balance as well as an understanding concerning the differences between the virtual and the real. Instead, the application is well-suited for youngsters, adults and especially for acting as a tool for the expensive and complex simulation trainings of emergency services, enabling a cost-effective manner for reinforcing one's skills.

KEYWORDS: virtual reality, game environment, smoke flow dynamics, learning

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET JA TERMIT	5
1 JOHDANTO	6
2 VIRTUAALITODELLIUS	8
2.1 Virtuaalitodellisuusympäristöjen käyttö	8
2.2 Välineistö	10
3 VIRTUAALITODELLISUUS OPPIMISYMPÄRISTÖNÄ	14
3.1 Oppimisympäristön fyysisiä, psyykkisiä ja sosiaalisia piirteitä VirPa-pelissä	15
3.2 Virtuaalisen oppimisympäristön tasot	17
3.3 Virtuaalipelaamiseen liittyvä pelastustoimen turvallisuusviestintätilaisuus	18
4 PALOTURVALLISUUSSOVELLUS VIRPA	21
4.1 Savun leviäminen peliympäristössä	22
4.2 Pelin sisältö ja rakenne	24
5 VIRPA-PELIN KÄYTETTÄVYYSTESTAUS	28
5.1 Tutkimuksen käytännön toteutus	28
5.2 Käytettävyyden mittarit ja kysymykset	28
5.3 Keskeiset tulokset	32
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	39
7 VIRTUAALITODELLISUUTEEN PERUSTUVIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTTÖ PELASTUSTOIMEN TURVALLISUUSVIESINNÄSSÄ	41
LÄHTEET	45

KÄYTETYT LYHENTEET JA TERMIT

AR	Lisätty todellisuus
CFD	Computational Fluid Dynamics eli numeerinen virtausdynamikka
Collider	Unityssä käytettävä peliohjelman komponentti, jonka avulla voidaan seurata törmäyksiä tai sitä, että osuuko esimerkiksi pelaaja tietylle alueelle.
NPC	Non-playable character, ei-pelattava hahmo pelissä
Unity	Pelimoottori
VR	Virtuaalitodellisuus

1 JOHDANTO

Yhteiskunnan nopea digitalisaatio on luonut tarpeen ja mahdollisuuden hyödyntää tulevaisuuden teknologioita hyötykäytössä uudella, innovatiivisella ja motivoivalla tavalla, jonka keskeisenä osana on elämyksellisyys. Tässä raportissa arvioidaan, millä tavoin tulevaisuuden teknologioita voidaan hyödyntää pelastustoimessa ja millaisia rajoituksia virtuaalitodellisuuden sovellusten käyttäminen sisältää.

Raportti on toteutettu osana Turun ammattikorkeakoulun Tulevaisuuden interaktiiviset teknologiat -tutkimusryhmän toimintaa, jossa keskitytään viihdepeliteollisuudesta tuttu- jen interaktiivisten käyttöliittymäteknologioiden hyödyntämiseen eri toimialoilla. Tutki- musryhmän tutkimustoiminnan keskiössä on muun muassa lisätyn ja virtuaalitodellisu- teen liittyvä tutkimus, kehittäminen ja innovaatiot. Projektia on toteutettu tutkimusryhmän toimintaperiaatteiden mukaisesti korostamalla nopeaa prototyyppointia ja käyttäjäkes- keistä suunnittelua. Projektin tutkimusfokusalueet ovat kehittäneet tutkimusryhmän vah- vuusalueita kuten käytettävyyden, käyttö- ja pelikokemuksen sekä vaikuttavuuden arvi- ointia. Projektin toiminnassa on ollut mukana tutkimusryhmän lisäksi Turun ammattikor- keakoulun insinööriopiskelijoita, jotka projektin aikana ovat opiskelleet peliteknologian opinpolussa. Opiskelijoiden ja tutkimusryhmän työskentely on tapahtunut Turku Game Lab -nimisessä oppimisympäristössä. Raportti on tuotettu osana Virtuaalitodellisuus tur- vallisuusviestinnän välineenä paloturvallisuudessa (VirPa) -projektiin liittyvän paloturval- lisuussovelluksen kehittämistä. Sovelluksella on tarkoitus tarkastella, miten ihmiset käyt- täytyvät tulipalon sattuessa ja arvioida, voidaanko virtuaalitodellisuutta käyttää hyväksi paloturvallisuuden oppimisympäristönä. Turun ammattikorkeakoulu on saanut rahoitusta Palosuojelurahastolta VirPa-projektia varten. Tuotetta on kehitetty yhteistyössä pelas- tusviranomaisten kanssa ja kehitysprojektissa on ollut mukana turvallisuusviestintää ja pelastustoimea tunteva asiantuntija.

Ensimmäiseen vaiheeseen asti valmistunut paloturvallisuussovellus on tarkoitettu viran- omaisten käyttöön tukemaan pelastustoimen turvallisuusviestintää kansalaisille. On huo- mattava, että kyseessä on pelin pilottiversio, joka edellyttää kehitystyön jatkamista. Tuot- teen kehittämisellä on vastattu yhteiskunnalliseen tarpeeseen. Kehittämistyö on Onnet- tomuuksien ehkäisyn toimintaohjelman hengen mukaista ja se tukee pelastustoimen tur- vallisuusviestinnän strategiaa, jossa todetaan, että turvallisuuskulttuuri on jokaisen vas- tuulla ja sitä on kehitettävä. Turvallisuusviestinnän strategiassa kehittämistavoitteena on

hyvä turvallisuuskulttuuri, joka saavutetaan vaikuttamalla ihmisten turvallisuusasenteisiin, -tietoihin ja -taitoihin. Tällaista osaamista voidaan tavoitella, kun toimitaan yhdessä viranomaisten, järjestöjen, yhteisöjen ja asukkaiden kanssa. (Pelastustoimen turvallisuusviestinnän strategia 2012.)

Suomessa tulipaloissa kuolee keskimäärin 71 henkilöä joka vuosi. Luku on asukasluvuun suhteutettuna EU-maiden keskitasoa. Tulipaloissa loukkaantuneiden määrä ilmoitetaan sellaisena kuin lukumäärä on pelastusviranomaisten arvion mukaan. Tällä tavalla arvioituna tulipaloissa loukkaantuu vuosittain keskimäärin alle 700 henkilöä. Vuodessa rakennuspaloja on noin 4500. Rakennuspaloit ovat vähentyneet viime vuosina. Arvioiden mukaan vähentyminen johtuu siitä, että ihmisten aiheuttamien rakennuspalojen määrä on vähentynyt. Yli puolet rakennuspaloista on ihmisen aiheuttamia. Tavallisin rakennuspalo on asuinrakennuspalo. Liikerakennuspaloja raportoidaan vuosittain noin 350, hoitoalan rakennuksia noin 200 ja opetusrakennuksia noin 100 joka vuosi. (Kokki 2019.) Palokuolemista noin 80 % oli tapaturmaisista ja yleisin kuolinsyy oli häkämyrkytys. (Pelastustoimi 2018.)

Vaikka pitkäjänteisen palonehkäisyyden vuoksi palokuolemat ovat vähentyneet Suomessa, edelleenkin vuosittain uutisoidaan tapahtumista, joissa henkilöt eivät ole osanneet toimia oikein savuisissa tiloissa. Tulipalon voima ja ennustamattomuus yhdistettynä inhimilliseen käyttäytymiseen hätätilanteessa aiheuttavat turhia kuolemia vuosittain. Näiden syiden takia kaikki tutkimus ja tutkimukseen liittyvät sovellukset, joita voidaan toteuttaa palokuolemien estämiseksi ja paloturvallisuuden parantamiseksi, ovat erityisen tärkeitä.

2 VIRTUAALITODELLIUS

Virtuaalitodellisuuden digitaalisessa ympäristössä hyödynnetään näkö-, tunto- ja tasapainoaistia laajemmin kuin niin sanotulla perinteisellä opetuksella. Viime vuosina virtuaalilasien käyttö on yleistynyt. Virtuaalilaseilla pyritään saamaan aikaan mahdollisimman realistinen ympäristö (vrt. virtual "reality"). (Virtual Reality Society 2017d.) Virtuaalitodellisuuden ympäristöissä käyttäjä toimii joko katselijana tai toimijana. Jos käyttäjällä on aktiivinen toimijan rooli, hänellä on käsissään virtuaalitodellisuuteen suunnitellut peliohjaimet. Ohjaimet ovat tavanomaisesti molemmissa käsissä.

Virtuaalitodellisuuteen perustuvia simulaatioita käytetään, kun todellinen harjoittelu olisi liian kallis tai vaarallinen, joissain tilanteissa jopa mahdoton, toteuttaa. Juuri tällainen on poistumistilanne tulipalossa. Virtuaalitodellisuudella voidaan näin ollen harjoitella poistumista. Erityisesti savun leviämistä ja vaikutuksia on vaikea arvioida muilla tavoin. (vrt. Unimersive 2017).

2.1 Virtuaalitodellisuusympäristöjen käyttö

Virtuaalitodellisuutta hyödyntäviä sovelluksia käytetään perinteisesti viihteellisiin tarkoituksiin kuten esimerkiksi peleihin, videoihin tai verkostoitumiseen. Kaikkiaan massateollisuus on tuottanut verrattain vähän virtuaalitodellisuutta hyödyntäviä pelejä. Syynä tähän saattaa olla esimerkiksi laitteiston korkea hinta. (Rosenberg 2018).

Virtuaalitodellisuutta hyödynnetään esimerkiksi sotateollisuudessa sekä lento- ja taistelusimulaatioina. (Virtual Reality Society 2017c). Kuvassa 1 on esitetty, miten sotilas harjoittelee laskuvarjon käyttöä virtuaalitodellisuudessa. Virtuaalitodellisuus tarjoaa hyvät mahdollisuudet toteuttaa näitä harjoituksia, sillä harjoittelu virtuaalitodellisuudessa on huomattavasti turvallisempaa kuin oikeassa elämässä ja harjoituksia voidaan järjestää pienemmissä tiloissa. (ThinkMobiles 2018; Niinikorpi 2019)



Kuva 1. Sotilas harjoittelee laskuvarjon käyttöä virtuaalitodellisuudessa. (Wikimedia 2018.)

Paitsi sotateollisuudessa, virtuaalitodellisuutta on käytetty myös terveydenhuollossa esimerkiksi leikkaussimulaatioina sekä kivunlievityksessä. (Karaman 2016; Osso VR 2018.) Virtuaalitodellisuutta on aiemmin käytetty myös paloturvallisuudessa, esimerkiksi Yhdysvalloissa (National Fire Protection Association 2018). Internetin hakutulosten perusteella paloturvallisuuteen on saatavilla useita, virtuaalitodellisuutta hyödyntäviä pelejä. Näille on tyypillistä stereotyyppinen ja suoraviivainen suhtautuminen tulipaloon ennustettavana, tietty sarjakuvamaisuus ja ennen kaikkea savun leviämisen ja haitallisten vaikutusten vähättely.

Kehitettäessä viranomaisten käyttöön hyötypeliä sovelluksen tulisi olla vakavasti otettava, motivoiva, kiinnostava ja realistinen. Tässä raportissa tarkastellaan virtuaalitodellisuusympäristöjen käyttömahdollisuuksia pelastustoimessa. Tarkastelu perustuu yhden pelin kehittämiseen vuosina 2018–2019 ja sen käyttämisestä saatuihin kokemuksiin.

2.2 Välineistö

Virtuaalitodellisuuden teknologioita hyödynnettäessä käyttäjä tarvitsee tehokkaan pelikonsolin tai tietokoneen. Tässä kappaleessa esitetyt laitteistokuvaukset on kuvattu tarkemmin Lassi Niinikorven opinnäytteessä (Niinikorpi 2018.) Laitteisto kuvataan kutienkin tiivistetysti tässä mahdollisia pelastustoimen hankintatarpeita varten.

HTC Vive on HTC:n ja Valven yhteistyössä suunnittelema virtuaalitodellisuusjärjestelmä, joka julkaistiin 5.4.2016 (Steam 2018). Sen hinta Suomessa on n. 700 € (kevät 2019) Vive (HTC Vive) on mahdollista hankkia viihdekäytön lisäksi myös ammattilais- tai yrityskäyttöön. Vivessä on kaksi 3,6":n AMOLED-näyttöä, joissa on resoluutiona $1\,080 \times 1\,200$ per silmä eli resoluutio on yhteensä $2\,160 \times 1\,200$. Viven ruudun virkistystaajuus on 90 Hz:ä ja näkökenttä 110° :tta. Viven toiminta perustuu majakoihin ja laseissa oleviin antureihin, jotka mittaavat lasien sekä ohjainten sijainteja. Vivessä on kaksi langatonta virtuaalitodellisuuteen suunniteltua ohjainta, joita käyttäjä pitää käsissään ja nämä vastaavat käyttäjän käsiä virtuaalimaailmassa. Viveä voidaan käyttää istuen tai seisten ja pelaajalle voidaan määrittää alue, jossa hän voi liikkua vapaasti oikeassa maailmassa. Hänen pelihahmonsa liikkeet vastaavat oikean maailman liikkeitä, mikä tuo realismia kokemukseen. Tämä alue voi parhaimmillaan olla jopa 5 m kulmasta kulmaan mitattuna. (Vive 2018a.) HTC on kehittänyt myös adapterin, jonka avulla on mahdollista käyttää Viveä langattomasti eli Viveä ei tarvitse kytkeä johdoilla tietokoneeseen. Vive käyttää hyödykseen Intelin WiGig-teknologiaa, jonka kerrotaan antavan lähes viiveettömän kokemuksen, joka on ensisijaisen tärkeää virtuaalitodellisuudessa. Langattomuus tukee enintään $6\text{ m} \times 6\text{ m}$ aluetta ja jopa kolme pelaajaa voi käyttää samaa aluetta. (Vive 2018c; Niinikorpi 2018)

HTC on julkaissut Vivestä myös Vive Pro -mallin. Pro-mallissa on 3,5":n AMOLED-näytöt, joiden resoluutio on $1\,440 \times 1\,600$ (yhteensä $2\,880 \times 1\,600$ eli huomattavasti enemmän kuin tavallisessa Vivessä). Vive Pro:ssa on myös integroidut kuulokkeet. (Vive 2018b.) Pro-mallin hinta on Suomessa noin 900 €. Ohjaimet ja anturit tulee ostaa erikseen.

