

# Virtuaalitodellisuus koulutuksissa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutus

syksy, 2020

Tony Kaarela

Tietojenkäsittelyn koulutus

Tiivistelmä

Tekijä Tony Kaarela

Vuosi 2023

Työn nimi Virtuaalitodellisuus koulutuksissa

Ohjaaja Tommi Saksa

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli syventyä virtuaalitodellisuuteen sekä siihen, miten sitä voisi hyödyntää toimeksiantajayrityksen järjestämissä koulutuksissa. Opinnäytetyössä tutustuttiin jo olemassa oleviin alustoihin, jotka tarjoavat virtuaalitodellisia ympäristöjä samalla tutkien sopisiko niistä jokin koulutuskäyttöön toimeksiantajalle.

Teoriaosuudessa käydään läpi virtuaalitodellisuuden päätyyppejä, toimintaperiaatteita ja sen mahdollisia negatiivisia vaikutuksia käyttäjiin. Teoriaosuus sisältää myös virtuaalitodellisuuden käyttökohteita sekä tarkastellaan alustoja, jotka mahdollistavat koulutukset virtuaalitodellisessa ympäristössä.

Opinnäytetyössä tutkimusmenetelmänä toimi testaus. Testausvaiheeseen valikoitui kaksi alustaa, joista testattiin niiden ominaisuuksia, käytettävyyttä ja lisäominaisuuksia.

Testauksista selvisi, että sopivin alusta mielestäni toimeksiantajalle on Glue. Gluen tarjoamat virtuaalitodelliset työtilat mahdollistavat tehokkaan ympäristön, jossa kouluttaa henkilöstöä. Johtopäätöksissä pohditaan myös sitä, miten toimeksiantaja voisi lähteä liikkeelle virtuaalitodellisuuden tuomisessa koulutuksiin.

**Avainsanat** Virtuaalitodellisuus, Koulutus, Virtuaalitodellisuus ja koulutukset

**Sivut** 39 ja liitteitä 1 sivu

Degree Programme in Business Information Technology

Abstract

Author Tony Kaarela

Year 2023

Subject Virtual reality in education

Supervisor Tommi Saksa

---

## ABSTRACT

The purpose of the thesis was meant to delve into virtual reality and how it could be utilized in the trainings organized by the client company. In the thesis, we familiarized ourselves with already existing platforms that offer virtual reality environments while investigating whether any of them would be suitable for training use for the client.

In the theory part the main types of virtual reality, operating principles and its possible negative effects on users are reviewed. The theory part also includes the uses of virtual reality and examines the platforms that enable training in a virtual reality environment.

In the thesis the research method was testing. Two platforms were selected for the testing phase and their properties, usability and additional features were tested. The tests revealed that in my opinion the most suitable platform for the client is Glue. The virtual workspaces that Glue offers will enable an efficient environment where to train staff. The conclusions also consider how the client can start bringing virtual reality part of their trainings.

**Keywords** Virtual reality, Training, Virtual reality and trainings

**Pages** 39 pages and appendices 1 page

## **Sanasto**

### **Immersio**

Ilmaisu virtuaalitodellisuuden uppoamisesta, jossa käyttäjä ei tiedosta ulkopuolista maailmaa.

### **Kiihtyvyyssanturi**

Rekisteröi kaikkiin suuntiin pään liikettä reaaliajassa virtuaalitodellisessa ympäristössä.

### **3D-mallinnus**

Kolmiulotteinen suunnittelu tietokoneen ruudulla, jonka tuloksena syntyy 3D-malleja.

### **Virtuaalitodellisuuslasit**

Silmille laitettava laite, joka mahdollistaa uppoutumisen virtuaalitodellisuuteen.

### **Teleporttaus**

Kaukosiirto, jonka avulla voidaan siirtyä hetkessä pitkiäkin matkoja.

### **Avatar**

Hahmo, joka kuvastaa käyttäjää virtuaalisessa maailmassa.

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Virtuaalitodellisuus .....	3
2.1	Virtuaalitodellisuuden päätyypit .....	3
2.1.1	Epäimmersiivinen .....	4
2.1.2	Puoli-immersiivinen .....	4
2.1.3	Täysin immerssiivinen .....	4
2.2	Virtuaalitodellisuuden toimintaperiaate.....	5
2.2.1	Pään seuranta .....	6
2.2.2	Liikkeen seuranta .....	7
2.2.3	Silmänseuranta .....	7
2.3	Virtuaalitodellisuuden negatiiviset vaikutukset käyttäjään .....	9
3	Virtuaalitodellisuuden käyttökohteet .....	10
3.1	Virtuaalitodellisuus lääketieteessä .....	10
3.2	Viihdeteollisuus .....	12
3.2.1	Videopeliteollisuus.....	12
3.2.2	Elokuva- ja musiikkiteollisuus.....	14
3.3	Opetus ja koulutus.....	16
4	Virtuaalitodelliset alustat.....	18
4.1	Engage .....	18
4.2	vSpatial .....	19
4.3	Glue .....	20
4.4	Immersed .....	21
5	Alustatestaukset .....	23
5.1	Testattavien alustojen ominaisuudet .....	23
5.1.1	Engagen ominaisuudet.....	24
5.1.2	Glun ominaisuudet.....	27
5.2	Käytettävyys .....	29
5.3	Lisäominaisuudet.....	30
6	Pohdinta ja johtopäätökset.....	31
6.1	Toimeksiantajalle sopivin alusta .....	32
6.2	Virtuaalitodellisuus osaksi koulutuksia .....	33
7	Yhteenveto .....	35
	Lähteet .....	36

## Kuvat

Kuva 1. Virtuaalitodellisuuden päätyypit. ....	5
Kuva 2. Vergenssin näyttäminen todellisessa maailmassa (vas.) ja virtuaalitodellisuudessa (oik). (Farnsworth, 2022) .....	8
Kuva 3. Virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä lääketieteen koulutuksessa. (ArchVirtual, n.d) .....	12
Kuva 4. Virtuaalitodellinen elokuvateatteri. (Hayden, 2019) .....	15
Kuva 5. Engage. (Gauthier, 2018).....	19
Kuva 6. vSpatial näkymä. (FinSMEs, 2018) .....	20
Kuva 7. Glue. (Buzzinvr, n.d.) .....	21
Kuva 8. Immersed. (Brodsky, 2021) .....	22
Kuva 9. Engagen aloitusvalikko ja eri ympäristöjä.....	24
Kuva 10. Engagessa olevan valmiin ympäristön valkotaulun testausta.....	25
Kuva 11. Engagessa Powerpointin jakamista merimaisemassa.....	26
Kuva 12. Gluen aloitusnäyttö ja valmiiksi luotuja tiloja.....	27
Kuva 13. Gluessa kahden valkotaulun testausta ja Microsoft Office Powerpointin jakoa.	29

## Liitteet

Liite 1	Aineistonhallintasuunnitelma
---------	------------------------------

## 1 Johdanto

Virtuaalitodellisuuden suosio on noussut todella paljon lähivuosina. Sitä hyödynnetään jomonen eri alan koulutuksissa ja harjoittelussa. Virtuaalitodellisuus ei välttämättä ole kaikille tuttu aihe tai asia, vaikka sitä on tutkittu jo 1900-luvulta asti. Virtuaalitodellisuus painottuu vielä eniten viihdeteollisuuteen, mutta tulevaisuudessa sen käyttö voi olla arkipäiväistä ihmisten keskuudessa. Virtuaalitodellisuusmarkkinoiden on ennustettu kasvavan huomasti seuraavien lähivuosien aikana.

Tässä opinnäytetyössä aiheena on virtuaalitodellisuus, ja sen käyttö koulutustilanteissa. Työn tarkoituksena on esitellä virtuaalitodellisuutta, ja sen eri käyttökohteita. Päätarkoitus on testata jo olemassa olevia virtuaalitodellisuusalustoja koulutuskäyttöä varten toimeksiantajayritykselle. Olen saanut toimeksiantajayritykseltä testejä varten käyttööni Varjo Aero -VR-lasit, ja HTC Vive Pro 2 Full Kit -VR-järjestelmän, joiden avulla pääsen testaamaan alustojen ominaisuuksia, käytettävyyttä sekä työkaluja niiden sisällä. Työssä on tarkoitus testata kahta eri valmistajan virtuaalitodellista alustaa, ja tuloksien avulla saada selville se, että sopiiko kumpikaan niistä toimeksiantajayrityksen koulutuksiin.

Valitsin kyseisen aiheen, sillä virtuaalitodellisuus on aina kiinnostanut henkilökohtaisesti, vaikka en ole sitä päässyt hirveästi käyttämään. Toimeksiantajayritys kuitenkin mahdollisti itselleni sen, että pääsen tutustumaan syvemmin virtuaalitodellisuuteen, ja sen käyttöön käytännössä. Mielenkiintoa aiheeseen lisäsi myös se, että voiko virtuaalitodellisuuden avulla muuttaa olemassa olevia asioita, kuten koulutuksia tehokkaammaksi ja miellyttävämmäksi osallistujille. Tavoitteena työssä on saada tietotaitoa lisää virtuaalitodellisuudesta ja sen käytöstä.

Tutkimuskysymykset ovat:

- Miten virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää koulutuksissa?
- Mikä olisi paras virtuaalitodellinen alusta toimeksiantajayritykselle?

- Mitä lisäarvoa virtuaalitodellisuus tuo koulutukseen?



## 2 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus on virtuaalinen ympäristö, joka on luotu keinotekoisesti ja jokainen käyttäjä havaitsee sen todentunnun eri lailla omien aistiensa avulla. Virtuaalisia ympäristöjä luodaan hyödyntäen erilaisia tietokoneohjelmistoja, ja käyttäjän on tarvittaessa käytettävä erilaisia päätelaitteita, jotka mahdollistavat syvemmän vuorovaikutuksen ympäristön kanssa. (Sheldon, 2022)

Virtuaalitodellisuuden suosio tällä hetkellä on vähäinen, sillä sen mahdollistamia laitteita on ollut heikosti saatavilla. Virtuaalitodellisuus on ollut suosituinta viihdekäytössä, koska viihdekäyttäjillä on käyttövalmiit laitteet käytössään, jotka mahdollistavat virtuaalitodellisen ympäristön käytön. Virtuaalitodellisuuden suosion kasvussa ei ole kuitenkaan tällä hetkellä odotettavissa suurta muutosta, mutta lähivuosina virtuaalitodellisuuden ennustetaan yleistyvän. (Vatanen, 2016)

### 2.1 Virtuaalitodellisuuden päätyypit

Virtuaalitodellisuus koostuu kolmesta erilaisesta päätyypistä, joihin virtuaaliset ympäristöt jaotellaan sen mukaan, kuinka mukaansatempaavia ne ovat (kuva 1). Kolmen päätyypin erottelussa huomioidaan se, kuinka suoraan virtuaaliset ympäristöt ovat vuorovaikutuksessa käyttäjän kanssa. Eri päätyyppien alla olevat VR-järjestelmät soveltuvat usein eri käyttötarkoituksiin. (Sheldon, 2022). Virtuaalitodellisuudessa käsite immersio on tärkeässä roolissa. Immersio käsitteenä tarkoittaa virtuaalisen ympäristön todentuntua, joka vaikuttaa käyttäjän uppoutumisen tunteeseen ympäristössä. (Mattila, 2021, s. 3)

### 2.1.1 Epäimmersiivinen

Epäimmersiivinen virtuaalitodellisuus on kolmiulotteisen grafiikan avulla luotu simuloitu ympäristö, joka on saavutettavissa tietokoneen näytön kautta. Tämänkaltaista virtuaaliympäristöä voi hallita osittain tietokoneen hiiren ja näppäimistön avulla, ja ympäristö voi luoda yksinkertaisia ääniraitoja käyttäjälleen. Kuitenkin suora vuorovaikutus käyttäjän kanssa on vähäistä. Epäimmersiivinen virtuaalitodellisuus on yleistä ja huomaamatonta VR:ää arjessa, ja hyvänä esimerkkinä siitä voidaan pitää videopelejä. (Sheldon, 2022). Epäimmersiivinen järjestelmä käyttää työpöytäjärjestelmää ympäristön katseluun, ja se ei vaadi toimiakseen erityislaitteistoa tai graafista tehoa laitteilta, jolla sitä käytetään. Epäimmersiivistä järjestelmää kutsutaan *desktop virtual reality* (työpöytä virtuaalitodellisuus) (Mandal, 2013, s. 307)

