

Markus Ollila

**LISÄTYN TODELLISUUDEN YLEISTYMINEN
KULUTTAJAN ARJESSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2017

TIIVISTELMÄ

Ollila, Markus Paavo Henrik

Lisätyn todellisuuden yleistyminen kuluttajan arjessa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2017, 34s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatintutkielma

Ohjaaja(t): Makkonen, Pekka

Tämän kandidaatintutkielman pääasiallisena tutkimuskohteena on perehtyä lisätyn todellisuuden mahdollisuuksiin kuluttajanäkökulmasta. Lisätyllä todellisuudella tarkoitetaan yleisesti keinoja, joilla digitaalista informaatiota on lisätty reaaliaikaisesti todelliseen ympäristöön osaksi kokonaisuutta. Teknologiaa on vielä toistaiseksi suhteellisen vähän hyödynnetty kuluttajaympäristössä. Viime vuosina lisätyn todellisuuden sovelluksia on kuitenkin alkanut vähitellen ilmaantua myös kuluttajien jokapäiväiseen arkeen.

Tutkielmassa perehdytään selventämään lisätyn todellisuuden käsitettä ja eroja todellisen ja virtuaalitodellisuuden välille. Työssä käsitellään myös teknologian yleistä historiaa, yleisimpiä kuluttajasovelluksia, teknologian mukanaan tuomia mahdollisuuksia sekä haasteita. Tutkielmassa tarkastellaan myös sitä, miten kuluttajat suhtautuvat teknologian käyttöön ja ovat ottaneet sen vastaan. Lähitulevaisuudessa lisättyä todellisuutta ja virtuaalitodellisuutta hyödyntävien kuluttajatuotteiden ja -palveluiden yleistyminen voidaan nähdä alati kasvavana markkina-alueena. Tästä syystä teknologian hyväksyntää osaksi yhteiskuntaa pitkällä aikavälillä tulee tutkia myös tulevinä vuosina tarkemmin.

Kandidaatintutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena alan tieteellisiin julkaisuihin, markkinatutkimuksiin sekä kirjallisuuteen. Tutkimuksen pääasiallisena tarkoituksena on kartoittaa uusia käyttömahdollisuuksia sekä teknologian vaikutuksia arkielämän helpottamiseksi.

Asiasanat: lisätty todellisuus, laajennettu todellisuus, virtuaalitodellisuus, teknologia, kuluttaja

ABSTRACT

Ollila, Markus Paavo Henrik

The spreading of augmented reality based technologies on consumers' everyday life

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2017, 34p.

Information Systems Science, Bachelor's Thesis

Supervisor(s): Makkonen, Pekka

The main area of study in this research paper is to focus on the opportunities that Augmented Reality (AR) based applications can offer to consumers. By definition, Augmented Reality means various different ways, where digital information has been added as a part of the real environment in real-time. The technologies that use AR are yet relatively little utilized in the consumer markets. Lately, there has however been an increase on the general popularity of adapting the AR-technology in consumer usage. Augmented Reality based applications have begun to emerge gradually to people's everyday life and the business is continually growing.

This Bachelor's Thesis focuses on clarifying the concept of Augmented Reality and makes difference between actual world, augmented and virtual realities. The thesis also covers the general history of the technology, some of the most common consumer applications so far and both the opportunities and the challenges that the technology brings with it. The primary focus of the thesis lies in how the consumers perceive the technology and have utilized the applications in their everyday life. In the near future, the amount of Augmented Reality and Virtual Reality based consumer products and services are constantly increasing and simultaneously the market is growing rapidly. This raises debate whether the acceptance of the technology should be also furtherly studied in the longer term.

This Bachelor's Thesis has been carried out as a literature review on the publications of the field of Information Technology, market research and the literature focusing on this technology. The purpose of this study is to identify new opportunities and the effects on the consumers' everyday life.