Oculus Rift on 28.3.2016 julkaistu Oculus VR:n kehittämä virtuaalitodellisuusympäristö. Vuonna 2014 Facebook osti Oculus VR:n 2 miljardin dollarin hinnalla. (Welch 2014.) Oculus Riftin hinta Suomessa on noin 480 € ja tähän hintaan kuuluu virtuaalitodellisuus-

lasit, kaksi virtuaalitodellisuuteen suunniteltua ohjainta ja kaksi liikkeentunnistinta. Riftissä (Oculus Rift) on Pentile OLED -näytöt, joissa on Viven tapaan 90 Hz:n virkistystaajuus, 1 080 × 1 200 resoluutio ja 110°:n katselukulma. Rift oli alun perin suunniteltu vain istuen pelattavaksi käyttäen tavanomaista peliohjainta. Myöhemmin sille kehitettiin virtuaalitodellisuuteen suunnitellut langattomat ohjaimet sekä liikkeentunnistimet. Riftin ohjaimissa on sormille omat anturit, joiden avulla pelaaja pystyy käyttämään sormiensa liikettä hyväksi peleissä ja sovelluksissa. (Oculus 2018c; Niinikorpi 2018)

Playstation VR on Sonyn kehittämä VR-laitteisto Playstation 4 -konsoleille. Playstation VR julkaistiin 13.10.2016 ja sitä on myyty yli 3 miljoonaa kappaletta. Playstation VR:n virtuaalilasien hinta on noin 300 €. Näiden lisäksi käyttäjä tarvitsee Playstation Cameran ja halutessaan kaksi Playstation Move -ohjainta, jotka lisäävät immersiota huomattavasti. Playstation VR on yhteensopiva kaikkien Playstation 4 -konsolien kanssa.

Playstation VR käyttää vain yhtä 1 920 × 1 080 resoluution OLED-näyttöä, joka on kokoa 5,7” ja sen virkistystaajuus on parhaimmillaan 120 Hz. Playstation VR:n liikkeentunnistus perustuu laseissa oleviin valoihin. Playstation Camera seuraa näitä valoja, ja sen perusteella määrittelee, missä asennossa pelaaja on. (Playstation 2018.) Tämän metodin huonona puolena on se, että kirkkaassa valaistuksessa tai kirkasta taustaa vasten liikkeentunnistuksessa saattaa aiheutua häiriöitä, koska kamera ei tunnista lasien valoja kirkkaan ympäristön seasta.

Edullisempiakin järjestelmiä on, mutta näissä kuvan laatu on usein heikko. Tällaisia ovat esimerkiksi mobiilijärjestelmät, joissa ei tarvita omaa tietokonetta. Tällaisten tuotteiden laatu riittää vain harvoin todenmukaisen kokemuksen tarjoamiseen. Oculus Riftin lisäksi on kehitetty myös Oculus Go sekä Gear VR. Molemmat ovat itsenäisiä järjestelmiä ja toimivat langattomasti. Esimerkiksi Oculus Go:n hinta on 350€ (kevät 2019) ja hintaan kuuluu virtuaalitodellisuuslasit sekä ohjain. (Oculus 2018b.) Gear VR on Samsungin mobiililaitteille tarkoitettu alusta. Laseihin kytketään Samsungin älypuhelin, joka toimii tässä tapauksessa laitteen ytimenä. (Oculus 2018a.) Gear VR -laitteella käytetään kyseiselle alustalle suunniteltuja pelejä ja sovelluksia. Gear VR maksaa noin 100 €, mutta tämän lisäksi käyttäjällä täytyy olla Samsung Galaxy S6 tai uudempi Galaxy-tuoteperheen puhelin.

Lisätyn ja virtuaalitodellisuuden teknologioiden kehitys on tällä hetkellä erittäin nopeaa. Ennusteet markkinoiden kasvun osalta ovat varsin lupaavia, mutta peliteollisuuden osalta kasvu ei ole ollut ennakoidun kaltaista. Sen sijaan muun muassa hyvinvointiala,

koulutus ja teknologiateollisuus ovat tällä hetkellä laajalti niin Suomessa kuin maailmalakin kehittämässä ja kokeilemassa teknologian hyödyntämismahdollisuuksia yhteistyössä korkeakoulujen ja alan yritysten kanssa. Uusia VR-lasimalleja ilmestyykin tällä hetkellä lähes kuukausittain markkinoille.

Muun muassa ihmissilmän resoluutiotasolle yltävät lasit ovat tulleet alkuvuodesta markkinoille. Niiden tarkempi resoluutio tarjoaa uusia mahdollisuuksia opetuspelien kehittäjille. Pitkään yhteistyötä tehneet taiwanilainen HTC ja yhdysvaltalainen Valve ovat päätyneet tuomaan markkinoille uudet omat VR-lasinsa. HTC on juuri julkaissut laitteiston, jossa on tuki sormien tunnistamiselle. Tämä vahva kilpailuasetelma aiheuttaa asiakkaille päänvaivaa. Turun ammattikorkeakoulun 0.5M€ investoinnit AR- ja VR-teknologioihin luo yhteistyökumppaneille mahdollisuuden tutustua teknologiavaihtoehtoihin riskittömästi. Ammattikorkeakoululla on mahdollisuus testata yhteistyökumppaneiden kanssa laitteistovaihtoehtoja. On ennustettavissa, että yksittäiset toimijat tulevat hankkimaan laitteistoja suurempia määriä esimerkiksi oppilaitoksiin nykyisten tietokone luokkien tapaan. Vaihtoehtona tällaiselle luokkamuotoiselle digitaaliselle oppimisympäristölle Turun ammattikorkeakoulu on parhaillaan rakentamassa harjoittelukeskusta osana investointiohjelmansa.

Taulukossa 1 on esitetty em. virtuaalitodellisuuslaitteistot ja niiden eroavaisuuksia. Taulukosta voidaan havaita, että Playstation VR on näistä huomattavasti edullisin vaihtoehto. On kuitenkin huomattava, ettei Playstation VR -lasien mukana tule virtuaalitodellisuuden suunniteltuja ohjaimia, mikä nostaa laitteiston todellista hintaa ja se on ainoa laitteisto, joka ei toimi PC-alustalla. Sovellusten suunnitteluvaiheessa kehittäjien täytyy ottaa huomioon laitteistojen eroavaisuudet ja valita paras vaihtoehto. Esimerkiksi käytetäänkö sovellusta seisten tai istuen vaikuttaa laitteiston valintaan (Niinikorpi 2018.)

Hankkeelle ostettiin kaksi HTC Vive -VR-järjestelmää, kaksi Asus-merkkistä kannettavaa tietokonetta (GL503VS) ja neljä salamajalustaa antureille kiinnitystä varten. Hinta oli yhteensä 5661 €.

Taulukko 1. Tunnetuimpien virtuaalitodellisuuslaitteiden eroavaisuuksia.

	HTC Vive	Oculus Rift	Playstation VR	Varjo (Beta)
Hinta (Verkkokauppa.com 1.10.2018)	699,90 €	549,90 €	299,90 €	Vain yhteistyökäyt- töön
Julkaistu	5.4.2016	28.3.2016	13.10.2016	2017
Alusta	PC	PC	PS4	PC
Virtuaalitodellisuus- ohjaimet	Sisältyy pakkaukseen	Sisältyy pakkaukseen	Ostettava erikseen	Ostettava erikseen
Näytön resoluutio	2160 × 1200	2160 × 1200	1920 × 1080	2880 × 1600
Näkökentän leveys asteina	110	110	100	Ei tiedossa
Käyttötapa	Seisten huoneen kokoisella alueella tai istuen	Seisten huoneen kokoisella alueella tai istuen	Seisten pienellä alueella tai istuen	Seisten tai istuen

3 VIRTUAALITODELLISUUS OPPIMISYMPÄRISTÖNÄ

Tässä luvussa käsitellään virtuaalitodellisuutta digitaalisena oppimisympäristönä. Oppimisympäristön käsite ei ole täysin yksiselitteinen, mutta yleisellä tasolla sillä viitataan kasvatuksellisiin lähtökohtiin, kulttuureihin ja fyysisiin ympäristöihin, joita voidaan hyödyntää monipuolisesti erilaisissa opetustilanteissa. Käsitteellä kuvataan oppimista ja opettamista, aktiviteetteja, tiloja, yhteisöjä ja toiminnan muotoja, jotka edistävät oppimista. Oppimisympäristön käsitteeseen liittyy pedagoginen suunnitelmallisuus (Piispainen 2008). Akateemisissa tutkimuksissa on eroteltu oppimisympäristön fyysisiä (Felani & Ahmad 2016), sosiaalisia (Castro & António 2017), psyykkisiä (Aghamolaei & Fazel 2010) ja pedagogisia (Amar 2009) ulottuvuuksia. Oppimisympäristön fyysiset piirteet liittyvät karkeasti jäsennettynä konkreetteihin tiloihin, materiaaleihin, teknisiin ratkaisuihin ja välineisiin. Oppimisympäristön sosiaalinen ulottuvuus käsittelee vuorovaikutteisuutta ja sosiaalisia lähtökohtia ja pedagoginen oppimisympäristö saa muotonsa pedagogisista teorioista ja ratkaisuista, kuten ongelmälähtöinen opetus (problem-based learning) tai oppijälähtöinen oppiminen. (Lan-Ying & Xue-Mei 2012.) Opettaja on oppimisympäristön keskeinen tekijä (Jones 2010; Maninen, Burman, Koivunen, Kuittinen, Luukannel, Passi & Särkkä 2007.) Vaikka edellä kuvattiinkin oppimisympäristön jaottelua, usein selkeitä rajoja oppimisympäristön ulottuvuuksien välillä on vaikea tehdä.

Tutkimuskirjallisuudessa digitaalisista oppimisympäristöistä käytetään käsitettä e-oppimisympäristö, sähköinen oppimisympäristö tai virtuaalinen (vrt. autenttinen) oppimisympäristö. Näiden käsitteiden käyttö ei ole täysin vakiintunut, mutta keskeistä on, että oppimisen apuna käytetään digitaalista tai sähköistä työvälinettä, kuten tablettia, pöytätietokonetta tai mobiililaitetta. Kehitettäessä digitaalisia oppimisympäristöjä tutkijat päätyivät käyttämään oppimistavoitteita sisältäville peleille käsitettä hyötypeli (serious game) erotuksena peleille, joiden pääasiallisena tavoitteena oli viihteellisyys. Tähän liittyen jo vuonna 1970 Abt (Abt 1970) esitti, että hyötypelieistä voidaan käyttää käsitettä *opetuspelit*, joiden kehittämisessä on kiinnitetty huomiota muuhun kuin viihteellisyyteen.

Jotta hyöty- tai opetuspelit toimivat kuten niiden on ajateltu toimivan, pedagogisen sisällön luomisessa tulisi ottaa huomioon seuraavat seikat:

- taustatarina
- vuorovaikutus
- realismisuus

- tekoälyn toiminta ja sovellettavuus
- palautekeskustelut pelin jälkeen

On huomattava, että kehitettäessä ja käytettäessä hyötypelejä ohjaajan ja opettajan merkitys on keskeinen.

Virtuaalioppimisessa oppijat eivät ole pelkästään vastaanottajia. He ovat tiedon tarjoajia, kysymysten esittäjiä tai vastaajia ja käsitteiden analysoijia. Kaikkiaan voidaan olettaa, että virtuaalitodellisuus tarjoaa vuorovaikutteisen elämyksellisen tavan oppia ja joissain tapauksissa korvata kokonaan opettajan ja oppijan välistä vuorovaikutusta samaan tapaan kuin videot. (Pan, Cheok, Yang, Zhu & Shi 2006; Smith & Ericson 2009)

Oheisessa tarkastelussa pelin digitaalista oppimisympäristöä on tarkasteltu fyysisten, psyykkisten ja sosiaalisten ulottuvuuksien näkökulmista.

3.1 Oppimisympäristön fyysisiä, psyykkisiä ja sosiaalisia piirteitä VirPa-pelissä

Pelissä fyysinen oppimisympäristö on tyypillisillä kalusteilla varustettu toimistorakennus, jossa on huonetiloja, käytäviä, hissi, portaikko ja useita siipiä. On huomattava, että virtuaalisella oppimisympäristöllä on rajoitteensa – huonetilojen geometriaa voi olla vaikea hahmottaa, eikä haju- ja kuuloaistia voida hyödyntää samalla tavalla kuin todellisuudessa. Myöskin kävely tuotetaan pelissä keinotekoisesti. Toisaalta todellisuudessa savun leviämistä on vaikea havainnoida, eikä savussa kulkemista voida harjoitella paitsi ammattikäyttöön tarkoitettuin välinein. Paloturvallisuuden oppimispelissä nimenomaan savun leviämisestä on pyritty tekemään realistista. Tälle on tarvetta esimerkiksi siksi, että mediassa esitetään stereotyyppisiä ja virheellisiä kuvauksia tulipaloista ja ihmisten mahdollisuuksista selviytyä palavassa huonetilassa hengissä.

Tyypillisesti pelaajalla on käsissään kaksi peliohjainta, joilla hän etenee rakennuksessa teleporttaamalla eli liikkumalla virtuaalisesti. Peliohjainta käytetään painamalla liipaisinta. Pelaajalla on silmillään virtuaalilasit, joilla kolmiulotteisen virtuaalimaailman näkeminen on mahdollista. Lasien johto on kiinnitetty tietokoneeseen. Pelaaja kykenee liikkumaan muutaman neliömetrin alueella. Hänellä on korvillaan virtuaalilaseihin kuuluvat kuulokkeet.

Psyykinen oppimisympäristö (Aghamolaei & Fazel 2010) liittyy kognitiivisiin eli tiedollisiin prosesseihin, ajattelun muotoihin ja malleihin, sekä konstruktivistiseen tapaan rakentaa tietoa. Tässä keskeisiä toimintoja ovat muisti, kokemukset ja päätöksenteko. Pelissä tärkeä ominaisuus on pelaajan tilannetaju ja stressinsieto. Parhaimmillaan paloturvallisuuteen liittyvä oppimispeli toimii hyvänä rakennusaineena asenteiden kehittymiselle. Ajattelumallit ohjaavat pelaajan ratkaisuja palotilanteessa. Pelissä paloa voidaan kuvata ohjatusti ja pelaajan liikkeiden tarkastelu on mahdollista. On ilmeistä, että pelaaminen todentaa ihmisen käyttäytymistä hätätilanteessa vain rajoitetusti. Todellisuudessa paniikki tai ahdistus saattavat estää tarkoituksenmukaisten päätösten tekemisen.

