

**Juha Penttinen**

# **Lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä**

Tietotekniikan  
pro gradu -tutkielma  
20. marraskuuta 2018

**Jyväskylän yliopisto**

**Informaatioteknologian tiedekunta**

**Kokkolan yliopistokeskus Chydenius**

**Tekijä:** Juha Penttinen

**Yhteystiedot:** juha.a.penttinen@luukku.com

**Puhelinnumero:** 0400-756 774

**Ohjaaja:** Risto T. Honkanen, Mikko Myllymäki

**Työn nimi:** Lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä

**Title in English:** Augmented reality in a virtual work environment

**Työ:** Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

**Sivumäärä:** 56+7

**Tiivistelmä:** Tämän Pro gradu -tutkielman tavoitteena oli selvittää lisätyn todellisuuden hyödyntämistä virtuaalisessa työympäristössä. Tutkielmassa tutkitaan virtuaaliseen työympäristöön lisätyn todellisuuden keinoin mallinnetun IBM MQ sanomanvälitysverkon soveltuvuutta virtuaalitiimin työympäristöksi. Tutkielmaa ohjasi tutkimuskysymykset: "Palveleeko virtuaalinen työympäristö virtuaalitiimin tarpeita?" ja "Voidaanko lisättyä todellisuutta hyödyntää virtuaalitiimin toiminnassa?". Tutkimus oli yrityksen virtuaalitiimiin kohdistuva tapaustutkimus, jonka aineistonhankinnassa hyödynnettiin sekä määrällistä että laadullista menetelmää. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa virtuaalitiimille esiteltiin 3D-mallinnettu IBM MQ sanomanvälitysverkko virtuaalisessa työympäristössä. Tutkimuksen toisessa vaiheessa suoritettiin sähköinen lomakekysely, joka sisälsi monivalintakysymyksiä ja vapaita mielipidevastauksia. Tutkimuksen mukaan virtuaalitiimi pitää lisätyn todellisuuden keinoin mallinnettua IBM MQ sanomanvälitysverkkoa soveltuvana virtuaalitiimin työympäristöksi, mutta näkee sen lähinnä tulevaisuuden työkaluna.

**Avainsanat:** Virtuaalinen työympäristö, lisätty todellisuus

**Abstract:** The purpose of this Master's Thesis was to find out how to utilize augmented reality in a virtual work environment. The thesis explores the suitability of a modeled IBM MQ messaging network as a virtual team work environment through the augmented reality. The thesis was based on the research questions: "Does the virtual work environment meet the needs of the virtual team?" And "Can augmented reality to be utilized in the virtual team?". This was a case study on company's existing virtual team, both quantitative and qualitative research methods were used. In the first phase of the project, a 3D-modeled IBM MQ messaging network was introduced to the virtual team in a virtual work environment. In the second phase, an electronic questionnaire was conducted, including multiple choice questions and free response questions. According to the study, the IBM MQ messaging network enhanced by augmented reality was an appropriate working environment,

but the virtual team sees it more as tool in future

**Keywords:** Added reality, virtual work environment

Copyright © 2018 Juha Penttinen

All rights reserved.

## Sanasto

VR	Virtual Reality, virtuaalitodellisuus
AR	Augmented Reality, lisätty todellisuus
FOV	Field of View, näkökenttä
LCD	A Liquid-Crystal Display, nestekidenäyttö
3D	Three-dimensional space, kolmiulotteinen
COP	Centre of Pressure, painekeskipiste
WBB	Wii Balance Board, tasapainolauta Wii-pelikonsolille
COM	Centre of Mass, massakeskipiste
PPD	Pixels per Degree, pikseleitä asteittain
HMD	Head Mounted Display, päähän kiinnitettävä näyttö
LMX	Leader and Member Exchange, johtajan ja alaisen välisen vaihtosuhteen teoria
IBM MQ	Message-oriented middleware product, IBM:n kehittämä, jonotukseen perustuva sanomanvälitysjärjestelmä

# Sisältö

<b>Sanasto</b>	<b>i</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2 Tutkimuksen käsitteelliset lähtökohdat</b>	<b>4</b>
2.1 Virtuaalitodellisuus . . . . .	4
2.1.1 Virtuaalitodellisuuden määritelmä . . . . .	4
2.1.2 Virtuaalitodellisuuden kehittyminen . . . . .	5
2.1.3 Virtuaalitodellisuuden hyödyt ja mahdollisuudet . . . . .	7
2.2 Lisätty todellisuus . . . . .	9
2.2.1 Lisätyn todellisuuden määritelmä . . . . .	9
2.2.2 Lisätyn todellisuuden hyödyt ja mahdollisuudet . . . . .	10
2.2.3 Lisätyn todellisuuden sovelluskohteet . . . . .	11
2.3 Virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden haasteita . . . . .	12
2.4 Virtuaalitodellisuuden soveltaminen työympäristössä . . . . .	14
2.4.1 Etätyö . . . . .	14
2.4.2 Virtuaalitiimi . . . . .	16
2.4.3 Virtuaalinen työympäristö . . . . .	23
<b>3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen toteutus</b>	<b>28</b>
3.1 Tutkimusstrategia . . . . .	28
3.2 Tutkimusmenetelmät ja aineiston hankinta . . . . .	29
3.3 Aineiston analyysimenetelmät . . . . .	30
3.4 Tutkimuksen toteutus . . . . .	33
3.4.1 Aineiston hankintamenetelmä . . . . .	36
3.4.2 Aineiston analysointi . . . . .	38
<b>4 Tutkimuksen tulokset</b>	<b>41</b>
4.1 Näkemyksiä virtuaalisesta työympäristöstä . . . . .	41
4.2 Näkemyksiä lisätystä todellisuudesta . . . . .	42
4.3 Näkemyksiä lisätystä todellisuudesta virtuaalisessa työympäristössä	44

<b>5 Tulosten pohdinta</b>	<b>45</b>
<b>6 Yhteenveto ja loppupäätelmät</b>	<b>49</b>
<b>Lähteet</b>	<b>52</b>
<b>Liitteet</b>	
<b>A Sähköinen lomakekysely</b>	
<b>B Mieli­pidekyselyn asteikko</b>	
<b>C Teemoittelu</b>	

# 1 Johdanto

Virtuaalinen työympäristö on niin tätä päivää, että useat meistä toimivat tietämättään virtuaalisessa työympäristössä. Virtuaalinen työympäristö tarkoittaa tietoverkossa toimivaa työympäristöä. Työympäristön kaikki materiaali on sähköisessä muodossa ja kommunikointi ympäristössä tapahtuu sähköisten kanavien kautta. Työympäristöön liitytään tietokoneella joko varsinaiselta työpaikalta työnantajan lähiverkon kautta tai varsinaisen työpaikan ulkopuolelta etäyhteyden kautta. Kommunikointi virtuaalisessa työympäristössä tapahtuu jonkun kommunikointisovelluksen tai pikaviestimen, kuten Skypen kautta. Nykyaikaisella pikaviestimellä voidaan luoda reaaliaikaisia verkkokokouksia ja koulutustapahtumia, jakaa oma työpöytä näkymänsä ja käsitellä dokumentteja istuntojen aikana yhdessä muiden osallistujien kanssa, nauhoittaa järjestetyt istunnot ja chattailla tietokoneen tai vaikkapa puhelimen välityksellä.

Virtuaalisen työympäristön kannalta keskeisiä käsitteitä ovat virtuaalitodellisuus (Virtual Reality, VR) ja lisätty todellisuus (Augmented Reality, AR). Virtuaalitodellisuus tarkoittaa tietokoneella tuotettua keinotodellisuutta. Virtuaalitodellisuutta katsellaan virtuaalitodellisuuslaitteilla. Lisätty todellisuus tarkoittaa keinotekoisien todellisuuden lisäämistä todelliseen ympäristöön. Lisätty todellisuus tuo katselijan oman näkökentän päälle virtuaalisia komponentteja. Lisätyllä todellisuudella haetaan lisäarvoa virtuaalisessa ympäristössä tai virtuaalitodellisuudessa toimimiseen. Lisäarvo voi olla jonkun koneen tai laitteen toiminnan tarkastelu virtuaalitiimin kesken tai rakennuksen 3D-suunnitelman katselu. Virtuaalitiimi, jonka jäsenet sijaitsevat eri mantereilla, voi pitää kokouksen, jossa kaikki osallistujat tuodaan yhteen tilaan lisätyn todellisuuden keinoin.

Virtuaalisessa työympäristössä työntekijä ei ole sidottu yhteen työpaikkaan, vaan hänellä voi olla useampi paikka, jossa tehdä työtä, mm. kotikonttori, juna, hotelli jne. Tiimin jäsenten keskinäinen sosiaalinen kanssakäyminen virtuaalisessa työympäristössä voi jäädä vähäiseksi, jos pääosa tiimin jäsenten kommunikoinnista tapahtuu pikaviestimen, kuten Skypen tai WebExin kautta. Erityisesti, jos virtuaaliympäristössä työskentelevän tiimin jäsenet sijaitsevat usealla paikkakunnalla tai jopa useassa eri maassa, ainut sosiaalinen kanssakäyminen tiimijäsenten kesken voi ol-

la Skypepuhelu pelkän äänen avulla, jolloin myös tiimijäsenen kasvojen eleet jäävät pois keskusteluista.

Virtuaalista ympäristöä on markkinoitu mm. sen mahdollisuuksilla uudistaa koulutusta. Virtuaalisessa ympäristössä tekninen asiantuntija voi opiskella laitteen huoltoa etäopiskeluna. Virtuaalinen ympäristö mahdollistaa pääsyn paikkoihin, joihin pääsy normaalisti on mahdotonta (kuu), sekä pääsyn paikkoihin, joihin fyysisesti on mahdotonta päästä (molekyyli). Kuluttajaelektroniikan hinnan laskeminen kuluttajaystävälliselle tasolle on tuonut virtuaalisen ympäristön lähemmäksi myös opiskelijoita[19].

Tässä pro gradu -tutkielmassa selvitetään lisätyn todellisuuden soveltuvuutta ja käyttöä virtuaalisessa työympäristössä. Tarkasteltava tutkimusongelma voidaan esittää seuraavina kysymyksinä: Palveleeko virtuaalitodellinen työympäristö virtuaalitiimin tarpeita ja voidaanko lisättyä todellisuutta hyödyntää virtuaalitiimin toiminnassa. Nämä kysymykset valittiin koska ne liittyvät kiinteästi toisiinsa ja voivat tukea virtuaalitiimin toimintaa.

Valittuihin kysymyksiin vastaamiseksi teoriaosuudessa suoritetaan kirjallisuuskatsaus virtuaaliseen ympäristöön ja lisättyyn todellisuuteen. Empiirisessä osassa rakennetaan lisättyllä todellisuudella laajennettu virtuaalinen työympäristö, jossa virtuaalitiimi toimii käytännössä. Virtuaalinen työympäristö luodaan lataamalla älypuhelimien Mobile VR Station. Mobile VR Station on ilmainen mediasoitin, joka on suunniteltu virtuaalitodellisuuden katseluun VR-laseihin kiinnitettävän älypuhelimien avulla. Lisätty todellisuus tehdään mallintamalla Blender 3D-grafiikan mallinnusohjelmalla IBM MQ sanomanvälitysverkko. 3D-mallinnettu IBM MQ sanomanvälitysverkko sijoitetaan Mobile VR Stationilla luotuaan virtuaaliseen työympäristöön ja tätä demoa esitellään virtuaalitiimin jäsenille. Lisätyn todellisuuden soveltuvuudesta virtuaalisessa työympäristössä kerätään kokemuksia kyselyn avulla ja tuloksia arvioidaan.

Teoriaosuudessa käsiteltävä tieto on koottu aihepiirien ajankohtaisista julkaisuista. Tutkielmassa käytetty kirjallisuus on tieteellisiä artikkeleita. Tärkeimmäksi hakukoneeksi osoittautui Google Scholar. Suurin osa kirjallisuudesta on vuodelta 2017 tai uudempaa, koska alan nopean kehityksen takia lähdekirjallisuuden ikä haluttiin pitää nuorena.

Tutkimuksen tulokset osoittautuivat samankaltaisiksi olettamuksiini ja taustateoriaan nähden. Kyselyn mukaan virtuaalinen työympäristö ja siihen lisätyn todellisuuden keinoin sijoitettu IBM MQ sanomanvälitysverkko vaikuttaa mielenkiintoi-



selta ja tehokkaalta työympäristöltä. Virtuaalinen työympäristö nähdään tehokkaana tulevaisuuden työkaluna, jolloin työn tekeminen ei ole sidottu tiettyyn paikkaan.

Työn sisältö on jaoteltu seuraavasti: Luvussa 2 käydään läpi lisätyllä todellisuudella varustetun virtuaalisen työympäristön komponentit ja käsitteet. Luvussa esitellään käsitteet virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus. Lopuksi esitellään käsitteet etätyö, virtuaalitiimi ja virtuaalinen työympäristö. Luvussa 3 esitellään tutkimusstrategia, sekä aineiston hankinta ja -analyysimenetelmät, tutkimuksen luotettavuus ja toistettavuus, sekä käydään läpi tutkimuksen toteutustapa. Luvussa 4 esitellään tutkimuksen tulokset ja annetaan yhteenveto tutkimuksesta ja pohditaan, miten tutkimustulokset vastaavat tutkimukselle annettuja tavoitteita. Luvussa 5 pohditaan tutkimuksen tuloksia ja kerrotaan, miten lisätyn todellisuuden lisääminen virtuaalitiimin toimintaan onnistui. Tässä luvussa käydään myös läpi loppukäyttäjien kommentteja virtuaalisesta työympäristöstä, lisätystä todellisuudesta ja lisätyn todellisuuden toimivuudesta virtuaalitiimin toiminnassa. Luvussa 6 tehdään yhteenveto aiheesta sekä pohditaan, miten tätä tutkimusta voitaisiin jatkaa tulevaisuudessa.

## 2 Tutkimuksen käsitteelliset lähtökohdat

Tässä luvussa esitellään käsitteet virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus, etätyö, virtuaalitiimi ja virtuaalinen työympäristö. Virtuaalitodellisuuden määritelmän ja kehittymisen jälkeen luodaan katsaus virtuaalitodellisuuden hyötyyn ja mahdollisuuksiin.

### 2.1 Virtuaalitodellisuus

Luvussa käsitellään syvällisemmin aihe virtuaalitodellisuuden määritelmä, luodaan katsaus virtuaalitodellisuuden kehittymiseen ja lopuksi mietitään virtuaalitodellisuuden hyötyjä ja mahdollisia haittavaikutuksia. Virtuaalitodellisuus tehostaa työntekoa monin tavoin, mutta sillä on myös haasteensa.

#### 2.1.1 Virtuaalitodellisuuden määritelmä

Parvinen ja muut [34] toteavat, että virtuaalitodellisuus (Virtual Reality, VR) viittaa tietokoneteknologioihin, jotka käyttävät tietokonesovellusta tuottaakseen realistisia kuvia, ääniä ja muita tunteita, sekä mukaansatempaavaa ympäristöä ja simuloivat käyttäjän läsnäoloa tässä ympäristössä. Virtuaalinen todellisuus korvaa todellisuuden simuloituna kokemuksena [27]. Virtuaalimaailma on tietokoneella simuloitu realistinen kokemus. Tyypillisesti virtuaalitodellisuus esittää reaali maailman ja korvaa sen virtuaalisella maailmalla. Virtuaalitodellisuus voi olla luotu joko tietokoneella, tai se voi olla interaktiivinen media, jossa käyttäjät ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa digitaalisten tietokonepohjaisten sovellusten välityksellä. Neuvottelupuhelut ovat jo pitkään helpottaneet kommunikointia eri paikoissa toimivien osallistujien välillä [27]. Videokonferenssijärjestelmät mahdollistavat reaaliaikaisen videokommunikoinnin osallistujien välillä ja näin mahdollistavat myös tuottavamman tavan kommunikoida, koska osallistujat voivat nähdä toisten osallistujien ilmeet, eleet ja muut visuaaliset tiedot, joita ei näy pelkän äänipuhelun aikana [8].

Virtuaalitodellisuus on ihmiskokemus [9]. Teknologia on tarkoituksellisesti suunniteltu hyödyntämään ihmisen tietojenkäsittelyjärjestelmää - jäljittelemään sitä, miten tulkitsemme ympärillämme olevaa maailmaa. Kuten kuuluisa Harry Houdini

kuvaili, "mitä silmät näkevät ja korvat kuulevat, mieli uskoo". Tekniikka syrjäyttää tietoa todellisuudesta virtuaalimaailman kanssa. Tietokonealgoritmit simuloivat virtuaalimaailmaa, näytöt tekevät simuloinnin aisteillemme ja meidän mielemme tehtävänä on laittaa palaset yhteen ja muodostaa kokemus. Kun teknologia toimii, käyttäjälle tulee tunne, että hän on virtuaalimaailmassa tai tuntee virtuaalimaailman läsnäolon. Läsnäolon tuottamisen johdosta virtuaalitodellisuuden tunne on kokonaan toinen ja asettaa perinteiset laskentamenetelmät uudelle vaatimustasolle. Läsnäolon tunteen luominen ei ole VR-sovellusten vaatimus, mutta läsnäolon tunteesta on tullut keskeinen alue, joka saa huomattavasti huomiota tutkimukselta. Yhdistelemällä todellisuutta ja virtuaalitodellisuutta, käyttäjät voivat nähdä toisensa yhdessä virtuaaliobjektien kanssa, jolloin kommunikaatiomalli on lähempänä kasvokkain tilannetta kuin esimerkiksi osallistuminen kokoukseen oman työaseman kautta [10]. Tällaista todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden yhdistelmää kutsutaan lisätyksi todellisuudeksi, jota käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.

### **2.1.2 Virtuaalitodellisuuden kehittyminen**

VR on kehittynyt huomattavasti sitten VR-aatteen syntymisen lähes 50 vuotta sitten [9]. Ensimmäisen esityksen VR:stä laati Ivan Sutherland vuonna 1965 [9]. Esityksessään "The Ultimate Display" Sutherland kuvasi näyttöä, joka välittää tietoa paitsi silmille, myös korville, nenään, suuhun ja käsiin. Hän ehdotti useita teknologioita, joihin tuolloin ei vielä ollut tukea. Näitä olivat muun muassa 3D-interaktiiviset laitteet, dynaaminen perspektiivikuvaus, haptisuus ja silmien / katseiden seuranta. Sutherland totesi "Ultimate näyttö on tila, jossa tietokone voi hallita aineen olemassaoloa". Seuraavan 30 vuoden aikana teknologia parani huomattavasti [9]. 1980-luvulla Jaron Lanier perusti yhtiön VPL Research, joka oli ensimmäinen yhtiö, joka myi VR-laitteita ja jota muut yhtiöt seurasivat. Kuitenkin vasta 1990-luvulla Sutherlandin fantasian vaatimat laitteet näkivät päivänvalon. Vuonna 1993 John A. Adam julkaisi artikkelin [2] "Virtual Reality is for Real", jossa kuvataan VR-tekniikan nykytilaa. Adam esitteli näyttöä Caterpillarissa, Chryslerissä, Boeingissa, NASA:ssa ja useissa yliopistoissa. Hän totesi, että suorituskyky ei vielä riitä toteuttamaan todella innostavia virtuaalisia elämyksiä, mutta mahdollisten hyötyjen vuoksi teollisuus alkoi tutkia VR-tekniikkaa [9].

1990-luvun puolivälissä kiinnostus teknologisesti kattaviin VR-teknologiaa käsitteleviin tutkimuksiin kasvoi. Kun teknologia tuli käyttökelpoisemmaksi, VR:n teollisen käytön kiinnostus kasvoi ja vain muutaman vuoden päästä teollisuudes-

sa alkoi näkyä VR- teknologian käyttöönottoja. Fred Brooks, tietojenkäsittelytieteen professori Pohjois-Carolinan yliopistosta, kuvaa 1999 julkaisussa [11] ”What’s Real about Virtual Reality”, virtuaalitodellisuuden haasteita. Ensimmäiseksi systeemin end-to-end latenssin oli vähennyttävä, jotta ylläpitävät kokemukset pysyvät ennallaan. Seuraavaksi olisi tehtävä monimutkaisia 3D-malleja (miljoona polykonia) reaaliajassa. Lopuksi haptisten simulaatioiden olisi tarjottava realistisempaa palautetta. Brooks totesi, että virtuaalitodellisuus on vihdoinkin saapunut ja että se tuskin toimii. Brooks’in julkaisun ja siinä esitettyjen kysymysten jälkeen virtuaalitodellisuuden tutkimus on kukoistanut. Sekä teolliset, että akateemiset yhteisöt ovat edistäneet suurta tietopohjaa, joka kattaa teknisen innovaation sekä kokemukseräisiä oivalluksia. Kehittynyt teknologia poiki lisää tutkimuksia monille alueille kuten [9]:

- Haptisuus
- Seurantajärjestelmät
- Seurannan kalibrointi
- Suuriresoluutioiset näytöt
- Läsnaolo

Haptisuus teknologiamielessä tarkoittaa teknologiaa, joka käyttää hyväksi tuntoaistia. Sheerlakshimi ja Subash [39] kertovat, että haptisuus tulee kreikan sanasta ”haptikos”, joka tarkoittaa kosketuksen tunnetta. Haptisuus on uusi tekniikka, jonka avulla ihminen voi tuntea virtuaalimaailmassa olevia tietokoneella luotuja kolmiulotteisia objekteja. Haptisuus on tietokoneella tehty yhdistelmä biomekaniikkaa, psykologiaa, neurologiaa, insinööritaitoa ihmisen kosketuksen ja siitä saadun palautteen tutkimisessa.