### 2.1.2 Puoli-immersiivinen

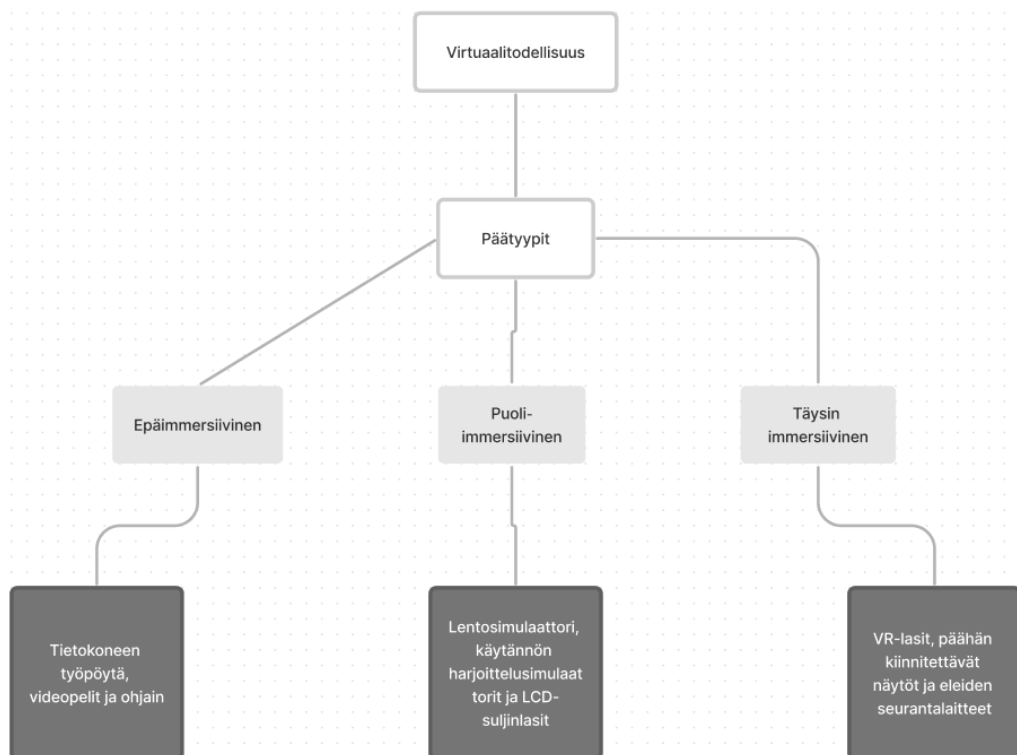
Puoli-immersiivinen virtuaalitodellisuus on kehittyneempää kuin epäimmersiivinen. Puoli-immersiivinen virtuaalitodellisuus tukee ihmiskehon seuranta. Ympäristö mahdollistaa pään seurannan, ja siksi ympäristö on käyttäjälle todentuntuisempi. Puoli-immersiivisessä virtuaalitodellisuudessa kuva esitetään vielä tietokoneen näytöltä, mutta sen lisäksi käyttäjillä on päässään LCD-suljinlasit. (Mandal, 2013, s. 307). Keski-immersiivinen virtuaalitodellisuus ei kuitenkaan sisällä vielä käyttäjän fyysistä liikettä, mutta se keskittyy ensisijaisesti virtuaalitodellisuuden kolmiulotteiseen visuaaliseen näkökulmaan. (Sheldon, 2022)

### 2.1.3 Täysin immersiivinen

Virtuaalitodellisuuden viimeisin versio, jossa käyttäjä pääsee uppoutumaan täysin virtuaalisesti luotuun ympäristöön *head-mounted displayn* eli HDM:n (pään kiinnitettävä näyttö) avulla. Pään kiinnitettävät näytöt, jotka tukevat kolmiulotteisesti luotua

ympäristöä tunnistavat käyttäjän suunnan ja sijainnin heijastaen sen suoraan ympäristöön. (Mandal, 2013, s. 307). Täysin immerstiivinen ympäristö sisältää puettavien näyttöjen sisällä äänen ja näön, ja edistyneimmissä ympäristöissä käyttäjä pääsee kokemaan kosketuksen päätelaitteiden avulla. Käyttäjän tulee käyttää erilaisia päätelaitteita, jotka auttavat häntä olemaan täysin vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa. Täysin immerstiiviseen ympäristöön käyttäjä voi lisätä myös fyysisiä laitteita, kuten polkupyörän, jolla pääsee liikkumaan myös virtuaalisen ympäristön sisällä. (Sheldon, 2022)

Kuva 1. Virtuaalitodellisuuden päätyypit.



## 2.2 Virtuaalitodellisuuden toimintaperiaate

Virtuaalitodellisuuden simulointiin vaaditaan vähintään kaksi sopivaa pääkomponenttia, jotka ovat ohjelmisto ja laitteisto. Näiden pääkomponenttien tarkoitus on luoda käyttäjälle

mahdollisimman realistisia ja korkealaatuisia kuvia ja mahdollisuutta vuorovaikutukseen. Täysin immerstiivisen virtuaalitodellisuuden käyttö vaatii virtuaalilasit ja laitteen, joka kykenee tuottamaan graafista sisältöä. Tämänkaltaisia laitteita ovat älypuhelimet ja tietokoneet. Käyttäjälle kuva näkyy virtuaalilasien läpi ja virtuaalilaseille kuva siirretään tietokoneen näytöltä HDMI-kaapelilla (High-Definition Multimedia Interface). Älypuhelinikäyttäessä vaaditaan niihin soveltuvat virtuaalilasit, joissa itse älypuhelin toimii sisällön lähteenä ja näyttönä. (Sokhanych, 2023; Muhonen, 2018, ss. 6–7)

Virtuaalitodellisuuden haasteena pidetään digitaalisen sisällön havaitsemista todellisena huijaamalla ihmisaivoja. Käyttäjälle todentuntua lisätään erilaisilla vuorovaikutusmenetelmillä, joita ovat: pään seuranta, liikkeen seuranta ja silmänseuranta. (Sokhanych, 2023)

### **2.2.1 Pään seuranta**

Pään seuranta virtuaalitodellisuudessa tarkoittaa sitä, että kuva siirtyy käyttäjän pään liikkeiden mukaisesti virtuaalilasien ollessa aktiiviset. Pään seuranta käyttää mitataksaan *6DoF*-nimistä järjestelmää (kuusi vapausastetta). Se on parametri, joka kuvaa objektin vapausasteiden lukumäärää kolmeulotteisessa avaruudessa, kuten todellisessa maailmassa. Sen tarkoitus on se, että on kuusi parametria, joilla keho voi liikkua. Se piirtää pään X-, Y- ja Z- akselin suhteen mitataksaan pään liikkeitä taaksepäin ja eteenpäin, sivuilta toiselle ja olkapäältä olkapäälle. (Charara, 2017; Rouse, 2019)

Päänseurantajärjestelmä sisältää useita erilaisia sisäisiä komponentteja, kuten kiihtyvyyssanturin, gyroskoopin ja magnetometrin. Päänseuranta-tekniikka tarvitsee alhaisen latenssin toimiakseen tehokkaasti. Jos latenssi ylittää 50 millisekuntia havaitsemme viiveen todellisuuden ja virtuaalisen ympäristön välillä. Viive näyttäytyy käyttäjälle siten, että päätä kääntäessämme virtuaalitodellinen ympäristö ei reagoi siihen samanaikaisesti. Latenssin ollessa pieni se luo käyttäjälle uppoutumisen tunnetta ja sitä voidaan lisätä 3D-äänien avulla,

jolla voidaan luoda käyttäjälle tunne siitä, että ääni kuuluu sivulta, takaa tai kaukaa. (Charara, 2017)

### **2.2.2 Liikkeen seuranta**

Vaikka liikkeen seuranta virtuaalitodellisuudessa on haastavaa ja sitä ei ole suunniteltu ja toteutettu vielä tarpeeksi hyvin on olemassa kaksi erilaista tyyppiä, optinen- ja ei-optinen seuranta. Optisessa seurannassa kuvantamislaitetta käytetään käyttäjän kehon liikkeen seuraamiseen. Käyttäjällä on oltava käytössään kädessä pidettävät ohjaimet tai HMD, jossa on seurantalaitteet. Edistyneemmät vaihtoehdot käyttävät ääniaaltoja tai magneettikenttiä. Käyttäjän liikkeen seurannassa käytetään useita seurantakameroita, jotka lähettävät signaaleja säätämään kuvia, joita käyttäjä näkee virtuaalisessa ympäristössä. Käyttäjän uppoutumista ympäristöön parantaa se, että latenssi on mahdollisimman alhainen, sillä epätarkan seurannan aiheuttama viive luo yhteyden katkeamisen todellisen maailman liikkeen ja virtuaalisen ympäristön liikkeen välillä. (Sokhanych, 2023; ST Engineering Antycip, 2019)

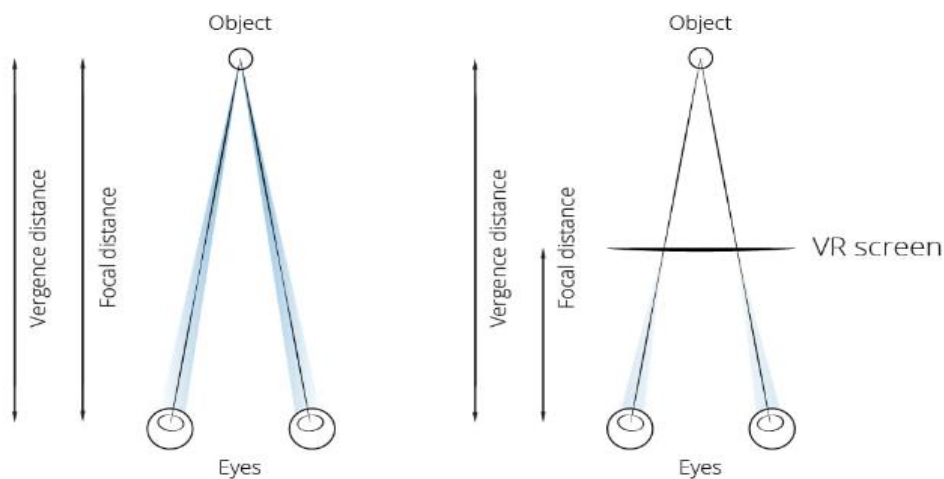
Ei-optisessa seurannassa käytetään sähkömekaanisia antureita, jotka ovat kiinnitetty vartaloon tai asennettu laitteistoon liikkeiden seuraamiseksi ja mittaamiseksi. Tämänkaltaisia antureita ovat gyroskoopit, kiihtyvyydsmittarit ja magnetometrit. (ST Engineering Antycip, 2019)

### **2.2.3 Silmänsuranta**

Silmänsuranta toimii mittaamalla pupillien keskustan ja sarveiskalvon heijastuksen välistä etäisyyttä. Etäisyys muuttuu, kun silmän kulmaa muutetaan. Ihmissilmälle näkymätön infrapunavalon avulla mainitun heijastuksen, kun kamerat seuraavat ja tallentavat liikettä. Tietokonenäköalgoritmien avulla silmien kulmasta pystytään päättämään mihin käyttäjän katse on suunnattuna. Virtuaalitodellisuudessa silmänsurannan käytäntö on sama, mutta erona on se, että silmät eivät välttämättä osoita sinne mihin käyttäjä katsoo. Todellisessa

maailmassa silmät näyttävät vergenssin, jossa silmät ovat suunnattu kohti keskipistettä, jossa katse kohtaa (kuva 2). (Fransworth, 2022)

Kuva 2. Vergenssin näyttäminen todellisessa maailmassa (vas.) ja virtuaalitodellisuudessa (oik). (Farnsworth, 2022)



Mahdollisuuksien mukaan, jos viiva voitaisiin vetää todellisen elämän jokapäiväisessä ympäristössä molempien silmien keskeltä, saavutettaisiin molemmille sama risteyskohta eli kohde, jota käyttäjä katseli. Virtuaalitodellisuudessa kuvan tulolähde sijoitetaan niin lähelle käyttäjän silmiä, että silmät eivät välttämättä näytä vergenssiä, mutta syvyyden havainto on silti näkyvissä esillä olevan 3D-tiedon ansiosta. Silmänsuranta virtuaalitodellisuudessa kamppailee epätäydellisten katsetietojen kanssa. Virtuaalitodellisuudessa puuttuvat tiedot saadaan yhdistämällä virtuaalikohteiden syvyydestä tietoa, ja sen avulla on mahdollista luoda malli siitä, mitä katsottiin. Virtuaalisissa ympäristöissä, joissa ei ole tämänkaltaisia tietoja on mahdotonta suorittaa tarkkaa silmänsuranta. (Fransworth, 2022)

### **2.3 Virtuaalitodellisuuden negatiiviset vaikutukset käyttäjään**

Virtuaalisessa ympäristössä ihmisen aivot sopeutuvat sinne nopeasti. Jo 30 minuutissa käyttäjä menettää tilatietoisuutensa virtuaalisessa ympäristössä. Käyttäjän aivot pystyvät sopeutumaan virtuaaliseen ympäristöön, mutta keho pysyy todellisessa maailmassa.