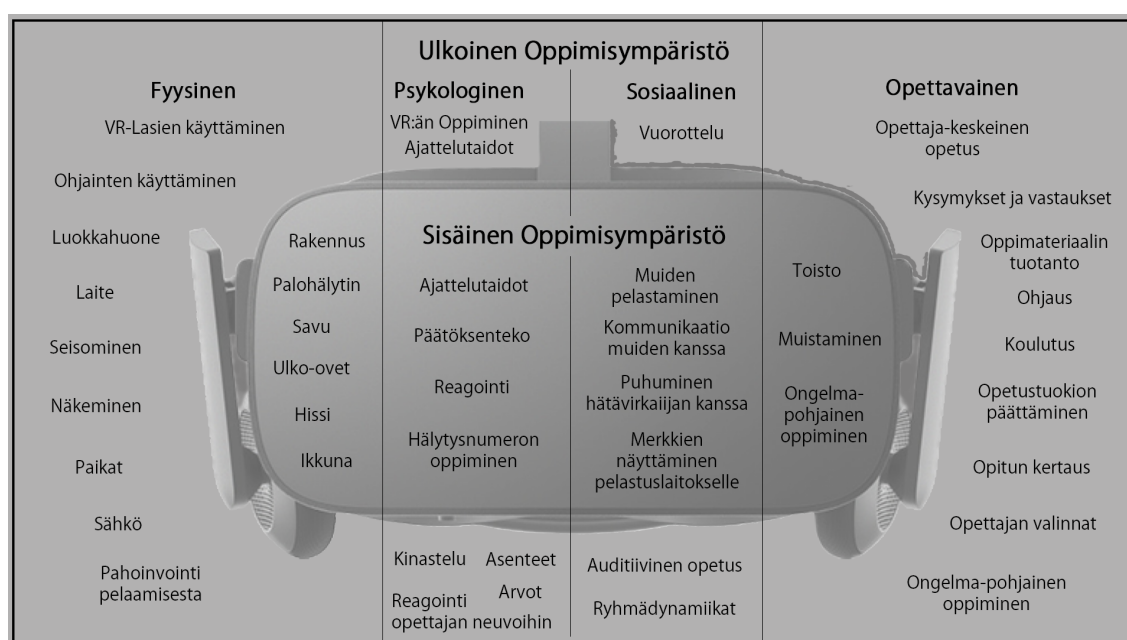
Oppimisympäristön sosiaalinen ulottuvuus saa muotonsa pelin hahmojen vuorovaikutuksesta, reagoinnista ja keskusteluista. Tässä pilottitutkimuksessa pelaaja toimii kuitenkin yksin ja NPC:t ovat lähinnä statistien roolissa. Pelin alussa hahmo nimeltä Ines puhuu pelaajalle, mutta pelaajalla ei ole mahdollisuutta kommunikoida Ineksen kanssa. Peliympäristössä on muitakin henkilöitä, jotka antavat pelaajalle ohjeita tai ilmoituksia, mutta pelaaja ei voi puhua heidän kanssaan tai vaikuttaa heidän toimintaansa. Pelin oppimisympäristön sosiaalinen ulottuvuus on erityisesti vuorovaikutuksen osalta varsin rajoittunut, mutta peliä kehittämällä vuorovaikutteisuutta voidaan lisätä. Toisaalta vuorovaikutusta säätelemällä voidaan tutkia sitä, millaisia ratkaisuja yksilö tekee hätätilanteessa.

Virtuaaliympäristö tarjoaa useita muotoja oppimiselle, sillä pelaaminen on oppijakeskeistä. Tutkimuskirjallisuudesta oppimista pidetään tavallisesti osaamisena, joka koostuu tiedoista, taidoista, asenteesta ja halusta toimia. Oppimispelissä pelaajalla on aktiivinen rooli tapahtumien käynnistäjänä ja ratkaisujen tekijänä, vastuunottajana ja hätätilanteeseen reagoijana. Kyse onkin arvokkaasta toiminnallisuuden oppimisesta ja taitojen lisääntymisestä. Toisaalta peli saattaa opettaa uusia näkökulmia savun leviämisestä ja toimimismahdollisuuksista hätätilanteessa. Mikäli peli olisi rakennettu vuorovaikutteiseksi, pelissä voitaisiin toteuttaa yhteistoiminnallista oppimista, jossa pelaaja ohjaisi ja neuvoisi muita pelaajia tai pelaajaryhmiä.

Virtuaaliympäristöissä tapahtuvaan oppimiseen liittyy rajoituksia. Ensinnäkin on mahdollista, että pelin ulkopuoliset tapahtumat vaikuttavat pelaajaan – esimerkiksi pelaaja voi saada ohjeita pelin ulkopuolelta toiselta henkilöltä. Varmuutta ei ole myöskään siitä, pysyykö pelaaja soveltamaan oppimaansa todelliseen hätätilanteeseen reaaliympäristössä. Lisäksi on mahdollista, että pelaajalle jää virheellisiä käsityksiä siitä, miten hätätilanteessa tulee toimia peliympäristön yllätyksellisyyden tai nopean muuttumisen takia.

3.2 Virtuaalisen oppimisympäristön tasot

Tarkasteltaessa virtuaalisia oppimisympäristöjä yleisesti voidaan todeta, että kyseessä on kaksi päällekkäistä oppimisympäristöä. Ensimmäinen, sisäinen, oppimisympäristö on pelitapahtuma, pelaajan rooli ja hänen tekemänsä pelilliset ratkaisut. Toinen, ulkoinen, oppimisympäristö sisältää fyysisiä, psyykkisiä ja sosiaalisia tekijöitä. Tähän virtuaalisen peliympäristön ulkopuoliseen tilaan voi kuulua opettaja tai ohjaaja, toisia pelaajia sekä kalustettu luokka- tai luentotila. Kuvassa 2 on kuvattu ulkoista ja sisäistä oppimisympäristöä.



Kuva 2: Kaksitasoinen oppimisympäristö (Somerkoski, Oliva & Tarkkanen 2019).

Ulkoinen paloturvallisuuden peliympäristön tulisi sisältää vuorovaikutusta pelaajien kesken ja peliä ohjaavan opettajan kanssa. Oppisisältöinä ovat silloin myös keskustelu virtuaalisten oppimisympäristöjen rajoituksista, pelaajien vuorottelusta, mahdollisesta hui-mauksesta tai emotionaalisesta ahdistuksesta, motivaatiosta, kokemusten vertailusta, pelilaitteiden teknisistä ominaisuuksista ja ennen kaikkea opetuskeskustelu kokemuk-sista.

3.3 Virtuaalipelaamiseen liittyvä pelastustoimen turvallisuusviestintätilaisuus

Pelin käytettävyydestä perusteella esitellään tässä tuntikokonaisuus, jossa yhdistetään sisäistä ja ulkoista virtuaalista oppimisympäristöä. Opettaja on tässä tapauksessa pelastustoimen henkilö, joka toteuttaa turvallisuusviestinnän oppimisympäristön. Oppija on pelin pelaaja ja turvallisuusviestintään osallistuva henkilö.

Virtuaalitodellisuuden käyttäminen turvallisuusviestinnässä	
Esimerkki tuntisuunnitelmasta	
Tavoitteet	<ul style="list-style-type: none"> • Oppija saa elämyksellisen ja toiminnallisen kokemuksen paloturvallisuuden oppimisesta (emotionaalinen tavoite, toiminnallinen tavoite) • Oppija ymmärtää savun leviämisen ja tulipalon ominaisuuksia ja lainalaisuuksia (kognitiivinen tavoite) • Oppija osaa soveltaa rakennuspalon piirteitä muihin hätätilanteisiin (kognitiivinen tavoite) • Oppija osaa odottaa vuoroaan ja pystyy kommunikoimaan pelitilanteessa (sosiaalinen tavoite)
Motivointi	Oppija kuulee palovaroittimen äänen, mutta ei näe palovaroitinta. Keskustellaan siitä, miten tulee toimia, kun hälytysääni soi.
Uuden asian opettaminen	Opettaja kertoo keskeiset asiat tulipalon leviämisestä ja toiminnasta hätätilanteessa.
Harjoittelu	Opettaja kuvaa virtuaalitekniikan käyttöä ja jakaa oppilaat ryhmiin pelaamista varten. Oppijat voivat seurata pelitapahtumia ruudulta ja neuvoa pelaajaa.
Kertaus	<p>Opettaja esittää pelaamisen jälkeen kysymyksiä, jotka liittyvät pelaamiseen. Oppijat keskustelevat ryhmissä tai opettajan johdolla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Millaista pelaaminen oli? • Mitä ajattelit, kun pelasit? • Mitä huomasit savun leviämisestä? • Mistä tulipalo voisi oikeasti syttyä? • Mitä pitäisi tehdä, jos tulipalo syttyisi oikeasti?

	<ul style="list-style-type: none"> Mitä asioita pelissä voisi parantaa, mikä voisi olla toisin?
Opetuksen päättäminen	Opettaja tiivistää opetetut asiat lyhyisiin lauseisiin ja antaa oppijoiden täydentää lauseet.
Palaute	Jos tarpeellista, kerätään suullinen tai kirjallinen palaute pelitunnista.

Tulevaisuuden teknologiat tarjoavat elämyksellistä oppimista, jota on muulla tavalla vaikeaa tai kallista järjestää. Pelaaminen on toiminnallista, realistista ja jännittävää. Tällaiset ulottuvuudet ovat omiaan lisäämään motivaatiota ja mielihyvän tunnetta. Muistijäljen säilymistä tulisikin tutkia kokeellisella asetelmalla, jossa pelissä opittujen asioiden muistamista mitattaisiin kuukausia pelaamisen jälkeen. Koska virtuaalilasien käyttö on vielä verrattain uusi toimintamuoto pelastustoimelle, on mahdollista, että paljon pelanneet nuoret eivät peliä toistettaessa enää koekaan elämyksellisyyttä siten kuin peliä suunniteltaessa on ajateltu. Pelien ulkoisen oppimisympäristön kehittäminen on haastavaa, mutta toisaalta ne ovat uusi mahdollisuus oppimisen kehittämiseen sellaisella medially, joka soveltuu käyttäjän ikätasoon.

VirPA-pelin toimivuutta testattaessa pelaajat eivät raportoineet huimauksesta tai tasapaino-ongelmista (ks. luku 5). Pelaajat eivät myöskään raportoineet liian negatiivisista tai ahdistavista tunnekokemuksista. Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että myös lapset nauttivat virtuaaliympäristöjen avulla oppimisesta (Smith & Ericson 2009) ja että paloturvallisuustaitoja voitiin opettaa nuorille koululaisille virtuaalitekniikan avulla. Toisaalta osa tutkimukseen osallistuneista lapsista käytti tahallaan peliympäristöä väärin kokeillakseen pelin ominaisuuksia, esimerkiksi siirtymällä pelissä tahallaan tulipalon lähelle (Çakiroğlu & Gökoğlu 2019, ks. myös Oliva, Somerkoski, Tarkkanen, Lehto & Luimula 2019). Laadittaessa pelejä nuorille pelaajille tulisi ottaa huomioon se, ettei varttuvan tasapaino ole kehittynyt samalla tavalla kuin nuorella tai aikuisella. On myös mahdollista, että lapsen on vaikea siirtää pelin tapahtumia todellisuuteen tai erottaa virtuaalisen ja reaaliympäristön fyysisiä, psyykkisiä tai sosiaalisia lainalaisuuksia.

Hyötypelien metriikkaa ja peliympäristöjä on tutkittu verrattain paljon. Oppimisen kausalisuutta on vaikea osoittaa, eikä tulosten pysyvyydestä tai osaamisen siirtämisestä ole tarkkoja tuloksia. Hyötypelien tarkastelu kerroksittaisina oppimisympäristöinä tarjoaa useita tutkimusaiheita, kuten motivaatio ja muistaminen, asenteiden kehittyminen sekä vuorovaikutteisuus peleissä ja oppimisympäristössä. Mikäli pelejä tutkitaan vain yhtenä

opetusmenetelmänä eikä pelien ulkoisen oppimisympäristön näkökulmia oteta huomioon, saattaa olla, että pelit jäävätkin viihdepelien tasolle, eikä oppimista tapahdu siten kuin peliä kehitettäessä on tarkoitettu. Toisaalta pelastustoimen perinteisen turvallisuusviestinnän rinnalle lisätyt digitaaliset opetusvälineet voivat motivoida oppijoita uudella, elämyksellisellä tavalla. Käytettäessä tulevaisuuden teknologioita tulisi huolehtia siitä, että pelaajat saavat riittävästi ohjausta pelin yhteydessä. Tällöin myös ongelmanratkaisuun perustuva oppiminen on mahdollista. Pelastusviranomaisten tulisi huolehtia, että ennen ja jälkeen pelaamisen varmistutaan siitä, että peli soveltuu pelaajien kehitystasoon ja että pelaajat saavat riittävästi aikaa prosessoida ja konstruoida oppimaansa pelaamisen jälkeen pelastusviranomaisen johtamassa vuorovaikutteisessa opetuskeskustelussa, johon sisältyy rakennuspalojen leviämisen ja palonehkäisyn keskeiset periaatteet, toiminta tulipalossa ja muissa hätätilanteissa sekä esimerkiksi avun hälyttäminen. Jos pelaajaa ei jätetä yksin sisäiseen oppimisympäristöön, voidaan varmistua siitä, että oppimista tapahtuu elämyksellisellä tavalla siten kuin peliä kehitettäessä on tarkoitettu.

4 PALOTURVALLISUUSSOVELLUS VIRPA

VirPA-projekti on Turun ammattikorkeakoulun Palosuojelurahaston tukema hanke, jonka tarkoitus oli tutkia, voidaanko virtuaalitodellisuutta käyttää pelastustoimen turvallisuusviestinnän välineenä. Projektissa valmisteltiin virtuaalitodellisuuden sovellus, jossa tutkittiin ihmisten käyttäytymistä pelillistetyssä palotilanteessa. Koehenkilöiden käyttäytymistä tutkimalla selvitettiin, miten VR-teknologiaa tukevat pelit voivat auttaa paloturvallisuuden kehittämisessä. VirPa-sovellus tehtiin Unity-pelimoottorilla, joka on Unity Technologiesin kehittämä järjestelmästä riippumaton pelimoottori. Sovellus otettiin käyttöön HTC Vive -virtuaalitodellisuuslaitteistolla, sillä pelin kehittäjillä oli siitä eniten kokemusta.

Aiemmissa tutkimuksissa on esitetty, että pelattaessa hyötypelejä pelin tavoitteiden paljastaminen etukäteen vähensi yllätyksellisyyttä ja motivaatiota, mutta puolestaan lisäsi stressiä suoriutumisesta (Chittaro & Ranon 2009). VirPa-pelin lähestymistavaksi päädyttiin valitsemaan ennalta ilmoittamaton tavoite, joka selviäisi pelaajille vasta pelin kuluessa. Teemaksi valittiin rakennuspalo ja poistuminen rakennuspalojen yleisyyden vuoksi. Peli suunniteltiin nuorille ja aikuisille. Aiemman tutkimuksen perusteella havaittiin, että poistumisteema olisi sovellettavissa oppimispelin aiheeksi (Feng 2018). Lisäksi päädyttiin aiempien tutkimusten perusteella mittaamaan käyttäytymistä pelimetriikan avulla pelitilanteessa, sisällyttämään peliin paloturvallisuuden oppimiseen liittyviä teemoja (kuten hätänumeroon soittaminen ja turvakilvet) sekä lisäämällä peliin tavoitetta muuttava käänne, jota ei ollut aiemmin ilmoitettu pelaajalle.

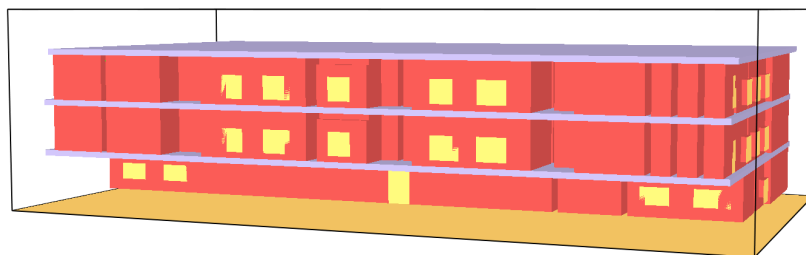
Käänteeseen ansiosta peli jakautuu kahteen toisistaan huomattavasti poikkeavaan osaan. Esittelyosassa pelaajalle annetaan tehtävä, joka liittyy työpaikan hankkimiseen. Palohälytys katkaisee tämän tehtävän. Pelaajan on tämän jälkeen kyettävä muuttamaan käytöstään ja reagoitava palohälytykseen. Pelin käännekohta pakottaa pelaajan muuttamaan strategiaansa ilman lisäohjeita. Pelin tavoitteen vaihtuminen kesken pelin on hyvin perustavanlaatuinen muutos pelikokemuksessa, mikä heijastelee kokemusta tulipalon alkamisesta ja palohälytyksestä julkisessa rakennuksessa. Samoin kuin pelin tavoitteen muutos pelimaailmassa, palohälytys saattaa aiheuttaa ensimmäisenä reaktionä hämmennystä. Joka tapauksessa palohälytys aiheuttaa sen vaikutuspiirissä oleville kokonaisvaltaisen toiminnan katkoksen, joka samalla vaatii merkittävää ajattelutavan ja toiminnan muutosta siihen reagoitaessa.