Keywords: Augmented Reality, Mixed Reality, Virtual Reality, technology, consumer

KUVIOT

KUVIO 1 Milgramin todellisuus-virtuaalisuusjatkumo	9
KUVIO 2 Sensoraman luonnos Morton Heiligin patenttihakemuksesta	13
KUVIO 3 Ivan Sutherlandin silmikkonäyttökypärän testiversio.	14
KUVIO 4 IKEA:n lisättyä todellisuutta hyödyntävä mobiilisovellus	15
KUVIO 5 Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen liikennekäytössä	20

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Lisätyn todellisuuden turvallisuuteen liittyvät haasteet	24
---	----

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
KUVIOT	4
TAULUKOT	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 LAAJENNETUN TODELLISUUDEN TEKNOLOGIA	9
2.1 Todellisuuden tasot	10
2.1.1 Todellinen ympäristö.....	10
2.1.2 Virtuaalitodellisuus.....	10
2.1.3 Lisätty todellisuus	11
2.2 Teknologian historiaa.....	13
2.3 Teknologian hyväksyminen osaksi yhteiskuntaa	15
3 LISÄTYN TODELLISUUDEN YLEISTYMINEN KULUTTAJAKÄYTÖSSÄ ..	17
3.1 Lisätyn todellisuuden sovelluksia.....	17
3.1.1 Lisätyn todellisuuden teknologiaa hyödyntävät pelit.....	18
3.1.2 Lisätyn todellisuuden teknologiaa hyödyntävät liikenne- ja navigointisovellukset.....	19
3.1.3 Lisätty todellisuuden vaikutus kuluttajamarkkinoihin.....	21
3.1.4 Lisätty todellisuus koulutuskäytössä	22
3.2 Riskejä ja uhkakuvia.....	23
4 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	30

1 JOHDANTO

Nykypäivän teknologinen monimuotoisuus on jatkuvassa kehityksessä ja uutta teknologiaa syntyy jatkuvalla syötteellä. Teknologialla kestää kuitenkin tyypillisesti aikansa, ennen kuin suuret massat ottavat sen käyttöön lopullisesti. Teollisuudessa pyritään hyödyntämään uusia innovaatioita ennen kuin samaa teknologiaa hyödyntävät kuluttajatuotteet saapuvat markkinoille. Näin on myös käynyt lisätyn todellisuuden teknologian kanssa.

Virtuaalitodellisuus on tuttu käsite melkein pä jokaiselle, joka on koskaan tutustunut informaatioteknologiaan. Sillä tarkoitetaan tietokonesimulaatiolla luotua digitaalista ympäristöä, jonka käyttäjä kokee ja näkee todellisen maailman sijasta. Tällöin käyttäjä kykenee vaikuttamaan virtuaaliseen ympäristöön ja kokee olevansa osa tätä digitaalista ympäristöä (Schlake & Narayanan, 1994). Virtuaalitodellisuuden ja todellisen ympäristön välimaastoon sijoittuvalla lisätyllä todellisuudella tarkoitetaan yleisesti todelliseen ympäristöön lisättävää digitaalista syötettä, jonka käyttäjä pystyy havaitsemaan muun muassa läpikatseltavien näyttöjen avulla (Azuma, 1997).

Näiden molempien teknologioiden voidaan nähdä lähteneen kehittymään 1950–1960 -lukujen taitteessa elokuva-alan uranuurtajien sekä tietojenkäsittelytieteiden tutkijoiden toimesta. Tällöin heräsi ensimmäistä kertaa ajatus käyttäjän osallistamisesta virtuaaliseen kokemukseen. Seuraavina vuosikymmeninä rakennettiin myös muun muassa ensimmäinen silmikkonäyttökypärä (*Head-mounted-display*), joka nimensä mukaisesti asetetaan käyttäjän päähän, ja jonka avulla näyttöpäätteet tuodaan hänen silmiensä eteen. (Craig, Sherman & Will, 2009).

Lisätyn todellisuuden (*Augmented Reality eli AR*) sovelluksia voidaan nähdä tänä päivänä hyvin monenlaisissa eri käyttötarkoituksissa. Teknologiaa on toistaiseksi hyödynnetty esimerkiksi sijainti- ja navigointisovelluksissa, 3D-mallintamisessa, auton kuljettajan liikennetietoisuutta tehostavina syötteinä tuulilasiin heijastettuna, peliteknologiassa sekä lääketieteellisessä koulutuskäytössä.