Tämänkaltainen ilmiö mahdollistaa käyttäjän liukastumaan, kaatumaan tai kompastumaan esineisiin tai esteisiin, jotka todellisessa maailmassa esiintyvät. Tämä lisää virtuaalitodellisuuden käyttäjien loukkaantumiseriskiä, ja sen suosion kasvaessa myös loukkaantumiset lisääntyvät. (Roy, 2021)

Virtuaalitodellisuus sisältää myös käyttäjille suoraan erilaisia sivuvaikutuksia. Käyttäjät ovat raportoineet, että pahoinvointi on yksi suurimmista sivuvaikutuksista, jota virtuaalitodellisuus aiheuttaa. Pahoinvoinnin syynä pidetään sitä, että virtuaalitodellinen ympäristö on ristiriidassa ihmisen aistien kanssa. Toinen suuri sivuvaikutus on silmien raskaus. Virtuaalisessa ympäristössä esiintyy paljon visuaalisia ärsykejä, jotka aiheuttavat pitkäaikaisen käytön jälkeen silmien liiallista raskautusta. Silmien liiallinen raskaus tasaisesti voi aiheuttaa käyttäjille vakavampia silmäongelmia. (Interactive, 2018)

### **3 Virtuaalitodellisuuden käyttökohteet**

Virtuaalitodellisuus on nostanut suosiotaan lähivuosina, ja tietoisuus sen olemassaolosta yleistyy kovaa vauhtia. Tämä luo mielikuvan siitä, että virtuaalitodellisuusteknologia on uutta teknologiaa, vaikka se on ollut olemassa ja sitä on kehitetty jo 1900-luvulta asti. Viimeisen viiden vuoden aikana virtuaalitodellisuus on yleistynyt useilla eri aloilla, ja sen teknologian hyödyntäminen on noussut täysin ennätysmäisiin lukemiin. Virtuaalitodellisuusteknologiaa kehitetään nopeaa vauhtia ja sen käyttö on laajentunut monille eri aloille. (Osaava Tredu, 2021)

#### **3.1 Virtuaalitodellisuus lääketieteessä**

Lääketieteessä virtuaalitodellisuutta on tutkittu jo yli neljännesvuosisata, ja se on mahdollistanut kirjoittamaan monia erilaisia julkaisuja asiaan liittyen. Lääketieteellisestä avoimesta tietokannasta löytyy tutkimuksia lääketieteessä, joissa käsitellään virtuaalitodellisuutta yli 2800. Virtuaalitodellisuusteknologiaa on tutkittu syventävästi psykiatriassa, varsinkin hoitojen avuksi ahdistuneisuushäiriöisyydessä, sillä virtuaalitodellisuuden avulla saadaan suoritettua erilaisia altistushoitoja hyvin. Virtuaalitodellisuuden avulla erilaiset hahmotelmat ovat hallittuja ja turvallisia esittää. Altistushoitotilanteessa terapeutin on mahdollista kontrolloida ahdistusta ja pelkoa aiheuttavan stimuluksen kestoa ja voimakkuutta. (Takala, 2017)

Virtuaalitodellisuuden avulla on mahdollista simuloida lähes kaikkia lääketieteellisiä tilanteita. Virtuaalitodellisuus on lääketieteen opiskelussa suuressa käytössä, sillä se on edullinen koulutustapa, ja sen avulla on mahdollista opiskella etänä. Opiskelijat pystyvät käsittelemään opittavia tilanteita, kuten ne oikeassa elämässä ovat ja nopea palautteen saaminen virheistä tehostaa oppimista. Oppimista edesauttaa myös mahdollisuus siihen, että ihmiskehon sisätilat, myös vaikeapääsyiset alueet ovat visuaalisesti saatavilla virtuaalitodellisuutta käyttäen. Tietokonegrafiikka mahdollistaa jokaisen kehon osan luomisen uudelleen yksityiskohtaisesti ja niiden avulla voidaan jäljitellä erilaisia kirurgisia tilanteita opiskelijoille. Tosielämän kirurgiset toimenpiteet kuvataan useasta eri



kuvakulmasta selvällä laadulla, ja ne lisätään virtuaaliseen ympäristöön, missä opiskelija voi suorittaa saman toimenpiteen virtuaalisesti. Virtuaalitodellinen koulutus on tunnustettu tehokkaammaksi ja paremmaksi koulutusmuodoksi lääketieteen opiskelijoille kuin tosielämässä toteutettava hoitotyö opiskelutarkoituksessa ja se mahdollistaa myös suuremmat opiskelijaryhmät eri opiskeluohjelmiin. (Thomas, 2021)

Virtuaalitodellisuus mahdollistaa monimutkaisten toimenpiteiden ennakkosuunnittelun. Leikkaustiimin on mahdollista käydä tuleva leikkaus virtuaalisessa ympäristössä läpi, ja he voivat harjoitella suunniteltua toimenpidettä leikkausta varten. Tämänkaltainen toiminta maksimoi turvallisuuden minimoimalla yllätykset, joita leikkauksessa voi ilmaantua. Kirurgisten toimenpiteiden tukena voidaan käyttää erilaisia päälle puettavia laitteita, jotka auttavat virtuaalisessa ympäristössä operoivaa henkilöä. (Thomas, 2021)

Virtuaalitodellisuutta hyödynnetään myös useissa erilaisissa kivuliaissa toimenpiteissä, kuten tipan laittamisessa ja potilaiden siteiden vaihdossa. Tällöin potilaan näkökenttä peitetään virtuaalilasien avulla, jossa potilas näkee tapahtumia virtuaalimaailmassa, ja itse kivulias toimenpide jää näkemättä. Kivunhallinnan lisäksi virtuaalitodellisuus on käytössä somaattisessa hoidossa, jossa potilaalle heijastetaan oman kehonsa sijasta virtuaalinen keho. Liikehoidossa virtuaalinen keho seuraa potilaan oman kehon liikkeitä, ja sen avulla voidaan luoda vaikutelma potilaan kehon laajemmasta liikkumisesta vääristämällä havaittua liikettä. Tämä mahdollistaa liikehoitoon sisältyvien harjoitusten mielekkäämmän läpikäynnin potilaalle. (Takala, 2017)

Tulevaisuudessa virtuaalitodellisuusteknologialla on suuri kasvupotentiaali, ja tällä hetkellä se ulottuu tunteiden ja aistien hallintaan, joka saa ympäristön tuntumaan todella realistiselta (kuva 3). (Srivastavaa, 2022). Virtuaalitodellisuuden avulla käytettävät hoidot tulevaisuudessa saattavat nousta käytettävissä olevien hoitomuotojen rinnalle kehittääkseen niitä. Virtuaalitodellisuus edesauttaa myös potilaiden viihtyvyyttä hoitojen rinnalla tarjoten viihde- ja rentoutumissovelluksia heille. (Takala, 2017)

Kuva 3. Virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä lääketieteen koulutuksessa. (ArchVirtual, n.d)



## 3.2 Viihdeteollisuus

Virtuaalitodellisuuden käyttö on suurinta viihdeteollisuudessa. Lähes puolet maailmanlaajuisista investoinneista, joita virtuaalitodellisuuteen tehdään kuuluvat viihdeteollisuuteen. Suurin viihdeteollisuuden haara virtuaalitodellisuuden näkökulmasta on videopeliteollisuus. Videopeliteollisuuden lisäksi virtuaalitodellisuusteknologian avulla luodaan enemmän mukaansatempaavia kokemuksia muilla viihdeteollisuuden haaroilla, esimerkiksi urheilussa, sosiaalisessa mediassa ja esitettävässä taiteessa. (Marr, 2021)

### 3.2.1 Videopeliteollisuus

Virtuaalitodellisuuden kokeilut videopeliteollisuudessa alkoivat 1980-luvun loppupuolella, kun kaksi tiedemiestä loivat datakäsineen. Datakäsineen avulla pelaajan sormen liikkeet

siirtyivät pelin sisään tuotokseksi. Datakäsine ei kuitenkaan menestynyt toivotulla tavalla, ja Nintendo osti sen. Nintendo markkinoi sen uudestaan, mutta huomattavasti helpompikäyttöisenä ja edullisemmin. Siitä tuli maailmanlaajuinen menestys, ja seuraavaksi Nintendo julkaisi heidän ensimmäisen VR-lasinsa, jotka tunnettiin nimellä Virtual Boy. Virtual Boy loi pohjan kaikille nykyaikaisille VR-laseille, vaikka se olikin tuolloin kaupallisesti suuri epäonnistuminen Nintendolle. 1990–2010-lukujen välillä videopelitaloudessa keksittiin muutamia virtuaalitodellisuuspelejä, jotka herättivät kuluttajissa kiinnostusta virtuaalitodellisuutta kohtaan. Virtuaalitodellisuusteknologia jatkoi kehittymistään ja sen myötä saatiin luotua tietokone- ja mobiilipohjaista VR-pelaamista, sen tämänpäiväiseen muotoonsa. (Mattoo, 2022)

Virtuaalitodellisuus videopeleissä on suunniteltu siten, että pelit ovat suunniteltu luomaan mukaansatempaavan kokemuksen, jossa käyttäjä voi tuntea olevansa vuorovaikutuksessa kehonsa ulkopuolella olevan maailman kanssa. VR-pelijärjestelmät luovat realistisia tuntemuksia käyttäjälleen, ja niiden tavoitteena on antaa käyttäjälle uskomus siitä, että he elävät sillä hetkellä virtuaalisessa maailmassa. Käyttäjä voi pelata VR-pelejä tietokoneella, kannettavalla tietokoneella, pelikonsolilla ja älypuhelimella. VR-pelaamiseen on luotu myös erilaisia laitteistoja, joista yleisimmät ovat VR-lasit ja niihin sisältyvät ohjaimet. VR-lasit maksimoivat käyttäjän uppoutumisen videopeliin, sillä niissä on usein sisäänrakennettu äänijärjestelmä ja mikrofoni. Ne myös estävät käyttäjää näkemästä todellista maailmaa ympärillään, jotta käyttäjän olisi mahdollisimman helppo uppoutua videopeliin. VR-lasien lisäksi virtuaalipelaamiseen on suunniteltu käsikäyttöiset ohjaimet, joiden avulla käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa virtuaaliympäristön kanssa. (Lutkevich, 2023)

Virtuaalitodellisuuden tulevaisuus videopeleissä näyttää valoisalta, sillä tutkimusten mukaan vuonna 2023 VR-laseja tullaan myymään kuluttajille yli 20 miljoonaa kappaletta.

Virtuaalitodellisuuden käytöstä videopeleissä on syntynyt trendi, joka yleistyy vuosi vuodelta yhä enemmän. Kiinnostus virtuaalitodellisuutta kohtaan kasvaa huimaa vauhtia, ja sen tarjoama uppoutumisen tunne vetää kuluttajia puoleensa. Normaaliin PC- ja konsolipelaamiseen verrattuna VR-pelaaminen on kalliimpaa, mutta kuluttajat ovat valmiita

maksamaan hieman enemmän siitä, että he pääsevät kokemaan videopelien ympäristöt itse virtuaalisesti. (4Experience Crew, 2022)

### **3.2.2 Elokuva- ja musiikkiteollisuus**

Virtuaalitodellisuus tarjoaa uusia mahdollisuuksia elokuva- ja musiikkiteollisuudessa. Virtuaalitodellisuuden avulla voidaan toimittaa konsertteja virtuaaliyleisölle, joka mahdollistaa kaikkien käyttäjien kokoontumisen yhteen ilman haastavia matkustamisia. VR-laitteiston avulla käyttäjillä on mahdollisuus nauttia suosikkiartistinsa live-esityksestä, ja erillisten seurantalaitteiden avulla voidaan luoda virtuaalisia ympäristöjä, missä käyttäjät voivat hypätä virtuaaliselle tanssilattialle. (Currie, 2023)

Musiikkiteollisuudessa virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää musiikin luomisessa. Virtuaalitodellisten ohjelmien avulla on mahdollista simuloida äänitysstudioita, jossa musiikkia voitaisiin tuottaa täysin virtuaalisesti. Tämänkaltainen ratkaisu on kustannustehokkaampi vaihtoehto, koska sillä voidaan korvata kalliit instrumentit ja laitteistot, joita fyysisessä äänitysstudioissa tarvitsisi olla musiikin luomista varten. Erilaisilla virtuaalisilla alustoilla pystytään luomaan jo täysin ominaisuuksiltaan valmiita ympäristöjä, joissa musiikin luominen onnistuu alusta loppuun asti. (DeCesare & Wang, n.d.)