4.1 Savun leviäminen peliympäristössä

Projektissa haluttiin kiinnittää huomiota realistisuuteen, poistumisturvallisuuteen sekä savun virtausdynamiikkaan ja vaarallisuuteen palotilanteessa. Savun simulointiin päädyttiin käyttämään Fire Dynamics Simulator -sovellusta (FDS) (FDS online). FDS toimii tässä tapauksessa hyvin, koska järjestelmä tarjosi monipuoliset mahdollisuudet simulaatioiden muokkaamiseen ja lisäksi järjestelmän käyttö oli ilmaista. Lisäksi käytettiin Smokeview-sovellusta, joka mahdollistaa visualisoinnit Fire Dynamics Simulatorissa tehdyistä simulaatioista. FDS:lla mallinnettua dataa siirrettiin myöhemmin peliin.

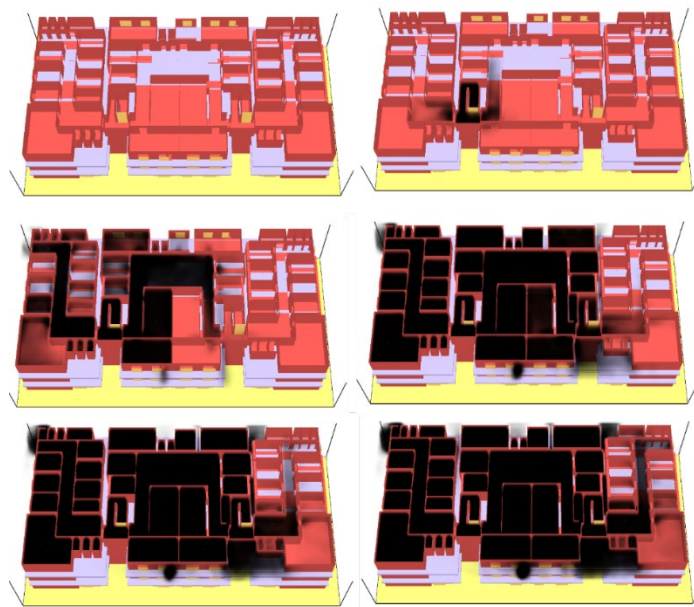
Simuloinnissa palon lähteeksi valittiin sähköpalo palvelinhuoneessa. Tällainen palo on reaaliaikaisessa suhteellisesti harvinainen, mutta sen riski on olennainen toimistorakennuksessa. Lisäksi tyypillinen sähköpalo aiheuttaa voimakasta ja tiheää savuaa. Polttoaineena oli neopreeni, jota käytetään johtojen suojauksissa, ja simulaatiossa käytettiin neopreenin kaavaa $C_3H_{4,5}Cl_{0,5}$. Tämä informaatio saatiin toisesta sähköpaloa tutkivasta simulaatiosta (Github 2018). Ympäristön ilma sekä palamistuotteet pyrittiin määrittämään mahdollisimman realistisiksi. Simulaatiot tuottivat hyviä tuloksia FDS:n ohjelmistossa, ja niitä esitettiin VS-pelastuslaitokselle 6.9.2018. Varmuuden vuoksi häikämitattiin palohuoneessa hyvin läheltä paloa sekä myös mallinnetussa ympäristössä. Kun noin 600 s oikeaa aikaa oli kulunut, kaikki huoneet olisivat olleet savun peitossa, mutta häikäpitoisuus oli vain 1500 ppm. Tämä pitoisuus aiheuttaa päänsärkyä, tiheämpää sykettä ja huonovointisuutta 20 minuutissa, kuoleman seurattessa alle kahdessa tunnissa (Wikipedia 2018a).

Simulaatiot tehtiin lopulliseen malliin rakennuksesta (Kuva 3), jonka pinta-ala oli noin 4150 m^2 . Palon koko oli 2900 kW/s neliometriä kohden. Palon lähteen koko oli $0,5625 \text{ m}^2$, joten todellinen palon lämmöntuotto oli $1631,25 \text{ kW/s}$. Simulaatiossa käytettiin $0,45 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} \times 0,45 \text{ m}$ laskentaruudukkoa. Näin suuressa mallissa tämä kuitenkin aiheutti joitakin haasteita kuten vääristymiä, koska kaikki seinät eivät siirtyneet alkupeiräisestä mallista Fire Dynamics Simulatorin tunnistettavaksi. Tämän ei kuitenkaan todettu vaikuttavan savun leviämiseen. Rakennuksesta oli myös tarpeen päästävää savua ulos, sillä täysin ilmatiivis rakennus aiheuttaisi rakennukseen liian suuren paineen ja liian suuren nopeuden hiukkasille, eikä FDS pysty laskemaan liian suuria nopeuksia. On myös huomattavaa, etteivät oikeatkaan rakennukset ole täysin ilmatiiviitä. Simulaation laskeminen kesti noin 19,5 h ja tässä ajassa saatiin laskettua 38 min savun leviämistä. (Niinikorpi 2018.)



Kuva 3. Lopullisen rakennuksen malli Smokeview:ssä.

FDS:llä mitattiin jokaisesta huoneesta sekä käytäviltä kolmea eri arvoa koko mittausten ajan. Mitattavat arvot olivat näkyvyys, lämpötila sekä hään määrä. Mittapistet olivat noin 3,2 m:n korkeudella lattiasta mitattuna ja huoneiden korkeus oli noin 3,6 m. Jokainen näistä arvoista mitattiin 0,5 s:n välein, jotta dataa olisi riittävästi. Monien muuttujien vuoksi tulosten todenmukaisuuden arvioiminen on hankalaa. Siksi tuotteen valmistusvaiheessa pyydettiin pelastustoimen asiantuntija-arviota savun virtauksen todenmukaisuudesta. Tämän asiantuntija-arvion perusteella todettiin, että kokonaisuudessaan simulaatiot olivat tarpeeksi realistisia käyttökohteeseen nähden. Savun leviäminen, jonka takia simulaatioita alun perin tehtiin, todettiin asiantuntija-arvioiden perusteella realistisiksi. Lopullisen version tulokset on esitetty kuvassa 4. Kuvan 4 kuvat ovat ajanhetkiltä 200 s, 400 s, 600 s, 800 s, 1 000 s ja 1 200 s. Simulaatioissa olisi ollut hyvä mitata myös hapen määrää, sillä vaarallista ei ole ainoastaan hään paljous vaan myös hapen vähäisyys. (Nenonen & Paloluoma 2018.) Esitetyn metriikan ja asiantuntijalausuntojen perusteella päädyttiin käyttämään VirPA-pelissä suunnitellun kaltaista savun virtausdynamiikan simulaatiota. Savun leviämisen todettiin olevan riittävän realistista hyötykäyttöön tarkoitettuun peliympäristöön. (Niinikorpi 2018.)



Kuva 4. Savun leviäminen rakennuksen kolmannessa kerroksessa Smokeview'ssä esitettyinä. Kunkin kuvan välillä on kulunut aikaa 200 sekuntia.

4.2 Pelin sisältö ja rakenne

Hankkeen tavoitteena oli luoda pelin pilottiversio, joka olisi motivoiva, viihdyttävä ja hyödyllinen sekä tutkia pelin käytettävyyttä pelastustoimen opetuspelinä. Hyödyllisellä tarkoitetaan tässä sitä, että peli sisältää paloturvallisuuteen liittyviä näkökulmia, jotka opettavat toimimaan hätätilanteessa. Peli rakennettiin siten, että ratkaisusta oli mahdollista kerätä pelaajadataa. Pelin viihdyttävyyttä ja motivoivuutta pyrittiin lisäämään sillä, että pelaajan oli yllätyksellisessä tilanteessa muutettava tavoitteitaan ja tehtävä toiminnallisia ratkaisuja. Pelaajat eivät tienneet etukäteen, että kyseessä oli paloturvallisuuspele. Pelin kehittämiseen liittyvällä käytettävyytystutkimuksella haluttiin selvittää, millaisia näkökulmia liittyy paloturvallisuuden oppimiseen virtuaalitekniikalla ja siihen liittyvillä simulaatioilla sekä tutkia ihmisten käyttäytymistä savuisessa tilassa.

Luotu virtuaalinen ympäristö oli kolmikerroksinen toimistorakennus, joka jakautui kolmeen siipeen, A, B ja C. Erilaiset näkymät rakennukselle on esitetty kuvissa 5–7. Huoneiden korkeus oli 3,6 metriä. Tilan ympärille sijoitettiin ei-pelattavia hahmoja (NPC) ja tyyppillisiä toimistomuotoja ja kalusteita. Äänimaailma koostui askeleista, kopiokoneista, hisseistä, wc-huuhtelun äänistä, ilmanvaihtomelusta, toimistomusiikista ja palohälyttimen äänestä.

Pelin tavoitteena oli paeta rakennuksesta palohälytyksen alkaessa, mutta pelaajalle ei kerrottu tästä tavoitteesta etukäteen. Tarkoituksena oli simuloida odottamatonta tulipalon tapahtumaa todellisessa elämässä. Testaustilanteessa kaikki koehenkilöt saivat samantyyppiset ohjeet ja pelaajat siirrettiin huonetiloihin niin, ettei kommunikointi muiden pelaajien kanssa ollut mahdollista ennen peliä. Koehenkilöt kutsuttiin pelaamaan peliä, jossa heidän toimensa ja suorituskäytöksensä tallennettiin lisäanalyysiä varten ja jonka aikana pelaajia kehoitettiin toimimaan mahdollisimman tosielämää muistuttavalla tavalla. Pelin alkaessa pelaaja kuvitteli tulevansa työhaastatteluun. Muut peliin liittyvät asiat kerrottiin pelin alkuun.

Peli alkaa toimistorakennuksen pääaulassa (Kuva 5a), jossa NPC Ines antaa pelaajalle ohjeet

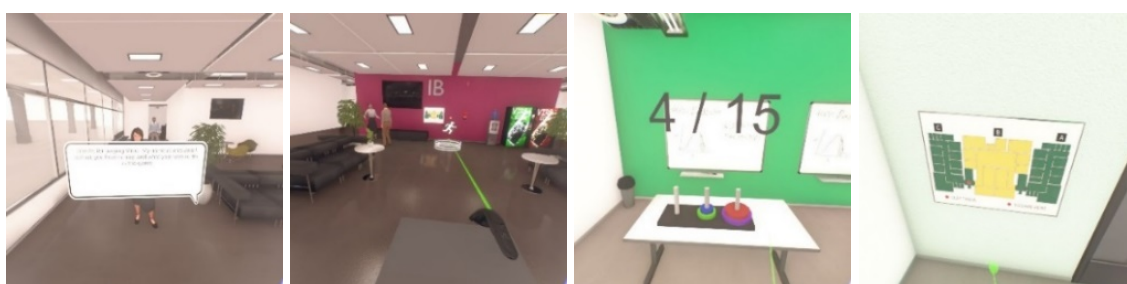
”Nimeni on Ines, ja ohjaan sinut rakennuksen läpi kolmanteen kerrokseen, jossa sinä osallistut erilaisiin testeihin”.

Pelissä käytettiin virtuaalimallinnukselle tyypillistä teleportointimenetelmää (Kuva 5b), jonka avulla pelaaja siirtyi toimistohuoneeseen aloittamaan NPC Ineksen pyynnöstä Hanoi Tower -peliä (5c). Tarkoituksena oli tutustuttaa pelaaja liikkumaan virtuaaliympäristössä teleporttaamalla, käyttämään peliohjeita ja tutustumaan rakennukseen. (Kuva 5c). Hanoi tornit -peli valittiin kognitiiviseksi tehtäväksi kiinnittämään pelaajan huomio juuri ennen palohälytystä. Hälytys alkaa soida, kun pelaaja on tehnyt kahdeksan liikettä tornipelissä tai 20 sekuntia on kulunut ko. pelin alusta. Äänen taso ja palohälytyksen kuuluvuus säädettiin siten, että se oli selvästi kuuluva, mutta ei pelaamista estävä eikä erityisen korvia ärsyttävä. Tästä hetkestä lähtien ohjelmisto alkoi seurata ja tallentaa koehenkilöiden toimintoja (metriikat N1–N19). Nämä tiedot tallennettiin *.csv-tiedostoon myöhempiä analyysejä varten (DATA I). Metriikat esitetään luvussa 5. Peli päättyi kolmella tavalla: pakeneminen, kuoleminen tai suojan löytäminen. Kolmas vaihtoehto aktivoitui, kun ovi suljettiin tiettyjen huoneiden sisäpuolelta. Kun peli päättyi, pelaaja täytti peliympäristössä kyselyn pelin miellyttävyydestä ja omasta osaamisestaan (Data II). Pelin jälkeen täytettiin myös paperilomake (DATA III), jossa oli hieman laajempia avokysymyksiä pelin realismista, pelaamisesta ja savun leviämisestä.

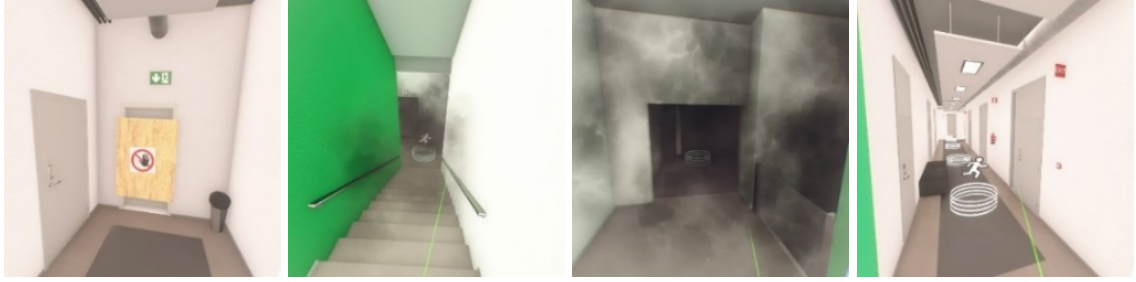
Peli suunniteltiin pelastuslaitosten tarpeita ajatellen siten, että se olisi mahdollista pelata nopeasti. Tämä oli perusteltua myös siksi, että reaalielämässäkin tulipalotilanteessa tulee tehdä nopeita ratkaisuja. Suunnittelutiimi halusi peliin mielenkiintoa lisääviä esteitä,

kuten esimerkiksi kunnostustöiden vuoksi suljetun poistumistien (5a), savuisen portaikon (6b, 6c) ja labyrinttimaisen rakennuksen pohjaratkaisun (Kuva 6d).