Tämän kandidaatintutkielman päätoimisena tarkoituksena on tutustua lisätyn todellisuuden teknologian yleistymiseen kuluttajan arjessa, sekä kartoit-

taa uusia käyttömahdollisuuksia kuluttajien arkielämää helpottavina innovaatioina. Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena ajankohtaisista informaatioteknologian alan julkaisuista. Lähdeaineistoa tätä tutkielmaa varten on kerätty muun muassa informaatioteknologian alan tieteellisistä artikkeleista, konferenssijulkaisuista, markkinatutkimuksista, yritysten tiedotteista sekä kirjallisuudesta. Suurin osa tutkielman lähdemateriaalista on haettu Google Scholar sekä IEEE Xplore -tietokantapalveluista.

Tutkielman aihe kiinnostaa ajankohtaisuutensa vuoksi monia. Lisätyllä todellisuudella on huomattavan suuri hyödyntämispotentiaali niin teollisuuden piirissä, kuin myös erilaisina kuluttajatuotteina ja -palveluina. Lisätty todellisuus tulee tulevina vuosina vaikuttamaan enenevässä määrin tavallisten ihmisten elämään, ja sen arvioidaan saavuttavan vakiintuneen aseman arkielämässämme noin kymmenen vuoden aikaikkunan sisällä (Panetta, 2016). Päällimmäisiksi tutkimuskysymyksiksi tälle tutkielmalle muodostuvat:

- Miten lisätyn todellisuuden teknologiaa on hyödynnetty yleisesti?
- Kuinka kuluttajat ovat suhtautuneet teknologian yleistymiseen?
- Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita teknologian kehittyminen tuo tullessaan?

Tulevaisuuden tuotekehityksen myötä lisättyä todellisuutta hyödyntävät teknologiasovellukset tulevat integroitumaan saumattomasti ihmisten jokapäiväiseen elämään. Niiden myötä arkielämää saadaan entistä enemmän helpotettua ja yksinkertaistettua. Arvioiden mukaan (Javornik, 2016), lisätyn todellisuuden markkinoiden oletetaan eri lähteiden mukaan saavuttavan yli 56 miljardin dollarin rajapyykin vuoteen 2020 mennessä (MarketsandMarkets, 2015). Samanlaisesti yhdysvaltalainen talousaikakauslehti Fortune (Gaudiosi, 2015) arvioi markkinoiden liikevaihdon saavuttavan jopa 120 miljardin dollarin liikevaihdon vuosikymmenen vaihteeseen mennessä. MarketsandMarketsin tekemän tuoreimman vuoden 2017 markkinatutkimuksen arvio uskoo markkinoiden kaksinkertaistuvan kahden vuoden sisällä vuosikymmenen vaihteesta ja arvioi markkinoiden arvon olevan jopa 117 miljardia dollaria vuoteen 2022 mennessä (Marketsandmarkets, 2017). Teleoperaattoriyhtiö Elisa listaa yhtenä kuudesta vuoden 2017 kuluttajapuolen digitrendeistä lisätyn todellisuuden teknologian hyödyntämisen kansalaisten keskuudessa (Lintulahti, 2016).

Tutkielman sisältö noudattaa seuraavaa rakennetta. Ensimmäisessä pääluvussa käsitellään laajamittaisesti lisätyn todellisuuden määritelmää, tehdään Milgramin vuonna 1994 julkaiseman taksonomian mukainen erottelu todellisuuden eri tasoille, ja siihen miten lisätty todellisuus sijoittuu todellisen ympäristön ja virtuaaliympäristön välille. Määrittelyiden jälkeen käsitellään lyhyesti teknologian historiaa ja sen kehittymistä alkuajoistaan nykyisiin kuluttajatuotteisiin. Ensimmäisessä kappaleessa tarkastellaan myös hieman lisätyn todelli-

suuden teknologian yleistä hyväksyntää yhteiskunnassa, ja sitä kuinka hyvin kuluttajat suhtautuvat teknologian käyttöönottamiseen.

Toinen pääkappale keskittyy lisätyn todellisuuden kuluttajasovelluksiin ja teknologian käyttömahdollisuuksiin. Käyttömahdollisuuksia käsitellään listamalla tämän hetkisiä sovelluskohteita eri toimialoilla. Kuluttajasovelluksista avataan muutamia tämän hetkisiä tärkeimpiä käyttökohteita, joiden lisäksi listataan mahdollisia riskejä ja haasteita, joita teknologian käyttäminen mahdollisesti tuo tullessaan.