Virtuaalitodellinen alusta Bigscreen on VR-elokuvateatteri, joka tarjoaa ihmisille mahdollisuuden kokoontua katsomaan elokuvia tai ohjelmia (kuva 4). VR-elokuvateatteri eroaa normaalista fyysisestä elokuvateatterista siten, että sinne saadaan mahdutettua niin monta ihmistä yhteen virtuaalihuoneeseen ilman huolta siitä, että kaikki eivät mahtuisi samaan tilaan. (Currie, 2023). Virtuaalitodellisuuden avulla voidaan luoda käyttäjille mielikuva siitä, että katsottava sisältö on suora, eikä kyseessä ole tallennettu kohtaus. VR-tekniikka on paras tapa vaikuttaa käyttäjien tunteisiin, sillä se ympäristö, jossa käyttäjät sisältöä katselevat on mukaansatempaava ja realistinen ympäristö. Tulevaisuudessa virtuaalisten elokuvien oletetaan yleistyvän, sillä sitä on helppo ymmärtää ja sen taustalla on suuri halu kokea jotain uutta. (BITECC.de, 2022)

Haasteena VR-elokuvissa on niiden suuri hinta. Niihin on lisättävä paljon erikoistehosteita ja niissä on oltava paljon sisältöä ja tarinankerrontaa. VR-elokuvien valmistaminen on haastavaa, sillä erikoistehosteet ovat todella kuormittavia tietokoneille, joiden suorituskyky ei ole tarpeeksi korkea erikoistehosteiden renderöintiä varten. Elokuviin esittämisen haasteena pidetään sitä, kuinka yleisölle saadaan ymmärrys siitä, mikä elokuvassa on paras kohtaus, ja missä se esitetään. VR-elokuvassa käyttäjä voi muuttaa perspektiiviä oman mielensä mukaan, ja he voivat kääntyä katsomaan toiselle sivulle, vaikka elokuvan pääkohtaus esitetään käyttäjän toisella sivulla. Elokuviin ohjaajien on vaikea saada yleisölle tietoisuuteen omat ajatuksensa elokuvan aikana, mikä luo edellä mainitun haasteen. VR-elokuvien katsominen voi tuntua osalta yleisöstä haastavalta ja ikävältä, sillä he joutuvat jatkuvasti kääntelemään päätään elokuvaa seuratakseen. Tämä on fyysisesti raskasta, ja se väsyttää katsojia elokuvan aikana. Osalle myös tämänkaltaista toimintaa on aiheuttanut huimausta katsomatta ikää tai fyysistä kuntoa. (Li, 2021)

Kuva 4. Virtuaalitodellinen elokuvateatteri. (Hayden, 2019)



### 3.3 Opetus ja koulutus

Virtuaalitodellisuutta ei ole tuotu suoraan fyysisiin luokkahuoneisiin, mutta opetuksen siirtyessä yhä enemmän verkkoympäristöön, voisi virtuaalitodellisuus olla suuri lisä erilaisiin opetussuunnitelmiin. Suurimpana haasteena pidetään vielä VR-lasien kalliita hintoja. Erilaiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että eri teknisistä innovaatioista, joita opetukseen on suunniteltu VR-laitteistot ovat saavuttaneet suuren suosion. Virtuaalitodellisuutta halutaan nähdä tulevaisuudessa koulutustiloissa, sillä virtuaalitodellinen koulutus luo oppimisesta turvallista, hauskaa ja enemmän kiinnostavampaa kuin ennen. (FutureLearn, 2021). Virtuaalitodellinen ympäristö luodaan kuvaamalla 360°-kameralla, ja ne kuvataan yleensä alkuperäisessä ja muokkaamattomassa ympäristössä. Tämä luo oppimisympäristölle kehykset, joihin voidaan lisätä tietoa, kuvia ja tekstiä opittavasta asiasta. Suunnitteluvaiheen jälkeen oppimisympäristö voidaan liittää VR-laseihin ja tarvittaessa apuohjaimiin, ja oppimisympäristö on valmiina käytettäväksi opiskelijoille. (Nieminen, 2022)

Virtuaalitodellinen opiskelu on tutkitusti tehokkaampaa opiskelijoille. Tutkimukset osoittavat, että opiskelijat oppivat paremmin oppimateriaalit, kun ne olivat virtuaalitodellisesti opiskelijan saatavilla. VR-oppimisympäristössä opiskelijat tunsivat enemmän positiivisia ja vähemmän negatiivisia tunteita verrattuna oppikirjojen käyttöön. VR-opiskelu tarjoaa opiskelijoille mahdollisuuden kokea erilaisia alueita ja ympäristöjä, jotka olisivat mahdottomia saavuttaa perinteistä opiskelumuotoa käyttäen. Opiskelijat pääsevät kokemaan itse opiskeltavat asiat, joka tutkitusti on paras tapa oppia, ja opiskelijalle jää vahva muistijälki opittavasta asiasta. Virtuaalitodellisuus opiskelussa tarjoaa rajattomat mahdollisuudet, ja sen onkin todettu olevan tulevaisuudessa enemmän käytössä, sillä laitteistoja saa huomattavasti halvemmalla kuin aikaisempina vuosina. (FutureLearn, 2021)

Virtuaalitodellisuutta hyödynnetään myös erilaisissa koulutuksissa. Suuret yritykset ovat alkaneet hyödyntämään virtuaalitodellisuutta omissa koulutuksissaan, jotka sisältävät yrityksen omia työtehtäviä virtuaalisissa ympäristöissä. Tämä mahdollistaa uusien työntekijöiden tutustumisen uusiin työtehtäviin tehokkaasti ja kustannuksia pienentäen. (Nieminen, 2022). Esimerkkinä voidaan käyttää Yhdysvaltain ilmavoimia, jotka ovat ottaneet

koulutusohjelmissaan käyttöön virtuaalitodellisuuden. Pilottikoulutusohjelman, jossa on käytetty virtuaalitodellisuutta avulla, on saatu tuloksia siitä, että lentäjät ovat oppineet perusasiat VR-koulutusten avulla erinomaisesti. Rakennusalan koulutuksissa virtuaalitodellisuus tarjoaa mahdollisuuden turvallisempaan koulutukseen kuin ennen. Turvallisuutta lisää se, että koulutusympäristöt voidaan luoda virtuaalisesti samanlaisiksi, kun ne todellisessa maailmassa ovat. Virheiden sattuessa virtuaalinen ympäristö mahdollistaa nopean palautteen saamisen sekä sen oppimisen. Virtuaalitodellisuus mahdollistaa myös rakennussuunnitelmien esittelemisen paljon yksityiskohtaisemmin kuin aikaisemmin. (FutureLearn, 2021)

Virtuaalitodellisuutta koulutuksessa on myös hyödynnetty suomessa toimivissa yrityksissä. Näitä yrityksiä ovat terveydenhuoltopalveluiden tuottaja Mehiläinen, jossa virtuaalitodellisuutta hyödynnetään henkilöstön koulutuksessa kirurgisissa toimenpiteissä haptisen kynän ja VR-lasien avulla. Teollisuusalalla toimiva Linde kouluttaa säiliöautokuskeja virtuaalitodellisessa ympäristössä, missä he pääsevät harjoittelemaan erilaisten kaasujen lastaamista oikein ja turvallisesti. Tämänkaltainen harjoittelu ei vaadi fyysistä ajoneuvoa, joten se ei sido koulutettavia tiettyyn paikkaan, jossa harjoituksia voi suorittaa. Haasteena koulutuksissa on se, että eri objektien painoa ja tuntua ei saada todellisen tuntuiseksi ympäristössä. Vaikka pieniä haasteita löytyy, on virtuaalitodellinen koulutus mahdollistanut enemmän toistoja tuoden lisävarmuutta käytännön suorittamiseen koulutettaville. Wärtsilä on keskittynyt virtuaalitodellisessa koulutuksessa työturvallisuuteen. Koulutuksissa työntekijät tunnistavat erilaisia riskejä tai uhkia, joita työympäristössä esiintyy. (Korkalainen, 2021)

## 4 Virtuaalitodelliset alustat

Virtuaalitodelliset alustat auttavat luomaan erilaisia virtuaalisia ympäristöjä, joita on mahdollista muokata omaan käyttöön sopiviksi. Ne mahdollistavat käytännön harjoittelun etänä turvallisessa ympäristössä. Yritykset hyödyntävät yhä enemmän virtuaalitodellisuutta omissa koulutusohjelmissaan, ja virtuaalitodelliset alustat tarjoavat mahdollisuuden niiden toteuttamiseen. Erilaisia virtuaalitodellisia alustoja on tarjolla paljon, ja siksi niitä voidaankin käyttää ja soveltaa usealla eri alalla. (Pappas, 2022)

### 4.1 Engage

Engage on alusta, joka paneutuu pääosin liiketoimintaan. Alustana se on suunniteltu yritysten ja organisaatioiden käyttöön, sillä sen avulla he voivat järjestää koulutuksia, tuote-esittelyitä ja asiakastapaamisia (kuva 5). Engagesta on olemassa kolme erilaista versiota, joista kaksi on maksullisia. Maksulliset versiot sisältävät enemmän sisältöä ja ominaisuuksia, joita ilmaisversiosta ei löydy. Kaikista kallein versio, joka on nimeltään Enterprise sisältää mahdollisuuden lisätä 3D-malleja ympäristöön. Siinä on mahdollista myös hallita käyttäjiä, jakaa sisältöä ryhmässä olevien käyttäjien kanssa ja luoda yksityisiä tapahtumia samassa ryhmässä olevien käyttäjien kesken. Maksulliset versiot sisältävät yli sata visuaalisesti erilaista ympäristöä, jossa käyttäjät voivat luoda omia tapahtumiaan. Käyttäjillä on mahdollisuus jakaa tiedostoja ja peilata oman isäntätietokoneensa näyttöä suoraan virtuaaliseen ympäristöön, ja lisätä animaatioita ja taustaääniä uppoutumisen parantamiseksi. Engage on noussut suosituksi alustaksi suurien yritysten keskuudessa, kuten BMW:n, Lenovon ja monen muun, auttaakseen heidän VR-strategioiden toteuttamisessa. (Engage, n.d.)



Kuva 5. Engage. (Gauthier, 2018)



## 4.2 vSpatial

vSpatial alusta keskittyy etätyöskentelyyn tarjoamalla erilaisia virtuaalisia työtiloja. Virtuaalitoimistoissa käyttäjät pystyvät olemaan vuorovaikutuksessa työpöydän ja sovellusten kanssa. Niissä käyttäjällä on mahdollista jakaa fyysisen tietokoneen näkymästä virtuaalisia näyttöjä vierekkäin virtuaaliseen ympäristöön, jossa niitä voi siirrellä ja personoida oman halunsa mukaan (kuva 6). vSpatial tarjoaa mahdollisuuden liittää näppäimistön virtuaaliseen toimistoon, joka nopeuttaa ja helpottaa työskentelyä. Virtuaaliseen ympäristöön on mahdollista luoda virtuaalinen avatar, jonka avulla käyttäjät voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään tapaamisissa. vSpatialin perusversio on ilmainen käyttää, mutta maksulliset versiot tarjoavat laajemmat ominaisuudet virtuaalisen ympäristön käytössä. (vSpatial, n.d.)