Seurantajärjestelmällä tässä yhteydessä tarkoitetaan VR-lasien käyttäjän pään seuranta. Gourleyn ja Helden [18] mukaan seurantajärjestelmä (Head-tracking) on keskeinen komponentti VR-laseja käyttävissä sovelluksissa. Tällä hetkellä on olemassa erilaisia päänseurantajärjestelmiä, mutta kuluttajille suunnatuista järjestelmistä varteenotettavin on inside-out seuranta. Tässä seurantajärjestelmässä pään asento ilmaistaan kolmella päänkeskeisellä akselilla X,Y,Z. Seuranta voidaan toteuttaa esimerkiksi inertiaalisella (suuntaa ja nopeutta mittaava) tai visuaalisella anturilla.

Seurannan kalibroinnilla tarkoitetaan visuaalisen seurannan kameroiden kalibrointia. Gourleyn ja Heldin [18] kertovat, että visuaalinen seuranta voidaan mallintaa pin-reiällä, jonka läpi valonsäteet kulkevat. Tällaista kameraa voidaan kuvata reiän sijainnin ja valoa heijastavan pinnan avulla. Todellisissa kameroissa on linssit, jotka vääristävät aukon läpi kulkevien valon säteiden suuntaa. Vääristymä voidaan mallintaa funktiolla, jonka jälkeen vääristymä voidaan mitata ja korjata.

Suuriresoluutioisilla näytöillä tarkoitetaan tässä kirjoitelmassa lähelle ihmisen silmää sijoitettavia VR-näyttöjä. Maimone ja muut [26] kertovat, että suuriresoluutioiset VR-näytöt tarjoavan mahdollisuuden katsojalle vierailu uusissa paikoissa, sekä mahdollistavat nopean ja spatiaalisen pääsyn visuaaliseen informaatioon. Tulevaisuudessa tavoitteena on yhdistää näytön korkea resoluutio, pikselin fokuskontrolli, näkymän korjaus ja leveä näkökenttä samaan laitteeseen, jolloin toiveena on päästä lähelle ihmisen näkökykyominaisuuksia.

Läsnäololla tarkoitetaan tässä kirjoitelmassa tunnetta olemisesta virtuaaliympäristössä. Tussyadijah ja muut [41] toteavat, että läsnäolon esiintymisellä VR-kokemuksissa on positiivisia seurauksia. Tunne olemisesta virtuaaliympäristössä lisää nautintoa VR-kokemuksesta, johtaa miellyttävämpään kokemukseen ja mahdolliseen uudelleen vierailuun virtuaaliympäristössä.

### **2.1.3 Virtuaalitodellisuuden hyödyt ja mahdollisuudet**

Virtuaalitodellisuus tarjoaa ainutlaatuisen keinon vuorovaikutukseen yhä kasvavan digitaalisen maiseman kanssa. VR kuvataan usein joukoksi teknologioita, jotka mahdollistavat ihmisten kokea maailma kokonaan todellisuuden ulkopuolella. VR-tekniikat ovat kehittyneet vuosien myötä tasolle, jotka mahdollistavat henkilön kokea virtuaaliympäristö eri aisteilla. Näyttötekniikat ovat kehittyneet monipuolisen kokoisiksi ja näköisiksi ja niistä jokainen pyrkii antamaan tietoja aisteillemme, erityisesti näkö-, kuulo- ja kosketusaisteillemme. Vaikka haju- ja makuelämykset ovat ymmärrettävästi saaneet vähemmän huomiota, näkö, kuulo ja kosketus ovat edenneet huomattavasti. Virtuaalinäyttö on kuviteltavissa tulevaisuudessa lähes kaikkiin kuviteltavissa oleviin kokoonpanoihin. Tavallisesti virtuaalitodellisuuspalveluissa käytetään yhtä tai useampaa seuraavista näytöistä [9]:

- Yksi suuri projektioikkuna (Powerwall)
- Useita yhdistettyjä projisointivälineitä (CAVE)

- Stereokykyisiä monitoreita, joissa on työpöydän seuranta ja päänäytöt (HMDS)

Äänikuulokkeet voivat olla kuulokkeita, yksittäisiä kaiuttimia tai täysi surround-äänijärjestelmä. Äänen lokalisointi mahdollistaa simuloivan äänen liikkuvan tai tulevan virtuaalisessa ympäristössä olevasta paikasta [9].

Vuorovaikutus virtuaaliseen ympäristöön on kriittinen osa monia sovelluksia. Erilaiset seurantajärjestelmät (optiset, magneettiset, ultraääni, inertialliset, jne.) mahdollistavat fyysisten objektien sijainnin ja suuntauksen laskemisen fyysisessä tilassa reaaliajassa. Tämä on erityisen arvokas ominaisuus, kun käyttäjälle lasketaan objektin katselukulma. Yhdistettynä eleiden tunnistusalgoritmeihin, seurantajärjestelmät mahdollistavat luonnollisten kehon liikkeiden kääntämisen toiminnallisille vuorovaikutustekniikoille. Kämmenlaitteiden ohjaimet mahdollistavat käyttäjien navigoida ja manipuloida esteitä virtuaalimaailmassa. Parantaakseen vuorovaikutusta haptiset laitteet tuottavat voimaperäistä palautetta fyysisten manipulaattoreiden avulla, mikä saa entistä paremmin ymmärtämään, miten virtuaalisessa ympäristössä olevat kohteet toimivat fyysisesti vuorovaikutuksessa. Myös muita keinoja palautteen antamiselle käyttäjälle, kuten tuuli, värinä, lämpötila ja paine, voidaan sisällyttää virtuaaliympäristöön [9].

Interrante ja muut [22] kertovat, että heidän artikkelinsa julkaisuajankohta (huhtikuu 2018) on erityinen virtuaalitodellisuudelle ja lisätylle todellisuudelle. Nämä tekniikat ovat saavuttaneet yksilön elämän ja mielikuvituksen upealla tavalla. Muutama vuosi sitten juuri kenelläkään ei ollut kokemusta VR-laitteista ja niitä pidettiin kalliina ja niiden käyttötarkoitus rajoittui tutkimuksiin tai erityistarkoituksiin. Berg ja Vance [9] lisäävät, että useilla toimialoilla, missä ennen jouduttiin turvautumaan kalliisiin prototyyppeihin, suunnittelua ja kehitystä on voitu tehdä VR:n avulla. Lääketieteellinen yhteisö on tehnyt vaikuttavia edistysaskeleita koulutuksessaan altistamalla lääketieteen noviiseja riskialttiisiin ja vaikeisiin toimenpiteisiin käyttäen VR-tekniikkaa. Arkkitehdit ja sisustussuunnittelijat hyötyvät virtuaalimalinnuksesta ennen varsinaista rakentamista. Fobioiden hoidossa epämiellyttäviä tilanteita on simuloitu käyttäen VR-tekniikkaa. Monimutkaisia abstrakteja tietoja voidaan tutkia ja ymmärtää paremmin edistyneen visualisoinnin avulla. Tämän päivän laskentaresurssit voivat tehdä erittäin monimutkaisia malleja riittävillä kehysnopeuksilla vuorovaikutteisten näyttöjen tukemiseksi. Kiitos kaupallisen pelimaailman, virtuaaliset todellisuusjärjestelmät voidaan nyt rakentaa paljon pienemmillä kustannuksilla. Bergin ja Vancen mukaan nyt on tultu siihen pisteeseen, jossa virtuaalitodellisuus toimii. Tukiteknologiat ovat vakaita ja ennen kaikkea käyttökelpoi-

sia.

## 2.2 Lisätty todellisuus

Tässä luvussa käydään läpi aihe lisätty todellisuus. Luvussa kuvataan lisätyn todellisuuden määritelmä, lisätyn todellisuuden hyödyt ja - haasteet, sekä luodaan katsaus lisätyn todellisuuden sovelluskohteisiin. Luvusta ilmenee, että lisätyllä todellisuudella nähdään valtava potentiaali ja mahdollisuus tulevaisuudessa.

### 2.2.1 Lisätyn todellisuuden määritelmä

Lisätty todellisuus (Augmented Reality, AR) on tekniikka, joka mahdollistaa virtuaalikuviin tai objektien sekoittamisen reaali maailmaan [7]. Virtuaaliset mielikuvat, joita näytetään käyttäjälle lähelle silmää sijoitetun näyttölaitteen, kuten VR-lasien kautta, voivat sisältää objekteja tai virtuaalikuviin ja niihin sisältyy erittäin yksityiskohtainen grafiikka. Faller ja muut [17] toteavat, että AR laajentaa fyysistä maailmaa lisäämällä siihen tietokoneella tuotettua, informatiivista, kontekstiherkkää sisältöä. Barzuzan ja muiden [8] mukaan lisätyn todellisuuden laitteet näyttävät lisätyn todellisuuden objekteja käyttäjälle samalla, kun käyttäjällä on reaalinäkymä laitteen läpi. AR määritellään virtuaaliobjektien, kuten tietokoneella luodun äänen, kuvan tai tekstin sijoittamista käyttäjän todelliseen ympäristöön. AR on kokemus, joka pyrkii rikastuttamaan katsojan kokemusta. Toisin kuten VR, joka luo katsojalle koko näkymän virtuaalisesti, AR lisää katsojan näkymään sähköisesti muodostetun lisäyksen, kuten objektin tai tekstin. AR voidaan myös määritellä tekniikaksi, joka päällekkäällä reaali maailman virtuaalisilla objekteilla [4]. Nämä virtuaaliset objektit näkyvät reaali maailman kanssa samassa tilassa samaan aikaan. Ensimmäisen kerran AR esiteltiin Yhdysvaltain ilmavoimien lentäjien koulutusikäytössä 1990-luvulla [12]. AR mahdollistaa samanaikaisen virtuaalisen- ja lisätyn todellisuuden kokemuksen [27]. Lisätyssä todellisuudessa todellisuuden esittämisen sijaan, tietokoneella tuotettu sisältö lisätään todellisen maailman päälle tai upotetaan todelliseen maailmaan niin, että molemmat voidaan kokea samaan aikaan. Lisätyssä todellisuudessa ei useinkaan pyritä tekemään muutoksia todelliseen maailmaan. Kun tarkastelemme lisättyä todellisuutta älypuhelimella, tablet-laitteella tai VR-lasien kautta, meidän ja ulkopuolisen maailman välissä on teknologia, jossa todellinen maailma sekä virtuaalinen- ja lisätty todellisuus esitetään videonäytöllä.

Tänä päivänä AR on suosittu tekniikka, jota käytetään laajasti mm. oppilaitoksissa [4]. Yksi tärkeimmistä syistä siihen, että AR on niin laajasti käytetty, on että nykyisin se ei enää vaadi kalliita ja hienostuneita laitteita, kuten päänäyttöjä(HMD), vaan nykYTEKNIikkaa voidaan käyttää tietokoneilla tai mobiililaitteilla. Lisättyä todellisuutta käytetään usein viittaamaan kohteisiin, joissa 2D- ja 3D-tietokonegrafiikka asetetaan todelliseen ympäristöön ja näkymää tarkastellaan VR-lasien tai kannettavan näytön kautta, tai yhdistettynä live-videoon [10]. Katsojalle kaikki AR-objektit näyttävät olevan samassa tilassa kuin todelliset objektit. AR-tutkijoiden pitkän aikavälin tavoite onkin, että todellinen ja virtuaalinen maailma sekoittuisi saumattomasti yhteen, eivätkä olisi erotettavissa toisistaan [10].

## **2.2.2 Lisätyn todellisuuden hyödyt ja mahdollisuudet**

Azuman [6] artikkelissa todetaan, että pitkällä aikavälillä AR:lla on huomattavasti suurempi markkina-arvo kuin VR:lla, koska se parantaa käyttäjän ymmärtämistä ja vuorovaikutusta reaali maailman kanssa. AR yhdistää käyttäjät ihmisiin, paikkoihin ja ympäröiviin kohteisiin sen sijaan, että leikkaisi ne pois ympäröivästä ympäristöstä.

Azuma [6] olettaa, että AR mahdollistaa uuden median muodon tekemällä mielekkäitä yhteyksiä virtuaalitodellisuuden ja ympäröivän reaali maailman välillä tuottamalla kokemuksia, joiden teho tulee kyseisestä yhteydestä eikä pelkästään virtuaalisesta tai reaali maailmasta. Azuma ehdottaa kolmea strategiaa, jotka hän nimeää lujittaminen (reinforcing), muokkaaminen (reskinning) ja muistaminen (remembering). Lujittaminen on strategia, jossa hyödynnetään todellista sijaintipaikkaa, joka on luonnostaan merkityksellinen ja täydentää sitä paikannukseen sopivalla virtuaalisella sisällöllä. Muokkaaminen on strategia, jossa muutetaan todellista maailmaa virtuaalisen tarinan tarpeisiin kuten Pokemon Go -pelissä. Muistaminen on lähestymistapa, jossa tunnustetaan, että vaikka suurin osa todellisesta elämästä on arkipäiväistä, tiettyihin paikkoihin liittyvät henkilökohtaiset muistot eivät ole. AR-kokemuksen liittäminen reaali maailmaan mielekkäästi tarkoittaa sitä, että AR-järjestelmän täytyy ymmärtää semanttisesti ympäröivä ympäristö. Azuman mukaan olemassa olevilla AR-järjestelmillä on vain vähän semanttista ymmärrystä.



### 2.2.3 Lisätyn todellisuuden sovelluskohteet

Barzua ja muut [8] kertovat, että kaupallisessa mielessä AR on tehokkaampi kuluttajille ja kauppiaille kuin VR, koska AR mahdollistaa kuluttajan kokeilla tuotetta kotona VR-lasien kanssa, ilman että kokeilisi tuotetta liikkeessä. Myös kauppiaille tämä tarkoittaa pienemmän varastoinnin mahdollisuutta.

AR laajentaa fyysisistä maailmaa lisäämällä siihen tietokoneella tuotettua, informatiivista, kontekstinherkkää sisältöä [17]. AR:aa voidaan esimerkiksi käyttää BCI-järjestelmien (Brain-Computer Interface) käyttöliittymänä, mikä voi parantaa BCI-järjestelmien käytettävyyttä ja auttaa kompensoimaan niiden alhaista kaistanleveyttä. AR tulee olemaan todennäköisin tekniikka, joka korvaa älypuhelimien, koska se pystyy tarjoamaan suuren, visuaalisen, päähän asennettavan kompaktin näytön [6]. Viime kädessä AR-lasit voivat korvata kaikki muut näyttömuodot, kuten näytöt, kannettavan tietokoneen näytöt, puhelimet ja tabletit. Ratkaistavana on kuitenkin vielä ongelmia kuvantamisessa, optiikassa ja näytöissä. AR onnistuu kuluttajamarkkinoilla nopeammin, jos se pystyy luomaan uusia, käyttäjiä mukaansatempaavia median muotoja. Älypuhelimien korvaaminen VR-laseilla vaatii monia teknisiä edistysaskeleita, joiden toteuttaminen todennäköisesti kestää vielä vuosia.

Barzua ja muut [8] toteavat, että lisätyllä todellisuudella on kolminkertaiset mediaominaisuudet. Se yhdistää virtuaalisen ja realistisen, on vuorovaikutteinen reaaliajassa ja on kolmiulotteinen. AR:n suorituskyky tulee parhaiten esille sen voimasta sekoitetun todellisuuden syntymiseksi, missä yhdistyy reaali maailma ja siihen lisätyt virtuaaliset esitykset.

Opiskeluun AR tarjoaa monia merkittäviä etuja, kuten opiskelijoiden auttaminen tekemään aitoja tutkimuksia reaali maailmassa [4]. Kun näytetään virtuaalisia elementtejä reaalisten objektien rinnalla, AR helpottaa sellaisten tapahtumien havainnointia, joita ei ole helppo havaita paljaalla silmällä. Näin ollen se lisää opiskelijoiden motivaatiota ja auttaa heitä kehittämään parempia tutkimusmenetelmiä. AR:n merkittävin kyky on sen ainutlaatuinen kyky luoda mukaansatempaavia hybridejä oppimisympäristöjä, jotka yhdistävät fyysiset ja digitaaliset kohteet. Se helpottaa sellaisten taitojen, kuten kriittisen ajattelun, ongelmien ratkaisun ja kommunikoinnin kehittymistä toisistaan riippuvaisten yhteistoiminnallisten harjoitusten kautta. AR-tekniikka parantaa yliopisto-opiskelijoiden laboriotaitoja ja auttaa heitä rakentamaan esimerkiksi fysiikan laboriotöihin liittyviä positiivisia asenteita. Alhumaidan ja muiden [5] mukaan, kyse ei ole enää siitä, onko lisätyistä todellisuudesta hyötyä opetuksessa, vaan siitä, miten tehokkaasti lisätyn todellisuuden

potentiaalia pystytään hyödyntämään opetuksessa. Erityisesti oppikirjapohjaisessa lisätyssä todellisuudessa oppijat voivat keskenään jakaa virtuaalisen oppimistapahtuman ja vuorovaikutuksen kädessä pidettävän näytön kautta. Yksi oppimisen tärkeistä näkökulmista on oppijoiden välinen yhteistyö ja yksi lisätyn todellisuuden ominaisuuksista on se, että se tukee yhteisiä kokemuksia. Lisättyä todellisuutta voidaan käyttää yhteistyökokemusten luomiseen, mutta todellisuudessa tuo ainutlaatuinen yhteistyökyky ei ole lisätyn todellisuuden luoma, vaan se syntyy lisätyn todellisuuden mahdollistamista, sovelluksen suunnitteluun liittyvistä piirteistä. Tämä pitäisi muistaa lisätyn todellisuuden sovelluksen suunnittelussa, sillä vaikka opiskelijoiden yhdistäminen yhdeksi ryhmäksi lisätyn todellisuuden keinoin on tehokas keino yhteisoppimisen rakentamiseksi, tuo käsite ei toteudu vain asettamalla oppijat yhteen ryhmään.

### **2.3 Virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden haasteita**

Varsinkin alkuvaiheessa AR-sovelluksia rakennettiin laitteisiin, joita ei alun perin oltu tarkoitettu AR-tarkoituksiin ollenkaan, kuten tietokoneet joissa oli web-kamerat, älypuhelimet ja tabletit [6]. Näiden laitteiden hyödyntäminen AR-tarkoitukseen tarkoittaa sitä, että tietyt AR-sovellukset ovat lähes jokaisen käytettävissä, mutta toisaalta esimerkiksi käveleminen älypuhelin kasvojen edessä ei ole ihanteellinen käyttötapahtuma. Azuma [6] mainitsee, että uudemmat keksinnöt, kuten Microsoftin HoloLens tai DAQRI:n Smart Helmet synnyttävät erityisesti AR-tarkoitukseen tarkoitettuja päähän kiinnitettäviä näyttöjä. Kuitenkin esimerkiksi älypuhelimien korvaaminen VR-laseilla vaatii lukuisten haasteiden voittamista. Haasteita on mm. lasien muodossa. Ihannetapauksessa VR-lasit muistuttavat silmä- tai aurinkolaseja, koska nämä ovat sosiaalisesti hyväksytyjä eivätkä aiheuta ihmisissä ihmetystä. Haasteena laseissa tulee olemaan niiden virransyöttö ja virran riittävyys. Monet optiset lasit reitittävät osan näytetystä valosta käyttäjän silmistä pois päin, kohti muita käyttäjiä, jolloin tämä saattaa peittää muilta näkyvyyden käyttäjän silmiin ja aiheuttaa epämiellyttäviä tilanteita. VR-lasit, joista ei näy läpi käyttäjän silmät tai ne näyttävät tummilta aurinkolaseilta, ovat pelottavat muita käyttäjiä kohtaan. Nykypäivän näyttöt voivat tarjota pienen näkökentän (FOV, Field of View), jolla on riittävä spatiaalinen resoluutio tai vaihtoehtoisesti laajan näkökentän matalalla resoluutiolla. Mikäli tila halutaan näyttää terävänä, tarvittava resoluutio on 60 pikseliä per aste (PPD, Pixel per Degree). ”Verkkokalvonäytön” tarkkuus edellyttää 120 PPD:tä ja tällaisen

resoluution saavuttaminen laajassa näkökentässä (FOV), on paljon enemmän kuin mitä tällä hetkellä tablet-laitteiden ja puhelinten näytöt pystyvät tarjoamaan [6].

Akcayir ja Akcayir [4] kertovat, että jotkut tutkijat ovat kiinnittäneet huomiota AR:n liittyviin rajoituksiin. Käyttäjät törmäävät AR:n monimutkaisuuteen ja kohtaavat teknisiä ongelmia sitä käyttäessään. Ilman hyvin suunniteltua käyttöliittymää AR-tekniikka saattaa olla käyttäjille liian monimutkainen ja erilaiset laitteet, jotka tuottavat AR-sovelluksia, voivat aiheuttaa ylimääräisiä teknisiä ongelmia. Suuria AR-tekniikoita, kuten HMD:tä ei ole helppo käsitellä ja AR-tekniikat olisi kehitettävä pienemmiksi, kevyemmiksi, kannettaviksi ja grafiikaltaan tarpeeksi nopeiksi.

VR:n ja AR:n uusi aikakausi tuo tullessaan uusia kysymyksiä, jotka eivät ole pelkästään tieteellisiä, vaan myös yhteiskunnallisesti vaikuttavia. Mahdolliset eettiset kysymykset johtuvat VR-sisällön korkeammasta realismista verrattuna perinteisiin peleihin. Tämä saattaa aiheuttaa käyttäytymismuutoksia tosielämässä tai terveysongelmia, jotka johtuvat AR- tai VR-laitteiden pitkäaikaisesta käytöstä. Uusi aikakausi tuo myös mukanaan uusia liiketoimia ja massamarkkinointimahdollisuuksia erilaisilla painopistealueilla, kuten viihde, opetus ja koulutus. Tästä johtuen nuori sukupolvi innostuu tutustumaan parhaisiin käytäntöihin ja suuntiin AR:n ja VR:n kehityksessä. AR:n ja VR:n liittyy vielä paljon asioita jotka vaativat tutkimusta ja kehitystä[22].