Tutkielman päättää yhteenveto-osuus, jossa tarkastellaan tutkielman tuloksia, esitetään johtopäätöksiä niistä, pohdiskellaan teknologian tulevaisuuden potentiaalisia hyödyntämiskohteita sekä mahdollisia jatkotutkimuskohteita.

2 LAAJENNETUN TODELLISUUDEN TEKNOLOGIA

Laajennetun todellisuuden käsite on tavalliselle kansalaiselle huomattavasti tuntemattomampi termi kuin enemmän käytetty virtuaalitodellisuuden käsite. Milgram, Takemura, Utsumi ja Kishino (1994a) selventävät eroja todellisen ympäristön (*Real Environment*), laajennetun todellisuuden (*Mixed Reality*) ja virtuaalitodellisuuden (*Virtual Environment*) välillä seuraavan jatkumon (ks. kuvio 1) avulla.

Milgramin *todellisuus-virtuaalisuusjatkumon* ääripäissä sijaitsevien todellisen ympäristön sekä virtuaalitodellisuuden välille sijoittuu niin kutsutun laajennetun todellisuuden yläkäsite, johon kuuluvat käsitteet lisätty todellisuus sekä lisätty virtuaalisuus. Siinä missä lisätyn todellisuuden teknologia sisällyttää digitaalista tietokonegrafiikkaa todelliseen ympäristöön, lisätyn virtuaalisuuden teknologiassa todellisen maailman esineitä ja asioita liitetään osaksi virtuaalista ympäristöä. (Milgram & Kishino, 1994b).



KUVIO 1 Milgramin todellisuus-virtuaalisuusjatkumo (suom. Ollila, 2017, alkuperäinen Milgram ym., 1994a)

Virtuaalisuusjatkumon kaikille laajennetun todellisuuden käsitteen alle sijoitettaville termeille kuitenkin on yhteistä se, että niillä tarkoitetaan todellisen ympäristön ja virtuaalisten objektien liittämistä yhdessä havaittavaksi kokemukseksi.

2.1 Todellisuuden tasot

Milgramin ym. (1994a) taksonomian mukaisesti todellisuus jaetaan edellä mainittuihin neljään eri luokkaan, jotka vaiheittain lisäävät digitaalisen syötteen ja virtuaaliympäristön tasoa. Suomen kielessä käsitteitä, kuten lisätty todellisuus, täydennetty todellisuus ja vahvennettu todellisuus käytetään toisinaan virheellisesti synonyyminä laajennetulle todellisuudelle. Vaikka alun perin ne ovatkin tarkoittaneet eri asioita, on niiden merkitysten ero sittemmin yleiskielessä hälventynyt. Lisätystä virtuaalisuudesta puhutaan enää harvemmin omana terminään, sillä se koetaan yksinkertaisesti osaksi suurempaa laajennetun todellisuuden määritelmää.

2.1.1 Todellinen ympäristö

Todellisella ympäristöllä tarkoitetaan kaikkea henkilön kokemaa normaalia aistihavaintoihin perustuvaa elämystä ilman digitaalista syötettä. Käytännössä sillä siis tarkoitetaan määritelmän mukaan täysin ilman digitaalisia lisälaitteita havaittavaa ulottuvuutta.

Todellinen maailma on rajattu ihmisen aistien tehokkuuteen, joita pystytään kuitenkin tehostamaan erilaisin apuvälinein. Tästä oivana esimerkkinä ihmisen silmien taittovirheitä, eli liki-, kauko- ja hajataitteisuutta korjaavat silmälasit.

2.1.2 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus määritellään Craigin ym. (2009) mukaan tarkemmin interaktiiviseksi tietokonesimulaatioksi, joka havaitsee käyttäjän virtuaaliseen ympäristöön lähettämän syötteen ja tuottaa keinotekoista digitaalista syötettä yhdelle tai useammalle aistille samanaikaisesti. Virtuaaliympäristöille visuaalinen syöte on kaikista tärkein, sillä sen käyttäjä havaitsee pakostakin apulaitteiden avulla virtuaalitodellisuutta tarkastellessaan.