Kuva 6. vSpatial näkymä. (FinSMEs, 2018)



### 4.3 Glue

Glue on suomalainen yritys, joka keskittyy alustana liike-elämään, ja se hyödyntää mukaansatempaavaa virtuaalitodellisuutta, joka on luotu 3D-grafiikoita käyttäen. Se tarjoaa liike-elämän ammattilaisille tiimitilaa ja etäkäyttöä jaetussa verkossa. Gluen käytön alussa luodaan tiimi, johon jäsenet liitetään, ja tiimeille nimetään pääkäyttäjät. Gluessa kaikki yhteistyö onnistuu virtuaalitulassa, joten tarvittavat videopuhelut tai tapaamiset järjestyvät virtuaalisesti (kuva 7). Virtuaalitulosten ympäristöjä on tarjolla Gluen omassa kirjastossa useita vaihtoehtoja. Olemassa olevien kirjastoiden lisäksi Glue voi räätälöidä ympäristöjä eri tarpeiden mukaan. Tiimitilat ovat suunniteltu siten, että käyttäjät uppoutuvat sinne täysin kuulon, äänen ja kosketuksen avulla. Gluen tiimitiloissa on käytössä tilaääni, jonka avulla keskustelut tuntuvat samanlaisilta kuin todellisessa maailmassa. Äänien ja puheen oikea suuntaus mahdollistaa puheluiden paremman ja selvemmän äänenlaadun. Tiimitiloissa käytyjen kokousten sisältö ei katoa, kun kokoukset loppuvat, vaan niitä pääsee tarkastelemaan jälkikäteen milloin tahansa. Tämän ominaisuuden avulla käyttäjät voivat liittyä tiimitiloihin jälkikäteen, ja heidän on mahdollista nähdä aikaisemmat muistiinpanot ja

merkinnät, joita tiimitilassa on aikaisemmin tehty. Tiimitilojen määrää ei ole rajoitettu maksullisissa versioissa. (Glue, n.d.)

Kuva 7. Glue. (Buzzinvr, n.d.)



#### 4.4 Immersed

Immersed on pääpiirteiltään samankaltainen VSpatialin kanssa. Se mahdollistaa omassa virtuaalisessa ympäristössään viiden virtuaalisen näytön jakamisen fyysisen tietokoneen näkymästä. Alustana se on helposti siirrettävä, ja sen käyttö on mahdollista missä tahansa (kuva 8). Sen virtuaalisissa huoneissa voidaan työskennellä yli neljän hengen ryhmissä, ja huoneissa voidaan jakaa useamman käyttäjän ruutua. Virtuaalihuoneisiin on mahdollista lisätä myös valkotaulun, jonka avulla käyttäjät voivat ideoida tai suunnitella erilaisia projekteja ja tapahtumia. Kaikki Immersedin ominaisuudet käyttäjä saa ilmaiseksi, eikä lisäkustannuksia tule. (Immersed, n.d.)

Kuva 8. Immersed. (Brodsky, 2021)



## 5 Alustatestaukset

Valitsin opinnäytetyössäni testattavaksi kaksi eri virtuaalitodellista alustaa, jotka omasta mielestäni voisivat sopia parhaiten toimeksiantajayritykseni koulutuksiin. Virtuaalitodelliset alustat, mitkä valitsin ovat Glue ja Engage. Olen saanut testeihin toimeksiantajayritykseltä HTC Vive Pro 2 Full Kitin, sekä Varjo Aero -VR-lasit. Laitteisiin sisältyy kaksi HTC Base Station 2.0 tukiasemaa, kaksi VIVE Controller-ohjainta ja edellä mainitut VR-lasit.

Alustatestaukset sekä havainnoinnit suoritti opinnäytetyön tekijä. Testauksien ja havaintojen avulla saadaan selvitettyä se, että sopiiko testattavat alustat toimeksiantajayrityksen koulutuskäyttöön. Kaikki testaukset suoritetaan samassa fyysisessä ympäristössä. Molemmat alustat testataan ilmaisilla versioilla, jotka ovat kuluttajille saatavilla. Testauksissa keskitytään virtuaaliympäristöiden ominaisuuksiin, käytettävyyteen sekä virtuaalisen ympäristön tarjoamiin lisäominaisuuksiin.

Virtuaalitodellisuutta tullaan käyttämään toimeksiantajayrityksessä uusien työntekijöiden perehdyttämiseen, työntekijöiden turvallisuuskoulutuksiin ja eri osastoiden yksilöllisempään koulutukseen. Virtuaalitodellisuutta voidaan myös hyödyntää toimeksiantajayrityksen logistiikan apuna. Tällä hetkellä virtuaalitodellisuutta ei ole hyödynnetty toimeksiantajayrityksessä ollenkaan, joten opinnäytetyöni toimii mahdollisesti avauksena suurempaan kartoitukseen virtuaalitodellisuuden käyttöön toimeksiantajayrityksessä.

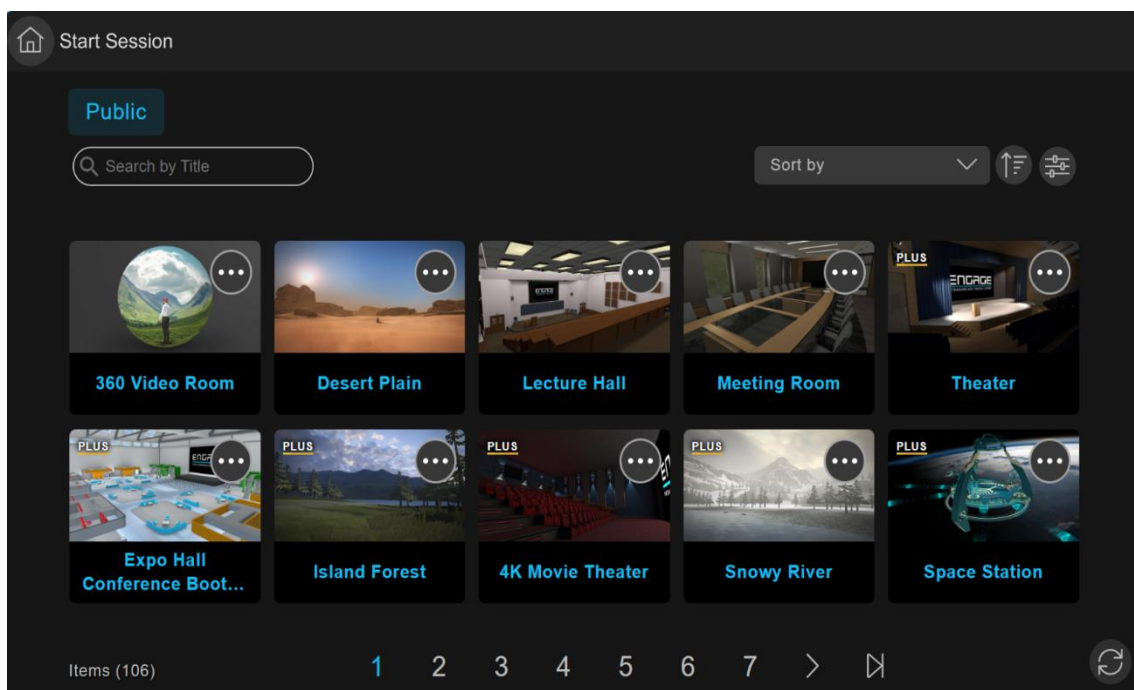
### 5.1 Testattavien alustojen ominaisuudet

Virtuaalitodellisten alustoiden oletusominaisuudet ovat samankaltaiset. Molemmat alustat vaativat käyttäjätunnuksen luomisen, jotta niitä voi ruveta käyttämään. Käyttäjä pääsee valitsemaan eri teemoilla olevia virtuaalisia ympäristöjä, jotka löytyvät valmiiksi asennettuina virtuaalialustan kirjastosta.

### 5.1.1 Engagen ominaisuudet

Ominaisuuksiltaan Engage tarjoaa heti sen käynnistyttyä selkeän ja miellyttävän näkymän. Alustan istuntoja varten luodaan aluksi avatar, joka näkyy muille käyttäjille virtuaalisessa ympäristössä. Ilmaisesa versiossa on vähemmän eri teemoilla olevia ympäristöjä tarjolla, kun taas maksullinen versio tarjoaa jopa yli 200 erilaista vaihtoehtoa istunnon ympäristölle. (kuva 9). Istunnon aloittaminen tapahtuu selkeästi sen jälkeen, kun on saanut valittua sopivan ympäristön istuntoa varten. Istuntojen luominen muille saataviksi kuuluu maksulliseen versioon, joten ilmaisessa versiossa voi luoda istunnon vain itselleen.

Kuva 9. Engagen aloitusvalikko ja eri ympäristöjä.

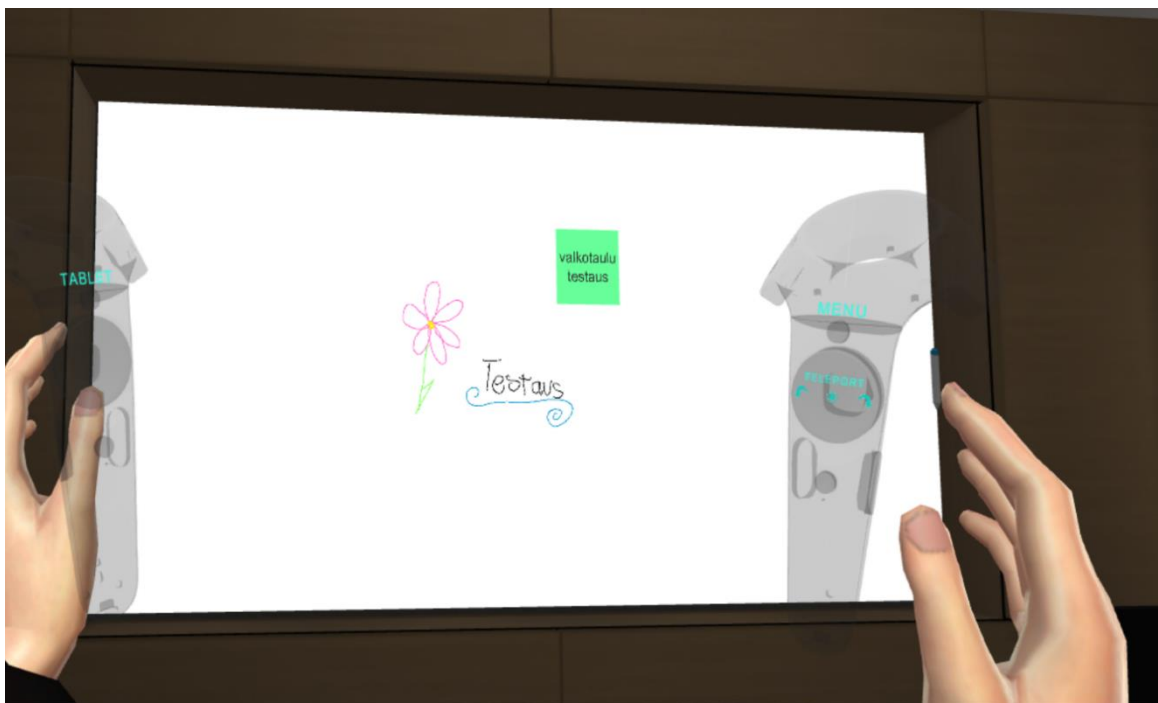


Istunnossa ääniasetukset ovat helposti saatavilla, ja mikrofonin mykistys onnistuu helposti samasta paikasta. Vapaa liikkuminen istunnoissa on aluksi lukittuna, mutta sen saa avattua asetuksista auki. Liikkumisen avuksi ympäristössä pystyy myös teleporttaamaan, jonka avulla voi liikkua hieman nopeammin istunnon sisällä.

Testattavassa versiossa Engagesta tulee standardina joitain työkaluja, joista tätä oppinäytetyötä varten tärkeimpiä ovat mielestäni erilaiset taulut ja videonäytöt. Omasta

mielestäni suuri miinus tulee siitä, että täysin tyhjä valko- tai mustataulu eivät ole saatavissa ilmaisessa versiossa. Löysin kuitenkin yhden valmiin ympäristön, jossa oli valmiiksi valkotaulu (kuva 10), johon onnistui hyvin kirjoitus ja post-it lappujen lisääminen. Puutteena tässä kuitenkin oli se, että kyseistä valkotaulua ei pystynyt siirtelemään ympäristön sisällä, joka voisi olla hyödyllistä joissakin tapauksissa. Kuitenkin Engage tarjoaa laajan määrän esineitä tai asioita, joita pystyy lisäämään istuntoon.

Kuva 10. Engageissa olevan valmiin ympäristön valkotaulun testausta.