AR ja VR ovat vielä kaukana siitä, että niillä voitaisiin toistaa kaikki kokemukset ja havainnot [22]. Kaikkia aisteihin liittyviä asioita ja ulottuvuuksia ei vielä AR:n ja VR:n osalta tunneta. Kirjallisuus raportoii kokemusperäisistä havainnoista, mutta vielä ei ole luotettavia tieteellisiä menetelmiä ja teknologioita näiden ongelmien ratkaisuun. 3D-rekonstruktioita, simulaatioita ja vuorovaikutusta virtuaaliavataarien kanssa on parannettava huomattavasti, jotta voidaan tuottaa onnistuneita sosiaalisia kokemuksia ja virtuaalista yhteistoimintaa. Kaikesta viimeaikaisesta syvällisestä ja edistyksellisestä oppimisesta huolimatta, todellinen keinotekoinen älykkyys, joka tukee AR:n ja VR:n kokemuksia, on vielä alkuvaiheessa. Vaikka videoneuvottelulaitteet ovat lisänneet läsnäolon tunnetta neuvotteluihin, ne eivät kuitenkaan pysty tarjoamaan samaa läsnäolon tunnetta, kuin että istuisit kokouksessa osallistujien kanssa samassa huoneessa [8]. Nykyään saatavilla olevat päähän kiinnitettävät VR-lasit upottavat käyttäjän visuaalisiin kokemuksiin.

## 2.4 Virtuaalitodellisuuden soveltaminen työympäristössä

Tämän luvun tarkoituksena on kuvata virtuaalitodellisuuden soveltamista työympäristössä. Etätyö liittyy mielestäni oleellisena osana virtuaaliseen työympäristöön, joten etätyö esitellään heti luvun alussa. Luvussa kuvataan myös käsitteet virtuaalitiimi ja virtuaalinen työympäristö.

### 2.4.1 Etätyö

Etätyö tarkoittaa nimensä mukaisesti työtä, jota tehdään muualla kuin henkilön varsinaisessa työtekemispaiikassa. Etätyön tekemispaiikka voi olla koti, kesämökki tai vaikkapa kahvila. Varsin moni tämän päivän IT-työntekijöistä tekee etätyötä myös työmatkojen, kuten junamatkan aikana. Zhu ja muut [46] pohtivat, että erityisenä piirteenä tietotekniikassa on, että sitä voidaan tehdä etätyönä sen sijaan, että työskennellään koko ajan samassa paikassa. Käytännössä etätyö tarkoittaa joustavaa järjestelyä, jonka avulla työntekijä, yleensä tieto- ja viestintättekniikan avulla, voi hoitaa päivittäisiä työtehtäviään etätyöpaikassa kuten kotona [24]. Etätyötä voidaan tehdä myös toimistohotelleissa, jotka tarjoavat toimistotilan ja peruspalvelut, kuten internetyhteyden [46]. Etätyö voi olla osapäiväistä tai kokopäiväistä. Etätyö voi houkuttaa työntekijää muuttamaan kauemmaksi varsinaisesta työpaikastaan, mikä tarkoittaa työmatkojen lukumäärän vähentymistä ja työmatkan pidentymistä ei-etätyöpäivinä. Leung ja Zhang [24] kertovat, että tieto- ja viestintättekniikan sovellukset ovat vapauttaneet työntekijät kiinteän työpisteen rajoituksista, mikä mahdollistaa työn tekemisen etätyöpisteissä. Etätyöstä on tullut globaali ilmiö. Masuda ja muut [31] toteavat, että globaalin kilpailukyvyn ja etätyön mahdollistavan teknologian kehittymisen aikaansaamina yritykset ovat ottaneet etätyömahdollisuuden käyttöön. Vuonna 2015 suoritetussa kyselyssä 34 % yritysjohtajista odotti, että vuoteen 2020 mennessä yli puolet kokopäiväisistä työntekijöistä siirtyy etätyöhön [42]. Etätyömahdollisuuden on myös osoitettu lisäävän tuottavuutta ja työntekijöiden pysyvyyttä yrityksessä [20], sekä vähentävän yrityksen kiinteistö kustannuksia [45].

#### Etätyön etuja

Narayanan ja muut [30] kertovat, että 1970-luvulla Jack Nilles oli ensimmäinen henkilö, joka käytti termiä "etätyö" ja oli edelläkävijä termin kanssa. 1980-luvulla Yh-

dysvalloissa oli pieni määrä etätyökokeiluohjelmia ja 1990-luvun puolessa välissä etätyö lisääntyi huomattavasti, kun useat valtion, liittovaltion ja yksityisen sektorin yritykset tukivat etätyökäytäntöä. Narayanan ja muiden mukaan yksi merkittävä etu etätyössä organisaation näkökulmasta on säästö toimistotiloissa ja vuokrissa. Etätyön etuja todetaan myös olevan liikenteen, ruuhkien ja ilman pilaantumisen väheneminen sekä liikenneonnettomuuksien määrän laskeminen. Useat päätöksentekijät ovat jopa ehdottaneet etätyötä yhdeksi mahdollisuudeksi vähentää liikennettä ja sen päästöjä. Alussa tärkein motivaatio etätyön tekemiseen olikin vähentää liikenne-ruuhkia ja saasteita, sekä parantaa työntekijän työn ja vapaa-ajan tasapainoa [30].

Leung ja Zhang pohtivat [24], että tieto- ja viestintätekniikka pienentää eri toimialojen ajallisia ja maantieteellisiä rajoja. Se myös tukee erilaisia toimintamalleja ja auttaa työntekijöitä erilaisten tehtävien koordinoimisessa, työprosessin nopeuttamisessa ja projektien tehokkaassa toteuttamisessa. Tieto- ja viestintätekniikan käytännöt, kuten joustava työaika ja etätyö, ovat tuoneet mukanaan joustavuutta työn järjestelyyn, mikä lisää työntekijän itsenäisyyden määrää omaan työhönsä.

Etätyö tarjoaa monia etuja yritykselle ja organisaatiolle [29]. Työntekijät tulkitsevat etätyömahdollisuuden työnantajan tukitoimena sille, että työntekijä saavuttaa tavoitteensa. Työntekijässä tämä tietoisuus voi johtaa tavoitteiden parempaan saavuttamiseen ja parempaan sitoutumiseen työnantajaan. Yritykset, jotka antavat työntekijälle mahdollisuuden etätyöhön, hoitavat työntekijän hyvinvointia, koska etätyö on työntekijälle houkutteleva mahdollisuus tasapainottaa työn ja perheen tarpeita.

Narayanan ja muut [30] pohtivat, että globalisaatio, digitaalisten teknologioiden kehittyminen ja kilpailukykyinen työympäristö ovat muuttaneet työpaikan luonnetta 2000-luvulla. Nopeasti kasvavalla digitalisoitumisella ei ole aikaa tai paikkaa tai työpaikan rajoituksia, joten ei ole ihme että työpaikan käsite on muuttunut suuntaan ”työskentele missä tahansa, milloin tahansa”.

### **Etätyön haittoja**

Leung ja Zhang [24] kertovat, että tutkimukset, jotka liittyvät etätyöhön ja siihen liittyvään tieto- ja viestintäteknologian käyttöön kotona, ovat olleet ristiriitaisia. Osa etätyöntekijöistä on ollut sitä mieltä, että etätyön joustavuus on parantanut tuottavuutta, työmotivaatiota ja työn ja perheen tasapainoa. Osa oli taas sitä mieltä, että etätyöteknologiat hämärtävät kodin ja työn välisen rajan ja lisäävät työhön liittyviä

konflikteja ja negatiivisia kognitiivisia reaktioita, kuten stressiä ja ahdistuneisuutta, jota myös kutsutaan teknostressiksi. Huolena on myös työntekijän urakehitys hänen tehdessään paljon etätöitä [29]. Työntekijä, joka on harvemmin varsinaisella työpaikalla, saa alhaisemman suoritusarvioinnin kuin konttorilla työtä tekevä ja tämä saattaa vaikuttaa etätyöntekijän urakehitykseen. Työntekijältä voi myös jäädä pois muodolliset ja epämuodolliset mahdollisuudet päivittäiseen kommunikointiin työtovereiden kanssa hänen työskennellessään etätöissä. Narayanan ja muut [30] kertovat, että ratkaiseva tekijä etätöissä on työntekijän käsitys itsenäisyydestä ja valvonnasta. Työntekijät, jotka tuntevat suurta autonomiaa, ovat tehokkaampia kuin vähäisempää autonomiaa tuntevat.

## 2.4.2 Virtuaalitiimi

### Virtuaalitiimin ominaisuuksia

Liao [25] kertoo, että virtuaalitiimillä tarkoitetaan toiminnallista tiimiä. Tietotekniikan kehittymisen myötä virtuaalitiimejä käytetään yhä enemmän työelämässä. Tiimi koostuu yksittäisistä tiimin jäsenistä, jotka työskentelevät yksin, mutta jakavat vastuun yhteisen päämäärän tai tehtävän puolesta. Keskeisin virtuaalitiimin ominaisuus on virtuaalisuus, kuinka yksilöt ovat jakautuneet ja miten tiimi käyttää virtuaalityökaluja. Virtuaalitiimit käyttävät kommunikoimiseen erilaisia yhteistyötekniikoita kuten Skype ja Webex, pikaviestejä ja sähköisiä neuvottelutyökaluja [35]. Osa tekniikoista käyttää hyvin rajoitetusti multimediaa, joka ei huomioi sanatonta viestintää ja rajoittaa tiimin viestinnän kirjoitettuun muotoon [25]. Virtuaalitiimin hajonta jaetaan yleensä kahteen luokkaan, rakenteelliseen leviämiseen ja sosiaaliseen etäisyyteen. Rakenteellinen ulottuvuus heijastaa objektiivista maantieteellistä dispersiota ja sosiaalinen etäisyys ilmentää subjektiivista leviämistä ja kulttuurista tai kansallista monimuotoisuutta [33]. Dulebohn ja Hoch [15] määrittelevät virtuaalitiimin työjärjestelyksi, jossa tiimin jäsenet ovat maantieteellisesti hajallaan ja heillä on rajoitetut mahdollisuudet kasvokkain kommunikointiin. Tiimin jäsenet työskentelevät itsenäisesti, mutta tiiminä ja tiimin jäsenet käyttävät yhteydenpitoon sähköisiä viestintävälineitä. Virtuaalitiimi yhdistää asiantuntijat maantieteellisestä sijainnista tai ajasta riippumatta tiimiksi, jolla on yhteinen tavoite. Virtuaalitiimien käyttö organisaatioissa on kasvanut räjähdysmäisesti viimeisten vuosikymmenten aikana ja kasvun oletetaan jatkuvan. Virtuaalitiimien kasvu johtuu globalisaatiosta, hajautetusta asiantuntijuudesta, organisaatioiden tavoitteista nopeaan tuotekehitykseen

sekä virtuaalitiimien mahdollistavien teknologioiden kehittymisestä.

Liaon [25] mukaan tärkein ominaisuus virtuaalitiimissä on, että perinteisen toimistotiimin välisen vuorovaikutuksen sijaan virtuaalitiimin jäsenet ovat ensisijaisesti riippuvaisia tekniikasta kommunikoida tiimin jäsenien kanssa. Tiimin jäsenet ovat hajallaan joko lokaalisti tai globaalisti. Ääritapauksessa tiimin jäsenet eivät tapaa toisiaan koskaan kasvokkain vaan kaikki kommunikointi tapahtuu jonkun virtuaalisen kanavan kautta, kun taas perinteinen lokaali tiimi kokoontuu päivittäin kasvokkain eikä käytä tapaamisiin virtuaalisia kanavia ollenkaan. Näiden välissä on tiimejä, joissa kasvokkain kokouksia seuraa eri asteisia virtuaalisia tapaamisia. Marlowin ja muiden [28] mielestä yksi virtuaalitiimien ja perinteisten tiimien välinen ero on viestintämenetelmä. Erityisesti erittäin virtuaaliset tiimit kommunikoivat ensisijaisesti sähköisten viestimien, kuten sähköpostin, tai pikaviestimen kuten esim. Skypen kautta.

Ensimmäiset globaalit virtuaalitiimit syntyivät 1990-luvun alussa seuraten tietokoneavusteista yhteistyömallia (Computer-Supported Cooperative Work, CSCW) ja ryhmän tukijärjestelmää (Group Support System, GSS) [14]. Vaikka koululaitoksissa globaaleihin virtuaalitiimeihin on innostuttu pääasiassa kirjallisuuden perusteella, virtuaalitiimin hyödyntäminen opetuksessa on herättänyt kiinnostusta. Jimenez ja muut [23] kertovat, että globaalit virtuaalitiimit ovat yleisiä nykyisissä organisaatioissa ja aiheesta on olemassa kansainvälisiä tutkimushankkeita. Videokonferenssit ja virtuaaliset järjestelmät ovat tänä päivänä kaikkien saatavilla. Niiden avulla voidaan kommunikoida syrjäisistäkin paikoista ja näiden järjestelmien kautta viestiminen on suhteellisen samankaltaista kuin kasvokkain viestiminen. Virtuaalitiimit ovat yleistyneet sitä mukaa, kuin organisaatiot ovat siirtyneet jäykästä byrokraattisesta rakenteesta kohti asiantuntijaorganisaatioita. Globaali laajentuminen, ihmisten liikkuminen sekä tekninen kehitys ovat luoneet tarpeen ja myös mahdollisuuden laajentaa tiimityö perinteisten järjestelyiden ulkopuolelle, jolloin globaalien virtuaalitiimien syntyminen on mahdollista. Virtuaalitiimeistä on tullut tänä päivänä niin yleisiä, että yritykset eivät useinkaan korosta työtapaansa ja tiimiensä olevan "monikansallisia" tai "virtuaalisia". Virtuaalitiimien olemassaolo on monikansalliselle yritykselle enemmänkin sääntö kuin poikkeus.

Liao [25] toteaa, että virtuaalisten tiimien suosio nykyisissä moderneissa organisaatioissa johtuu tietoliikenteen ja tietojen käsittelyn edistämisestä, lisääntyvistä paineista kilpailla lahjakkuuksista ympäri maailmaa, halusta ylläpitää joustavuutta ja ketteryyttä, vähentäen samalla käyttökustannuksia ja jakaa samalla tietoa tehok-

kaasti.

Luottamus virtuaalitiimin jäsenten kesken on ensiarvoisen tärkeää virtuaalisessa tiimissä, koska se vähentää jäsenten psykologista etäisyyttä fyysisesti hajaantuneessa tiimissä [25]. Luottamus yhdistää fyysisesti erillään olevan tiimin ja määrittää virtuaalitiimin menestyksen. Koska virtuaalitiimit ovat pääasiassa tehtäväsuuntautuneita, luottamuksen rakentaminen virtuaalitiimin jäsenten kesken voi olla haasteellista. Luottamuksen rakentamisessa on avuksi, jos virtuaalitiimi muodostetaan jäsenistä, jotka aikaisemmin ovat tavanneet kasvokkain sen sijaan, että tiimi muodostetaan jäsenistä, jotka eivät koskaan ole tavanneet toisiaan. Sosiaalisen viestinnän määrän uskotaan olevan suorassa suhteessa luottamuksen määrään virtuaalitiimissä. Tämän tosiseikan takia virtuaalitiimi tarvitsee työkalukseen synkronisessa muodossa toimivan viestintäkanavan kuten videokonferenssin tai web-pohjaisen reaaliaikaisen yhteistyökalun. Kun virtuaalinen yhteistyö on korkealla, jäsenet toimivat tehokkaassa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa fyysisestä välimatkasta huolimatta. Tiivis ja tehokas yhteistyö tiimin sisällä kehittää yksilön luottamusta tiimiin, auttaa yksilöä voittamaan potentiaalisen ahdistuneisuuden, joka voi aiheutua työskentelystä virtuaalisessa tiimissä ja lisää heidän motivaatiotaan työtä kohtaan. Luottamus virtuaalitiimiä kohtaan auttaa jokaista jäsentä kommunikoimaan vapaasti toisten tiimin jäsenten kesken ja rohkaisee yksilöitä tekemään aloitteita ja jopa riskejä suorittaessaan tehtäviään.

Dulebohn ja Hoch [15] kertovat, että virtuaalitiimin haasteita ovat luottamuspuhla muihin tiimin jäseniin, eristyneisyys, jäsenten välisen sosiaalisen kanssakäymisen puuttuminen ja haasteet virtuaalitiimin johtamisessa. Yhteisten tapaamisten puuttumisen takia virtuaalitiimin johtajalla on vähemmän vaikutusta tiimin toimintaan ja mm. vaikeuksia hahmottaa tiimin tilanne saavuttaa asetettuja tavoitteita. Johtuen tiimin jäsenten välisistä etäisyyksistä, johtajalla voi olla myös vaikeuksia ratkaista tiiminjäsenten välisiä konflikteja ja rakentaa tiimin jäsenten välistä luottamusta ja yhteenkuuluvuutta. Liaon [25] lisää, että virtuaalitiimin sisäisten konfliktien ja väärinymmärrysten välttämiseksi tiimin esimiehiä kannustetaan käyttämään virtuaalisia kommunikointivälineitä selkeyttämään tehtävien vastuuta, helpottamaan kommunikointia, helpottamaan tehtävien koordinoitua ja pitämään tiimin jäsenet ajan tasalla tiimin töiden tilasta. Virtuaalitiimien johtajat keskittyvät lisäämään virtuaalitiimin omavaraisuutta. Itsenäisillä tiimeillä uskotaan olevan yhteistä johtajuutta, jossa tiimin jäsenet jakavat vastuun, opastavat toisiaan ja tekevät yhdessä päätöksiä. Perinteisestä hierarkkisesta johtajuudesta poiketen, yhteinen johtajuus vaikut-



taa vaikutusvaltaisemmalta ja on kollektiivinen työtapa, joka parantaa tiimin suorituskykyä sähköisessä työympäristössä. Lähes kaikki virtuaalitiimien yhteydessä tehdyt tutkimukset ovat keskittyneet siihen, miten johtajalla on vaikutusta tiimiprosesseihin ja tuloksiin. Ilmeisesti puuttuu tuloksia siitä, miten johtaja vaikuttaa virtuaalitiimissä jokaiseen jäseneseen erikseen. Vaikka johtajilla on koko virtuaaliyhteisöön kohdistuvia käyttäytymismalleja, heidän on myös oltava vuorovaikutuksessa jokaisen ryhmän jäsenen kanssa erikseen, koska jokaisella tiimin jäsenellä on haasteita, jotka ovat ainutlaatuisia paikalliselle työympäristölle.

Virtuaalitiimin johtaja voi keskittyä tehtäviinsä ja suhteisiin, kun hän on vuorovaikutuksessa yksittäisen tiimin jäsenen kanssa. Ennen kuin virtuaalitiimi ottaa virtuaaliympäristön käyttöön, tiimin johtajan tulee varmistua siitä, että jokainen tiiminjäsen on tyytyväinen käytettävään virtuaalitekniikkaan. Yksilöillä on erilaiset mukavuustasot virtuaalitekniologian suhteen. Yksi hyödyllisimmistä lähestymistavoista johtajuuden vaikutuksen ymmärtämiseen yksilöllisellä tasolla on johtajataason vaihto (Leader-Member Exchange, LMX). LMX osoittaa, että johtajan vuorovaikutus yksittäisen tiimin jäsenen kanssa perustuu neljään ulottuvuuteen [25]: vaikutus (toisin sanoen johtajan ja tiimin jäsenen keskinäiset tunteet ovat toistensa suhteen riippuvaisia suhteista eikä tehtävänäkökohtiin), uskollisuus (toisin sanoen julkista tuen ilmaisua), panos (eli määrä, suunta ja laatu tehtävistä), ja ammatillinen kunnioitus (eli luottamus toistensa kykyihin, taitoihin ja tietoon tehtävien suorittamisessa). Meta-analyysissä, jossa analysoitiin 290 näytettä 247 tutkimuksesta [15], jotka julkaistiin viimeisen 40 vuoden aikana, todettiin että LMX-suhteilla on merkittäviä vaikutuksia kriittisiin työntekijöiden asenteisiin ja motivaatioon, kuten tyytyväisyyteen ja sitoutumiseen. Itse asiassa yksilötasolle suunnatut virtuaalijohtajat käyttäytyvät ensisijaisesti työntekijöiden kognitiivisten, affektiivisten ja motivoivien ominaisuuksien muokkaamisessa ja vaikuttavat näin yksilön tehokkuuteen.

Monikansallinen virtuaalitiimi voidaan määritellä esimerkiksi projektin ajaksi, väliaikaiseksi tiimiksi, joka puretaan projektin päätyttyä. Tämän kaltaisessa virtuaalisessa tiimissä voi hyvinkin olla projektin ajan useampi sata jäsentä. Virtuaalitiimi saattaa kokoontua projektin aikana useamman kerran viikossa, käyttäen pikaviestintäohjelmaa kuten Skype tai WebEx. Tiimin jäsenet eivät välttämättä koko projektin aikana näe toistensa kasvoja, joten viestintä on pelkästään verbaalista. Organisaatiossa voi myös olla pysyviä, monikansallisia virtuaalitiimejä, jotka toimivat virtuaalisesti useamman vuoden ajan ja tiimin kommunikointi on pelkästään verbaalista jonkun pikaviestintäohjelman kautta. Tämä täysin oma kanta eli ei ole

lähteestä.