Kokemusta voidaan tehostaa myös muilla aistiärsykkeillä, jotka ovat niin ikään synkronoitu visuaalisen syötteen tapahtumiin. Lisäämällä muita aisteja stimuloivia syötteitä pystytään tehostamaan virtuaaliympäristöön uppoutumista, eli immersiota, yhä entisestään. Immersiolla viitataan kokemukseen upota virtuaalimaailman sisään niin, ettei käyttäjä enää kokonaan tiedosta virtuaaliympäristön ulkopuolista maailmaa (Cairns & Seah, 2007). Tällöin henkilö lakkaa havaitsemasta ulkoisia todellisen maailman ärsykejä keskittyessään enemmän keinotekoisiiin havaintoihin.

Näkösyötteen jälkeen toiseksi tärkeimpänä syötteenä käytetään auditiiviseksi syötteenä kutsuttua kuuloaistiin vaikuttavaa äänisyötettä. Kolmanneksi tärkeimpänä on haptinen syöte, eli tunneaistiin vaikuttava syöte. Liikesensoreilla pystytään havaitsemaan käyttäjän liikettä ja laitteet voivat muodostaa käyttäjän liikkeitä vastustavia tai tehostavia voimia. Haptista syötettä tuottavat laitteet samalla myös mekaanisesti tarkkailevat käyttäjän käsien ja kehon liikkeitä ja rekisteröivät niiden vaikutuksia. (Craig, ym., 2009).

2.1.3 Lisätty todellisuus

Lisätty todellisuus määritellään yhdysvaltalaisen virtuaalitodellisuuden erikoistuneen tutkijatohtori Ronald Azuman (1997) mukaan miksi tahansa järjestelmäksi, joka hyödyntää seuraavia kolmea ominaispiirrettä:

1. Järjestelmä yhdistää todellista ja virtuaalista ympäristöä.
2. On interaktiivinen ja reaaliaikainen.
3. Käyttäjä kokee lisätyn todellisuuden kolmiulotteisesti.

Nämä ominaispiirteet nähdään tärkeiksi teknologian kokemisen kannalta, sillä tavoitetilassa näiden kaikkien täytyessä saadaan toteutettua lisätyn todellisuuden kokemus, jossa käyttäjä kykenee näkemään, koskettamaan, kuulemaan, haistamaan ja maistamaan todelliseen ympäristöön täydennettyä syötettä (Tiwari, Tiwari, Chudasama & Bala, 2016).

Lisätyllä todellisuudella yleisesti tarkoitetaan niitä kaikkia keinoja, joilla digitaalista informaatiota on lisätty todelliseen ympäristöön osaksi kokonaisuutta. Teknologian toteuttamiseen on useita erilaisia tapoja. Digitaalista syötettä voidaan myös muuttaa tai muokata fyysisessä ympäristössä, mikä osaltaan laajentaa määritelmän suuruutta. (Craig, 2013). Craig tiivistää kirjassaan *Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications* avaintekijöitä lisätylle todellisuudelle seuraavasti:

1. Fyysiseen maailmaan asetetaan digitaalista informaatiota täydentämään todellista näkymää apulaitteiden keinoin.
2. Informaatio on esitetty yhtenevästi osana todellista ympäristöä.
3. Lisätty informaatio on riippuvainen todellisen ympäristön sijaintitiedosta ja kokijan perspektiivistä.
4. Lisätyn todellisuuden kokemuksen tulisi olla interaktiivista, siten, että henkilö voi kokea tuntevansa mahdolliseksi vaikuttaa tähän lisättyyn informaatioon. Interaktiivisuuden taso voi vaihdella vain esimerkiksi näkökentän suunnanmuutoksesta aina uusien objektien luontiin.

Milgramin ja Colquhounin mukaan (1999) perustavanlaatuinen ero virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden välillä on se, että virtuaalitodellisuus pystytään esittämään käytännössä mistä perspektiivistä tahansa, kun taas lisätyn todellisuuden tapauksessa perspektiivi on aina kiinni käyttäjän henkilökohtaisesta näkökentästä.