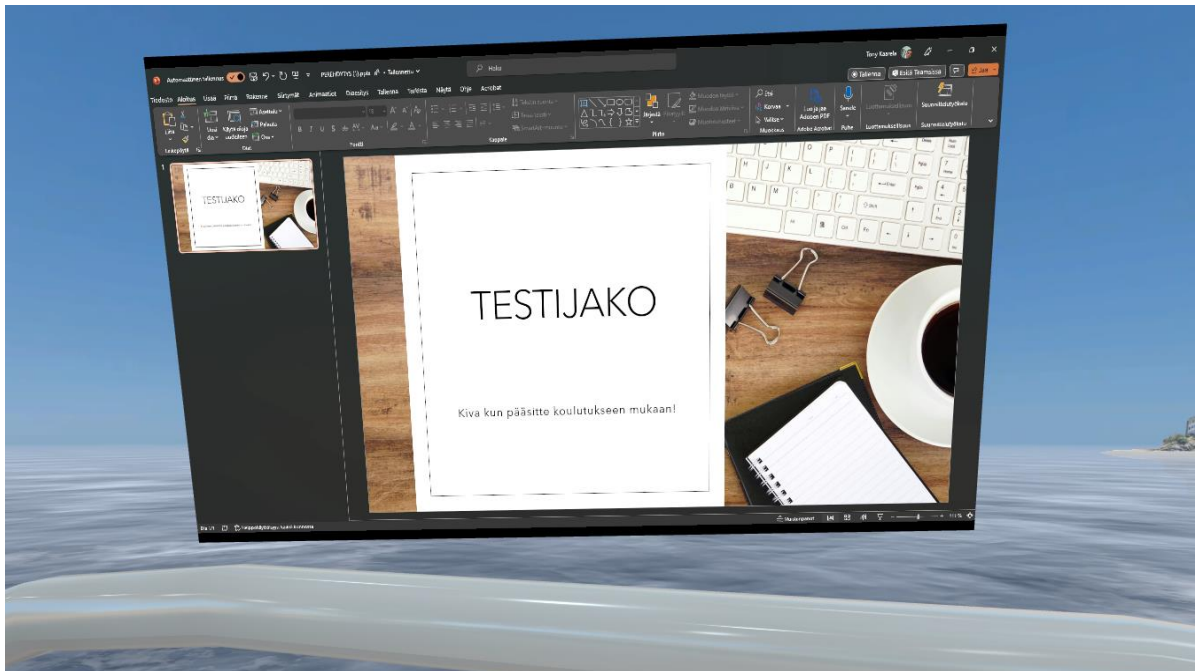


Lisäksi Engage tarjoaa mahdollisuuden tallentaa ympäristöstä liikkeit eri toiminnoissa, äänen ja kaikki jaetut tiedostot ja 3D-mallit, joita ympäristöön lisätään. Tallennus voidaan asettaa omaan käyttäjään tai kaikkiin, jotka tilassa ovat sillä hetkellä mukana. Testattavassa versiossa tallennus onnistui vain omaan käyttäjään, mutta se toimi hyvin, ja puhe oli selkeää ja hyväkuuloista.

Yksi todella hyvä ominaisuus, mikä Engagesta löytyy, on tiedostojen jakaminen. Ympäristöön voi lisätä videonäytön, johon käyttäjä pystyy jakamaan omaa ruutuaan tai sisältöä verkkoselaimella, kuten tiedostoja OneDrivestä. Ilmaisella versiolla näyttöä tai tiedostoja

pystyi jakamaan vain itselleen, mutta maksullinen versio tarjoaa mahdollisuuden siihen, että kaikki näkevät sisällön, jota jaetaan. Siinä on myös aikarajaton jakaminen, kun ilmaisversiossa jakoaikaa on vain viisi minuuttia. Videonäyttöä, jossa jaettava sisältö näkyy, on mahdollista siirtää ja kääntää virtuaalisessa ympäristössä (kuva 11). Videonäyttöä on mahdollista luoda useampia ympäristöön ja jaotella niitä eri paikkoihin, jos käyttäjiä on paljon samassa tilassa.

Kuva 11. Engagessa Powerpointin jakamista merimaisemassa.



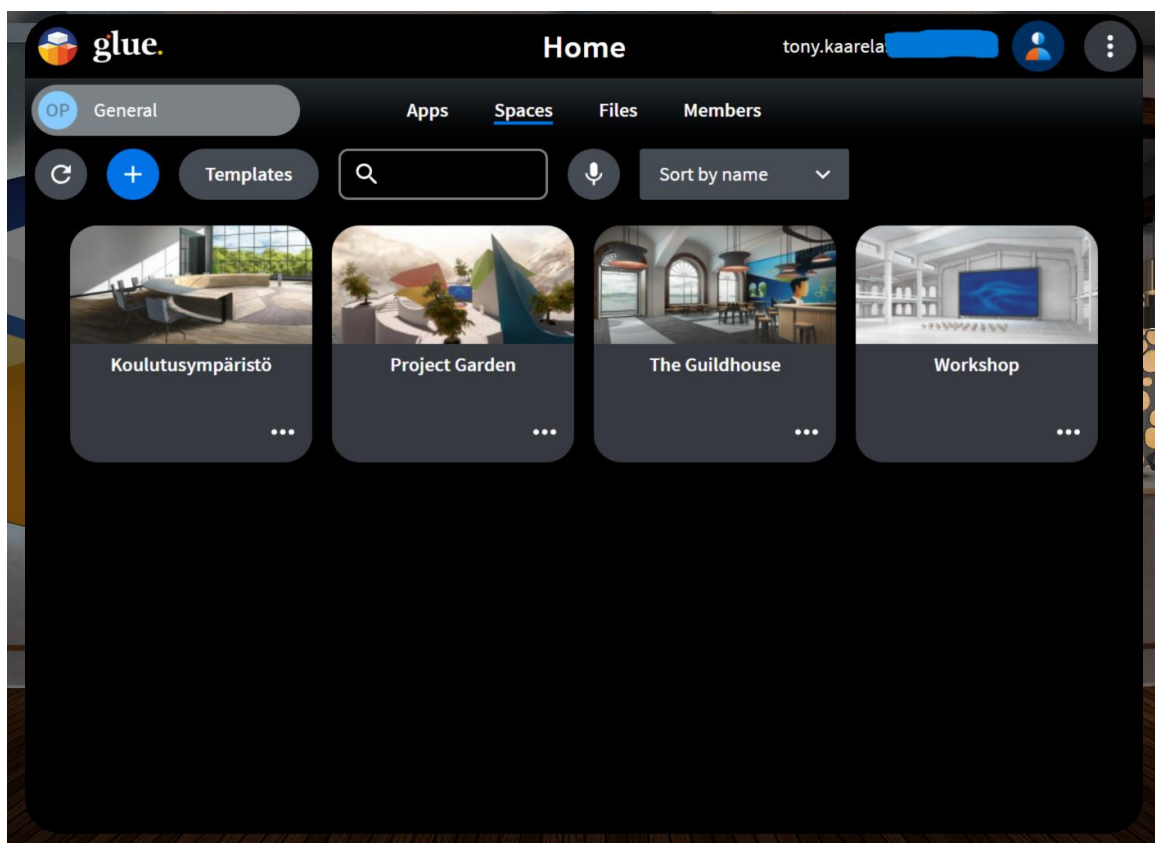
Engagen testeissä tuli vastaan myös muutama negatiivinen asia. Alusta asti Windowsille tarkoitettu työpöytäsovellus toimi ajoittain huonosti. Sovellus ei suostunut käynnistymään eikä antanut minkäänlaista virheilmoitusta. Tähän auttoi se, että koitti avata sovellusta muutaman kerran uudestaan. Muuten suurempia ongelmia sovelluksen kanssa ei ollut. En saanut testien aikana eri videonäyttöihin jaettua erilaista sisältöä, vaan kaikissa näkyi sama sisältö. En löytänyt varmaa tietoa siitä, että onko se mahdollista ilmaisella versiolla.



### 5.1.2 Gluen ominaisuudet

Ominaisuuksiltaan Glue on samankaltainen Engagen kanssa. Sovelluksen käynnistyessä käyttäjälle aukeaa selkeä aloitusvalikko (kuva 12), josta hän voi valita tiloja, johon haluaa luoda oman ympäristönsä. Aloitusvalikosta voidaan valita myös työkaluja, joita tilaan voidaan lisätä. Gluen tarjoamia valmiita tiloja on huomattavasti vähemmän kuin Engagessa. Tilat ovat pyritty suunnittelemaan niin, että jokaisella tiimillä tai käyttäjällä olisi mahdollisuus uppoutua nopeasti virtuaaliseen ympäristöön, joka on sopiva heidän tarpeisiinsa. Testattavassa ilmaisessa versiossa Glue tarjoaa mahdollisuuden tiimiin, jossa on maksimissaan 10 jäsentä, ja maksimissaan 30 minuutin istuntoajat. Maksullisissa versioissa nämä ominaisuudet ovat rajattomat. Glue tarjoaa myös yritysten käyttöön täysin räätälöityjä ratkaisuja. Näitä voivat olla ympäristöt, jotka ovat tehty juuri yrityksen tarpeisiin, ja ne tarjoavat yritykselle esimerkiksi mahdollisuuden käytännön harjoittelulle.

Kuva 12. Gluen aloitusnäyttö ja valmiiksi luotuja tiloja.

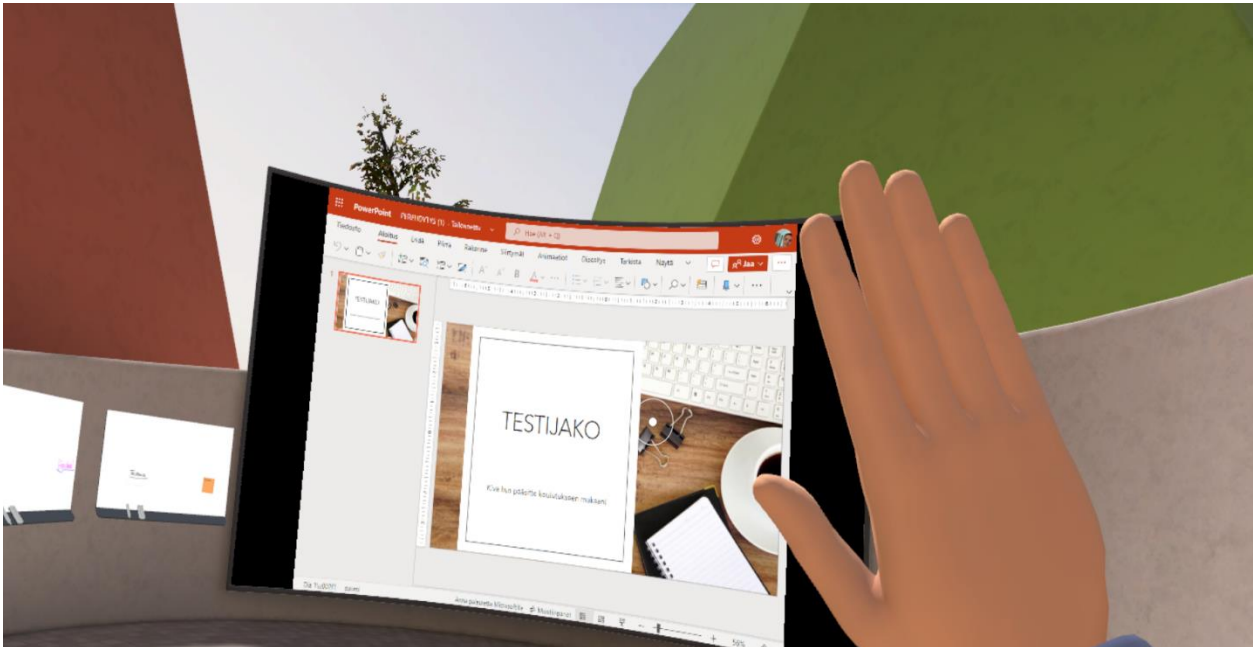


Ääniasetukset ovat helposti saatavilla, ja Glue käyttääkin tilääntä ympäristöissään, jotta keskustelut tuntuisivat yhtä aidoilta kuin oikeassa maailmassakin. Mikrofonin vaimennus löytyy myös helposti, jos tulee tilanteita, että et halua puheesi kuuluvan virtuaaliseen ympäristöön. Liikkuminen Gluen ja Engagen ympäristössä on samanlaista, sillä molemmista löytyy vapaan liikkumisen lisäksi myös teleporttaus, jotta voitaisiin liikkua ympäristössä hieman nopeammin.

Glue tarjoamat työkalut käyttäjän käyttöön ovat: post-it laput, valkotaulu, kameralla tehtävät kuvankaappaukset, laserosoitin ja piirtotyökalu. Toisin kuin Engagessa Glue tarjoaa valkotaulun, johon voidaan kirjoittaa tai piirtää sisältöä. Valkotaulua on mahdollista myös siirrellä ympäristön sisällä. Valkotauluja voidaan lisätä ympäristön sisään tarvittaessa useita. Glue tarjoamat työkalut ovat kuitenkin huomattavasti niukemmat kuin Engagessa, mutta päätyökalut ovat lähes samat.