### **Virtuaalitiimin etuja**

Virtuaalitiimistä hyötyy sekä työnantaja että työntekijä [25]. Työntekijälle työskentely virtuaalitiimissä antaa mahdollisuuden työskennellä joustavasti kotoa, asiakkaan toimitiloissa, työmatkalla hotellissa jne. Tämäntapainen joustavuus voi helpottaa työntekijän työn ja vapaa-ajan tasapainoa ja lisätä heidän tyytyväisyyttään työtä kohtaan. Vastaavasti työnantajalle virtuaalitiimi antaa mahdollisuuden löytää asiantuntija ympäri maailmaa. Jimenezin ja muiden [23] mukaan yksi virtuaalitiimin eduista johtuu sen taloudellisista eduista verrattuna lokaaliin tiimiin. Virtuaalitiimi esimerkiksi yhdistää osaajat riippumatta heidän sijainnistaan. Globaali virtuaalitiimi on havaittu tehokkaaksi ongelmanratkaisussa, innovoinnissa ja projektinhallinnassa. Myös maantieteellisesti eri maihin levinneellä virtuaalitiimillä on paremmat mahdollisuudet joustaa mm. työaikojen suhteen kuin lokaalilla virtuaalisella tiimillä. Jäsenten ei tarvitse kuluttaa aikaa matkustamalla toimipisteeseen, vaan he voivat työskennellä paikasta riippumatta. Joissakin tapauksissa projekti voi toimia tehokkaasti lähes ympäri vuorokauden, jos sen jäsenet on hajautettu ympäri maailmaa. Tämä voi olla yritykselle suuri kilpailuetu, kun tarkastellaan projektin läpivientiin kuluvaan aikaa. Tiimin jäsenten erilaiset taustat mahdollistavat laajemman näkökulman asioiden tarkasteluun, mikä puolestaan tarjoaa laajemman tietämyksen ja verkostoitumisen tiimille. Suuri määrä tietoa ja erilaiset näkökulmat tukevat ongelmaratkaisua, luovuutta ja innovaatiota. Monipuolisuus tarkoittaa myös laajempaa kognitiivisten resurssien joukkoa, tietämystä ja näkökulmaa, mikä auttaa ongelmanratkaisussa. Virtuaalitiimissä toimiminen voi luoda jäsenelle myönteisiä kokemuksia ja lisätä mielenkiintoa tehtäviä kohtaan [23]. Virtuaalitiimissä työskentely lisää jäsenen motivaatiota ja autonomiaa joka helpottaa keskittymistä tehtäviin. Virtuaaliset tiimit valmistautuvat enemmän haasteisiin ja niiden voittamiseen, kun taas homogeeniset ryhmät saattavat yliarvioida ryhmän työskentelyn helppoutta ja tämän takia ohittaa haasteet kun niitä ilmenee. Dulebohn ja Hoch [15] kertovat, että virtuaalitiimin etuja on mm. mahdollisuus rakentaa ryhmä, jossa yhdistyy organisaation paras tietämys. Tiimi voi toimia maantieteellisesti hajautetusti ja riippuen maantieteellisestä sijainnista, toimia ympäri vuorokauden ja näin maksimoida tiimin tuottavuuden. Toimiessaan virtuaalisesti tiimi minimoi matkustuskustannukset ja hyötyy matkustukseen kulumattomasta ajasta.

Virtuaalitiimit kommunikoivat harvemmin, jakavat vähemmän tietoa ja ovat näin

heikompia kuin kasvokkain toimivat [28]. Toisaalta erittäin virtuaalisilla tiimeillä tehokkuus on sama kuin kasvokkain toimivilla tiimeillä. Marlow ja muut [28] toteavat, että virtuaalitiimin yhteydenpitotaajuus ei aina tarkoita tiimin lisääntynyttä tehoa tehdä työtehtäviä. Olaisenin ja Renevengin [32] mukaan tiimin jäsenet, jotka omistavat hyvät ihmissuhdetaidot, käyttävät viestintäyhteyksiä aktiivisesti ja ovat vuorovaikutustaitoisia, jakavat tietoa korkeammalla tasolla kuin heikoimmilla ihmissuhdetaidoilla olevat tiimin jäsenet. Tiimissä, jonka jäsenet ovat samalla ammatillisella tasolla toistensa kanssa, ei välttämättä tarvitse olla paljon kommunikointia yhdessä, mutta silti jäsenet ymmärtävät hyvin toisiansa. Jotkut ryhmät ovat osoittaneet pystyvänsä monimutkaisiin tehtäviin tiiminä huolimatta rajallisesta kommunikointimahdollisuudesta tiimin jäsenten kesken [28]. Virtuaalitiimin, jonka jäsenet ovat toisilleen tuttuja, on havaittu saavuttavan korkeamman suorituskyvyn kuin toisilleen tuntemattomista jäsenistä muodostetun tiimin. Kun tiimin sisäinen viestintä suoritetaan sähköisesti, viestintätaajuus voi kasvaa suhteessa kasvokkain kommunikoivaan tiimiin, jolloin tiimin kannattaa miettiä, miten vähentää merkityksetöntä viestintää. Kuitenkin viestintätaajuuden väitetään edistävän useiden tiimiprosessien kehittymistä.

### **Virtuaalitiimin haasteita**

Jimenez ja muut [23] kertovat, että suurin haaste virtuaalitiimin toiminnassa on aikavyöhykkeiden erot, jotka voivat vaikuttaa terveelliseen työelämän tasapainoon negatiivisesti. Myös hiljaisen tiedon leviäminen virtuaalitiimeissä yli aikavyöhykerajojen on vaikeaa. Aidosti eri aikavyöhykkeillä toimivissa virtuaalitiimeissä yhteisten kokousten pitämisessä voi olla haasteita, varsinkin jos tiimit työskentelevät maapallon eri puolilla ja osalla tiimin jäsenistä on yö, kun toisilla on päivä. Virtuaaliympäristön hajautetun luonteen vuoksi, yksi tärkeimmistä haasteista, joita tiimin jäsen voi kohdata, on vaikeus saada järjestelmällinen käsitys siitä, miten tiimin tehtävät tulisi jakaa kollektiivisesti, minkälaisia ovat virtuaalitiimin jäsenten väliset suhteet, missä tiimin resurssit ovat käytettävissä ja mitä tietoa, taitoja ja kykyjä tiimin jäsenillä on käytettävissä [25]. Koska tiimin jäsenet useinkin työskentelevät eri aikavyöhykkeillä, heidän on voitettava haasteet, joihin kuuluu virtuaalisen työympäristön laatu, toiminnan vaikeampi koordinointi, työtovereiden väärinkäsitykset ja eristäytymisen tunne. Davisonin ja muiden [14] mukaan, virtuaalitiimeissä, erityisesti, jos kyseessä on globaali tiimi, tulisi kokouksissaan ottaa huomioon aikaero tiimin jäsenten kesken. Toisen jäsenen päivä voi olla toisen jäsenen yö, eikä jäseniä

pitäisi saattaa epämiellyttävään tilanteeseen sopimalla kokouksia jäsenen ilta- tai yöaikaan.

Globaalissa virtuaalitiimissä, jossa on jäseniä useasta eri maasta, käytetty kieli saattaa aiheuttaa ongelmia [23]. Sujuva yhteinen kieli lisää virtuaalitiimin kommunikointia ja tiedon jakamista tiimin sisällä. Käytettyä kieltä vähemmän ymmärtävät tiimin jäsenet saattavat jäädä tiimin keskusteluissa ulkopuolisiksi ja myös heidän asiantuntijuutta saatetaan arvostaa vähemmän. Elektroniset viestintäkanavat, joiden käyttöön globaalien virtuaalitiimin toiminta perustuu, ovat huonompia kuin kasvotusten kommunikointi mediakanavien rikkauden suhteen. Videokokousjärjestelmät mahdollistavat verbaalin ja nonverbaalin kommunikaation, mutta ne eivät täysin pysty korvaamaan kasvokkain kommunikaatiota, vaikka virtuaalitoiminnan kehityksen johdosta tullaan lähemmäksi kasvokkain kommunikointia. Tiimin jäsenten välinen maantieteellinen sijainti, matka ja aikaero vaikuttavat virtuaalitiimin haasteisiin. Toisaalta tämän kaltaiset haasteet eivät välttämättä ole negatiivisia, vaan ne saattavat kannustaa tiimin jäseniä oppimaan uusia taitoja ja sitä kautta edistää tiimiä pääsemään tavoitteisiinsa.

Globaaleilla virtuaalitiimeillä on samoja vaikeuksia kuin kasvokkain toimivilla tiimeillä, erityisesti kielen, kulttuurin ja ajanhallinnan suhteen, sekä myös käytettävien viestintävälineiden suhteen [14]. Englantia käytetään yleisesti yhteisenä kielenä, mutta usealle se on toinen tai jopa kolmas vieras kieli. Kielellinen ero saattaa aiheuttaa ryhmäytymisen virtuaalitiimin sisällä niin, että osa tiimistä kommunikoi omalla äidinkielellä keskenään ja jättää toisen kielen, kuten englannin käytön esimerkiksi ongelmatilanteissa käyttämättä. Vaikka kielelliset erot ovatkin tärkeitä asioita virtuaalitiimille, kulttuurisilla eroilla voi olla suurempi merkitys ryhmän jäsenille. Kulttuuriset erot voivat liittyä esimerkiksi johtajuuteen, riskinsietokykyyn, epävarmuuteen ongelmatilanteissa. Nämä erot ovat vähemmän havaittavissa, jos ryhmän jäsenet jakavat saman kulttuuritaustan, kuin jos ryhmän jäsenet ovat eri kulttuureista. Toisaalta, vaikka virtuaalitiimin jäsenet olisi koottu eri kansallisuuksista ja eri kulttuureista, tiimissä saattaa muodostua niin sanottu ”tiimikulttuuri” esimerkiksi projektin ajaksi. Tämän kaltainen ”tiimikulttuuri” on virtuaalitiimien nouseva trendi ja edistää tiimin jäsenten yhteenkuuluvuutta ja yhteisen tavoitteen saavuttamista [14].

Marlow ja muut [28] toteavat, että jos viestinnän määrä virtuaalitiimissä kasvaa suureksi, niin tiimin suorituskyky saattaa heikentyä merkityksettömän viestinnän takia, varsinkin jos viestintä tapahtuu pääasiassa esimerkiksi sähköpostin välityk-

sellä, koska vastaanottaja joutuu avaamaan ja lukemaan jokaisen postin. Virtuaali-suustason kasvamisella saattaa olla tähän negatiivisesti tehostava vaikutus. Marlow ja muut kertovat, että verbaali viestintä sitä vastoin on tehokkaampaa, koska se voidaan jättää huomioimatta tarpeen mukaan. Virtuaalitiimin kommunikoinnin kasvokkain asteella mahdollistavat järjestelmät eivät vielä ole kaikkien saatavilla [23]. Myöskään vaadittu tiedonsiirtonopeus ei ole saatavilla kaikissa maissa. Marlow ja muut kertovat, että suurimmat haasteet virtuaalitiimin sisällä saattavat syntyä institutionaalista eroista. Globaalidispersio tarkoittaa, että tiimin jäsenet edustavat erilaisia organisaatioita, mutta vaikka he työskentelisivät saman organisaation eri pisteissä, heidän paikalliset institutionaaliset ja organisatoriset käytännöt saattavat olla erilaisia. Sosiaalinen kanssakäyminen tiimin jäsenten kesken on edellytys hyvälle yhteistyölle. Ilman mahdollisuutta olla kanssakäymisissä tiimin jäsenten kanssa hankkeiden ulkopuolella, virtuaalitiimissä on vaikeaa kehittää jäsenten keskinäisiä suhteita ja ylläpitää tunnetta työtoveruudesta ja yhteisestä velvollisuudesta. Virtuaalitiimin jäsenet saattavat tunnistaa toisensa ainoastaan sähköpostiosoitteesta, tietämättä edes toisen osapuolen sukupuolta tai ikää.

Tekniikan kehitys voi tarjota ratkaisuja niihin ongelmiin, joita lisääntynyt tekniikan käyttö on synnyttänyt [13]. Globalisaatio ja vaihtoehtoiset työjärjestelyt ovat lisänneet virtuaalisia tiimejä. Käytettävästä tekniikasta kuitenkin vain osa hyödynnetään virtuaalitiimien avuksi. Virtuaalisuus saattaa kuitenkin aiheuttaa ongelmia tiimin koordinoinnissa ja johtaa tehokkuuden vähenemiseen, mikäli tiimin johtamista ei hoideta asianmukaisesti.

### **2.4.3 Virtuaalinen työympäristö**

#### **Virtuaalisen työympäristön määritelmä**

Virtuaalinen työympäristö tarkoittaa sähköistä ympäristöä, jonka kautta ihmiset kommunikoivat tietotekniikan avulla ja tekevät yhteistyötä ilman kohtaamista kasvotusten [1]. Hongisto ja muut [21] toteavat, että virtuaalinen työympäristö voidaan hahmottaa fyysisenä, toiminnallisena, sekä psykososiaalisena kokonaisuutena, jonka keskeisiä teemoja ovat työvälineet, sovellukset, tilat, verkkoon liittyminen, ajankäyttö, territoriaalisuus, yksityisyys ja kontrolli. Fyysinen yhteensopivuus tarkoittaa käytettäviä työvälineitä, työvälineiden määrää, työvälineiden samanaikaista käyttämistä, sekä työvälineiden kestävyyttä ja toimintaa. Virtuaalisen työympäristön tiloista korostuvat vaihtelevat tilat ja pajat, sekä tilojen sopivuus eri prosesseille. Toi-

minnallinen yhteensopivuus tarkoittaa verkkoon liittymisen helppoutta, informaatioverkkoon pääsyä, joka usein on puutteellista, sekä ajankäyttöä [21]. Keskeisenä nähdään menetetty tai säästetty aika verkkoyhteyksien toiminnassa ja aika, joka kuuluu toiminnallisten ongelmien ratkaisuun, sekä aika joka kuuluu erilaisten sovellusten käytön opetteluun. Psykososiaalinen yhteensopivuus virtuaalisessa työympäristössä tarkoittaa territoriaalisuutta eli henkilön yhteenkuuluvuutta omien sovellusten kanssa. Erilaisiin yhteisöihin ja tiimeihin kuuluminen tarkoittaa virtuaalista territoriaalisuutta. Yksityisyys koetaan tärkeänä virtuaalisessa työympäristössä. Samanaikainen läsnäolo ja yhteistyö vaatii työntekijältä opettelua.

### **Työympäristön kehittyminen virtuaaliseksi**

Tieto- ja viestintäteknikan kehittyminen on vaikuttanut merkittävästi liikkuvan työn kehittämiseen [44]. Yksi keskeisistä muutoksista työn tekemisessä on sen siirtyminen työntekijän mukana [36]. Tietotyöläisen työntekeminen ei ole enää sidottu yhteen paikkaan, vaan työtä tehdään enemmän toimiston ulkopuolella, kuten asiakkaan tiloissa, kotona, sekä ” kolmansissa ” työntekemissa paikoissa, kuten hotellissa ja matkustuksen aikana esimerkiksi junassa.

Olaisen ja Revang [32] kertovat, että käytettävissä olevat teknologiat ovat saavuttaneet viestintään laadun, joka korvaa fyysisten kokousten ja sosiaalisen vuorovaikutuksen tarpeen. Tekniset ratkaisut olivat vuonna 2016 niin kehittyneitä, että ne voivat korvata todellisen fyysisen vuorovaikutuksen tarpeen globaalissa projektissa. Uudet teknologia-alustat ovat avanneet uusia mahdollisuuksia luoda mahdollisuuksia tiimin jäsenten väliseen kommunikointiin. Ammatilliseen ja sosiaaliseen suhteen kehittyminen virtuaalitiimissä on läheisen kanssakäymisen, luottamuksen, viestintätaajuuden ja viestintään käytetyn ajan summa [32]. Toisaalta nämä suhteet juurikin kehittyvät joko virtuaalisen työympäristön, kasvokkain tapaamisten- tai molempien kautta. Kasvokkain kokouksia ei tarvita ollenkaan, että työntekijöiden suhteet virtuaalisessa työympäristössä saadaan toimimaan. Virtuaalinen työympäristö kehittää ammatillisia ja sosiaalisia suhteita työntekijöiden välillä.

Ruostela ja Lönnqvist [36] kertovat, että tietotyöläisten määrä on kasvanut valtavasti, johtuen organisaatioiden siirtymisestä manuaalisesta työnteosta osaamisen- ja taitojensaamiseen toimintaan. Tietotyöläiset ovat nopeimmin kasvava työntekijöiden joukko ja he ovat myös avainasemassa nykyisissä liiketoimintaympäristöissä. Työntekijöitä johdetaan pitkälti teollistumisen aikaan kehitettyjen mallien pohjalta. Myös tietotyöläisten tuottavuuden parantamiseen käytetyt menetelmät ovat peräisin teol-

listumisen aikakaudelta. On kuitenkin selvää, että tietotyöläisen työ poikkeaa ma-  
nuaalisesta työstä, joten kyseisiä menetelmiä ei voi siihen soveltaa. Tietotyöläisten  
tuottavuutta voidaan parantaa unohtamalla vanhat toimintatavat ja suunnittelemal-  
la uudenlaisia työtapoja, menetelmiä ja asetuksia. Tietotyöläisen työpäivään kuu-  
luu paljon erilaisia tehtäviä kuten kokouksia, asiakastapaamisia, sähköpostien lu-  
kua, matkustamista jne. [36]. Samaan aikaan tietotyöläisen pitäisi olla tuottava ja  
joustava, vaikka hänen työpäivänsä on näin kiireinen ja epäjärjestyksessä. Haastei-  
ta työntekijälle aiheuttaa myös nykyinen informaatiotapa. Työntekijä saattaa joutua  
sähköpostiviestien, sosiaalisen median, puheluiden ja pikaviestimen ristituleen. Pe-  
rinteinen toimistoympäristö ei täytä niitä vaatimuksia, joita tietotyöläinen työssään  
kohtaa. Toimiston olisi samanaikaisesti täytettävä yksilö- ja ryhmätyön vaatimuk-  
sia. Perinteinen toimisto on usein liian levoton tehtävien suorittamiselle, jotka vaa-  
tivat keskittymistä työtehtävään. Toimistoissa ei useinkaan ole riittävästi tiloja tiimi-  
työskentelylle. Perinteinen toimistoympäristö on usein kompromissi, joka ei palve-  
le tietotyöläisen työn tekemistä. Uudet toimintatavat tarjoavat uudenlaisen lähenty-  
misen tietotyön kannattavuuden parantamiseksi ja ottavat huomioon tietotyöläisen  
tarpeet ja korostavat työn asetuksia ja käytäntöjä, jotka on suunniteltava tehtävien  
vaatimusten mukaisesti. Uusilla toimintatavoilla tarkoitetaan työtapoja, asetuksia  
ja paikkoja, joissa tieto- ja viestintäteknikkaa käytetään korvaamaan perinteiset toi-  
mintatavat. Uusilla toimintatapoja käytetään kuvaamaan dynaamisia toimintatapo-  
ja kuten etätyö, mobiilityö ja virtuaalityö.

### **Virtualisoinnin muodot**

Virtualisointi voidaan jakaa teknologian virtualisointiin, työn virtualisointiin ja pro-  
sessien virtualisointiin [1]. Teknologian virtualisointi tarkoittaa loogisten tietojen-  
käsittelyresurssien luomista fyysisistä resursseista. Teknologian virtualisointiin kuu-  
luu mm. virtuaaliset palvelimet, työasemat ja tallennusvälineet. Työn virtualisoin-  
nilla tarkoitetaan mahdollisuutta työskennellä maantieteellisesti hajautetusti tieto-  
verkon kautta, kuten esimerkiksi etätöissä. Prosessien virtualisointi tarkoittaa fyy-  
sisten prosessien siirtämistä virtualisoituun ympäristöön. Ruostelan ja Lönnqvistin  
[36] mukaan jokainen työtila koostuu fyysisen, sosiaalisen ja virtuaalisen työtilan  
integraatiosta. Fyysinen työtila tarkoittaa tilaa kuten toimisto, koti, tai niin sanottu  
kolmas työntekopaikka kuten lentokone tai hotelli. Virtuaalinen työympäristö tar-  
koittaa sähköistä työympäristöä, joka koostuu yhteyksistä ja laitteista kuten säh-  
köposti, videoneuvottelulaitteet ja kannettavat tietokoneet. Eri tehtävät asettavat

erilaisia vaatimuksia virtuaaliselle työympäristölle. Virtuaalisessa työympäristössä tarvitaan erilaisia virtuaalisia työkaluja, kuten sähköposti, ääni- ja videoneuvottelulaitteet, ryhmätyökalenteri, dokumenttien hallinta ja läsnäolotyökalu.

### **Virtuaalisen työympäristön hyödyt**

Tämän päivät tietotyöntekijät voivat työskennellä käytännössä mistä lokaatiosta tahansa [44]. Ajantasaisen tieto- ja viestintätekniiikan ansiosta virtuaalinen työ tuli mahdolliseksi missä vain, ajasta ja paikasta riippumatta. Kuitenkin jotkut yritykset ovat lopettaneet mahdollisuuden työskennellä virtuaalisessa työympäristössä esimerkiksi kotoa käsin. Sen sijaan ne vaativat työntekijöitä työskentelemään yrityksen tiloissa. Perusteena tälle yritykset ovat kertoneet työntekijöiden paremman yhteistyön ja innovatiivisuuden, kun he työskentelevät yhdessä.