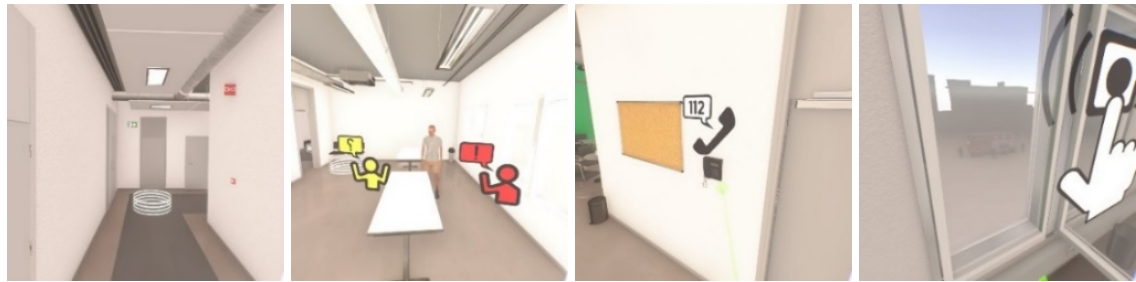
Pelaajan reaktioiden tallennus ja sen siirto analysoitavaksi (luku 5) liittyi pelisuunniteluun ja pedagogiseen lähestymistapaan. Jotta peliä voidaan käyttää tarkoituksenmukaisesti, pelaajan tulisi ennen pelaamista tutustua poistumisturvallisuuteen, sillä pelissä ei tarjottu suoria ohjeita palohälytykseen reagoimiseksi. Pelaajille tarjottiin kuitenkin visuaalisia vihjeitä, kuten turvakilpiä ja pohjapiirroksia (Kuvat 5d ja 7a). Savun leviämisestä tuli päätellä, mihin ei voi mennä (6b). Pelaajan reitille ei osu lainkaan liekkejä ja pelissä kuoleminen tapahtuu vain savua hengittämällä. Pelisuunnittelussa jouduttiin tekemään kompromisseja savun leviämisen osalta. Savun leviämistä nopeutettiin, jotta peli kestäisi hieman vähemmän aikaa. Tämä mahdollisti pelin pelaamisen vain muutamassa minuutissa. Ohjelmistoon sisältyi seurantajärjestelmä, jonka avulla voitiin todeta, keskittyykö pelaajan katse turvakilpiin ja seinällä oleviin pohjapiirustuksiin. Tällä voitiin analysoida sitä, käyttääkö pelaaja kyseistä informaatiota pelastautumiseen etsiessään poistumistietä ja uloskäyntiä. Pelin yksi keskeisimmistä hetkistä on se, jolloin pelaajat kohtaavat savua ensimmäistä kertaa. Savu tulee esille kolmessa tilanteessa: ensimmäisen ja toisen kerroksen välissä olevissa portaissa, kun pelaajat pyrkivät poistumaan pääsisäänkäynniltä (Kuva 6b), käytävien missä tahansa vaiheessa, jos riittävästi aikaa on kulunut poistumistietä etsiessä (Kuva 6c) ja alkuperäisessä toimistossa, jos pelaaja reagoi hitaasti eikä poistunut ajoissa huoneesta. Kuvat 7b, 7c, ja 7d esittävät muita pelissä esiintyviä tilanteita: vuorovaikutus NPC:n kanssa, puhelin hätäilmoitusta varten ja näkymä pelastushenkilöstöstä rakennuksen ulkopuolella.



Kuva 5. a) NPC Ines selittää pelin alkutilanteen pelaajalle, b) Näkymä aulasta ja teleportin käytöstä, c) Kognitiivinen testi Hanoi torni, johon pelaaja kiinnittää huomion ennen palohälytystä d) Rakennuksen pohjapiirros pelissä.



Kuva 6. a) Pako-ovi, jota ei voida käyttää kunnostustöiden takia b) portaikon läpi virtaava savu, c) näkyvyyden heikentyminen d) näkymä käytävälle, joissa on teleporttauspisteitä.



Kuva 7. a) Käytävä, jossa on turvakilpiä, b) vuorovaikutus NPC:n kanssa, kun palohälytys on käynnistetty, c) hätänumeroon soittamisen kuvake pelissä d) pelastusyksikön näkyminen ikkunasta, kun ikkuna on avattu.

5 VIRPA-PELIN KÄYTETTÄVYYSTESTAUS

5.1 Tutkimuksen käytännön toteutus

Käytettävyydellä tarkoitetaan tehokasta, vaikuttavaa ja miellyttävää järjestelmän käyttöä. VirPa-pelin käytettävyyttä tutkittiin järjestämällä pelitestejä kolmella paikkakunnalla Etelä-Suomessa vuoden 2018 joulukuun ja vuoden 2019 helmikuun välillä. Käytettävyydetutkimukseen osallistui yhteensä 169 koehenkilöä (n = 169). He edustivat seuraavia ryhmiä: peruskoulun kahdeksaluokkalaiset tytöt ja pojat, ammattikorkeakoulun opiskelijat, aikuiset toimistotyöntekijät ja pelustusalan ammattilaiset. Pelustusalan ammattilaisia edustivat turvallisuuskouluttajat, riskienhallinnan henkilöstö, hallintohenkilöstö ja operatiivinen henkilöstö niin pelustuslaitoksilta kuin teollisuudesta. Peliä testattiin kolmella pelustusalueella. Opiskelijat ja koululaiset olivat eteläsuomalaisen kaupungin oppilaitoksissa opiskelevia nuoria, joista nuorimmat pelaajat olivat 13-vuotiaita. Pelaajien rekrytoinnissa hyödynnettiin julkisia tiloja, tapahtumia ja henkilökohtaisia suhteita. Julkisia tiloja ja tapahtumia varten pelistä valmistettiin roll up -mainos, jossa oli kuva pelin Ineshahmosta ja kehoitus tulla kokeilemaan virtuaalilaseja. Pelaajat eivät saaneet osallistumispalkkiota.

Ennen pelaamista pelaajille ei kerrottu mitään pelin yhteydestä paloturvallisuuteen tai poistumisharjoituksiin. Roll up -mainos ja suullinen ohjeistus sisälsi vain pyynnön mennä työhaastatteluun virtuaaliympäristöön toteutettuun rakennukseen. Testaaja ei antanut muita peliä koskevia tehtäviä tai ohjeistuksia. Poikkeuksena olivat pelustusalan ammattilaiset (N=67), joille pelin aihe oli kerrottu etukäteen käytännön syistä. Keskimäärin pelaajat viettivät virtuaaliympäristössä aikaa noin 10 minuuttia, minkä jälkeen he täyttivät kyselylomakkeet.

5.2 Käytettävyyden mittarit ja kysymykset

Käytettävyydestä kerättiin tietoa kolmella tavalla: 1) pelimetriikalla (DATA I), joka tallensi automaattisesti käyttäjän toimet pelissä hälytystilanteen jälkeen 2) pelin sisään rakenne-

tuilla monivalintakysymyksillä (DATA II) pelaajan taustatiedoista, pelikokemuksen miellyttävyydestä ja vaikuttavuudesta sekä 3) pelin jälkeen paperilla annetuilla avoimilla kysymyksillä (DATA III).

Testattava pelimetriikka (DATA I) perustui tutkimuskirjallisuuteen ja pelastuslaitoksen henkilöstön asiantuntijalausuntoihin savun leviämisestä ja tulipalosta poistumisesta. Metriikalla haluttiin tutkia, millaisia toimia käyttäjät tekevät hälytystilanteessa. Näin voitaisiin tunnistaa mahdollisia paloturvallisuusosaamisen puutteita ja ymmärtää virtuaalitodellisuuden mahdollisuuksia. Pelimetriikka sisälsi etukäteen määritellyjä pelaajan ratkaisuja ja valintoja pelissä (N1–N19, Taulukko 2). Ratkaisuja olivat esimerkiksi huoneesta poistuminen, pohjapiirustuksen katsominen, turvakilpien katsominen, hätänumeroon soittaminen, sammuttimen ottaminen, selviäminen hengissä ja pelissä kuoleminen.

Data tallennettiin arvoilla 0 (pelaaja ei tee) tai 1 (kyllä, pelaaja tekee) .csv-tiedostoon pelaajakohtaisesti.

Taulukko 2. Pelin automaattisesti tallentamat toimet hälytyksen jälkeen (DATA I).

N1 Pelaaja reagoi hälytykseen nopeasti keskeyttämällä muut toimet
N3 Pelaaja ei lähde huoneesta 20 sekunnin aikana
N4 Pelaaja ei lähde huoneesta 40 sekunnin aikana
N5 Pelaaja kommunikoi huoneessa olijoiden kanssa palohälytyksen jälkeen
N6 Pelaaja soittaa hätänumeroon 112
N7 Pelaaja ottaa mukaansa henkilökohtaiset tavarat
N8 Pelaaja ottaa sammuttimen seinältä
N9 Pelaaja katsoo poistuessaan poistumiskylttejä (exit)
N10 Pelaaja katsoo rakennuksen karttaa seinällä
N11 Pelaaja käyttää poistuessaan hissiä
N12 Pelaaja siirtyy rakennuksessa turvalliseen osaan
N13 Pelaaja oleskelee savussa ainakin hetken
N14 Pelaaja löytää pois käytöstä olevan hätäuloskäynnin
N15 Pelaaja pelastautuu löytämällä ulos talosta
N16 Pelaaja pelastautuu tuloreittiä (pääsisäänkäynti)
N17 Pelaaja pelastautuu hätäuloskäynnistä
N18 Pelaaja kuolee
N19 Pelaaja pelastautuu teippaamalla huoneen ovet ja odottamalla apua

Pelin lopussa pelaaja sai vastattavakseen 12 kysymystä ja väittämää sisältäneen kyselyn (Taulukko 3), johon vastattiin virtuaaliympäristössä peliohjaimen avulla (DATA II). Kysymyksillä haluttiin tutkia välittömästi pelin päättymisen jälkeen pelaajan mielipidettä pelin käytettävyydestä eli siitä, kuinka vaikuttavana ja miellyttävänä he pitivät peliä. Tämän lisäksi kerättiin taustatietoja, kuten ikä, sukupuoli ja mahdolliset aiemmat pelikerrat (Q10-Q12) sekä arvio omasta paloturvallisuuden osaamisesta (Q1). Väittämät Q2–Q5 käsittelivät pelaajan subjektiivisia käsityksiä pelistä paloturvallisuuden oppimisen välineenä (vaikuttavuus). Väittämät Q6–Q9 käsittelivät pelikokemusta, kuten pelaajan omaa

läsnäolon tunnetta, virtuaalimaailman todentuntuisuutta, käytön helppoutta ja pelaamisen miellyttävyyttä.

Taulukko 3. Peliin sisäänrakennettu kysely vaikuttavuuden, miellyttävyyden ja taustatietojen keräämiseen (DATA II).

<i>Pelin vaikuttavuuteen liittyvät kysymykset:</i>
Q2. Peli opetti minulle uusia asioita paloturvallisuudesta tai toiminnasta tulipalossa
Q3. Peli auttoi minua muistamaan paloturvallisuuteen liittyviä asioita
Q4. Peli auttoi minua ymmärtämään kuinka tärkeää paloturvallisuuden osaaminen on
Q5. Opettelen paloturvallisuusasioita mieluummin VR pelin avulla kuin jollain toisella tapaa
<i>Pelikokemukseen liittyvät kysymykset:</i>
Q6. Nautin pelin pelaamisesta
Q7. Peliä oli helppo pelata
Q8. Pelin virtuaaliympäristö oli luonnollinen
Q9. Tunsin olevani pelitilanteissa oikeasti läsnä
<i>Taustatietoihin liittyvät kysymykset:</i>
Q1. Arvioi miten hyvin tunnet paloturvallisuuteen liittyviä asioita
Q10. Kuinka monta kertaa olet pelannut tätä peliä aiemmin?
Q11. Sukupuolesi?
Q12. Mikä on ikäsi?

Vastaukset väittämiin kerättiin 5-portaisella Likert-asteikolla: 1 = täysin eri mieltä, 2 = eri mieltä, 3 = en samaa enkä eri mieltä, 4 = samaa mieltä ja 5 = täysin samaa mieltä. Kysymykseen Q1, joka käsitteli pelaajan aiempaa paloturvallisuuden osaamista, vastattiin 6-portaisella Likert-asteikolla. Vastausvaihtoehdot olivat: en yhtään, kohtalaisesti, tyydyttävästi, hyvin, kiitettävästi, erinomaisesti. Vastaajan ikä oli ryhmitelty kahdeksaan

vaihtoehtoon ja sukupuolta kysyttiin kolmella vaihtoehdolla (mies, nainen, muu tai en halua kertoa).

Kun pelaaja oli riisunut virtuaalilasit, hänelle annettiin toinen kyselylomake (DATA III) paperilla (Taulukko 4). Näillä haluttiin tarkemmin ymmärtää pelaajan kokemuksia erityisesti palohälytystilanteessa (OQ1) sekä saada palautetta virtuaaliympäristön parantamiseksi ja pelin jatkokehitystyön edistämiseksi (OQ4-OQ5). Kysymyksen OQ6 tarkoituksena oli saada objektiivisempaa tietoa pelissä opituista paloturvallisuusasioista ja verrata vastauksia myöhemmin kontrolliryhmään, joka ei pelaa peliä.

Taulukko 4. Avoimet kysymykset (DATA III)

OQ1. Pelissä tapahtui palohälytyksen aiheuttama käänne. a) Mitä ajattelit käännteestä? b) Mitä hyviä ja/tai huonoja puolia koit käännteessä olevan?
OQ2. Tiesitkö etukäteen, että pelissä tapahtuu palohälytys? kyllä / ei
OQ3. Kuvaille, millaista sinun mielestäsi savun leviäminen oli pelissä.
OQ4. Mikä pelissä oli hyvää?
OQ5. Mikä pelissä oli huonoa?
OQ6. Kuvittele seuraava tilanne. Olet työhaastattelussa sinulle entuudestaan tuntemattoman toimistorakennuksen 3. kerroksessa, kun palohälytys alkaa soimaan. a) Millä tavoin ajattelet pääseväsi turvaan tulipalosta? Kirjoita niin monta asiaa kuin keksit. b) Luettele, mitä esineitä tai asioita voisit käyttää apuna, jotta voisit poistua palavasta rakennuksesta. Kirjoita niin monta kuin keksit.