Gluessa on mahdollista jakaa Microsoft Officen tarjoamaa sisältöä suoraan ympäristön sisälle (kuva 13). Sisältö avautuu suoraan ympäristöön, ja sitä on mahdollista liikutella ympäristön sisällä. Tähän ei siis tarvitse erillisiä videonäyttöjä. Nettiselaimen sisällönjakaminen toimii ympäristössä samalla tavalla. Gluessa löytyy integroitua videonäyttöjä, joihin sisällönjakaminen onnistuu, mutta muuten näihin on vain yksi näyttö virtuaalisessa ympäristössä.

Kuva 13. Gluessa kahden valkotaulun testausta ja Microsoft Office Powerpointin jakoa.



Glue-ympäristöissä ominaisuuksista suurin puute on se, että istunnot ainakaan tällä hetkellä ei pysty tallentamaan, kuten Engagessa. Istunnon tallennus voi olla käyttäjille tärkeä ominaisuus, sillä se mahdollistaa tärkeiden esitysten tai tapahtumien tallentamisen ja uudelleen käyttämisen tarvittaessa. Windowsille tarkoitettu sovellus toimi testien aikana moitteettomasti.

## 5.2 Käytettävyys

Testattavien alustoiden käytettävyydessä oli hieman eroja. Käytettävyyden tärkeys on suuri asia virtuaalitodellisessa ympäristössä, sillä jos käytettävyys on huono, syntyy virtuaalitodellisen alustan käytöstä vain negatiivisia ajatuksia. Käytettävyyden huonous vaikuttaa myös siihen, että alustan käyttö ei onnistu siihen tarkoitukseen, johon sitä on suunniteltu.

Testattavista alustoista Glue oli käytettävyydeltään selkeämpi ja parempi. Glue-ympäristössä liikkuminen oli saumatonta ja sulavaa. Myös eri työkalujen käyttö onnistui ilman minkäänlaisia ongelmia. Erilaiset toiminnot, kuten piirtotyökalun käyttö

onnistui hienosti ja sisällön luominen virtuaalisessa ympäristössä oli helppoa. Gluen tarjoamia työkaluja oli helppo käyttää, ja ympäristöön sopeutuminen kävi ensikertalaiseltakin vaivattomasti. Käyttäjänä oli helppo löytää erilaiset toiminnot, joita ympäristössä oli mahdollista käyttää. Tähän auttoi se, että päävalikon alta löytyi kaikki tarvittava, ja ne olivat nimetty selkeästi ja käyttäjäystävällisesti.

Käytettävyydeltään Engage oli hieman haastavampi. Liikkuminen välillä oli hieman haastavaa, varsinkin teleporttausta käyttäessä. Engagen päävalikko ei ollut niin yksinkertaisesti ja helposti suunniteltu kuin Gluessa. Erilaisia työkaluja ja objekteja, joita ympäristöön on mahdollista lisätä, löytyy huomattavasti enemmän, joten tietyn objektin etsiminen oli haastavampaa. Engagessa myös objektit ovat nimetty päävalikossa IFX:n alle, josta johtuikin aluksi se, että en meinannut löytää niitä. Tässä tapauksessa liian suuri määrä erilaista sisältöä, jota ympäristöön voi lisätä vaikeutti käyttöä. Tämän lisäksi suurin osa objekteista oli mahdollista saada käyttöön vain maksullisissa versioissa, ja pitikin olla hieman tarkkana siitä, mitä oli mahdollista käyttää ilmaisessa versiossa. Kuitenkin sen jälkeen, kun sitä oli muutaman tunnin harjoitellut, käytettävyys helpottui.

### **5.3 Lisäominaisuudet**

Testattavat alustat tarjoavat käyttäjälle myös joitain lisäominaisuuksia. Alustana Glue ei tarjoa kuitenkaan hirveästi käyttäjälle virtuaaliseen ympäristöön lisätyökaluja, joten Gluen tarjoamat perustyökalut ovat vain saatavilla käyttöön. Toimeksiantajan käyttöön molemmat alustat tarjoavat mahdollisuuden siihen, että virtuaaliseen ympäristöön voidaan luoda täysin toimeksiantajan tarpeisiin ympäristöjä, joissa koulutuksia voi suorittaa. Opinnäytetyön testauksissa ei ollut kuitenkaan mahdollista testata täysin räätälöityjä ympäristöjä, sillä ne eivät sisälly testattaviin ilmaisversioihin alustoista. Molemmista alustoista löytyy myös mahdollisuus liittää omia 3D-malleja virtuaalisen ympäristön sisälle. Tämä on hyödyllinen ominaisuus, sillä se mahdollistaisi toimeksiantajan koulutuksissa 3D-mallien lisäämisen ympäristöön, mikä edesauttaisi koulutusten tehokkuutta ja ymmärtämistä.

## 6 Pohdinta ja johtopäätökset

Virtuaalitodellisuutta hyödynnetään jo monen eri alan koulutuksissa ja harjoituksissa. Se mahdollistaa nopean palautteen saamisen, ja luo täysin uuden näkökulman ihmisen oppimiseen. Testien avulla pääsin syventymään enemmän virtuaalitodellisuuden käyttöön, ja siihen, mitä kaikkea sen avulla on mahdollista tehdä. Virtuaalitodellisuus toimii mahdollistajana todella moneen eri asiaan, sillä sitä voidaan kehittää ja räätälöidä, aina jokaisen omiin tarpeisiin todella yksilöllisesti. Uskon, että virtuaalitodellisuus on yhä enemmän mukana maailman menossa tulevaisuudessa.

Virtuaalitodellisuus mahdollistaa kustannustehokkaan vaihtoehdon henkilöstön koulutukseen, sillä virtuaalitodellisiin ympäristöihin voidaan tuoda objekteja, joiden avulla voidaan kouluttautua. Se mahdollistaa käytännön harjoittelua ympäristössä tehokkaammin sekä sen avulla voidaan kouluttaa henkilöstöä ilman vaatimusta siitä, että työntekijän tarvitsee olla fyysisesti juuri siellä, missä työ tapahtuu. Virtuaalitodellisuuden avulla koulutuksia voi järjestää siis missä vain, jonka takia ihmisten ei tarvitse liikkua kulkuneuvoilla fyysisesti paikan päälle, mikä edistää kestäväää kehitystä. Kerran luotua 3D-ympäristöä voidaan hyödyntää yhä uudelleen koulutuksissa ilman erillisiä lisäkustannuksia. Virtuaalitodellinen koulutus on myös kustannustehokkaampaa siten, että siihen harvoin tarvitaan erillistä kouluttajaa, sillä tarvittavat ohjeet ovat saatavilla virtuaalisen ympäristön sisällä.

Virtuaalitodellisuuden avulla suoritetuista koulutuksista jää koulutettaville parempi muistijälki. Henkilöstö pääsee itse suorittamaan koulutettavia toimenpiteitä usein huomattavasti useammin kuin normaalissa koulutuksessa. Virtuaalitodellisuuden avulla saadaan siis koulutettua nopeammin sekä tehokkaammin henkilöstöä työtehtäviään varten.

## 6.1 Toimeksiantajalle sopivin alusta

Yksi tutkimuskysymyksistä, jota lähdin opinnäytetyön alustatestauksessa tutkimaan, oli se, että sopisiko joku jo olemassa oleva alusta toimeksiantajayrityksen koulutuskäyttöön. Virtuaalitodellisuuden käyttöönottoaminen koulutuskäyttöön on vielä alkutekijöissä, mutta opinnäytetyöni voi tuoda uusia näkökulmia toimeksiantajayritykselle.

Opinnäytetyössä esitellyistä ja testatuista alustoista toimeksiantajan käyttöön sopii parhaiten mielestäni Glue. Vaikka Gluessa ei ole työkaluja välttämättä yhtä paljon kuin muissa alustoissa, tarjoaa se tätäkin tärkeämpää läsnäolon tunnetta parhaiten. Pidän toimeksiantajan koulutuksia ajatellen ehdottomasti tärkeimpänä kulmakivenä sitä, että koulutettavat pystyvät suorittamaan koulutuksen ympäristössä, joka tuntuu samalta kuin oikeassa elämässä tapahtuva koulutus. Tähän Glue on mielestäni paras, sillä ympäristöissä käytössä oleva tilääni edesauttaa uppoutumista entistä enemmän. Yksi iso asia, joka mielestäni vaikuttaa myös positiivisesti Gluen valintaan oli sen käytettävyys. Gluen käytettävyys oli testeissä huomattavasti sulavampi ja helpompi kuin esimerkiksi Engagen. Gluen sisältämät ominaisuudet toimivat vaivatta ja liikkuminen ympäristön sisällä oli sulavaa.

Alustana Glue on mielestäni myös helppokäyttöisin. Henkilölle, joka on käyttänyt vähän tai ei ollenkaan virtuaalitodellisia laitteita tai ympäristöjä tulisi olla alkuun helppokäyttöinen alusta, jotta tutustuminen virtuaalitodellisuuteen ei olisi liian vaikeaa. Virtuaalitodellisuus kuitenkin on vielä monelle ihmiselle ja yritykselle uusi asia, joten helppokäyttöisyys on hyväksi varsinkin alussa. Glue on yrityksenä myös kotimainen, joten yhteistyö sujuisi yritysten kesken varmasti loistavasti ja ilman suurempia ongelmia.

Gluen avulla toimeksiantajayritys saisi järjestettyä erilaisia koulutuksia uusille työntekijöille, mutta myös työntekijöille, jotka ovat olleet yrityksessä jo pidemmän aikaan. Ensimmäisenä koulutuskohteena olisi uusien työntekijöiden perehdyttäminen, joka onnistuisi siten, että kuvattaisiin työympäristö 360-asteen kameralla, ja luotaisiin siitä virtuaalinen ympäristö. Näin uusille työntekijöille voitaisiin kouluttaa myyntitilanteita, yrityksen järjestelmän käyttöä, ja tuotteiden hälyttämistä sekä hyllyttämistä tehokkaasti virtuaalisessa

ympäristössä. Virtuaalitodellisuus tarjoaa myös mahdollisuuden eri osastoiden uusien tuotteiden tuote-esittelyyn. Virtuaalitodellisuuden avulla uudet tuotteet saataisiin tuotua yhä lähemmäksi työntekijöitä, joka edesauttaisi tuotetietämystä sekä myyntiä. Erilaisia tuotteita voisi liittää virtuaalitodelliseen ympäristöön 3D-mallina. Useita tuotteita saa jo 3D-mallinnettuna esimerkiksi fbx-tiedostona, joita Glue myös tukee. Tämänkaltainen koulutustapa mahdollistaisi työntekijöille mielenkiintoisemman ja uudenlaisen tavan tutustua tuotteisiin.

Glue toimisi myös hyvin toimeksiantajayrityksen logistiikan apuna. Logistiikan perustoimintoja olisi mahdollista harjoitella useita kertoja virtuaalisessa ympäristössä, joissa virheiden tekemisestä saisi nopeaa palautetta, joten myös työturvallisuus paranee. Varastolla tapahtuvia töitä, kuten tuotteiden vastaanottamista, varastointia, ja tuotteiden luovutusta voisi harjoitella siten, että ei tarvitsisi olla fyysisesti paikalla, joka olisi kustannustehokkaampi tapa. Virtuaalitodellinen ympäristö sisältäisi ohjeita sekä vinkkejä, joiden avulla pääsisi harjoittelemaan logistiikan toimintatapoja. Myös uusien toimintatapojen tullessa tarjoaa Glue parhaan mahdollisen ympäristön niiden harjoitteluun.

## **6.2 Virtuaalitodellisuus osaksi koulutuksia**

Virtuaalitodellisuuden käyttöönotto alkaa siitä, että luodaan henkilöstölle tila, missä voi turvallisesti käyttää virtuaalitodellisia laitteita. Tämän jälkeen tietenkin tarvitsee hankkia laitteet, joiden avulla virtuaalitodellisuutta voi käyttää. Koulutukset kannattaa mielestäni aloittaa jostain pienemmästä koulutuspaketista. Virtuaalitodellisia koulutuksia ei varmasti tehdä hetkessä, joten alussa olisi hyvä tehdä pilotti, missä päästään testaamaan virtuaalitodellisten laitteiden ja -ympäristön toimivuutta. Yksi suuri asia, joka mielestäni kannattaa tehdä heti alussa on se, että alkaa muuttamaan yrityksen koulutusmateriaaleja virtuaalitodellisuuteen sopivaksi, jotta niitä päästäisiin hyödyntämään heti alusta asti. Pilotti antaa myös arvokasta tietoa siitä, että oppiiko työntekijät virtuaalitodellisuuden avulla asioita tehokkaammin.