Colbert ja muut [13] toteavat, että virtuaalinen työympäristö auttaa käyttäjää sulkeutumaan reaaliympäristöstä ja samalla lähentää käyttäjiä virtuaaliympäristössä. Kolmiulotteisen videokameran avulla kuvauksen tausta voidaan poistaa, jolloin henkilö saadaan ”kellumaan” ja vaikkapa pitämään esitystä lähetyksen vastaanottopäässä. Virtuaalijärjestelmien kehitys mahdollistaa esimerkiksi 3D-prototyypin tarkastelun virtuaalisessa työympäristössä työskentelevien kesken, vaikka tarkasteluun osallistuvat olisivat fyysisesti eri paikoissa. Virtuaaliryhmät käyttävät yhä enemmän ratkaisuja, jotka helpottavat yhteistyötä, viestintää ja dokumenttien jakamista. Ratkaisut voivat auttaa virtuaalitiimin jäseniä lisäämään läsnäolontunnettaan tai olemistaan psykologisessa mielessä. Näiden tekniikoiden kehittyessä edelleen virtuaalisessa työympäristössä, fyysisen läsnäolon merkitys saattaa kehittyä tulevaisuudessa psykologiseen kokemukseen läsnäolosta.

Vahvistamalla argumentaatiotamme, tulevaisuus tuo parempia alustoja [32]. Nämä alustat edustavat myös älykkäämpää ja vihreämpää tulevaisuutta, jossa meidän ei tarvitse matkustaa yhtä paljon kuin aiemmin ja voimme jakaa tietoa yrityksissä maailmanlaajuisesti. Työskentely virtuaalisessa työympäristössä voi vähentää matkustusta 50%–70%. Matkustuksessa säästetty aika voidaan käyttää tiimissä hyödyksi kehitykseen ja innovaatiokehitykseen. Matkustelusta säästetty aika vähentää stressiä ja lisää keskittymistä työtehtäviin. Teknologia-alustan käyttö työtehtävissä voi olla parempi vaihtoehto kuin työskenteleminen kasvokkain tai työskentely verkossa ja antaa parempia tuloksia kuin työskentely offline ja verkossa.

Tieto- ja viestintätekniiikan kehittyminen on mahdollistanut työn tekemisen eri fyysisissä paikoissa, minkä takia virtuaalinen työympäristö on keskeinen tekijä uu-



dessa työskentelytavassa [36]. Tieto- ja viestintäteknologian kehittyminen mahdollistaa aikaisempaa paremman mahdollisuuden työntekijälle hyödyntää niin sanottua ”joutoaikaa” esimerkiksi junassa matkustamisen tai lentokoneen odottamisen aikana, jolloin liikkuvuus ja pääsy tietoihin matkustamisen aikana voi parantaa työntekijän tuottavuutta. Olaisen ja Revangin mukaan [32] tulevaisuudessa yhtiö on maailmanlaajuisesti toimiva projektiorganisaatio, jossa globaaleissa projektiryhmissä työskentelevät korkeasti koulutetut ihmiset tuottavat teknologisia ja innovatiivisia tuloksia. Nämä eivät toimi yksin, vaan edustavat tulevaisuuden tietotyöläisiä, jotka toimivat ryhmässä kollektiivisesti. Olaisen ja Revang ehdottavat, että tiimityö toteutetaan nykyisten teknologisten ja sosiaalisten alustojen kautta, ilman fyysistä vuorovaikutusta ja sosiaalistamista.

### **Virtuaalisen työympäristön kielteiset vaikutukset**

Virtuaalisessa työympäristössä voi olla kielteisiä vaikutuksia, jos työkalut eivät toimi kuten niiden oletetaan toimivan tai jos ongelmia ilmenee internet-yhteydessä [36]. Haasteita virtuaalisessa työympäristössä ovat jatkuvan saavutettavuuden haasteet, virtuaalitiimin säännöt sekä virtuaalisen työskentelymoodin kontrolli [21]. Haasteita tuovat myös jäljittävät työkalut. Fyysisen työympäristön suunnittelussa tulisi ottaa huomioon minkälaisia prosesseja tapahtuu virtuaalisessa työympäristössä ja minkälaisia vaateita tämä asettaa fyysiselle työympäristölle. Yao ja muut [44] kertovat, että fyysisen työympäristön materiaalit ja ärsykkeet muokkaavat työntekijän asennetta, vuorovaikutusta ja käyttäytymistä. Kulttuurisesti monimuotoisten virtuaalitiimien jäsenillä on eroja normeissa, uskomuksissa ja kokemuksessa, mikä aiheuttaa haasteita ryhmien jäsenten yhteenkuuluvuudessa [35]. Ryhmä voi käyttää keskinäiseen viestintään välineitä, joista osa ei tue eleiden ja ilmeiden lähettämistä, joten tiimin jäsenten on luotettava ensisijaisesti kirjoitettuihin viesteihin. Yhteisen ymmärryksen kehittäminen voi olla vaikeaa tämän kaltaisissa tiimeissä. Adam ja muut [1] kertovat, että työskentelyn muuttuminen virtuaaliympäristöön aiheuttaa työntekijässä jännitystä. Työskentely virtuaaliympäristössä tarkoittaa työntekijälle uusien tehtävien opettelua.

## 3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen toteutus

Tässä luvussa käydään läpi tutkimuksen empiiristä osaa. Alaluvussa 3.1 käydään läpi tutkimusstrategia, alaluvussa 3.2 esitellään tutkimusmenetelmät ja aineiston hankintatapa ja alaluvussa 3.3 aineiston analyysimenetelmät. Alaluvussa 3.4 kuvataan tämän tutkimuksen toteutus. Alaluvussa 3.4.1 esitellään käytetty aineiston hankintamenetelmä ja alaluvussa 3.4.2 käydään läpi tässä tutkimuksessa käytetyt aineiston analysointimenetelmät.

### 3.1 Tutkimusstrategia

Tämä tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, jonka aineistonkeruumenetelmä oli määrällinen ja laadullinen lomakekysely. Tutkimusmenetelmänä oli kyselytutkimus, joka sopii hyvin kokemuksen ja käsityksen kartoittamiseen. Kyselyn avulla pyritään saamaan vastaus tutkimusongelmaan: ”Palveleeko virtuaalinen työympäristö virtuaalitiimin tarpeita?” ja ”Voidaanko lisättyä todellisuutta hyödyntää virtuaalitiimin toiminnassa?”

#### Tapaustutkimus

Tapaustutkimuksessa tarkastellaan ”tapausta”, joka voi olla esimerkiksi ongelma, prosessi tai ilmiö [16]. Tapaustutkimuksessa ”tapauksen” määrittely, analysointi ja ratkaisu on tutkimuksen päämäärä. Tapaustutkimuksen johtolankana toimii tutkimuskysymys. Tutkimukselle on tyypillistä, että laadullisia ja määrällisiä aineistoja käytetään rinnakkain. Tutkimuksen tavoitteena on esimerkiksi tapauksen ymmärtäminen ja uuden teoreettisen idean tuottaminen. Tapaustutkimukset jaetaan intensiivisiin ja ekstensiivisiin tutkimuksiin. Intensiivisessä tutkimuksessa tavoitteena on ainutlaatuisen ja teoreettisesti mielenkiintoisen tapauksen tulkinta ja kuvaus. Ekstensiivisessä tapauksessa tarkoitus on etsiä uusia teoreettisia ideoita ja käsitteitä vertailemalla useita tapauksia. Tapaustutkimuksen raportti voi olla rakenteeltaan monenlainen, esimerkiksi vertaileva ja teoriaa kehittävä. Keskeisintä on, että raportissa säilyy tutkimuksen juoni.

## 3.2 Tutkimusmenetelmät ja aineiston hankinta

### Määrällinen tutkimus

Määrällinen tutkimus vastaa esimerkiksi kysymyksiin, kuinka paljon ja miten usein ja kertoo yleisen kuvan muuttujien välisistä eroista ja suhteista [43, s. 14]. Määrällisessä tutkimuksessa tietoa tarkastellaan numeerisesti ja tutkittavia asioita ja niiden ominaisuuksia käsitellään numeroiden avulla. Tutkimuksessa tutkimustulos saadaan numeerisena tietona ja tutkimustulokset esitetään myös numeroilla, esimerkiksi tunnuslukuina. Määrällisessä tutkimuksessa oleellinen numerotieto esitetään sanallisesti. Tuloksissa kuvataan millä tavalla eri asiat liittyvät toisiinsa tai eroavat toistensa suhteen.

Määrällisessä tutkimuksessa aineisto käsitellään kolmessa vaiheessa: lomakkeiden tarkastus, aineiston muuttaminen numeraaliseen muotoon ja tallennetun aineiston tarkistus [43]. Aineiston tarkastuksessa arvioidaan tutkimuksen kato. Kato tarkoittaa puuttuvien tietojen määrää tutkimuksessa. Puuttuvia tietoja ovat esimerkiksi havaintoyksiköiden tai havaintoyksiköiden muuttujien puuttuvat tiedot. Määrällisessä tutkimuksessa kadon laatu arvioidaan katoanalyysillä. Aineiston käsittelyssä kysymys on lomakkeilla saadun aineiston tarkastuksesta ja tiedon syöttämisestä sellaisessa muodossa tietokoneelle, että sitä voidaan analysoida.

### Laadullinen tutkimus

Laadullista tutkimusta voidaan kuvata tutkimukseksi, jossa tutkimuskohteena on ihminen omassa viitekehyksessään [3]. Laadullinen tutkimus on hypoteeseja luovaa eikä testaavaa. Se ei sovellu esimerkiksi esiintyvyyden tai syysuhteiden selvittämiseen. Laadullinen tutkimus soveltuu mainiosti sellaisten tutkimuskohteiden selvittämiseen, joista ei tiedetä vielä kovin paljon. Tutkimustapa soveltuu myös asenteiden ja uskomusten testaamiseen. Laadullisen tutkimuksen aineisto kerätään tutkimuskysymyksillä. Haastateltavien avulla pyritään muodostamaan monipuolinen kuva tutkittavasta ilmiöstä. Tutkittavaan ilmiöön yritetään löytää mahdollisimman monta erilaista näkökulmaa. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimusaineistoa pidetään riittävänä, kun uusi aineisto ei tuo tutkimukseen enää mitään uutta tietoa (aineiston kyllästäminen eli saturaatio). Yleensä tutkimusdokumentteja on muutamia kymmeniä. Menetelmältään laadullinen tutkimus voi olla haastattelu (yksilö- tai ryhmähaastattelu), havainnointi (toiminnan tarkkailu) tai dokumenttien tutkiminen

(lehtiartikkelit, raportit, päiväkirjat).

Laadullisessa tutkimuksessa analysoitavana on tekstitietoa, jota saadaan haastatteluaineistosta, tässä tapauksessa kyselylomakkeista. Tutkimuksessa käytetään induktiivista analyysitapaa. Aineistoon tutustutaan perusteellisesti ja yksityiskohdaisesti. Asiakokonaisuuksille annetaan nimi. Käsitteet ryhmitellään suuremmiksi kokonaisuuksiksi ja näiden perusteella pyritään ilmiön ymmärtämiseen ja selittämiseen [3]. Induktiivisessa analyysitavassa aineiston käsittelyyn voidaan myös muodostaa haastatteluiden perusteella kehys, jonka perusteella tehdään loppuaineiston tarkastelu. Tutkimukseen osallistuvia henkilöitä voidaan pyytää kertomaan omin sanoin kokemuksiaan tutkittavasta asiasta ja tuloksia tarkastellaan kertomuksina. Laadullisen tutkimuksen tuloksia ei voida esittää pelkkinä numerotietoina, vaan ne kuvataan usein teema-alueina tai käsitekarttoina. Tutkimustuloksiin voidaan liittää suoria lainauksia aineistosta, jolloin lukijalle voi muodostua käsitys aineiston laadusta tai analyysin osuvuudesta [3]. Lainaukset voidaan koota aihepiireittäin erilliseksi luetteloksi, jolloin lukijan on helpompi hahmottaa artikkeli visuaalisesti.

### **Lomakekysely**

Lomakehaastattelu, eli strukturoitu haastattelu muodostetaan valmiiksi muotoiluista kysymyksistä ja vastausvaihtoehdoista [37, s. 53]. Lomakekysely on parhaimmillaan tutkimuksissa, joissa aineistoa kvantifioidaan tai käsitellään tilastollisen analyysin keinoin [37, s. 57]. Lomakehaastatteluun voidaan sisällyttää myös avoimia kysymyksiä, jotka analysoidaan laadullisesti tai määrällisesti, strukturoimalla (luokittelemalla) vastaukset jälkikäteen. Voidaanko jäsennellyn aineiston avovastauksia soveltaa laadullisen analyysin tarpeisiin, riippuu avointen kysymysten määrästä ja vastausten laajuudesta. Lomakehaastattelun tavoite on vapaamuotoinen keskustelu, joten esimerkiksi strukturoitu lomake ei sovellu ryhmähaastatteluihin [37, s. 58]. Lomakehaastattelussa vastaaja valitsee annetuista vaihtoehdoista omiin ajatuksiin parhaiten sopivan vaihtoehdon [37, s. 121].

## **3.3 Aineiston analyysimenetelmät**

### **Mielipideasteikko**

Mielipideasteikolla voidaan analysoida järjestysasteikollisia muuttujia [40, s. 6]. Vähintään viisiportaiset, tasavälisiksi oletetut mielipideasteikot tulkitaan välimatka-

asteikoiksi, joten niitä voidaan käyttää keskiarvoon liittyvissä päättelymenetelmissä.

Mielipideasteikko tunnetaan myös nimellä asenneasteikko [43, s. 45]. Asteikon avulla voidaan mitata henkilön henkilökohtaiseen kokemukseen perustuvaa mielipidettä. Asenneasteikkovaihtoehtoja ovat Likertin asteikko ja Osgoodin asteikko. Tässä tutkimuksessa mielipideasteikolla mitataan henkilön mielipidettä lisätystä todellisuudesta virtuaalisessa työympäristössä, sen jälkeen kun hänelle on esitelty demo aiheesta.

Tässä tutkimuksessa käytettiin 5-portaista Likertin mielipideasteikkoa. Likertin asteikossa asteikon keskikohdasta lähtien toiseen suuntaan, samanmielisyys kysymyksen kanssa kasvaa ja toiseen suuntaan mennessä se pienenee [43, s. 46]. Viisiporaisella asteikolla vastausvaihtoehto 3 tarkoittaa "ei samaa mieltä eikä eri mieltä". Mielipideasteikon vaihtoehtoista vastaajan on helpompi valita vastaus ääripäistä "täysin eri mieltä" ja "täysin samaa mieltä", kuin miettiä vastausta näiden vaihtoehtojen väliltä.

Tässä tutkimuksessa mielipideasteikon mitta-asteikkona käytettiin välimatka-asteikkoa. Asteikolla ilmaistaan havaintojen etäisyyttä toisistaan [43, s. 49-50]. Välimatka-asteikolla jokaisen havainnon välimatka on sama. Välimatka-asteikon arvoille suositellaan laskettavaksi aritmeettinen keskiarvo. Aritmeettinen keskiarvo saadaan, kun mittausarvot lasketaan yhteen ja saatu tulos jaetaan havaintojen määrällä.

### **Koodaus, luokittelu, teemoittelu ja tyypittely**

Koodaus tarkoittaa aineiston käsitteellistämistä, pilkkomista ja järjestelemistä tai uudelleen muotoilemista [37, s. 38]. Nämä operaatiot ovat oleellisia aineistoon pohjautuvassa teorian muodostuksessa. Aineistosta voidaan tehdä avointa-, aksiaalista tai akselikoodausta [37, s. 38]. Ensimmäinen analyysiaskel on avoin koodaus, jossa tutkija tekee tutkittavien ilmausten perusteella sisällöllisiä koodeja. Seuraavassa vaiheessa avoimen koodauksen pohjalta luodaan tarkennettuja kategorioita. Kolmannessa vaiheessa kootaan aineisto antiteoriaksi, eli etsitään aineiston juoni; ydin-kategoria tutkimuksesta, johon liitetään myöhemmin muita luokkia.

Luokittelua pidetään usein varsinaisena analyysitekniikkana [38, s. 93]. Luokittelu mielletään yksinkertaisimmaksi aineiston järjestämisen muodoksi. Aineistosta määritellään luokkia, jonka jälkeen lasketaan kuinka monta kertaa jokainen luokka esiintyy aineistossa. Luokiteltu aineisto voidaan sijoittaa taulukkoon.

Teemoittelu ja luokittelu ovat samankaltaisia toimenpiteitä, mutta teemoittelussa painottuu, mitä kustakin teemasta on sanottu [38, s. 93]. Aineistoa teemojen mukaan järjesteltäessä, jokaisen teeman alle kootaan esimerkiksi jokaisesta vastauksesta kohdat, joissa puhutaan kyseisestä teemasta [37, s. 106]. Kyse on aineiston pilkkomisesta ja ryhmittelystä aihepiirien mukaan, jolloin on mahdollista vertailla tiettyjen teemojen esiintymistä. Aineoston alustava ryhmittely voidaan esimerkiksi tehdä vastaajien sukupuolen tai iän mukaan. Tämän jälkeen aineistosta etsitään teemoja eli aiheita. Aiheiden etsimisen ideana on löytää aineistosta teemaa kuvaavia näkemyksiä. Teemahaastattelussa haastattelun teemat muodostavat jäsenyyksen aineistoon, joten aineiston pilkkominen on suhteellisen helppoa.

Ennen teemoittelun aloittamista pitää olla selvillä, mitä aineistosta haetaan; mitkä ovat tutkimustehtävät ja -kysymykset [37, s. 106]. Teemoittelussa teemoja, eli keskeisiä aiheita muodostetaan aineistolähtöisesti, etsimällä tekstimassasta eri kirjoitelmia, haastatteluja tai vastauksia yhdistäviä tai erottavia seikkoja [37, s. 105]. Teorialähtöinen teemoittelu tarkoittaa jonkin viitekehyyksen tai teorian mukaan ohjautuvaa teemoittelua. Teemoittelua käytetään mm. teemahaastattelun analysoinnissa. Teemahaastatteluaineisto voidaan aineiston litteroinnin jälkeen järjestellä teemoittain. Teemojen muodostamiseen käytetään koodausta ja/tai kvantifiointia. Aineistosta etsitään keskeisiä seikkoja ja näille seikoille mietitään yhteisiä nimittäjiä, teemoja.

Tyypittelyssä aineisto ryhmitellään tyypeiksi [38, s. 93]. Tyypittelyssä teemoista etsitään näkemyksille yhteisiä ominaisuuksia ja ominaisuuksista muodostetaan yleistys eli tyyppiesimerkki, eli tiivistetään joukko jotain teemaa koskevia näkemyksiä yleistyksiksi.

## **Sitaatit**

Tutkimusraportissa voidaan esittää teemoittelusta sitaatteja. Näiden tarkoituksena on havainnollistaa, että tutkija todellakin pohjaa analyysinsä johonkin aineistoon, ja että teemat on muodostettu aineistosta saatujen johtolankojen perusteella [37, s. 106]. Sitaattien käyttämisessä tulee olla kriittinen, eikä niitä tule käyttää sen takia, että saataisiin pituutta raporttiin [37, s. 106]. Toisaalta esimerkiksi ilmiön kuvausta ja tutkittavien kokemusta kuvaava siteeraus voi olla hyvinkin pitkä. Sitaatin tulee olla harkittu ja tulee myös huomioida, voiko sitaatti loukata vastaajan anonymiteettiä ja voiko vastaajan tunnistaa sitaatista. Teemojen nimeämisessä voidaan käyttää kuvaavaa tyyliä, tai nimeämiseen voidaan käyttää mielikuvitusta, kunhan raporttis-

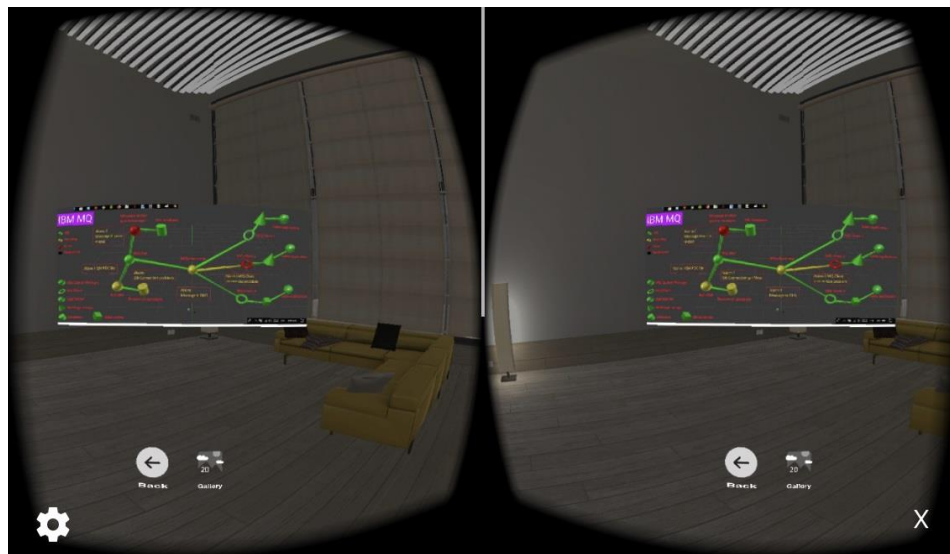
sa käytetty tyyli on yhtenevä [37, s. 107].

### 3.4 Tutkimuksen toteutus

Lisättyä todellisuutta virtuaalisessa työympäristössä testattiin kahdella erilaisella ohjelmistolla rakennetussa ympäristössä. Virtuaalinen työympäristö toteutettiin Mobile VR Station ohjelmalla ja lisättyä todellisuutta kuvaava IBM MQ sanomavälitysverkko 3D-mallinnettiin Blender 3D mallinnusohjelmalla.

#### Virtuaalinen työympäristö

Virtuaalisen työympäristön kuvaamiseen käytettiin Mobile VR Station -ohjelmaa. Mobile VR Station on virtuaalisen todellisuuden ominaisuudella varustettu ilmainen mediasoitin. Mobile VR Station asennettiin älypuhelimelle ja älypuhelin asetettiin VR-laseihin, jonka jälkeen virtuaalitodellisuutta voitiin tarkastella VR-lasien avulla. Virtuaalitodellisuuden näkyväksi valittiin asuinhuoneistoa kuvaava näkymä, jolloin katselijalle tulee tunne etätyöskentelystä.