5.3 Keskeiset tulokset

Erot hälytystilanteen jälkeisessä käyttäytymisessä olivat neljän koehenkilöryhmän välillä suhteellisen pieniä (Taulukko 5). Koululaisilla ja opiskelijoilla hälytykseen reagoiminen oli selvästi hitaampaa (41–47 % ryhmästä reagoi nopeasti) kuin toimistotyöntekijöillä ja pelustusalan ammattilaisilla (53–60% vastaavasti). Koululaisten ryhmässä (13–15-vuotiaat peruskoululaiset) huomioitiin myös selkeästi vähemmän poistumiskylttejä (N9) ja rakennuksen pohjakarttoja (N10) kuin muissa pelaajaryhmissä. Koululaisista vain 2,9 %

katsoi poistumiskylttejä, kun vastaavasti opiskelijoiden ja työntekijöiden keskuudessa kyltit huomioivia oli yli 20 % ryhmään kuuluvista pelaajista. Poistumiskylttien seuraamisessa on tilastollisesti lähes merkitsevä ero kohderyhmien välillä (p-arvo = 0,073¹) ja merkitsevä ero lasten (0–18-vuotiaat) ja aikuisten (> 19-vuotiaat) välillä (p-arvo = 0,026).

Taulukko 5. Pelaajien käyttäytyminen palohälytyksen jälkeen kohderyhmittäin (DATA I).

	YHT	koulul.	opisk.	työntek.	palom.
Osallistujien lukumäärä (N)	169	51	34	17	67
N1 Pelaaja reagoi nopeasti keskeyttämällä tornipelin	51,5 %	47,1 %	41,2 %	52,9 %	59,7 %
N3 Pelaaja ei lähde huoneesta 20 sekunnin aikana	75,1 %	86,3 %	79,4 %	70,6 %	65,7 %
N4 Pelaaja ei lähde huoneesta 40 sekunnin aikana	50,3 %	56,9 %	58,8 %	41,2 %	43,3 %
N5 Pelaaja kommunikoi huoneessa olijoiden kanssa	88,8 %	82,4 %	94,1 %	82,4 %	92,5 %
N6 Pelaaja soittaa hätänumeroon 112	4,1 %	2,0 %	5,9 %	0,0 %	6,0 %
N7 Pelaaja ottaa mukaansa henkilökohtaiset tavarat	3,0 %	2,0 %	5,9 %	5,9 %	1,5 %
N8 Pelaaja ottaa sammuttimen seinältä	11,2 %	13,7 %	11,8 %	5,9 %	10,4 %
N9 Pelaaja katsoo poistuessaan poistumiskylttejä (exit)	14,2 %	3,9 %	20,6 %	23,5 %	16,4 %
N10 Pelaaja katsoo rakennuksen karttaa seinällä	44,4 %	27,5 %	38,2 %	47,1 %	59,7 %
N11 Pelaaja käyttää poistuessaan hissiä	0,6 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
N12 Pelaaja siirtyy rakennuksessa turvalliseen osaan	21,3 %	27,5 %	8,8 %	23,5 %	22,4 %
N13 Pelaaja oleskelee savussa ainakin hetken	87,6 %	86,3 %	85,3 %	94,1 %	88,1 %
N14 Pelaaja löytää pois käytöstä olevan hätäuloskäynnin	32,0 %	17,6 %	38,2 %	23,5 %	41,8 %
N15 Pelaaja pelastautuu löytämällä ulos talosta	59,8 %	62,7 %	44,1 %	70,6 %	62,7 %
N16 Pelaaja pelastautuu tuloreittiä (pääsisäänkäynti)	19,5 %	27,5 %	17,6 %	29,4 %	11,9 %
N17 Pelaaja pelastautuu hätäuloskäynnistä	40,2 %	35,3 %	26,5 %	41,2 %	50,7 %
N18 Pelaaja kuolee	36,1 %	33,3 %	52,9 %	23,5 %	32,8 %
N19 Pelaaja pelastautuu teippaamalla huoneen ovet	4,1 %	3,9 %	2,9 %	5,9 %	4,5 %

Kylttien katsomisen puutteesta huolimatta koululaiset pystyivät poistumaan pelissä hengissä lähes yhtä hyvin kuin muut ryhmät. Koululaisista kuoli pelissä 33 %. Muissa ryhmissä vastaava luku oli 36. Ryhmien välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja pelissä selviämässä tai kuolemisessa (p-arvo = 0,121), vaikka opiskelijoiden ryhmässä pelissä kuoleminen luku vaikuttaisi olevan huomattavasti korkeampi (53 %) kuin muissa ryhmissä (23–33 %). Pelastuminen tapahtui useimmiten löytämällä ulospääsy oven kautta (N15): joko pääsisäänkäynnistä, josta pelaaja myös saapui (N16) tai hätäuloskäynnistä (N17). Pelaajat löysivät paljon useammin rakennuksen toisen osan hätäuloskäynnin kuin pakenivat tuloreittiä pääsisäänkäynnistä. Kaikista pelastuneista vain 6,5 % käytti mahdollisuutta löytää suoja huoneesta teippaamalla ovi ja hälyttämällä ja odottamalla apua (N19) (Taulukko 6).

¹ Käytössä Khiin neliö testi, jossa merkitsevyyden raja-arvona on kaikissa käytetty p<0,05.

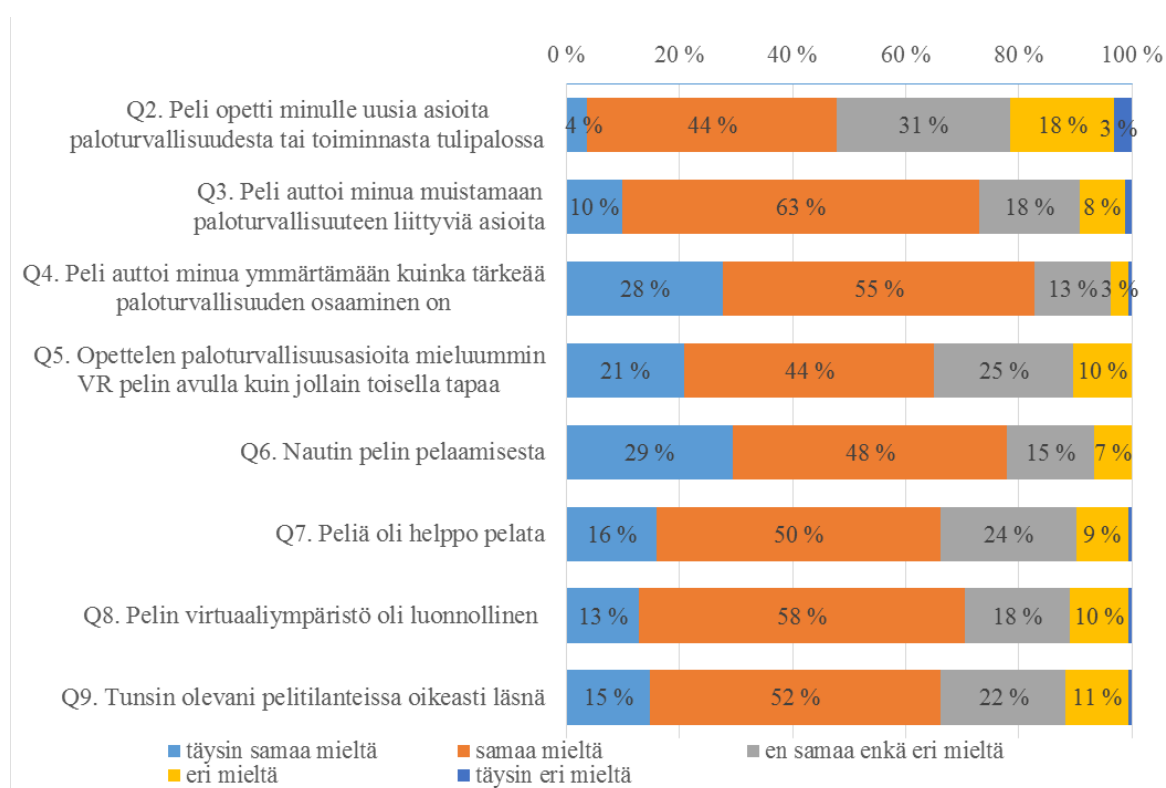
Taulukko 6. Pelissä selvinneiden ja pelissä kuolleiden, sekä lasten ja aikuisten ryhmien käyttäytyminen palohälytyksen jälkeen (DATA I).

Osallistujien lukumäärä (N)	YHT	selvinneet		kuolleet	
	169	108	61	0-18 v.	18+ v.
				48	111
N1 Pelaaja reagoi nopeasti keskeyttämällä tornipelin	51,5 %	70,4 %	18,0 %	43,8 %	54,1 %
N3 Pelaaja ei lähde huoneesta 20 sekunnin aikana	75,1 %	67,6 %	88,5 %	89,6 %	71,2 %
N4 Pelaaja ei lähde huoneesta 40 sekunnin aikana	50,3 %	30,6 %	85,2 %	60,4 %	46,8 %
N5 Pelaaja kommunikoi huoneessa olijoiden kanssa	88,8 %	88,9 %	88,5 %	85,4 %	90,1 %
N6 Pelaaja soittaa hätänumeroon 112	4,1 %	1,9 %	8,2 %	2,1 %	5,4 %
N7 Pelaaja ottaa mukaansa henkilökohtaiset tavarat	3,0 %	3,7 %	1,6 %	2,1 %	3,6 %
N8 Pelaaja ottaa sammuttimen seinältä	11,2 %	11,1 %	11,5 %	14,6 %	9,0 %
N9 Pelaaja katsoo poistuessaan poistumiskylttejä (exit)	14,2 %	16,7 %	9,8 %	4,2 %	16,2 %
N10 Pelaaja katsoo rakennuksen karttaa seinällä	44,4 %	50,9 %	32,8 %	27,1 %	53,2 %
N11 Pelaaja käyttää poistuessaan hissiä	0,6 %	0,9 %	0,0 %	2,1 %	0,0 %
N12 Pelaaja siirtyy rakennuksessa turvalliseen osaan	21,3 %	27,8 %	9,8 %	27,1 %	19,8 %
N13 Pelaaja oleskelee savussa ainakin hetken	87,6 %	80,6 %	100,0 %	87,5 %	88,3 %
N14 Pelaaja löytää pois käytöstä olevan hätäuloskäynnin	32,0 %	29,6 %	36,1 %	18,8 %	37,8 %
N15 Pelaaja pelastautuu löytämällä ulos talosta	59,8 %	93,5 %	0,0 %	60,4 %	58,6 %
N16 Pelaaja pelastautuu tuloreittiä (pääsisäänkäynti)	19,5 %	30,6 %	0,0 %	27,1 %	15,3 %
N17 Pelaaja pelastautuu hätäuloskäynnistä	40,2 %	63,0 %	0,0 %	33,3 %	43,2 %
N18 Pelaaja kuolee	36,1 %	0,0 %	100,0 %	35,4 %	37,8 %
N19 Pelaaja pelastautuu teippaamalla huoneen ovet	4,1 %	6,5 %	0,0 %	4,2 %	3,6 %

Pelissä tulipalosta pelastuneiden toimintaa luonnehtii yleisesti nopea reagointi hälytykseen (N1–N4), kyttien ja opasteiden katsominen (N9–N10) sekä vähäinen oleskelu savussa (N12–N13) pelissä kuolleisiin verrattuna (Taulukko 6). Esimerkiksi pelissä selviytyneistä nopeasti reagoi (N1) noin 70 %, kun kuolleista nopeasti reagoi vain 18 %. Vaikuttaisi siis siltä, että tässä virtuaalitodellisuudessa toteutetussa pelissä selviäminen vaatii ja vastaa melko hyvin niitä toimia, joita todellisessa palohälytystilanteessakin tarvittaisiin: nopeaa reagointia, savun välttämistä ja pelastumisteiden opasteiden seuraamista.

Pelastuneiden ja pelissä kuolleiden ryhmien välillä on myös tilastollisesti merkitsevä ero oman paloturvallisuusosaamisen arvioinnissa (Q1), pelin vaikuttavuuden kokemisessa (Q3) (p -arvot < 0.001) ja pelin helppokäyttöisyyden kokemuksessa (p -arvo = 0.002). Pelissä selvinneet esimerkiksi arvioivat oman paloturvallisuusosaamisensa asteikolla 1–5 keskimäärin arvolla 3,10 ja kuolleet arvolla 2,38. Kausaalisuutta on vaikea osoittaa tällä koeasetelmalla; vastausten ja pelisuoritusten välillä ei voida arvioida sitä, oliko pelin tulipalosta selviäminen syy vai seuraus.

Pelikokemusta ja vaikuttavuutta mitanneiden kysymysten (DATA II) perusteella pelin koettiin ennen kaikkea auttavan muistamaan paloturvallisuusasioita ja ymmärtämään niiden tärkeyden (Kuva 5). Kaikista pelaajista 83 % oli samaa mieltä, että peli auttoi heitä ymmärtämään kuinka tärkeää paloturvallisuuden osaaminen on (Q4), ja 73 % kaikista pelaajista oli samaa mieltä, että peli auttoi heitä muistamaan paloturvallisuuteen liittyviä asioita (Q3). Lähes puolet pelaajista koki pelin opettaneen heille jotain uutta paloturvallisuudesta (Q2), vaikka tämä ei ollutkaan pelin varsinainen tarkoitus. Kokonaisuutena pelin vaikuttavuus arvioitiin erittäin positiiviseksi paloturvallisuuden näkökulmasta, koska suurin osa vastaajista oli samaa mieltä vaikuttavuuteen liittyvien väittämien kanssa (Q2–Q5).



Kuva 2. Pelin vaikuttavuus (Q2–Q5) ja osallistujien pelikokemus (Q6–Q9) kaikkien vastanneiden kumulatiivisena prosenttina.

Pelaajat kokivat pelaamisen myös erittäin miellyttäväksi, mikä lienee osasy syy positiiviseen kokemukseen pelin vaikuttavuudesta. Kaikista vastanneista 77 % koki nauttaneensa pelaamisesta (Q6). Enemmistö vastaajista oli myös sitä mieltä, että pelin virtuaaliympäristö oli luonnollinen (71 %) ja he tunsivat olevansa oikeasti läsnä pelitilanteissa (67 %). Myös pelin pelaamisen enemmistö koki helpoksi (66 %). Huomioitavaa on myös se, että 61 % kaikista vastanneista oli sitä mieltä, että virtuaalitodellisuuteen toteutettuna

pelinä paloturvallisuutta on kiinnostavampaa opetella kuin perinteisin menetelmin (Q5). Ryhmien välillä ei ole merkittäviä eroja pelikokemuksen ja vaikuttavuuden suhteen (ks. Taulukko 7). Voimme päätellä, että ikäluokasta riippumatta ihmiset vaikuttavat olevan kiinnostuneita ja vastaanottavaisia paloturvallisuuden VR-peleille, ja kokevat ne sekä oppimista edistäviksi että miellyttäväksi käyttää.

Taulukko 7. Pelikokemukset ja pelaika kohderyhmittäin (Q1: asteikko 1–6, Q1–Q9: asteikko 1–5).