Lisätyn todellisuuden toteuttaminen tapahtuu pääasiallisesti näyttölaitteiden, sensorien ja tietokoneavusteisten grafiikan avulla. Käytännössä teknologiaa kyetään käyttämään läpinäkyvien näyttöpäätteiden, kamera/videoyhdistelmien, optisten apulaitteiden, silmikkonäyttökypärien, kädessä pidettävien laitteiden ja paikkatietoa hyödyntävien navigointilaitteiden välityksellä. (Tiwari ym., 2016).

Läpinäkyvät näyttöpäätteet (*see-through-display*) ovat elektronisia lasisia laitteita, joilla pystytään näyttämään virtuaalisia objekteja täten luoden illuusion siitä, että tietokonegrafiikalla tuotettu kuva olisi osa näytön läpinäkyvää taustaa. Edellä mainittua tapaa kutsutaan läpinäkyvien näyttöjen yhteydessä optiseksi läpinäkyvyydeksi. Toinen tapa on kuvata näytön takaa sijaitsevaa taustaa ja liittää videokuvaan samanaikaisesti virtuaaligrafiikkaa, jonka jälkeen laite esittää näytölle kuvasyötteen näiden yhdistelmästä. (Tiwari ym., 2016).

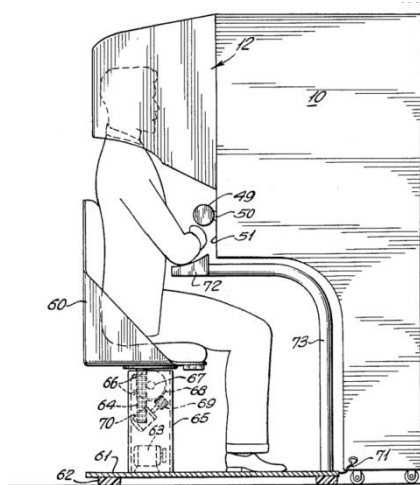
Silmikkonäyttökypärät (*head-mounted-display*) hyödyntävät myös usein samankaltaisia esittämistapoja. Kypärä asetetaan käyttäjän päähän, mikä osaltaan tehostaa kokemuksen tuntua. Henkilön kääntäessään päätään, näkökenttä muuttuu ja täten myös lisätty todellisuus muuttaa käyttäytymistään henkilön näkökentässä (Tiwari ym., 2016). Silmikkonäyttökypärät voidaan toteuttaa läpikatsottavien tai limittäisten näyttöpäätteiden avulla, sekä myös reaaliaikaista videokuvaa kypärän edestä näyttämällä (Billinghurst, Clark & Lee, 2015). HMD-laitteita ovat myös silmälasien tapaan päähän asetettavat apulaitteet, jotka heijastavat linssiin todelliseen ympäristöön liitettyä informaatiota. Näiden älylaseiksi kutsuttujen laitteiden tarkoituksena on heijastaa verkkokalvoille kuvaa lisäystä todellisuudesta, kuten esimerkiksi säätietoja, sosiaalisen median viestejä tai navigointiavusteista informaatiota. Tällaisista laseista hyvänä esimerkkinä toimivat Google Glass -älylasit, joiden yhteydessä puhutaan myös puettavasta tietokoneesta (*Wearable Computer*). Kyseisillä laseilla kyetään olemaan langattomasti yhteydessä Internetiin, lähettämään viestejä ja soittamaan kaiken edellä mainittujen näkökenttään lisätyn informaation lisäksi. (Barfield, 2016).

Modernien älypuhelinien ja tablet-laitteiden grafiikallisen laskentatehon noustua riittävän korkeaksi, nykyään yksi eniten käytetyimmistä tavoista käyttää lisättyä todellisuutta on mobiililaitteiden avulla. Teknologia toimii tässäkin tapauksessa kaavalla: laitteen kamera näyttää reaaliaikaista kuvaa todellisesta ympäristöstä mobiilisovelluksen samanaikaisesti generoidessa tietokonegrafiikkaa osaksi ympäristöä, jonka käyttäjä näkee puhelimensa näytöltä yhdistetynä kuvana. Lisätyn todellisuuden tuleminen osaksi normaalia älypuhelinikäyttäytymistä on jo tapahtumassa ja sen uskotaan tapahtuvan seuraavien lähivuosien aikana. Esimerkiksi talousaikakauslehti Forbes listaa lisätyn todelli-

suuden yhdeksi vuoden 2017 tärkeimmistä digitrendeistä. Artikkelissa ennustetaan myös lisätyn todellisuuden pelillistämisen muuntautuvan piakkoin pienestä keskittymisalueesta useiden yritysten kokonaisvaltaiseksi liiketoimintastrategiaksi. (Newman, 2016).