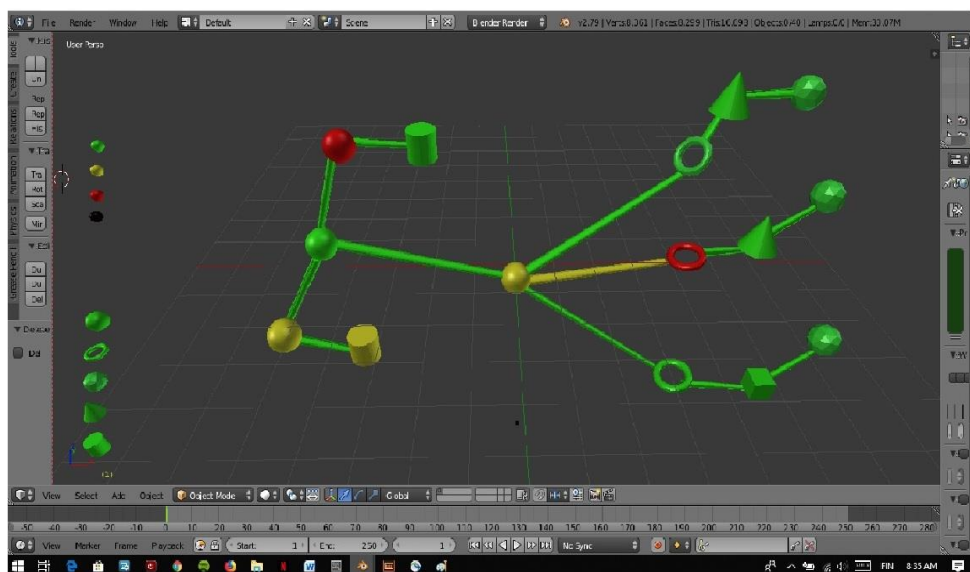
Kuva 3.1: IBM MQ sanomavälitysverkon näkymä puhelimella ilman VR-laseja.

Testattaville kerrottiin, että näkymä on kuvitteellinen näkymä heidän työympäristöstään. Näkymässä näkyivät ikoneina heidän päivittäisessä työssään käyttämät ohjelmat, kuten kalenteri, sähköposti, jaetut levyt ja pikaviestintäohjelma (Skype).

Virtuaalinen työympäristö, johon on avattu IBM MQ sanomanvälitysverkon näkymä, ilman VR-laseja katseltuna on kuvattu kuvassa 3.1.

### Lisätty todellisuus

Lisättyä todellisuutta kuvaava IBM MQ sanomanvälitysverkko 3D-mallinnettiin Blender-ohjelmalla. Blender on avoimeen lähdekoodiin perustuva ilmainen mallinnus-ohjelma, joka on tarkoitettu kolmiulotteisen grafiikan mallinnukseen ja animointiin. Blender ohjelmalla 3D-mallinnettu IBM MQ sanomanvälitysverkko on kuvattu kuvassa 3.2.

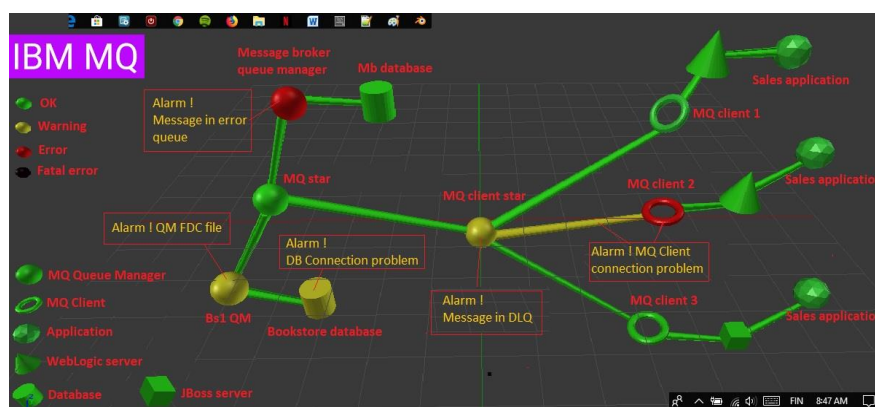


Kuva 3.2: Blender ohjelmalla 3D-mallinnettu IBM MQ sanomanvälitysverkko.

### Lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä

Lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä saatiin aikaan, kun virtuaaliseen työympäristöön lisättiin IBM MQ sanomanvälitysverkko -näkyvä. Testaajille kerrottiin, että IBM MQ sanomanvälitysverkko avataan virtuaaliseen työympäristöön IBM MQ ikonia klikkaamalla, tai näkyvä saadaan avautumaan automaattisesti, esimerkiksi sanomanvälitysverkossa olevan virhetilanteen johdosta. Demoesityksessä sanomanvälitysverkon näkyvä näkyi heti, kun testaajat laitoivat VR-lasit päähänsä. 3D-mallinnettu IBM MQ sanomanvälitysverkko lisättynä virtuaaliseen työympäristöön on kuvattu kuvassa 3.3.





Kuva 3.3: 3D-mallinnettu IBM MQ sanomanvälitysverkko lisättynä virtuaaliseen työympäristöön.

Tutkimus toteutettiin virtuaalitiimissä syksyllä 2018. Virtuaalitiimin jäsenille hankittiin käyttöön Google Cardboard VR-lasit. Tiimin jäsenet tarkastelivat 3D-mallinnettua IBM MQ sanomanvälitysverkkoa Mobile VR -ohjelmalla luodussa virtuaalisessa työympäristössä ja vastasivat tutkimuskysymyksiin. Tutkimukseen osallistuville kerrottiin, että kyseessä on tutkimus pro gradu työtä varten ja että tutkimuksessa tutkitaan lisätyn todellisuuden ja virtuaalisen työympäristön sopivuutta tiimin operoiman IBM MQ sanomanvälitysjärjestelmän hallintaan ja monitorointiin.

Kyselyn kohderyhmänä oli application integration virtuaalitiimi. Maantieteellisesti tiimi toimii Suomessa, Tsekin tasavallassa ja Intiassa. Tiimissä on yhteensä 15 jäsentä. Tiimin kommunikointiin käyttämä kieli on englanti. Yksi tekijä, jonka takia halusin tehdä tutkimuksen juuri tälle organisaatiolle, on virtuaalitiimin globaalisuus ja sitä kautta sopivuus tämän kaltaiselle tutkimukselle. Vuonna 2014 perustettu tiimi työskentelee päivittäin yhdessä ja käyttää kommunikointiin sähköpostia, Skypeä ja WebExiä. Tiimin jäsenet eivät kohtaa kasvotusten koskaan, eivätkä tunnistaisi toisiaan esimerkiksi valokuvasta, lukuun ottamatta virtuaalitiimin "alatiimejä", joiden jäsenillä on tilat toimistoissa Suomessa, Tsekin tasavallassa ja Intiassa. Tiimi pitää yllä IBM MQ sanomanvälitysverkkoa. Tiimin tehtäviin kuuluu sanomanvälitysverkon suunnittelu, toteutus ja ylläpitotyöt mm. valvonta. IBM MQ sanomanvälitysverkko on asiakkaan pankkiliiketoiminnan pääasiallinen sanomanvälitysverkko, joten sen toiminta on erittäin tärkeässä roolissa. Tiimin virtuaaliseen työympäristöön tuotu, lisätyn todellisuuden mukainen näkymä IBM MQ sanomanvälitysverkosta tehostaisi tiimin toimintaa merkittävästi. Näkymä olisi kaikille tiimin jä-

senille samanaikainen, jolloin tiimi voisi yhdessä tarkastella näkymää, kukin jäsen omien VR-lasien kautta sekä keskustella sanomanvälitysverkon ongelmiin, laajentamiseen, tai esimerkiksi huoltoon liittyvistä tehtävistä.

### **3.4.1 Aineiston hankintamenetelmä**

#### **Lomakekysely**

Kysely toteutettiin sähköisellä lomakekyselyllä. Kyselyssä kerrottiin tutkimuksesta ja sen tarkoituksesta selvittää lisätyn todellisuuden käyttöä virtuaalisessa työympäristössä. Kyselyssä painotettiin tutkimuksesta saatavaa hyötyä, koska vastaajilla oli mahdollisuus kertoa kokemuksistaan kokeesta, sekä antaa kehittämis ehdotuksia ja näin vaikuttaa omaan ja koko virtuaalitiimin työympäristön kehittämiseen. Kysymykset pyrittiin pitämään selkeinä ja yksinkertaisina, niin että kysymykset ymmärrettäisiin oikein. Vastausajaksi määriteltiin kaksi viikkoa. Aineiston analyysissä hyödynnettiin mielipideasteikkoa ja teemoittelua.

Lomakekysely toteutettiin Webropol-ohjelmalla toteutetulla kyselylomakkeella. Lomakekyselyllä haluttiin saavuttaa yleiskuva virtuaalitiimin ajatuksista lisätyllä todellisuudella toteutetusta IBM MQ sanomanvälitysverkosta virtuaalisessa työympäristössä ja olisiko tämän kaltaisesta näkymästä hyötyä tiimille, kun se vastaa verkon toiminnasta. Yleiskuva haluttiin tuottaa, koska virtuaalisella työympäristöllä ja lisätyllä todellisuudella on valtava potentiaali ja tulevaisuuden näkymät ovat rajattomat. Lomakekyselystä pyrittiin tekemään lyhyt ja yksinkertainen. Kysymykset haluttiin pitää lähellä tutkimuskysymystä. Lomakkeessa on 15 kysymystä, jotka on jaettu ryhmiin: virtuaalinen työympäristö, lisätty todellisuus sekä lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä. Jokaisessa ryhmässä on yksi avoin kysymys ja loput kysymykset ovat positiokysymyksiä numeroasteikolla 1 - 5. Lomakekysely on kokonaisuudessaan liitteessä A.

#### **Lomakekyselyn aihealueet:**

1. Millaisia ovat tiimin jäsenten näkemykset virtuaalisesta työympäristöstä?
2. Millaisia ovat tiimin jäsenten näkemykset lisätystä todellisuudesta?
3. Millaisia ovat tiimin jäsenten näkemykset lisätystä todellisuudesta virtuaalisessa työympäristössä?

Kysymykset 1 - 7 liittyvät virtuaaliseen työympäristöön. Virtuaaliseen työympäristöön liittyvistä kysymyksistä 6 ensimmäistä on positiokysymyksiä asteikolla 1 - 5. Kysymyksiin valitaan vastaus viidestä eri vaihtoehdosta 1, 2, 3, 4, 5. Vastauksessa 1 tarkoittaa, että vastaaja on täysin eri mieltä kuin kysymyksessä esitetty asia. Vastausvaihtoehto 5 tarkoittaa että vastaaja on täysin samaa mieltä kuin esitetty kysymys jne. Kysymyksessä 7. vastaaja voi omin sanoin kertoa ajatuksiaan työssä esitellystä virtuaalisesta työympäristöstä.

1. Miten koet tässä työssä esitellyn virtuaalisen työympäristön?
2. Olisiko virtuaalisesta työympäristöstä hyötyä työssäsi?
3. Olisiko virtuaalisesta työympäristöstä hyötyä tiimillesi?
4. Parantaisiko virtuaalinen työympäristö tiimisi jäsenten vuorovaikutusta?
5. Olisitko kiinnostunut kokeilemaan työssäsi vastaavanlaista virtuaalista työympäristöä?
6. Tehostaisiko virtuaalinen työympäristö tiimisi toimintaa jos mietitään IBM MQ sanomanvälitysverkkoa koskevia tehtäviä?
7. Kerro omin sanoin mitä hyötyä tai mitä haittaa näet virtuaalisessa työympäristössä.

Kysymysten 8 - 12 avulla saadaan vastaajilta mielipiteitä lisätystä todellisuudesta. Kysymykset 8 - 11 ovat positiokysymyksiä asteikolla 1 - 5 ja kartoittavat vastaajan mielipidettä lisättyllä todellisuudella toteutetusta IBM MQ sanomanvälitysverkosta. Kysymys 12. on avoin kysymys, jolloin vastaajalla on mahdollisuus kertoa omin sanoin mielipiteensä esitetystä sanomanvälitysverkosta.

8. Miten selkeänä näet lisätyn todellisuuden keinoin esitetyn IBM MQ sanomanvälitysverkon verrattaessa sitä perinteisiin IBM MQ työkaluihin kuten MQ Exploreriin?
9. Tehostaisiko tässä tutkimuksessa esitetty IBM MQ sanomanvälitysverkon monitoroinnin kaltainen ratkaisu työtäsi?
10. Auttaako lisätty todellisuus sinua hahmottamaan paremmin IBM MQ sanomanvälitysverkon kokonaisuutta ja ongelmia kuin perinteiset IBM MQ työkalut?

11. Voisitko kuvitella käyttäväsi lisättyä todellisuutta työssäsi jos mietit IBM MQ sanomanvälitysverkon hallintaa?
12. Kuvaile omin sanoin miltä lisätty todellisuus IBM MQ sanomanvälitysverkon valvonnassa tässä demossa vaikutti.

Kysymykset 13. - 15. liittyvät lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä - näkymään. Kysymysten avulla kartoitetaan vastaajien mielipidettä lisätyn todellisuuden lisäämisestä virtuaaliseen työympäristöön. Tässä tutkimuksessa lisätty todellisuus tarkoittaa IBM MQ sanomanvälitysverkkoa ja virtuaalinen työympäristö virtuaalitiimin kuviteltua työympäristöä, jota tarkastellaan VR-lasien kautta. Kysymykset 13. ja 14. ovat positiokysymyksiä asteikolla 1 - 5 ja kysymys 15. on avoin kysymys, jossa vastaajalla on mahdollisuus kertoa omin sanoin mielipiteensä tässä työssä esitellystä lisätyllä todellisuudella toteutetusta IBM MQ sanomanvälitysverkosta.

13. Näetkö hyötyä tämän tapaisesta lisätty todellisuus (IBM MQ sanomanvälitysverkko), virtuaalisessa työympäristössä, näkymästä työssäsi?
14. Tehostaisiko työympäristö, jossa lisätty todellisuus (IBM MQ sanomanvälitysverkko) näkyisi virtuaalisessa työympäristössä, tiimisi toimintaa?
15. Kuvaile omin sanoin mitä ajattelet lisätyistä todellisuudesta virtuaalisessa työympäristössä tässä demossa.

### **3.4.2 Aineiston analysointi**

#### **Mielipideasteikko**

Lomakekyselyn analysointiin käytettiin mielipideasteikkoa. Mielipiteiden jakauma esitetään yhteenvetotaulukkona. Taulukossa jokaisen vastaajan vastaukset on merkitty yhteen riviin. Vastaajien rivit on merkitty V1, V2, V3 jne. Kysymykset on merkitty sarakkeisiin K1, K2, K3 jne. Jokaiselle kysymykselle lasketaan keskiarvo ja keskihajonta. Mielipidekyselyn vastausvaihtoehdot ovat:

1. Täysin eri mieltä
2. Jokseenkin eri mieltä
3. Ei samaa eikä eri mieltä

4. Jokseenkin samaa mieltä

5. Täysin samaa mieltä

Keskiarvon perusteella muodostetaan käsitys vastaajien keskimääräisestä mielipiteestä. Mielipiteiden keskiarvoa tarkastellessa kiinnitetään huomio, onko keskiarvo yli vai alle arvon 3, eli ovatko vastaajat olleet keskimäärin tyytyväisiä vai tyytymättömiä kysymyksessä esitettyyn asiaan. Keskiarvoa tarkastellessa kiinnitetään myös huomiota siihen, miten kaukana arvosta 3 keskiarvo on.

Keskihajonta puolestaan kertoo mielipiteiden keskimääräisen poikkeaman mielipiteiden keskiarvosta. Keskihajonnan perusteella saadaan käsitys mielipiteiden vaihtelusta. Suurella keskihajonnalla mielipiteet ovat vaihdelleet paljon. Vastaavasti, jos keskihajonta on nolla, kaikki vastaajat ovat vastanneet samalla tavalla. Tässä tutkimuksessa kyselyyn osallistui 11 henkilöä. Lomakekyselyn mielipideasteikko on esitetty liitteessä B.

## **Teemoittelu**

Teemoittelussa pyrittiin löytämään vastauksia tutkimuskysymyksiin: ”Palveleeko virtuaalinen työympäristö virtuaalitiimin tarpeita?” ja ”Voidaanko lisättyä todellisuutta hyödyntää virtuaalitiimin toiminnassa?”

Tässä tutkimuksessa haastattelukysymykset muodostivat kokonaisuudet, joten koodaaminen oli sinänsä helppoa. Koodauksessa kysymysten vastaukset merkittiin vastauskoodeittain K7, K12 ja K15, taulukon ensimmäiseen sarakkeeseen omiksi riveikseen.

Teemoittelun ensimmäisessä vaiheessa raakadata koodattiin, eli merkittiin taulukon ensimmäiseen sarakkeeseen. Tämän jälkeen raakadatasta etsittiin tutkimuskysymyksiin viittaavia sanoja ja lauseita, jotka merkittiin punaisella yliviivauskyllä tekstiin.

Toisessa vaiheessa, eli luokittelussa, koodatusta aineistosta kuvattiin aineiston ydinsisältö ja merkittiin taulukon toiseen sarakkeeseen. Kolmannessa vaiheessa, eli teemoittelussa aineistosta etsittiin tärkein tekijä ja merkittiin se taulukon kolmannen sarakkeeseen. Tyypittelyssä, eli neljännessä vaiheessa aineisto ryhmiteltiin tyypeiksi, eli etsittiin teemojen sisältä näkemyksille yhteisiä ominaisuuksia ja tiivistettiin joukko tiettyä teemaa koskevia näkemyksiä yleistyukseksi ja merkittiin ne taulukon neljänteen sarakkeeseen. Esimerkki teemoittelusta löytyy liitteestä C.

Tyypittelyssä otettiin huomioon ne kyselyn kohdat, jotka liittyivät tutkimuskysymyksiin. Tyypittelyn tuloksena aineistosta löytyi 5 erityyppistä selitystä tutkimuskysymyksiin ”Palveleeko virtuaalinen työympäristö virtuaalitiimin tarpeita?” ja ”Voidaanko lisättyä todellisuutta hyödyntää virtuaalitiimin toiminnassa?”

Tyypeiksi muodostuivat:

- Tiimin yhteistyö havainnollisessa, virtuaalisessa työympäristössä
- Virtuaalinen työympäristö ja etättyö
- Virtuaalinen työympäristö ja kokonaisuuden hahmottaminen, mm. nopea ongelmiin reagointi
- Lisätyn todellisuuden havainnollisuus ja tehokkuus IBM MQ sanomanvälitysverkon valvonnassa ja hallinnassa
- Interaktiivisuus lisätyn todellisuuden keinoin toteutetussa IBM MQ sanomanvälitysverkon valvonnassa ja hallinnassa

## 4 Tutkimuksen tulokset

Valitsin tutkimuksen aiheeksi selvittää, olisiko virtuaaliseen työympäristöön lisätyllä, lisätyn todellisuuden keinoin tehdyllä IBM MQ sanomanvälitysverkolla tehostava vaikutus virtuaalitiimissä toimivan yksilön ja virtuaalitiimin toimintaan. Tutkimuksessa kerättiin määrällistä ja laadullista tietoa tutkimuslomakkeella. Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tulokset, jotka pyrkivät vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin.

Alaluvussa 4.1 esitetään tiimin jäsenten näkemyksiä virtuaalisesta työympäristöstä. Alaluvussa 4.2 esitetään tiimin jäsenten näkemykset lisäystä todellisuudesta. Viimeisessä alaluvussa 4.3 esitetään tiimin jäsenten näkemykset lisäystä todellisuudesta virtuaalisessa työympäristössä.

### 4.1 Näkemyksiä virtuaalisesta työympäristöstä

Tämän tutkimuksen ja tutkimuskysymysten lähtökohtana oli oma mielenkiinto virtuaalisen työympäristön ja lisätyn todellisuuden hyödyntämisestä monikansallisen yrityksen virtuaalitiimin toiminnoissa. Vastaavia tutkimuksia lienee tehty varsin vähän, minä en ainakaan vastaavista tutkimuksista ole kuullut, joten senkin takia oletamus, että haastateltavat olivat innokkaita kokeilemaan demoa, sekä vastaamaan kysymyksiin, osoittautui oikeaksi. Tutkimuksen demo oli jopa niin mielenkiintoinen, että esitellessäni sitä yrityksen avokonttorissa, muidenkin tiimien jäsenet olivat kiinnostuneita näkemään, minkälainen näkymä VR-laseilla avautui.

Lomakekyselyn 7 ensimmäistä kysymystä käsitteli virtuaalista työympäristöä. Vastausten mukaan virtuaaliseen työympäristöön suhtauduttiin myönteisesti. Vastausten keskiarvo oli 4.1 vastausvaihtoehtojen ollessa Likertin asteikolla yhdestä viiteen. Ykkösen tarkoittaessa sitä että vastaaja oli esitetyn väittämän kanssa täysin eri mieltä, 2 jokseenkin eri mieltä, 3 ei samaa eikä eri mieltä, 4 jokseenkin samaa mieltä, 5 täysin samaa mieltä.

Vastaajien mielestä virtuaalinen työympäristö vaikutti mielenkiintoiselta ja he olivat kiinnostuneita kokeilemaan virtuaalista työympäristöä omassa työssään. Vastaajista suurin osa (87 %) oli sitä mieltä, että virtuaalisesta työympäristöstä olisi hyö-

tyä tiimille. Kaksi vastaajaa oli sitä mieltä, että virtuaalisesta työympäristöstä olisi tiimille erittäin paljon hyötyä.