Osallistujien lukumäärä (N)	YHT	koulul.	opisk.	työntek.	palom.
	169	51	34	17	67
Q1. Arvioi miten hyvin tunnet paloturvallisuuteen liittyviä asioita	2,83	2,78	2,12	2,59	3,30
Q2. Peli opetti minulle uusia asioita paloturvallisuudesta tai toiminnasta tulipalossa	3,27	3,37	3,06	3,53	3,23
Q3. Peli auttoi minua muistamaan paloturvallisuuteen liittyviä asioita	3,72	3,84	3,64	3,76	3,67
Q4. Peli auttoi minua ymmärtämään kuinka tärkeää paloturvallisuuden osaaminen on	4,06	4,10	4,09	3,88	4,06
Q5. Opettelen paloturvallisuusasioita mieluummin VR pelin avulla kuin jollain toisella tapaa	3,75	3,90	4,06	3,88	3,45
Q6. Nautin pelin pelaamisesta	4,01	4,02	4,15	4,12	3,89
Q7. Peliä oli helppo pelata	3,72	3,86	3,70	4,12	3,52
Q8. Pelin virtuaaliympäristö oli luonnollinen	3,72	3,88	3,45	4,24	3,59
Q9. Tunsin olevani pelitilanteissa oikeasti läsnä	3,69	3,78	3,67	3,76	3,61
Kokonaispelaika (sekunteina)	592	470	408	746	740
Pelaika hälytyksen jälkeen (sekunteina)	138	125	131	127	155

Hankkeessa kehitetyn pelin keskeinen pedagoginen menetelmä oli tuottaa pelaajalle yllätyksellinen, mutta paloturvallisuuden oppimisen kannalta positiivinen käänne pelissä. Käänne, eli pelin tavoitteen muuttuminen työhaastattelusta tulipalosta poistumiseen, ja sen herättämät tunteet pelaajassa toimivat siis paloturvallisuuden opettamisen keinona. Positiiviset vastaukset pelin vaikuttavuuteen ja miellyttävyyteen ovat hyvin todennäköisesti seurausta siitä, miten henkilö suhtautui ja koki pelissä tapahtuneen käänteen. Muun muassa tätä kysyttiin pelaajilta välittömästi pelin jälkeen avoimilla kysymyksillä (DATA III). Kysymykseen ”Pelissä tapahtui palohälytyksen aiheuttama käänne. Mitä ajattelit käännteestä?” luokitellut vastaukset osoittavat, että pelaajat olivat tilanteesta enimmäkseen yllättyneitä tai hämmentyneitä (Taulukko 8). Yllättyneisyys ilmeni esimerkiksi vastauksessa ”Hyvin toteutettu, yllätti täysin” ja hämmentyneisyys vastauksessa ”Ihmettelin, mikä ääni se oli”. Hämmentynyt-luokalla on siis kuvattu epätietoisuuden tunnetta siitä

mitä pelissä seuraavaksi tapahtuu. Stressaantunut-luokassa tunteet ovat nimestä huolimatta positiivisia, mutta niitä luonnehtii kiire, hienoinen paniikki ja tunne välittömästä toimimisen tarpeesta, esimerkiksi muiden tai itsensä auttamisen tarpeesta. Eräs vastaajista kuvaa tällaista tunnettaan näin: *”Ajattelin että nyt pitää olla nopea”* tai näin *”Yllättävää, mietin heti mistä pääsee pois ja mihin pitää mennä”*. Ahdistuneisuuden, pelästymisen ja harmistumisen tunteita esiintyi vain muutamilla pelaajilla. Enemmistön pelaajista kokemat tunteet kertovat ainakin siitä, että pelissä toteutettu käänne ja pelaajille annetut ulkopuoliset ohjeistukset olivat toimivia ja tehokkaita. Vaikuttaisi myös siltä, että ainakin osa vastaajista on pelin aikana aktiivisesti miettinyt paloturvallisuudesta aiemmin oppimaansa ja pyrkinyt soveltamaan sitä käytännössä tässä virtuaaliympäristössä (Stressaantunut-luokan tunteet).

Taulukko 8. Kysymykseen ”Pelissä tapahtui palohälytyksen aiheuttama käänne. Mitä ajattelit käänneestä?” annettujen vastausten perusteella (n = 128) luokitellut tunteet ja lukumäärät prosenttiosuuksin ilmaistuna.

Tunne	f	%	Tunne	f	%
Yllättynyt	39	26	Harmistunut	7	5
Hämmennyt	26	17	Jännittynyt	6	4
Stressaantunut	22	14	Hauska	4	3
Positiivisuus	19	13	Uteltiin	4	3
Epäuskoisuus	11	7	Ahdistunut	2	1
Aitouden tunne	11	7	Pelästynyt	1	1

Avointen vastausten perusteella pelin äänimaailmaan tulisi perehtyä paremmin. Osa pelaajista raportoi, että VirPA-pelin palohälytyksen ääni oli liian hiljainen ja keinotekoinen, mikä aiheutti hämmennystä tai epäuskoa. Osa pelaajista jopa kuvitteli äänen tulevan sisäisen oppimisympäristön (virtuaaliympäristön) ulkopuolelta. Tällä puutteella on saatantanut olla vaikutusta pelaajien ratkaisuihin ja etenkin nopeaan reagoimiseen palohälytykseen. Toisaalta osa pelaajista pystyi pelastautumaan, vaikka he oleskelivat savuisissa tiloissa, ja huomattavaa on, että vain 12 % pelaajista onnistui välttämään savuiset tilat kokonaan (N13; Taulukko 6). Tämä johtui savulle altistumiselle asetettujen arvojen ja ympäristössä liikkumisen nopeuden suhteesta. Etenkin nuoret käyttäjät liikkuvat ympäristössä varsin nopeasti ja pystyivät siten ”juoksemaan” savun läpi todellista nopeammin.

Tämä saattaa johtaa virheellisiin käsityksiin paloturvallisuudesta ja siksi tilanteiden käsittely pelin jälkeen on tärkeä osa kokonaisuutta. Kehitettäessä opetuspelejä on varmistettava siitä, että pelaajille ei jää virheellisiä mielikuvia paloturvallisuudesta.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella virtuaalitodellisuuden peliympäristöjen soveltumista paloturvallisuuden oppimisleikiksi. Kehitetty peli osoittautui visuaalisesti realistiseksi, motivoivaksi ja viihdyttäväksi. Pelissä savun olemus tuli konkreettisesti ja realistisesti esille. Tutkijat eivät kuitenkaan suosittele varauksetta virtuaalitodellisuuden paloturvallisuuspelejä hätätilanteista kovin pienille koululaisille kahdesta syystä: ensinnäkin lapsen ajattelu ja sen osana käsitteiden muodostus on kesken. Lapsella on melko kehittymätön kuva siitä, mikä on mahdollista reaali- tai vastaavasti virtuaalimaailmassa. Lapsi ei ensimmäisinä kouluvuosinaan täysin käsitä esimerkiksi elollisen ja elottoman eroa eikä kuoleman pysyvyyttä. Mikäli paloturvallisuuden oppimisleikkejä valmistetaan pienille koululaisille, peleissä tulisi olla leikkilisiä elementtejä ja todenmukaisuus tulisi erottaa selkeästi epätodesta. Lisäksi tasapainoistuin kehittymisen vaillinaisuus tulisi ottaa huomioon. Lasten peleissä erityisesti liikkeen ja korkeuden suunnitteluun tulisi kiinnittää erityistä huomiota lasten vasta kehityksessä olevan tasapainoistuin vuoksi.

Pelaaja-analyyseissä (DATA I) erityistä huolta tutkijoissa herättää se, että lapset ja nuoret eivät käyttäneet hätätilanteessa virtuaaliympäristön tarjoamia apuvälineitä, kuten pohjapiirroksia, poistumiskilpiä tai puhelinta. Sen sijaan nuoret pelaajat etenivät nopeasti peliympäristössä ja pyrkivät pääsemään turvaan yritys-erehdysmenetelmällä. Vaikka kausaalisuussuhteita, kehitystasoa ja oppimista onkin vaikea osoittaa, tulos saattaa indikoida sitä, että kouluikäisten ajattelu ei ole vielä sellaisella tasolla, jossa hätätilanteessa pyrittäisiin löytämään tarkoituksenmukaisinta ratkaisua. Tämä tulos edellyttää tarkempaa tutkimista. Tutkijat esittävät jatkotutkimusaiheen peliympäristön kehittämisen tarkemmaksi ja monipuolisemmaksi siten, että peliin voitaisiin liittää lisätyn todellisuuden (augmented reality, AR) tai virtuaalitodellisuuden osuus, jossa opeteltaisiin nimenomaan poistumiseen liittyviä yksityiskohtia. Pelin rakennuksen geometria skaalautuu myös pelastuslaitoksen ammattilaisten kouluttamiseen ja myös tähän tarkoitukseen olisi mahdollista kehittää erillinen osio.

Tutkimustulosten perusteella peli näyttäisi toimivan hyvin opetuspelinä. Pelin pelaamista voitaisiin pitää yhtenä keinona paloturvallisuusosaamisen kehittämisessä. Pedagogisesti tarkasteltuna osaamista määritellään tietojen, taitojen ja asenteiden kokonaisuudeksi. Digitaalisessa oppimisympäristössä nämä rajat ovat epäselviä, eikä tutkijoille ole

täysin selvää, millä tavalla peleissä tapahtuva oppiminen etenee. Tätä tulisikin tutkia lisää. Kuitenkin jo nyt saatujen tulosten perusteella voidaan päätellä, että pelaajan oppiminen tapahtui eläytymällä. Tutkijat kiinnostuivat myös pelin piiloagendasta ja pitivät tätä merkittävänä motivaatiotekijänä: hälytys tuli pelaajalle yllätyksenä samaan tapaan kuin reaali maailmassakin.

Kaikki digitaaliset materiaalit on tallennettu osoitteeseen

www.turkuamk.fi/VirPa

VirPa-pelien muodostamassa kokonaisuudessa toimiva pedagoginen ratkaisu voisi olla kolmivaiheinen: ensin pelaamalla VirPa-pelin pilottiversiota saataisiin kuva savun leviämisen ennustamattomuudesta ja nopeudesta. Tämän jälkeen paloturvallisuusasioita opetettaisiin ja erityistä huomiota kiinnitettäisiin esimerkiksi turvakilpiin ja muihin turvallisuussymboleihin. Sitten pelaaja saisi pelattavakseen VirPa 2.0 -pelin, jossa juuri opittuja taitoja voitaisiin soveltaa. Mahdollista olisi myös koeasetelma, jossa esimerkiksi sammuttimen käyttö opeteltaisiin virtuaalilasein ja tämän jälkeen tutkittaisiin, miten hyvin oppimisen transfer eli siirtovaikutus toimii reaali maailman harjoituksessa oikeassa alkusammutusskenaariossa.

Pelin visuaalinen ilme oli onnistunut ja pelaajat pitivät sitä realistisena. Pelin seuraavan version kehittämisessä tulisi kiinnittää huomiota pelin vuorovaikutuksellisuuteen, ilmanvaihdon ja savun virtausdynamiikan yhteyksiin, paloturvallisuutta edistäviin toimenpiteisiin rakennuspalossa sekä turvamerkkeihin. Erityisesti tulisi varmistaa, että pelaaja saa pelin aikana nopealla ja tehokkaalla tavalla tiedon, joka ohjaa häntä oikeaan ja tarkoituksenmukaiseen toimintaan.

7 VIRTUAALITODELLISUUTEEN PERUSTUVIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTTÖ PELASTUSTOIMEN TURVALLISUUSVIESINNÄSSÄ

Tässä raportissa on käsitelty teknisiä ja oppimiseen liittyviä näkökulmia tulevaisuuden teknologioihin kuuluvan virtuaalitodellisuuden käytöstä paloturvallisuuden edistämiseen. Tässä luvussa arvioidaan välineen käytettävyyttä testauksessa saatujen kokemusten perusteella.

Virtuaalilasien käyttö edellyttää suhteellisen kalliiden laitteistojen hankintaa. Virtuaaliympäristöissä ei toistaiseksi ole Suomessa käytössä sovelluksia, joissa tuotetta voisi useampi henkilö käyttää tarkoituksenmukaisesti yhtä aikaa. Jotta ympäristön käyttäminen olisi joustavaa ja sujuvaa myös teknisten häiriöiden aikana, pelastuslaitoksella tulisi olla käytössään vähintään kahdet laitteistot. Laitteiston käyttäminen edellyttää erillistä huonetilaa; tosin tämän tilan ei tarvitse olla pysyvästi virtuaalitodellisuusympäristön käytössä, vaan laitteistot voidaan helposti asentaa kutakin tilaisuutta varten erikseen.

Turvallisuusviestintää on pelastustoimessa tullut tavaksi määritellä potentiaalisten kohderyhmien perusteella: mediaviestintä (sosiaalinen media ja perinteinen media), yleisötapahtumat, oppitunnit ja henkilökohtainen konsultaatio (ks. esim. Somerkoski 2019). Virtuaalilaseilla tavoitetaan siis nykyisen teknologian avulla yksittäisiä pelaajia ja kyse on silloin tällä tavalla jäsenettäessä henkilökohtaisesta konsultaatiosta. Pelaamisen ei voida näin ollen todeta olevan rahallisten resurssien kannalta edullisin paloturvallisuusviestinnän vaihtoehto.

Laitteiston käyttäminen edellyttää kouluttajalta perustietoja ja -taitoja viestintäteknologiasta. Useimmilla pelastuslaitoksilla on henkilöitä, joilla on jo entuudestaan taito käyttää virtuaalitekniikkaa. Kuitenkin laajempi käyttöönotto edellyttää koulutuksen järjestämistä. Nykyisellään käytössä ei ole kovinkaan laajaa valikoimaa erilaisia sovelluksia, vaikka hyötypelien määrä lisääntyy nopeasti. On otettava huomioon, että virtuaalitodellisuuden ympäristöt myös muuttuvat nopeasti tekniikan parantuessa. Siksi pelien päivittäminen ja ylläpitäminen edellyttävät perinteisiä menetelmiä dynaamisempaa seurantaan. VR-laitteistojen käyttäminen yleistyy tulevina vuosina, eikä yhteiskunnan digitalisoitumisen voida odottaa hidastuvan.

Peliohjaimet ovat käytettävyydeltään helppoja ja myös lapset oppivat käytön suhteellisen helposti. Toisaalta pelisisällön tulee silloin olla tarkoin suunniteltu. Virtuaalitodellisuuden ympäristöihin liittyy dynamiikkaa, joka saattaa aiheuttaa huimausta ja pahoinvointia. Lapsella on muutenkin rajoittunut kyky havainnoida maailmaa ja virtuaalitodellisuusympäristössä tämä saattaa korostua. Pelien tekninen toteutus mahdollistaa todellisuutta muistuttavan näköaistimuksen. Siksi pelaaminen edellyttää kehittyneitä käsitystä siitä, mikä voi olla todellista ja mikä ei. Hyötypelien osalta tämä korostuu. Tämän vuoksi VirPA-pelin kehittäjät eivät suosittele varauksetta nyt tuotetun kaltaisen pelin tarjoamista lapsille. Pelin voidaan kuitenkin katsoa soveltuvan hyvin erityisesti nuorille, joille digitaaliset ympäristöt ovat ennestään tuttuja. Toinen potentiaalinen ja tarkoituksenmukainen käyttäjäryhmä on pelastusalan ammattilaiset. Heidän työtehtäviinsä liittyy skenaarioita, joita on vaikea toteuttaa koulutustarkoituksissa perinteisin menetelmin. Virtuaalitekniikkaa voitaneen hyödyntää perinteisten opetusmuotojen ohella kalliiden tai vaikeasti toteutettavien harjoitusten kertaavana ja uudella tavalla motivoivana toimintana. Harjoittelun pelillistäminen tuo uusia motivoivia mahdollisuuksia pelastustoimen käyttöön. Virtuaalitekniikka tarjoaa mahdollisuuksia sopimuspalokuntien kouluttamiseen ja sopimuspalokuntien nuorisotyöhön. Tällaisia ovat esimerkiksi toiminnot, joihin on jo kehitetty aikuisille tavanomaiset ja perinteiset opettamisen muodot, kuten selvitykset, työvälineiden ja varusteiden valinta tai laitteistojen toiminta. Näitä toimintoja voitaisiin toteuttaa kertaavana tai jo opittua varmistavana tai testaavana simuloituna virtuaalitodellisuuden menetelmin.