Työpaikasta löytyy varmasti henkilöstöä, jolle virtuaalitodellisuus ei ole tuttu aihe. Tätä varten olisi hyvä luoda jonkinlaiset ohjeet tai perehdytys työntekijöille, jossa neuvotaan virtuaalitodellisuuden perusteita ja sen käyttämistä. Tästä voisi tulla myös selville yrityksen käytössä oleva alusta, ja sen käyttöön ohjeita sekä vinkkejä. Palautteen kuuleminen henkilöstöltä edesauttaa virtuaalitodellisuuden tuomista koulutuksiin, sillä palautteen avulla saadaan tärkeää tietoa siitä, missä on onnistuttu, mutta myös tietoa kehitettävistä kohteista. Kaikkea ei voi tietenkään ennustaa ennalta, mutta käytännön kokeiluilla virtuaalitodellisuuden käytöstä sekä sen toimivuudesta yrityksessä saadaan varmasti tulevaisuutta varten kallisarvoista tietoa, minkä avulla koulutuksia saadaan kehitettyä yhä enemmän toimeksiantajalle sopivimmiksi.



## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön aihe oli virtuaalitodellisuus, ja se miten sitä voisi käyttää koulutuksissa apuna. Päätaavoite oli etsiä olemassa olevista virtuaalitodellisista alustoista toimeksiantajalleni paras mahdollinen. Teoriaosassa pureuduttiin syvällisemmin virtuaalitodellisuuteen, mutta myös alustoihin, jotka tarjoavat virtuaalitodellisia ympäristöjä. Siinä lukijalle esitetään virtuaalitodellisuuden toimintaperiaatteita sekä käyttökohteita, joissa virtuaalitodellisuus on jo käytössä mukana. Käytännönosassa valitsin kaksi mielestäni sopivinta alustaa toimeksiantajalle, joista testasin ominaisuuksia ja käytettävyyttä.

Virtuaalitodellisuus oli itselleni kiinnostava, mutta vielä hieman tuntematon aihe ennen opinnäytetyön suorittamista. Henkilökohtaisella tasolla opinnäytetyön aikana pääsin oppimaan virtuaalitodellisuudesta todella paljon. Olin ennen opinnäytetyötä käyttänyt hieman VR-laitteita pelaamista varten, mutta työn aikana pääsin käyttämään niitä monipuolisemmin.

On olemassa jo jonkin verran yrityksiä, jotka käyttävät virtuaalitodellisuutta koulutuksissaan. Uskon kuitenkin, että virtuaalitodellisuus nousee todella suosituksi tulevaisuudessa varsinkin yrityskäytössä, sillä sen mahdollistamat asiat saadaan hyvin vaivattomasti ja kustannustehokkaasti käyttöön. Se tarjoaa todella laajan skaalan asioita, jotka eivät välttämättä olisi saavutettavissa fyysisessä maailmassa.

Omasta mielestäni onnistuin vastaamaan hyvin opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin, jotka ovat: Miten virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää koulutuksissa, Mikä olisi paras virtuaalitodellinen alusta toimeksiantajayritykselle ja Mitä lisäarvoa virtuaalitodellisuus tuo koulutuksiin. Sain mielestäni luotua yksinkertaisen, mutta selkeän pohjan toimeksiantajayritykselleni, jotta he voisivat alkaa miettimään virtuaalitodellisuuden tuomista koulutuksiin mukaan. Käytössä testeissä oli ilmaisversiot alustoista, mutta niistä sai jo tarpeeksi kattavan näkökulman kyseisen tuloksen saavuttamiseksi.

## Lähteet

4Experience Crew. (20.7.2022). *Why VR Game Development Is The Future of Gaming*.  
<https://4experience.co/why-vr-game-development-is-the-future-of-gaming/>

ArchVirtual. (n.d.) *VR Bone Fracture Reduction Healthcare Simulation* [kuva]  
<https://archvirtual.com/project/vr-bone-fracture-reduction/>

BITECC.de. (2022). *How VR Works In Film Industry? | LinkedIn*.  
[https://www.linkedin.com/pulse/how-vr-works-film-industry-bitecc-gmbh/?trk=pulse\\_article\\_more-articles\\_related-content-card](https://www.linkedin.com/pulse/how-vr-works-film-industry-bitecc-gmbh/?trk=pulse_article_more-articles_related-content-card)

Brodsky, S. (2021) *Immersed* [kuva]. <https://www.lifewire.com/immersed-s-virtual-desktop-lets-you-do-real-work-in-vr-5112479>

Buzzinvr. (n.d.) *Glue* [kuva]. <https://test.buzzinvr.com/en/paslaugos/3d-erdves/glue/>

Charara, S. (2017). *Explained: How does VR actually work?* Wareable.  
<https://www.wareable.com/vr/how-does-vr-work-explained>

Currie, J. (2023). *5 Ways Virtual Reality Is Changing Entertainment*. MUO.  
<https://www.makeuseof.com/virtual-reality-changing-entertainment/>

DeCesare, M., & Wang, H. (n.d.). *The Use of AR and VR to Change the Future of Music*.  
*Wharton Neuroscience Initiative*. Noudettu 8. elokuuta 2023, osoitteesta  
[https://neuro.wharton.upenn.edu/community/winss\\_scholar\\_article4/](https://neuro.wharton.upenn.edu/community/winss_scholar_article4/)

Engage. (n.d.). *Engage Features*. ENGAGE | The Professional Metaverse & Spatial Computing  
 Platform for Enterprise & Education. <https://engagevr.io/features/>

FinSMEs. (2018). *vSpatial* [kuva]. <https://www.finsmes.com/2018/04/vspatial-raises-2-5m-in-seed-funding.html>

Fransworth, B. (11.10.2023). *What is VR Eye Tracking? [And How Does it Work?]* - *iMotions*. <https://imotions.com/blog/learning/best-practice/vr-eye-tracking/>

Fransworth, B. (11.10.2023). *Vergenssin näyttäminen todellisessa maailmassa (vas.) ja virtuaalitodellisuudessa (oik)* [kuva]. <https://imotions.com/blog/learning/best-practice/vr-eye-tracking/>

FutureLearn. (30.7.2021). *Virtual Reality in Education: How VR is Used in Immersive Learning*. *FutureLearn*. <https://www.futurelearn.com/info/blog/virtual-reality-education-immersive-learning>

Gauthier, K. (2018). *Engage* [kuva]. <https://jumpplus.net/2018/04/12/engaging-with-engage-vr-in-the-classroom/>

Glue. (n.d.). *Glue Platform*. Glue. <https://www.glue.work/glue-platform/>

Hayden, S. (2019). *Virtuaalitodellinen elokuvateatteri* [kuva]. <https://www.roadtovr.com/bigscreen-cinema-paid-movies-2d-3d/>

Immersed. (n.d.). *Immersed*. <https://immersed.com/>

Interactive. (2018). *What Are the Positives & Negatives of Virtual Reality?* Point in Time Studios. <https://pointintimestudios.com/what-are-the-positives-and-negatives-of-virtualreality/>

Korkalainen, T. (2021). *Viisi suomalaista yritystä, jotka käyttävät virtuaalitodellisuutta kouluttamiseen*. CTRL Reality. <https://ctrlreality.fi/fi/2021/09/20/yritykset-jotka-vr-kouluttavat/>

Li, M. (2021). *The role of VR/AR technology in film industry*. <https://uw.pressbooks.pub/cat2/chapter/12-the-merging-of-vr-ar-films-to-the-cinema-industry/>

Lutkevich, B. (2023). *What is virtual reality gaming (VR gaming)? -- Definition from TechTarget*. WhatIs.Com. <https://www.techtarget.com/whatis/definition/virtual-reality-gaming-VR-gaming>

Mandal, S. (2013). *Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges*. 4(4), 307.

Marr, B. (2021). *Is Virtual Reality the Future of Entertainment? | Bernard Marr*. <https://bernardmarr.com/is-virtual-reality-the-future-of-entertainment/>

Mattila, M. (2021). *LAAJENNETUN TODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN VALMISTAVASSA TEOLLISUUDESSA*.

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/136496/MattilaMoona.pdf?sequence=2>

Mattoo, S. (2022). *How Virtual Reality Is Revolutionizing the Video Gaming Industry*. G2. <https://www.g2.com/articles/virtual-reality-gaming>

Muhonen, E. (2018). *Virtuaalitodellisuus ja virtuaalitodellisuusmatkailu*.

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/154096/Muhonen\\_Eetu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/154096/Muhonen_Eetu.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Nieminen, K. (20.6.2022). *Mikä on virtuaalitodellisuus? - Markkinoinnin TRENDIT*.

<https://markkinoinnintrendit.fi/mika-on-virtuaalitodellisuus/>

Osaava Tredu. (21.6.2021). *Virtuaalitodellisuuden historiaa. Osaava Tredu*.

<https://osaava.tredu.fi/2021/06/21/virtuaalitodellisuuden-historiaa/>

Pappas, C. (2022). *8 Tips To Choose The Best Virtual Reality Training Software For Your Budget*. ELearning Industry. <https://elearningindustry.com/tips-to-choose-the-best-virtual-reality-training-software-for-your-budget>

Rouse, M. (10.4.2019). Six Degrees of Freedom. *Techopedia*.

<https://www.techopedia.com/definition/12702/six-degrees-of-freedom-6dof>

Roy, C. (2021). *What Are the Harmful Effects of Virtual Reality?* Law Technology

Today. <https://www.lawtechnologytoday.org/2021/01/what-are-the-harmful-effects-of-virtual-reality/>

Sheldon, R. (2022). *What is virtual reality?* WhatIs.Com.

<https://www.techtarget.com/whatis/definition/virtual-reality>

Sokhanych, A. (8.5.2023). What is VR and how does Virtual Reality work in modern world? *Thinkmobiles*. <https://thinkmobiles.com/blog/what-is-vr/>

Srivastavaa, P. (20.9.2022). Virtual Reality (VR) in Healthcare—Applications & Benefits.

*SoluteLabs*. <https://www.solutelabs.com/>

ST Engineering Antycip. (10.7.2019). A Brief Guide to VR Motion Tracking Technology. *ST*

*Engineering Antycip*. <https://steantycip.com/blog/vr-motion-tracking/>

Takala, T. (2017). *Virtuaalitodellisuus tuo uusia työvälineitä terveydenhoitoon*.

<https://www.duodecimlehti.fi/duo13741>

Thomas, L. (2021). *Applications of Virtual Reality in Medicine*. News-Medical.Net.

<https://www.news-medical.net/health/Applications-of-Virtual-Reality-in-Medicine.aspx>

Vatanen, P. (2016). *Tästä virtuaalitodellisuudessa on kyse – kymmenen kysymystä*

*virtuaalilaseihin ja keinotodellisuuteen liittyen*. Yle Uutiset. <https://yle.fi/a/3-9072959>

vSpatial. (n.d.). *VSpatial*. <https://www.vspatial.com/xr>

## **Liite 1: Aineistonhallintasuunnitelma**

### **1. Tutkimusaineiston tallennus ja säilytys**

Opinnäytetyössäni tutkimusaineistoa, jos sellaista esiintyy tulen säilyttämään henkilökohtaisella tietokoneellani, ja varmuuskopioin ne HAMKin Onedriveen. Aineistoa käsittelen edellä mainitulla tietokoneella, ja kotiympäristössä. Muilla laitteilla en tule käsittelemään tutkimusaineistoa. Tietoturvallisuutta ja tietosuojaa pidän tärkeänä, ja en käsittele mahdollisia tutkimusaineistoja muiden henkilöiden läsnä ollessa.

### **2. Henkilötietojen ja arkaluonteisten tietojen käsittely**

En käsittele opinnäytetyössäni henkilötietoja tai arkaluonteisia tietoja. Myöskään salassa pidettävää tietoa mahdollisessa tutkimusaineistossa ei ilmene.

### **3. Opinnäytetyöaineiston omistajuus**

Opinnäytetyöntekijä on opinnäytetyön omistaja. Toimeksiantajayritys voi hyödyntää työn tuloksia toiminnan kehittämiseen. (opinnäytetyön käyttöoikeus)

### **4. Opinnäytetyöaineiston jatkokäyttö työn valmistumisen jälkeen**

Haluan luovuttaa opinnäytetyöni aineiston jatkokäyttöön, mutta tutkimusaineiston käyttöä opinnäytetyössäni ei tarvita.