Kysymykseen ”tehostaisiko virtuaalinen työympäristö toimintaa, jos mietitään IBM MQ sanomanvälitysverkkoa koskevia tehtäviä?”, vastaajien kanta vaihteli ”en osaa sanoa”-vaihtoehdosta ”virtuaalinen työympäristö tehostaisi toimintaa”-vaihtoehtoon. Mielestäni vastaus oli odotettu ja vahvemman mielipiteen saamiseksi olisi oltava toimiva virtuaalinen työympäristö, jossa tiimin toimintaa voisi harjoitella ja näin työympäristön tehokkuus tulisi esiin.

Kysymykseen ”olisiko virtuaalisesta työympäristöstä hyötyä työssäsi?”, suurin osa uskoi, että virtuaalisesta työympäristöstä olisi hyötyä tiimille, mutta kysymykseen ”Parantaisiko virtuaalinen työympäristö tiimisi jäsenten vuorovaikutusta?”, vastaajista puolella ei ollut mielipidettä ja yksi vastaaja oli sitä mieltä, että virtuaalinen työympäristö ei paranna tiimin jäsenten välistä vuorovaikutusta.

Vastaajien kommentteja kysymykseen ”mitä hyötyä ja mitä haittaa näet virtuaalisessa työympäristössä?”:

”Koko tiimi voisi tehdä yhdessä töitä virtuaalisessa työympäristössä. Jos käytössä olisi hyvät VR-lasit, työympäristöön pääseminen voisi tapahtua mistä vain, ilman tietokonetta.”

”Nopea ongelman esiintulo jo ennen kuin ongelma edes näkyy lopukäyttäjälle, proaktiivinen puuttuminen tuotantoympäristön ylläpito.”

”Hyödyt ovat havainnollinen ympäristö ja nykyaikainen käyttöliittymä. Haittapuoli voi olla kommunikaation vähetessä, kun osa tiimiä istuu virtuaalilasit päässä ja osalla niitä ei olisi.”

## 4.2 Näkemyksiä lisätystä todellisuudesta

Lomakekyselyn kysymykset 8-12 käsittelivät lisättyä todellisuutta. Vastausten keskiarvo oli 4.5 vastausvaihtoehtojen ollessa Likertin asteikolla yhdestä viiteen. Ykkösen tarkoittaessa sitä että vastaaja oli esitetyn väittämän kanssa täysin eri mieltä, 2 jokseenkin eri mieltä, 3 ei samaa eikä eri mieltä, 4 jokseenkin samaa mieltä, 5 täysin samaa mieltä.

Lisätyn todellisuuden keinoin esitetty IBM MQ sanomanvälitysverkko nähtiin erittäin selkeänä, kun sitä verrattiin ”perinteisiin” IBM MQ sanomanvälitysverkon



hallintatyökaluihin. Vastaajista neljä oli täysin sitä mieltä että lisätyllä todellisuudella toteutettu IBM MQ sanomanvälitysverkko on selkeämpi kuin perinteisillä työkaluilla toteutettu IBM MQ sanomanvälitysverkko.

Kysymykseen ”Tehostaisiko tässä tutkimuksessa esitetty IBM MQ sanomanvälitysverkon monitoroinnin kaltainen virtuaalinen ratkaisu työtäsi?”, vastaajat vastasivat ennako-odotusten mukaisesti. Osa vastaajista ei osannut sanoa tehostaisiko esitetyn kaltainen ratkaisu työtä ja taas osa oli täysin sitä mieltä että tutkimuksen kaltainen ratkaisu tehostaisi työtä. Mielestäni ”en osaa sanoa”-vastausten karsimiseksi olisi oltava toimiva, lisätyllä todellisuudella varustettu työympäristö, jonka tehokkuutta henkilö voisi testata todellisissa työolosuhteissa.

Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että lisätty todellisuus auttaa hahmottamaan paremmin IBM MQ sanomanvälitysverkon kokonaisuutta ja ongelmia kuin perinteiset työkalut. Mielestäni vastauksesta huomaa, että ainakaan osa haastateltavista ei mieltänyt demoa niin, että tulevaisuudessa jokaisella saattaa olla VR-lasit silmillä lähes koko ajan, jolloin lisätyllä todellisuudella toteutettu IBM MQ sanomanvälitysverkko avautuu näkökenttään automaattisesti esimerkiksi ongelmatilanteissa ja näin verkon ongelmakohta on heti näkyvässä.

Puolet vastaajista oli sitä mieltä, että he voisivat käyttää lisättyä todellisuutta työtehtävissään, jos se koskisi IBM MQ sanomanvälitysverkon hallintaa. Melkein puolet taas oli sitä mieltä että he eivät osaa sanoa, voisivatko kuvitella käyttävänsä lisättyä todellisuutta työtehtävissä.

Alla vastaajien kommentteja kysymykseen ”Kuvaile omin sanoin miltä lisätty todellisuus IBM MQ sanomanvälitysverkon valvonnassa tässä demossa vaikutti.”:

”IBM MQ verkko toteutettuna lisätyllä todellisuudella vaikutti mielenkiintoiselta, varsinkin jos näkymä olisi saavuttavissa laseilla, joita voisi pitää koko ajan päässä.”

”Lähtökohtaisesti tämänkaltainen end-to-end näkyvyys loogisena kuvana hyvä asia. Toteutustapa tärkein asia. Samat asiat kuvattuna isolle näytölle / TV-ruudulle jollain end-to-end monitorilla jo nyt rakennettavissa, mietin mitä lisäarvoa lisätty todellisuus tuo? Itse koen että hyötyä voisi olla toimivasta ääniohjauksesta / silmien eleisiin perustuvasta ohjauksesta jotta säästyy turhalta näppäimistön ja hiiren käytöltä. Onko sitten enää kyse lisätyistä todellisuudesta?”

”Erittäin hyvä näkymä ympäristöön ja nopeasti esiin nousevat ongelmakohdat. Helppo nähdä häiriöön porautumisen aloitta!”

### **4.3 Näkemyksiä lisäystä todellisuudesta virtuaalisessa työympäristössä**

Lomakekyselyn kysymykset 13 ja 14 käsittelivät lisättyä todellisuutta virtuaalisessa työympäristössä. Vastausten keskiarvo oli 4.2 asteikon vastausvaihtoehtojen ollessa 1-5. Vastausvaihtoehdoissa vaihtoehto 1 tarkoitti täysin eri mieltä, 2 jokseenkin eri mieltä, 3 ei samaa eikä eri mieltä, 4 jokseenkin samaa mieltä, 5 täysin samaa mieltä.

Puolet vastaajista oli sitä mieltä, että tämän tutkimuksen kaltaisesta lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä -näköistä olisi hyötyä heidän työssään. Puolet vastaajista oli täysin samaa mieltä siitä että näköistä olisi hyöty heidän työskentelynsä. Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä että lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä tehostaisi tiimin toimintaa.

Vastaajien kommentteja kysymykseen ”Kuvaile omin sanoin mitä ajattelet lisäystä todellisuudesta virtuaalisessa työympäristössä tässä demossa..”:

”Näkymä oli mielenkiintoinen ja minulle jäi kuva, että tulevaisuudessa työnäkymä on tuon näköinen.”

”Tämä tapa kuvata IBM MQ-verkkoa ja sen eri tapahtumia sopisi erittäin hyvin asioiden viestintään vähemmän teknisten henkilöiden, esim. asiakkaan edustajina toimivien päälliköiden ja johtajien, kanssa.”

”Koko kokonaisuuden hallinta helpottuu huomattavasti. Tulevaisuudessa toivoisin että kaikista vastuullani olevista palveluista oleisi käytävissä vastaavanlaiset näkymät.”

## 5 Tulosten pohdinta

Tässä luvussa keskitytään tuloksiin tutkimuskysymysten näkökulmasta. Luvussa pohditaan käyttäjän näkemyksiä virtuaalisesta työympäristöstä, esitetään käyttäjien näkemyksiä lisäystä todellisuudesta, sekä pohditaan lisättyä todellisuutta virtuaalisessa työympäristössä. Luvussa yhdistetään tutkimustuloksia tutkielman teoreettiseen osuuteen.

Kyselyyn vastaajat ovat selvästi kiinnostuneita kokeilemaan lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia virtuaalisessa työympäristössä. Asenne sekä virtuaalista työympäristöä sekä lisättyä todellisuutta kohtaan on innostunut, vaikka moni vastaajista mieltääkin molemmat tekniikat tulevaisuuden työvälineiksi. Mielestäni AR- ja VR-näkymien yleistymisen hitaus johtuu pitkälti AR- ja VR-lasien kalliista hinnasta, sekä lasien virransyötön tämänhetkisestä vaivallisuudesta.

Haastatteluun osallistujille VR-lasien kautta avautuva virtuaalinen työympäristö oli uusi asia. Virtuaalinen työympäristö mielletään havainnolliseksi ja nykyaikaiseksi. Kuitenkin osa tutkimukseen osallistujista näkee esitellyn kaltaisen virtuaalisen työympäristön mieluummin tulevaisuudessa kuin tämän päivän työvälineenä. Arvelen tämän johtuvan pitkälti demoesityksessä käytetyistä VR-laseista, joissa virtuaalinen työympäristö saatiin aikaan älypuhelimella, joka oli sijoitettu VR-lasien sisään. Näkymä sinänsä oli selkeä, mutta kömpelöt ja painavat VR-lasit älypuhelimien kanssa eivät anna käyttäjälle tunnetta, että laseja voisi pitää päässä kovinkaan kauan, varsinkaan kokonaista työpäivää. Arvelen että vastaajien käyttökokemus olisi myönteisempi, jos demoa olisi voinut katsella laadukkaiden VR-lasien avulla, sen sijaan että demossa käytettiin VR-laseja, joissa oli matkapuhelin sisällä.

Vastauksissa tuodaan esille koko tiimin mahdollisuus toimia yhdessä virtuaalisessa työympäristössä. Koko tiimin yhdessä työskentely VR-lasien avulla on erittäin mielenkiintoinen ajatus. Tiimi voisi kokoontua virtuaalisesti työympäristöön ja esimerkiksi yhdessä suunnitella laajennusta esitettyyn IBM MQ sanomanvälitysverkkoon. IBM MQ sanomanvälitysverkko olisi kaikkien näkyvillä yhtä aikaa, jolloin se 3D-mallinnettuna olisi erittäin selkeä ja helposti ymmärrettävissä, verrattuna tämän päivän tapaan, jossa yksi Skype-palaveriin osallistujista jakaa oman työpöytänsä näytön muille osallistujille. Ongelmatilanteessa tiimi voisi yhdessä tarkastella

kyseistä transaktiota ja etsiä yhdessä ongelmaan ratkaisua. Koko tiimin yhdessä toimiminen virtuaalisessa työympäristössä VR-lasien avulla ei välttämättä tarkoita koko tiimiä, vaan esimerkiksi joitakin tiimin jäseniä, joilla on erikoisosaamista jostakin tiimin hallinnoimasta kokonaisuudesta. IBM MQ sanomanvälitysverkossa ilmenevä ongelma voisi esimerkiksi avautua VR-laseihin näkymäksi vain tietyille tiimin jäsenille.

Tänä päivänä työskentely virtuaalisessa työympäristössä täysin VR-lasien avulla vaatii käytännössä joko virtuaalikäsineen tai silmien liikkeeseen perustuvan mahdollisuuden toimintojen, kuten sovellusten avaaminen tai kirjoittaminen, suorittamiseen. Mikäli esitetyn kaltainen virtuaalinen työympäristö otettaisiin käyttöön, ensimmäinen edellytys olisi hankkia laadukkaat, kevyet ja toimivat VR-lasit, joita käyttäjä voisi pitää päässään kuten esimerkiksi päätelaseja, koko työpäivän ajan. Etätyötä tehdessä esimerkiksi junamatkan aikana, kanssamatkustajissa saattaisi herättää hilpeyttä, kun yksi matkustaja konfiguroisi IBM MQ sanomanvälitysverkkoa VR-lasien ja virtuaalikäsineen avulla.

VR-laseilla virtuaalisessa työympäristössä työskentely pitää työntekijän kiinni työympäristössä niin kauan, kun hänellä on VR-lasit päässään ja niissä on näkyvä työympäristöön. Tämä nopeuttaa esimerkiksi tässä tutkimuksessa esitetyn 3D-mallinnetun IBM MQ sanomanvälitysverkon vikoihin reagointia merkittävästi paikasta ja ajasta riippumatta. Kuvitellaan esimerkiksi tilanne, jossa viikonloppuna sanomanvälitysverkkoon tulee vika. Tänä päivänä kyseisen järjestelmän päivystäjä saa tiedon viasta matkapuhelimeensa ja tämän tiedon perusteella avaa tietokoneensa ja tutkii vikaa. Mikäli kyseessä olisi tässä tutkimuksessa esitellyn kaltainen järjestelmä, päivystäjä saisi viasta hälytyksen VR-laseihinsa ja voisi mahdollisesti ratkaista sen koskematta tietokoneeseen.

Vastaajien mielestä lisätty todellisuus vaikutti mielenkiintoiselta ja tehokkaalta työkalulta IBM MQ sanomanvälitysverkon monitoroinnissa ja hallinnassa. Kun mietitään lisättyä todellisuutta virtuaalisessa työympäristössä, mieleen tulee vääjäämättä VR- tai AR-lasit, joiden kautta lisättyä todellisuutta voidaan tarkastella, eikä näin olla riippuvaisia missä ja milloin työympäristöön saadaan näkyvä. Yhdessä vastauksessa pohdittiin lisätyn todellisuuden etuja verrattuna samojen asioiden kuvaamiseen perinteisellä tietokoneen näytöllä. Tässäkin tapauksessa riippumattomuus paikasta ja ajasta, sekä tietokoneen mukana kuljettamisesta asettuu VR-lasien eduksi.

Lisätty todellisuus koettiin erittäin nopeana monitorina ongelmiin reagoinnissa.

Olen tässä vastaajien kanssa täysin samaa mieltä. Esimerkiksi pankki- ja vakuutusmaailmassa IBM MQ sanomanvälitysverkon läpi kulkee miljoonia asiakkaiden sanomia päivässä. Ongelmaan reagointi jo sen syntyvaiheessa nopeuttaa ongelman paikallistamista ja sen ratkaisua merkittävästi, eikä asiakas välttämättä ole ensimmäinen joka ongelman huomaa. Monikansallisessa virtuaalisessa tiimissä järjestelmän valvontaa ja ongelmiin reagoitua voidaan parantaa merkittävästi, jos nämäkin toiminnot saadaan ajasta ja paikasta riippumattomiksi VR-lasien avulla, jolloin monitorointi ei tapahdu pelkästään siihen varustellussa monitorointihuoneessa tietokoneen näyttöjen avulla, vaan monitori on VR-lasien muodossa henkilön näkökentässä heti ongelman ilmaannuttua.

Haasteena lisätyssä todellisuudessa nähtiin sen kehittäminen oikeaksi työkaluksi. Tiimin hallinnoima IBM MQ ohjelmisto vaatii jo sinällään IBM MQ spesifistä tietoa ja osaamista. IBM MQ sanomanvälitysverkon hallinnan kehittäminen toimivaksi "lisätty todellisuus -sovellukseksi" vaatisi paljon suunnittelua ja ohjelmointia, koska kaupallisia valmiita sovelluksia ei ole saatavilla. Toisaalta, ohjelmointikokemusta omaavia henkilöitä on paljon saatavilla. Myös yliopisto-opiskelijat voisivat olla kiinnostuneita kehittämään tässä tutkimuksessa kuvattua järjestelmää. Olen sitä mieltä että työkalut vastaavan toimivan järjestelmän kehittämiseen ovat olemassa, puuttuu vaan innostava ja koordinoiva henkilö tai tiimi.

Lisättyä todellisuutta virtuaalisessa työympäristössä pidettiin haastateltujen joukossa pitkälti tulevaisuuden työkaluna. Tänä päivänä työskentely VR-lasien avulla ei ole kovin yleistä, joten on helppo ymmärtää että virtuaalinen työympäristö ja siihen 3D-mallinnettu IBM MQ sanomanvälitysverkko koetaan tulevaisuuden työkaluna. Vastaajat myös visioivat vastauksissaan, minkälaista lisäarvoa tai -toiminnallisuutta lisätty todellisuusnäkyminen antaisi tai mitä toimintoja sen avulla voisi suorittaa ja mitä toimintoja siihen olisi hyvä saada mukaan. On vaikea kuvitella virtuaalista työympäristöä, jossa käytettäisiin VR-laseja ja tietokone olisi samalla täysin tarpeeton. Tänä päivänä tietokoneen kanssa työskentelevä henkilö joutuu työssään kirjoittamaan näppäimistöllä, joten tämänkin tosiseikan takia VR-lasit saatetaan kokea lähinnä lisätyökaluna, eikä ensisijaisena työkaluna jonka kautta työtehtävät tehdään.

Lisätyllä todellisuudella toteutettu IBM MQ sanomanvälitysverkko miellettiin helposti ymmärrettäväksi. Käyttöliittymä ajateltiin helppokäyttöiseksi, jos IBM MQ-objekteja mm. voisi hallinnoida pelkällä sormen kosketuksella. 3D-mallinnettu IBM MQ sanomanvälitysverkko koettiin niin visuaalisena, että sen avulla verkkoa voisi esitellä jopa asiakkaalle. Tarkemmin ajateltuna, mikä estää mallintamasta nykyistä,

tuotannossa olevaa IBM MQ sanomanvälitysverkkoa 3D-malliksi ja esittelemästä sitä asiakkaalle VR-lasien avulla.

Lisätyn todellisuuden tuomisen työympäristöihin arveltiin vaativan aivan uudenlaista ajattelutapaa ja kehitystä työympäristössä verrattuna perinteiseen 2D-maailmaan. Tämä pitää varmasti paikkansa. Mielestäni työympäristön muuttuessa niin, että tietokoneella siihen pääsy korvataan VR-laseilla pääsyksi ja kaikki työhön liittyvät toiminnot voidaan suorittaa VR-lasien kautta, mm. käsite työpaikka menettää sikäli merkityksensä, että henkilö voi tässä tapauksessa tehdä töitä ajasta ja paikasta riippumatta.

Yhdessä vastauksessa tuotiin esille toivomus yrityksen kaikkien palveluiden vastaavanlaisesta 3D-mallintamisesta IBM MQ sanomanvälitysverkon kanssa. Ymmärrän toivomuksen hyvin. Esitetty demo IBM MQ sanomanvälitysverkon mallintamisesta on niin visuaalinen, että verkon toimintakunto voidaan nähdä yhdellä silmäyksellä, jolloin mahdollisiin ongelmiin tai pullonkauloihin sanomanvälityksessä voidaan reagoida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

## 6 Yhteenveto ja loppupäätelmät

Kiinnostuin tutkimaan lisättyä todellisuutta virtuaalisessa työympäristössä työskennellessäni monikansallisen yrityksen virtuaalitiimissä. Virtuaalitiimissä on jäseniä Suomessa, Tsekin tasavallassa ja Intiassa. Olen joskus leikkimielisesti sanonut tiimikavereilleni että ”näitä töitä voisi hoitaa purjeveeneen takakannelta tai porealta VR-lasien kautta”. Tietysti sillä edellytyksellä, että kyseinen IBM:n järjestelmä 3D-mallinnetaan ja tuodaan oikeaan virtuaaliseen työympäristöön. Väitän että tuo sanontani ei ole tulevaisuutta eikä tuulesta temmattu. Se on jo nyt monella alalla arkipäivää ja irrottaa työn tekemisen ajasta ja paikasta riippumattomaksi. Tässä työssä esitelty, lisättyllä todellisuudella toteutettu sanomanvälitysverkon monitorointi ja hallinta antaisi valtavan lisäarvon asiakkaalle, sekä mahtavan työkalun verkon toiminnasta vastaavalle toimijalle. Tekniikka ja laitteet kyseisen järjestelmän tekemiseen ovat tänä päivänä olemassa, puuttuu vain taito ja tekijät, vai puuttuuko. Tutkielmaa ohjasi tutkimuskysymykset: ”Palveleeko virtuaalinen työympäristö virtuaalitiimin tarpeita?” ja ”Voidaanko lisättyä todellisuutta hyödyntää virtuaalitiimin toiminnassa?”

Työn alussa tutustutaan kirjallisuuskatsauksen avulla virtuaaliseen työympäristöön, lisättyyn todellisuuteen ja lisättyyn todellisuuteen virtuaalisessa työympäristössä. Tutkimusta varten toteutin demoympäristön, jossa virtuaalinen työympäristö kuvattiin Mobile VR Station -ohjelman avulla. Virtuaaliseen työympäristöön 3D-mallinsin IBM MQ sanomanvälitysverkon Blender 3D-grafiikan mallinnusohjelman avulla. Demoympäristöä esiteltiin tutkimukseen osallistuville, jolloin he saivat käsityksen virtuaalisesta työympäristöstä ja siihen lisätyn todellisuuden keinoin kuvattusta IBM MQ sanomanvälitysverkosta. Tutkimuksen määrällisen ja laadullisen tutkimuksen osuus toteutettiin Webropol-kyselynä. Kyselyn avulla pyrittiin luomaan yleiskuva virtuaalitiimin mielipiteistä ja asennoitumisesta lisätyn todellisuuden keinoin esitettyä IBM MQ sanomanvälitysverkkoa kohtaan.