Valmiita, suoraan pelastuslaitoksen käyttöön sopivia pelisovelluksia ei ole tuotannossa. Useimmat pelit on tuotettu yhdysvaltalaisessa kulttuuriympäristössä, eivätkä ne siksi sovellu parhaalla mahdollisella tavalla suomalaiseen turvallisuusviestintään. Lisäksi peliä käytettäessä tulisi aina arvioida tuotteen viihteellisyyttä ja sitä, onko kyseessä todella hyötypeli. Vaikka viihteelliset pelit voivatkin edistää paloturvallisuutta, tulisi varmistua, että peli ei sisällä karkeita ja virheellisiä stereotyyppioita esimerkiksi savun leviämisen vaarattomuudesta tai ihmisen ylivoimaisista ja epärealistisista kyvyistä palotilanteessa. Pelinkehitystekniikka on voimakkaasti kaupallinen ja useat pelinkehittäjät tarjoavat kaupallisin perustein palveluksia pelastustoimelle. Pelien tuottamisen työmäärää ja valmistuvien pelien laatua on vaikea arvioida. Pelastuslaitosten tulisikin perehtyä pelien tuottamiseen ennen valmiiden pelien tilaamista kaupallisilta toimijoilta.

VirPA-hyötypelistä saatujen käyttäjäkokemusten perusteella pelit olivat motivoivia ja realistisia. Niitä pidettiin uutena ja hyvänä tapana opetella paloturvallisuutta. Pelaajat raportoivat, että pelin avulla nimenomaan savun leviäminen koettiin erilaisena kuin aiemmin.

Pelimetriikan avulla tehty tutkimusaihe vahvasti käsitystä ja herätti tutkijoiden huolen siitä, miten helposti pelaaja siirtyi myrkylliseen, savuiseen tilaan. Tämän vuoksi peliä tulisikin näiltä osin kehittää edelleen ja yhdistää VR-tekniikkaan esimerkiksi AR:n mahdollisuuksia (augmented reality, lisätty todellisuus), esimerkiksi turvallisuuskävelyn osalta. On huomattava, että VR:n hyödyt eivät ole yksiselitteisiä: kokemattomalla pelaajalla varsinainen hyvän tuloksen tavoittelun sijaan pelitilanne saattoi kuluja kulkemisen harjoitteluun ja itse pelitilanteeseen sopeutumiseen. Näistä piirteistä huolimatta tutkijat toteavat, että virtuaalitekniikka soveltuu hyvin pelastustoimen käyttöön; tekniikan käyttäminen edellyttää kuitenkin uudenlaista asiantuntemusta digitalisaatiosta, pelien kehittämisestä ja pelaajan ominaisuuksista. Siksi pelastustoimelle tulisikin järjestää koulutusta aiheesta ja VR-tekniikan mahdollisuuksista, ja pelejä tulisi kehittää yhteistyössä pelastustoimen ja virtuaalioppimisen asiantuntijoiden kanssa.

VirPa-projektin toiminta on omalta osaltaan ollut nostamassa Tulevaisuuden interaktiiviset tekniikat -tutkimusryhmän erityisosaamista virtuaalitodellisuutta hyödyntävien turvallisuusviestintäratkaisujen toteuttamisessa. Hankkeen toiminta on ollut vahvasti teknillisen innovaatioammattikorkeakoulun strategian mukaista; strategiassa korostuu työelämälähtöisyys ja innovaatioiden synnyttäminen opetuksen ja tutkimus-, kehitys ja innovaatiotoiminnan integraatiolla. Tulevina vuosina Turun ammattikorkeakoulun mahdollisuudet kehittää virtuaalitodellisuuteen ja lisättyyn todellisuuteen perustuvia oppimisympäristöjä ja turvallisuusviestintää esimerkiksi pelastustoimen ja elinkeinoelämän kanssa yhteistyössä paranevat, sillä aiheeseen liittyvien laitteistojen ja tekniikoiden hankintaan tullaan käyttämään lähiaikoina noin 0,5 miljoonaa euroa.

VirPa-pelikonsepti on herättänyt niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin jo runsaasti kiinnostusta. Pelin kehitystyössä tulee ratkaistavaksi kysymys, millä tavoin kehitettyä pelitekniikkaa voidaan hyödyntää esimerkiksi skaalaamalla peli tuotantotiloihin, laivoihin tai vaikka todellisiin kouluympäristöihin. Tutkimusryhmä on aloittanut jatkokehityksen muun muassa ottamalla huomioon meriteollisuuden tarpeet. Yhdistämällä savun käyttäytymisen mallintamisen haasteet matkustajien evakuointimalleihin on yksi mielenkiintoisimmista kehittämiskohteista, jota pohditaan paraikaa useammankin yhteistyökumppanin kanssa. VirPa-pelin laajamittainen hyödyntäminen kouluissa on jo nykyiselläänkin mahdollista. Kuten edellä todettiin, haasteet ovat tällä hetkellä lähinnä laitteistojen saatavuuden suunnalla. Yksi yllättävä jatkokehitysnäkökulma todellisten koulurakennusten mallien hyödyntämisestä ilmeni keskusteluissa Lähi-idän yhteistyökumppaneiden

kanssa. Poiketen suomalaisista koulurakennuksista Lähi-idässä on useampia kansakuntia, joissa koulurakennukset on standardoitu mahdollistaen VirPa-pelin tehokkaan skaalaamisen kyseisten maiden koululaisten käyttöön. Mikäli VirPa-peliä jossain vaiheessa tullaan kehittämään kansainvälisille markkinoille, kulttuurien väliset eroavaisuudet tulevat olemaan eräs tärkeimmistä tutkimuskysymyksistä.



Kuva 8. Esimerkkejä Turun ammattikorkeakoulun VR-koulutusympäristöistä.

Ammattikorkeakoulu on VirPa-projektin lisäksi toteuttanut vuosien 2018–2019 aikana lukuisia VR-koulutusympäristöjä paloturvallisuuden lisäksi esimerkiksi sähköturvallisuuden. Turvakoulutuksen lisäksi myös kunnossapitoon ja ammattitaidon ylläpitoon liittyviä VR-ympäristöjä on kehitetty paikallisten yritysten kanssa yhteistyössä. Näissä projekteissa opiskelijat ovat myös olleet keskeisesti mukana. Poiketen VirPa-projektin tavoitteista, näissä projekteissa ei ole toistaiseksi keskitytty laajaan käytettävyyss- tai vaikuttavuustutkimukseen. VirPa-projekti onkin toiminut monella tavalla suunnannäyttäjänä tutkimusryhmälle tutkimusasetelmien rakentamisessa.

LÄHTEET

- Abt, C.C. Serious Games. Viking Press, New York, 1970.
- Aghamolaei, T. & Fazel, I. "Medical students' perceptions of the educational environment at an Iranian medical sciences university", BMC, Medical Education (87:10), 2010.
- Amar, B. "Designing Pedagogical Learning Environment", International Journal of Advanced Science and Technology 2009, 6, 1–14.
- Castro, C. & António, A. Teaching chemistry in a social learning environment: Facing drivers and barriers, Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal.
- CFD Online 2013. Fluid dynamics. Viitattu: 9.9.2018. https://www.cfd-online.com/Wiki/Fluid_dynamics
- Chittaro, L. & Ranon, R.: Serious games for training occupants of a building in personal fire safety skills. Teoksessa Rebolledo-Mendez, G., Liarokapis, F., de Freitas, S. (Eds.) Proceeding of the 2009 international conference on games and virtual worlds for serious applications, s. 76-83. IEEE Computer Society, Coventry (2009).
- Felani, M. & Ahmad, S.S. "Physical Learning Environment: Impact on Children School Readiness in Malaysian", Social and Behavioral Sciences, (222:23), 2016, 9–18.
- Feng, Z., González, V.A., Amor, R., Lovreglio, R. & Cabrera-Guerrero, G.: Immersive virtual reality serious games for evacuation training and research: A systematic literature review. Computers & Education, vol. 127, 252-266 (2018).
- GitHub 2018. Main_Control_Room_No_Purge_v6.fds. Viitattu: 27.8.2018. https://github.com/fire-models/fds/blob/master/Utilities/Training/NRC_EPRI/FDS_Input_Files/Main_Control_Room_No_Purge_v6.fds
- Çakiroğlu, Ü. ja Gökoğlu, S.: Development of fire safety behavioral skills via virtual reality. Computers & Education, vol.133, 56–68 (2019).
- Jones, C. "Entrepreneurship education: Revisiting our role and its purpose. Journal of Small Business and Enterprise Development", (17:4), 2010, 500–513.
- Karaman, D. 2016. Virtual Reality and Pain Management. Viitattu: 20.8.2018. http://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.6_Issue.12_Dec2016/42.pdf
- Kokki 2019. Pelastustoimen onnettomuustietokanta PRONTO. Pelastusopisto. Sisäministeriö.
- Lan-Ying, H. & Xue-Mei, D. "An Empirical Study of Learner-Based Teaching in EFL", Sino-US English Teaching, (9:4), 2012, 1061–1064.
- Manninen, J., Burman, A., Koivunen, A., Kuittinen, E., Luukannel, S., Passi, S., & Särkkä, H. Environments that support learning. Introduction to learning environments approach. Helsinki, Finnish National Board of Education, 2007.
- National Fire Protection Association 2018. US firefighter deaths related to training 2001 to 2010. Viitattu: 20.8.2018. <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Fire-statistics/The-fire-service/Fatalities-and-injuries/US-firefighter-deaths-related-to-training-2001-to-2010>
- Nenonen, P. & Paloluoma, P.2018. Suullinen tiedonanto. Varsinais-Suomen pelastuslaitoksen koulutuspäällikkö Petri Nenosta ja palopäällikkö Pasi Paloluomaa haastatteli 6.9.2018.

Niinikorpi, L. Simulating smoke in a virtual reality application – Case VirPa. Kandidaatin opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu, 2018/38 (2018).

Oculus 2018a. Gear VR Viitattu 22.9.2018. <https://www.oculus.com/gear-vr/>

Oculus 2018b. Go. Viitattu 22.9.2018. <https://www.oculus.com/go/>

Oculus 2018c. Rift. Viitattu 22.9.2018. <https://www.oculus.com/rift/#oui-csl-rift-games=mages-tale>

Oliva, D., Somerkoski, B., Tarkkanen, K., Lehto, A. & Luimula, M. Virtual Reality as a Communication Tool for Fire Safety – Experiences from the VirPa project. Proceedings from GamiFIN Conference 2019, 9.–11.4., Kittilä. CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org). Hyväksytty julkaistavaksi.

Osso VR 2018. Osso VR. Viitattu 22.9.2018. <http://ossovr.com/>

Pan, Z., Cheok, A., Yang, H., Zhu, J. & Shi, J. “Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments”, *Computers & Graphics*, 30, 2006, 20–28.

Pelastustoimi 2012. Pelastustoimen turvallisuusviestinnän strategia. Viitattu: 27.8.2018. http://www.pelastustoimi.fi/download/41800_pelastustoimen-turvallisuusviestinnan-strategia-22-5-2012.pdf?c0016d310f5bd488

Pelastustoimi 2018. Palokuolemat. Viitattu: 27.8.2018. <http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/ehkaise-palon-syttyminen/tulipalon-vaarallisuus/palokuolemat>

Pelastustoimi 2012. Turvallisuusviestinnän strategia. Sisäministeriö.

Piispanen, M. Hyvä oppimisympäristö. Oppilaiden, vanhempien ja opettajien hyväksikäytysten kohtaaminen peruskoulussa. Jyväskylän yliopisto, 2008.

Playstation 2018. Playstation VR. Viitattu: 22.8.2018. <https://www.playstation.com/fi-fi/explore/playstation-vr/>

Rosenberg, A. 2018. Virtual reality's moment looks to be over in gaming, at least for now. Viitattu: 22.9.2018. <https://mashable.com/2018/01/24/virtual-reality-gaming-loser-gdc-2018-survey/?eu-rope=true#f18J9.nnl5q5>

Smith, S. & Ericson, E. “Using immersive game-based virtual reality to teach fire-safety skills to children”, *Virtual Reality*, 2009, 13, 87–99.

Somerkoski, B. 2019 Skills and Knowledge as a Basis for Safety Competence in Teacher Education Curriculum. *Finnish Journal of eHealth and eWelfare* (käsikirjoitus kesken).

Somerkoski, B., Oliva, D. & Tarkkanen, K. (2019). Virtual reality as learning environment: Vase fire safety game. *Julkaisematon käsikirjoitus*.

Steam 2018. Steam Store. Viitattu: 22.8.2018. https://store.steampowered.com/search/?snr=1_4_4__12&term=htc+vive

ThinkMobiles 2018. Virtual Reality in Military. Viitattu: 27.8.2018. <https://thinkmobiles.com/blog/virtual-reality-military/>

Unity 2018. Features. Viitattu: 20.8.2018. <https://unity3d.com/unity/features/multiplatform>

Unimersiv 2017. What is Virtual Reality Training and What Are Its Advantages? Viitattu: 22.9.2018. <https://unimersiv.com/vr-training/>

Virtual reality society 2017a. How did virtual reality begin? Viitattu: 20.8.2018. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/beginning.html>

Virtual reality society 2017b. Virtual Reality in Healthcare. Viitattu: 23.9.2018. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-healthcare/>

Virtual reality society 2017c. Virtual Reality in the Military. Viitattu: 20.8.2018. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-military/>

Virtual reality Society 2017d. What is Virtual Reality? Viitattu: 22.9.2018. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html>

Vive 2018a. Products Vive. Viitattu: 22.8.2018. <https://www.vive.com/eu/product/#vive-spec>

Vive 2018b. Products Vive-Pro. Viitattu: 22.8.2018. <https://www.vive.com/us/product/vive-pro/>

Vive 2018c. Wireless adapter. Viitattu: 22.8.2018. <https://www.vive.com/us/wireless-adapter/>

Welch, C. 2014. Facebook buying Oculus VR for \$2 billion. Viitattu: 22.8.2018. <https://www.theverge.com/2014/3/25/5547456/facebook-buying-oculus-for-2-billion>

Wikipedia 2018a. Carbon monoxide poisoning. Viitattu: 12.8.2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_monoxide_poisoning.

Wikipedia 2018b. Kloropreeni. Viitattu: 15.8.2018. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Kloropreeni>

Wikipedia 2018c. ppm. Viitattu: 27.8.2018. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Ppm>