Tutkimuksen aikana minulla oli tietty ennakko-olettaus tutkimusta kohtaan. Epäilin, että esitetyt kysymykset tutkimuksessa esitettyä virtuaalista työympäristöä ja lisättyä todellisuutta -näkömää IBM MQ sanomanvälitysverkkoa kohtaan ovat liian itsestään selviä puhumaan virtuaalisuuden ja lisätyn todellisuuden puolesta, ja

että tiimin jäsenet pitävät näkemäänsä ylivertaisena perinteisiin IBM MQ sanomanvälitysverkon hallinta- ja monitorointisovellusten näkymiin. Arvelin tutkimuksen tuottavan tuloksen, jonka vastausten mukaan virtuaalinen työympäristö palvelee virtuaalitiimin tarpeita ”täysin samaa mieltä”-asenteella, ja että lisättyä todellisuutta voidaan hyödyntää virtuaalitiimin toiminnassa ”täysin samaa mieltä”-asenteella.

Tutkimuksen tulokset osoittautuivat pääosin oikeiksi olettamukseeni nähden. Virtuaalinen työympäristö koettiin mielenkiintoiseksi ja hyödylliseksi, koko tiimin yhteiseksi työvälineeksi, johon tiimiläisillä olisi pääsy mistä vain, ajasta ja paikasta riippumatta. Useassa vastauksessa tuotiin esille tehokkaat VR-lasit, joiden avulla virtuaaliseen ympäristöön liittyminen olisi mielekästä. Ehkä tehokkaiden ja käytännöllisten VR-lasien esiintyminen vastauksissa johtuu osaksi siitä, että ennen demoa kuvailin osallistujille lähitulevaisuuden virtuaalisen työympäristön sellaiseksi, jossa ei ole erikseen älypuhelin tai tietokonetta tai tablettia, vaan kaikki kommunikointi tapahtuu käytännöllisyydessään ja keveydessään nykyisiin silmälasihin verrattavien VR-lasien avulla.

Lisätty todellisuus nähtiin mielenkiintoisena ja tehokkaana työkaluna IBM MQ sanomanvälitysverkon hallinnassa. Myös lisätyn todellisuuden kohdalla, vastauksissa tuotiin esille tehokkaat ja käytännölliset VR-lasit. Demoesitys toteutettiin kimpelöillä VR-laseilla, joiden sisällä oli älypuhelin, joten testaajille ei siinä mielessä tullut tunnetta VR-laseista, joita voisi pitää kokonaisen työpäivän päässä.

Lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä koettiin mielenkiintoisena ja tehokkaana tulevaisuuden työkaluna. Käyttöliittymä vaikutti helpolta ja kuva IBM MQ sanomanvälitysverkosta oli havainnollinen.

Tämä tutkimus tuotti kiinnostavan näkökulman yrityksen IBM MQ tiimin asennoitumisesta virtuaaliseen työympäristöön ja lisättyyn todellisuuteen. Mielestäni empiirinen osa vastasi hyvin työn alussa kuvattuihin tutkimuskysymyksiin. Tulokset olivat juuri niin positiivisia kuin osasin odottaa. Demo koettiin mielenkiintoisena, visuaalisena ja tehokkaana virtuaalitiimin työvälineenä IBM MQ sanomanvälitysverkon monitoroinnissa ja valvonnassa. Useassa vastauksessa kuitenkin tuotiin esille, että tämäläinen näkymä ja toiminnallisuus on tulevaisuutta. Tosiasiassa näytetyn demon kaltaisia näkymiä ja toiminnallisuuksia on jo muissa tuotteissa olemassa ja niitä kehitellään jatkuvasti. Mikä estäisi kyseisen yhtiön IBM MQ -tiimiä kehittämästä nähdyn demon kaltaista tuotetta niin pitkälle että siitä saisi toimivan työkalun.

Jälkikäteen katsottuna tutkimuksen suunnittelussa olisi voinut huomioida pa-



remmin haastateltavien valmistautumisen kyselylomakekyselyyn. Virtuaalinen työympäristö ja lisätty todellisuus ovat monelle aivan vieraita käsitteitä, ja vaikka kerroinkin mikä tilanne on sillä hetkellä kun he pukevat VR-lasit päähänsä, joillekin haastateltaville saattoi jäädä epärealistinen kuva demoympäristön kaltaisen ympäristön toteuttamismahdollisuuksista todellisessa työelämässä.

Tutkimuksen tuloksia on mahdollista hyödyntää jatkossa organisaation toimintatapojen kehittämiseen mietittäessä mahdollisuuksia toteuttaa virtuaalinen työympäristö ja lisätty todellisuudella kuvattu IBM MQ sanomanvälitysverkko. Tuloksista tulee hyvin esille tiimin toiveita virtuaalista työympäristöä ja lisättyä todellisuutta kohtaan. Tuloksista voi myös poimia esiin nousseita kyseenalaistamisia ko. tekniikoiden tarpeellisuudesta tämän kaltaisen virtuaalitiimin toiminnassa.

Tämä tutkimus ja sen tulokset antavat käsityksen loppukäyttäjien, tässä tapauksessa kansainvälisen virtuaalitiimin jäsenten, suhtautumisesta lisätyn todellisuuden keinoin tuotetusta näkymästä heidän ylläpitämänsä sanomanvälitysverkon monitoroinnista ja hallinnasta.

## Lähteet

- [1] ADAM, I., EFFAH, J., JA BOATENG, R. A case study of a sub saharan african higher education institution. Julkaisusarjassa *Migrating from Physical to Virtual Administrative Work Environment* (San Diego, CA, August 2016), Assosiation For Information Systems.
- [2] ADAM, J. A. Virtual reality is for real. *IEEE spectrum* 30, 10 (1993), 22–29.
- [3] AIRA, M. Laadullisen tutkimuksen arviointi. *Duodecim* 121, 10 (2005), 1073–1077.
- [4] AKÇAYIR, M., JA AKÇAYIR, G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review* 20 (2017), 1–11.
- [5] ALHUMAIDAN, H., LO, K. P. Y., JA SELBY, A. Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook. *International Journal of Child-Computer Interaction* (2017).
- [6] AZUMA, R. Making augmented reality a reality. Julkaisusarjassa *Applied Industrial Optics: Spectroscopy, Imaging and Metrology* (Intel Labs, 2200 Mission College Blvd., Santa Clara, CA 95054, 2017), Optical Society of America.
- [7] BAR-ZEEV, A., LEWIS, J. R., JA KLEIN, G. Optimized focal area for augmented reality displays, 2017. US Patent 9,690,099.
- [8] BARZUZA, T., WIENER, Y., JA MODAI, O. Presentation of enhanced communication between remote participants using augmented and virtual reality, May 1 2018. US Patent 9,959,676.
- [9] BERG, L. P., JA VANCE, J. M. Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey. *Virtual reality* 21, 1 (2017), 1–17.
- [10] BILLINGHURST, M., JA KATO, H. Collaborative augmented reality. *Communications of the ACM* 45, 7 (2002), 64–70.

- [11] BROOKS, F. P. What's real about virtual reality? *IEEE Computer graphics and applications* 19, 6 (1999), 16–27.
- [12] CAUDELL, T. P., JA MIZELL, D. W. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Julkaisusarjassa Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences* (1992), vol. 2, IEEE, 659–669.
- [13] COLBERT, A., YEE, N., JA GEORGE, G. The digital workforce and the workplace of the future. *Academy of Management Journal* 59 (2016), 731–739.
- [14] DAVISON, R. M., PANTELI, N., HARDIN, A. M., JA FULLER, M. A. Establishing effective global virtual student teams. *IEEE Transactions on Professional Communication* 60, 3 (2017), 317–329.
- [15] DULEBOHN, J. H., JA HOCH, J. E. Virtual teams in organizations. *Human Resource Management Review* 27 (2017), 569–574.
- [16] ERIKSSON, P., JA KOISTINEN, K. Monenlainen tapaustutkimus. *Julkaisusarjassa Tutkimuksia ja selvityksiä* (2014), Kuluttajatutkimuskeskus.
- [17] FALLER, J., ALLISON, B. Z., BRUNNER, C., SCHERER, R., SCHMALSTIEG, D., PFURTSCHELLER, G., JA NEUPER, C. *A feasibility study on SSVEP-based interaction with motivating and immersive virtual and augmented reality*. Tekninen raportti, Institute for Knowledge Discovery, Laboratory of Brain-Computer Interfaces, Graz University of Technology, Krenngasse 37, 8010 Graz, Austria, 2017.
- [18] GOURLAY, M. J., JA ROBERT, T. Head mounted display tracking for augmented and virtual reality. *SID Magazine* (2017), 6–10.
- [19] GREENWALD, S., KULIK, A., KUNERT, A., BECK, S., FROHLICH, B., COBB, S., PARSONS, S., NEWBUTT, N., GOUVEIA, C., COOK, C., ET AL. Technology and applications for collaborative learning in virtual reality. *Julkaisusarjassa 12th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL), Making a Difference: Prioritizing Equity and Access in CSCL*, (Pennsylvania, USA, June 2017), International Society of the Learning Sciences, 719–726.
- [20] HARKER MARTIN, B., JA MACDONNELL, R. Is telework effective for organizations? a meta-analysis of empirical research on perceptions of telework and organizational outcomes. *Management Research Review* 35, 7 (2012), 602–616.

- [21] HONGISTO, V., HAAPAKANGAS, A., KOSKELA, H., KERÄNEN, J., MAULA, H., HELENIUS, R., NENONEN, S., HYRKKÄNEN, U., RASILA, H., SANDBERG, E., ET AL. *Käyttäjälähtöiset toimistotilat, tilaratkaisut, sisäympäristö ja tuottavuus*. Tekninen raportti ISBN 978-952-261-225-0, Työterveyslaitos, 2012.
- [22] INTERRANTE, V., HÖLLERER, T., JA LÉCUYER, A. Virtual and augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications* 38, 2 (2018), 28–30.
- [23] JIMENEZ, A., BOEHE, D. M., TARAS, V., JA CAPRAR, D. V. Working across boundaries: Current and future perspectives on global virtual teams. *Journal of International Management* 23, 4 (2017), 341–349.
- [24] LEUNG, L., JA ZHANG, R. Mapping ict use at home and telecommuting practices: A perspective from work/family border theory. *Telematics and Informatics* 34, 1 (2017), 385–396.
- [25] LIAO, C. Leadership in virtual teams: A multilevel perspective. *Human Resource Management Review* 27, 4 (2017), 648–659.
- [26] MAIMONE, A., GEORGIU, A., JA KOLLIN, J. S. Holographic near-eye displays for virtual and augmented reality. *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 36, 4 (2017), 85.
- [27] MANN, S., FURNESS, T., YUAN, Y., IORIO, J., JA WANG, Z. All reality: Virtual, augmented, mixed (x), mediated (x, y), and multimediated reality. *arXiv preprint arXiv:1804.08386* (2018).
- [28] MARLOW, S. L., LACERENZA, C. N., JA SALAS, E. Communication in virtual teams: a conceptual framework and research agenda. *Human Resource Management Review* 27, 4 (2017), 575–589.
- [29] MASUDA, A. D., HOLTSCHLAG, C., JA NICKLIN, J. M. Why the availability of telecommuting matters: The effects of telecommuting on engagement via goal pursuit. *Career Development International* 22, 2 (2017), 200–219.
- [30] NARAYANAN, L., MENON, S., PLAISENT, M., JA BERNARD, P. Telecommuting: The work anywhere, anyplace, anytime organization in the 21 st century. *Journal of Marketing & Management* 8, 2 (2017).
- [31] NICKLIN, J. M., CERASOLI, C. P., JA DYDYN, K. L. Telecommuting: What? why? when? and how? Kirjassa *The impact of ICT on work*. Springer, 2016.

- [32] OLAISEN, J., JA REVANG, O. Working smarter and greener: Collaborative knowledge sharing in virtual global project teams. *International Journal of Information Management* 37, 1 (2017), 1441–1448.
- [33] O’LEARY, M. B., JA CUMMINGS, J. N. The spatial, temporal, and configurational characteristics of geographic dispersion in teams. *MIS quarterly* (2007), 433–452.
- [34] PARVINEN, P., HAMARI, J., JA PÖYRY, E. Introduction to the minitrack on mixed, augmented and virtual reality. Julkaisusarjassa *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences* (Waikoloa Village, Hawaii, USA, January 2018), Assosiation for Information Systems, 1395–1396.
- [35] PAUL, S., HE, F., JA DENNIS, A. R. Group atmosphere, shared understanding, and team conflict in short duration virtual teams. Julkaisusarjassa *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences* (Waikoloa Village, Hawaii, USA, January 2018), Assosiation for Information Systems, 361–368.
- [36] RUOSTELA, J., JA LÖNNQVIST, A. Exploring more productive ways of working. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index* 73, 7 (2013), 1.
- [37] SAARANEN-KAUPPINEN, A., JA PUUSNIEKKA, A. *Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV, Kvalitatiivisten menetelmien verkko-oppikirja*. Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto, 2009.
- [38] SARAJÄRVI, A., JA TUOMI, J. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Tammi, Helsinki, 2009.
- [39] SREELAKSHMI, M., JA SUBASH, T. Haptic technology: A comprehensive review on its applications and future prospects. *Materials Today: Proceedings* 4, 2 (2017), 4182–4187.
- [40] TAANILA, A. Tilastollinen päättely. *Päivitetty 14* (2012), 2012.
- [41] TUSSYADIAH, I. P., WANG, D., JUNG, T. H., JA TOM DIECK, M. C. Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. *Tourism Management* 66 (2018), 140–154.

- [42] VANDERKAM, L. Will half of people be working remotely by 2020. URL <https://www.fastcompany.com/3034286/will-half-of-people-be-working-remotely-by-2020>, viitattu 10.9.2018.
- [43] VILKKA, H. *Tutki ja mittaa: määrällisen tutkimuksen perusteet*. Tammi, Helsinki, 2007.
- [44] YAO, X., LI, X., ZHANG, C., JA LING, H. Fueling virtual teams with creativity through composition of private and public workspaces. Julkaisusarjassa *Thirty eighth International Conference on Information Systems* (Seoul, December 2017), 1–2.
- [45] YE, L. R. Telecommuting: Implementation for success. *International Journal of Business and Social Science* 3, 15 (2012).
- [46] ZHU, P., WANG, L., JIANG, Y., JA ZHOU, J. Metropolitan size and the impacts of telecommuting on personal travel. *Transportation* 45, 2 (2018), 385–414.

## A Sähköinen lomakekysely

Hei !

Olen tekemässä tietotekniikan maisteriopintoihin (Jyväskylän yliopisto) liittyvää pro gradu – tutkimusta, jonka tavoitteena on selvittää suhtautumista laajennettuun todellisuuteen virtuaalisessa työympäristössä.

Tänä päivänä on jo olemassa tekniikkaa, jolla voitaisiin toteuttaa virtuaalitodellinen työympäristö tai lisätyn todellisuuden keinoin mm. IBM MQ sanomanvälitysverkon valvonta ja hallinnointi. Tämän päivän teknisten ratkaisujen ansiosta tietotyöläinen ei ole sidottu aikaan tai paikkaan, vaan hän voi tehdä työtään muuallakin kun työn varsinaisessa tekemispaikassa.

Toivon, että voisit käyttää pari minuuttia kysymyksiin vastaamiseen ja edesauttaa tutkimusaineiston kerryttämistä. Vastauksesi on erityisen tärkeä. Vastaamalla voit kenties vaikuttaa tulevan työympäristösi ulkonäköön ja toimivuuteen.

Pääset vastaamaan kyselyyn tämän sähköpostin alaosasta löytyvän Webropol-linkin kautta. Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti, vastauksia ei käytetä henkilöiden yksilöintiin tai tunnistamiseen. Pyydän vastauksia pikaisesti, kuitenkin viimeistään perjantaihin 5.10.2018 mennessä.

Kiitos jo etukäteen yhteistyöstä!

Terveisin, Juha Penttinen



## Lisätty todellisuus virtuaalisessa työympäristössä

### Asteikon tulkinta:

1. Täysin eri mieltä
2. Jokseenkin eri mieltä
3. Ei samaa eikä eri mieltä
4. Jokseenkin samaa mieltä
5. Täysin samaa mieltä

#### 1. Miten koet tässä työssä esitellyn virtuaalisen työympäristön ?

1 2 3 4 5

Virtuaalinen työympäristö ei vaikuta mielenkiintoiselta.

Virtuaalinen työympäristö vaikuttaa mielenkiintoiselta.

#### 2. Olisiko virtuaalisesta työympäristöstä hyötyä työssäsi ?

1 2 3 4 5

Virtuaalisesta työympäristöstä ei olisi hyötyä työssäni.

Virtuaalisesta työympäristöstä olisi hyötyä työssäni.

#### 3. Olisiko virtuaalisesta työympäristöstä hyötyä tiimillesi ?

1 2 3 4 5

Virtuaalisesta työympäristöstä ei olisi hyötyä tiimilleni.

Virtuaalisesta työympäristöstä olisi hyötyä tiimilleni.



**4. Parantaisiko virtuaalinen työympäristö tiimisi jäsenten vuorovaikutusta ?**

1 2 3 4 5

Virtuaalinen työympäristö ei parantaisi tiimin jäsenten välistä vuorovaikutusta.

Virtuaalinen työympäristö parantaisi tiimin jäsenten välistä vuorovaikutusta.

**5. Olisitko kiinnostunut kokeilemaan työssäsi vastaavanlaista virtuaalista työympäristöä ?**

1 2 3 4 5

En ole kiinnostunut kokeilemaan virtuaalista työympäristöä työssäni.

Olen kiinnostunut kokeilemaan virtuaalista työympäristöä työssäni.

**6. Tehostaisiko virtuaalinen työympäristö tiimisi toimintaa jos mietitään IBM MQ verkkoa koskevia tehtäviä ?**

1 2 3 4 5

Virtuaalinen työympäristö ei tehostaisi tiimin toimintaa.

Virtuaalinen työympäristö tehostaisi tiimin toimintaa.

**7. Kerro omin sanoin mitä hyötyä tai mitä haittaa näet virtuaalisessa työympäristössä.**

---

---

---

---

---

**8. Miten selkeänä näet lisätyn todellisuuden keinoin esitetyn IBM MQ verkon visuaalisen selkeyden verrattuna sitä perinteisiin IBM MQ työkaluihin kuten MQ Exploreriin ?**

1 2 3 4 5

Lisätyllä todellisuudella toteutettu vaihtoehto ei ole mielestäni selkeämpi ajatellen verkon hallintaa.

Lisätyllä todellisuudella toteutettu vaihtoehto on mielestäni selkeämpi ajatellen verkon hallintaa.

**9. Tehostaisiko tässä tutkimuksessa esitetty IBM MQ verkon monitoroinnin kaltainen virtuaalinen ratkaisu työtäsi ?**

1 2 3 4 5

Tutkimuksessa esitetty IBM MQ verkon monitorointi ei tehostaisi työtäni.

Tutkimuksessa esitetty IBM MQ verkon monitorointi tehostaisi työtäni.

**10. Auttaako lisätty todellisuus sinua hahmottamaan paremmin IBM MQ verkon kokonaisuutta ja ongelmia kuin perinteiset MQ työkalut ?**

1 2 3 4 5

Lisätty todellisuus ei auta hahmottamaan paremmin IBM MQ verkkoa.

Lisätty todellisuus auttaa hahmottamaan paremmin IBM MQ verkkoa.

**11. Voisitko kuvitella käyttäväsi lisättyä todellisuutta työssäsi jos mietit IBM MQ verkon hallintaa ?**

1 2 3 4 5

En voisi kuvitella käyttäväni lisättyä todellisuutta.

Voisin kuvitella käyttäväni lisättyä todellisuutta.

**12. Kuvaile omin sanoin miltä lisätty todellisuus IBM MQ verkon valvonnassa tässä demossa vaikutti.**

---

---

---

---

---

**13. Näetkö hyötyä tämälampaisesta lisätty todellisuus (IBM MQ verkko), virtuaalisessa työympäristössä, näkymästä työssäsi ?**

1 2 3 4 5

En näe näytetystä näkymästä hyötyä työssäni.

Näytetystä näkymästä olisi hyötyä työssäni.

14. Tehostaisiko työympäristö, jossa lisätty todellisuus (IBM MQ verkko) näkyisi virtuaalisessa työympäristössä, tiimisi toimintaa ?

1 2 3 4 5

Lisätty todellisuus ei tehostaisi tiimini toimintaa IBM MQ verkon hallinnassa.

Lisätty todellisuus tehostaisi tiimini toimintaa IBM MQ verkon hallinnassa.

15.

Kuvaile omin sanoin mitä ajattelet lisäystä todellisuudesta virtuaalisessa työympäristössä tällä demossa.

---

---

---

---

---

## B Mielipidekyselyn asteikko

Taulukko B.2: Mielipideasteikon keskiarvo

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K8	K9	K10	K11	K13	K14
V1	4	3	3	1	4	3	3	4	3	4	3	3
V2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
V3	4	4	4	3	4	4	4	3	5	3	4	4
V4	4	4	4	3	5	4	4	4	5	5	5	5
V5	4	3	4	3	4	4	5	4	4	3	4	3
V6	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
V7	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4
V8	4	4	4	3	5	5	5	4	5	5	5	4
V9	5	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4
V10	5	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3
V11	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4
Keskiarvo	4.18	3.91	4.09	3.36	4.00	4.00	4.18	3.82	4.27	4.09	4.09	4.00
Keskihajonta	0.39	0.67	0.51	0.98	0.95	0.74	0.72	0.72	0.75	0.79	0.79	0.74

## C Teemoittelu

Taulukko C: Esimerkki teemoittelusta

Kysymys 7. Kerro omin sanoin mitä hyötyä tai mitä haittaa näet virtuaalisessa työympäristössä.

Kysymys	Raakadata	Ydinsisältö	Tärkein tekijä	Teema
7	Koko tiimi voisi tehdä yhdessä töitä virtuaalisessa työympäristössä. Jos käytössä olisi hyvät VR-lasit, työympäristöön pääseminen voisi tapahtua mistä vain, ilman tietokonetta.	Yhdessä, mistä vain	Yhteistyö	Tiimin yhteistyö virtuaalisessa työympäristössä.