2.2 Teknologian historiaa

Lisätyn todellisuuden teknologialla on kauaskantoiset juuret, jotka ulottuvat aina 1950-luvulle saakka. Tällöin heräsi ensimmäistä kertaa ajatus liikkuvasta kuvasta, johon katsoja pystyisi eläytymään kaikilla aisteillaan. Vuonna 1962 Morton Heilig, elokuva-alan uranuurtaja ja virtuaalitodellisuuden pioneeri, kehitti ensimmäisen toteutuksen visiostaan, jota hän kuvaili tulevaisuuden ”kokemusteatteriksi”. Sensorama – nimisen yhden henkilön elokuvateatterin istuin (ks. kuvio 2) oli varustettu monipuolisilla aistiärsykeitä tuottavilla lisäosilla. (Robinett, 1994). Tätä voitaisiin kutsua myös tietynlaisena lähtölaukauksena myöhemmin toteutetuille 4D-elokuvateattereille.

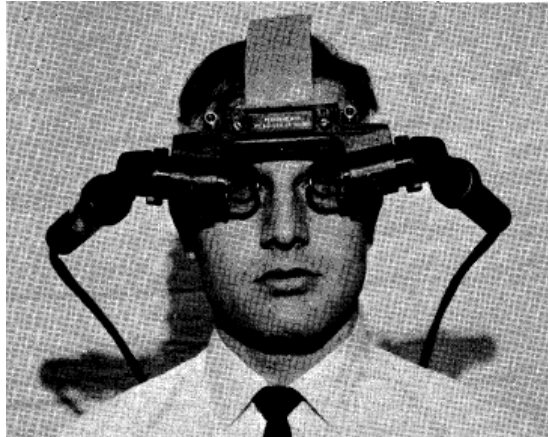


KUVIO 2 Sensoraman luonnos Morton Heiligin patenttihakemuksesta (Heilig, 1962).

Sensoraman peruseräilyperiaatteena oli luoda kahta samanaikaista kuvasyötettä hyödyntämällä kolmiulotteinen kokemus, jossa käyttäjä näki itsensä stereoskooppisesti pyörän selässä ajamassa. Käyttäjään vaikuttivat samanaikaisesti myös istuimen kaltevuussäädin, kolmiulotteiset stereoäänisyötteen, hajusteet ja tuulta simuloivat syötteen. Nämä ärsykkeet synnyttiin reaaliaikaisesti kuvasyötteen mukaan, esimerkiksi jos käyttäjä ajoi linja-auton ohi, haistoi hän pakokaasujen tuulahduksen. (Craig ym., 2009).

Seuraavana suurena askeleena yhdysvaltalainen tutkija Ivan Sutherland kehitti ensimmäisen päähän asetettavan silmikkonäyttökypärän (*Head-mounted display eli HMD*) prototyypin (ks. kuvio 3) vuonna 1968 (Carmigniani & Furht, 2011). Kypärän avulla käyttäjä pystyi silmien lähelle asetettujen näyttöjen lävit-

se havaitsemaan virtuaalisia objekteja todelliseen ympäristöön liitettynä (Carmignani ym., 2010). Tämän prototyypin voidaan ajatella toimineen ensiaskeleena yksittäisten ihmisten hyödyntämien lisätyn todellisuuden laitteiden kehitykselle. Silmikkonäytöt ovat vielä nykyäänkin yksi tärkeimmistä lisätyn todellisuuden mahdollistavista innovaatioista.



KUVIO 3 Ivan Sutherlandin silmikkonäyttökypärän testiversio (Sutherland, 1968).

Teknologian kehittymisen tulevana vuosina virtuaalitodellisuuden tutkija Myron Krueger Wisconsinin yliopistosta lähti lähestymään lisätyn todellisuuden käyttömahdollisuuksia hieman eri näkökulmasta. Krueger nimitti käyttämänsä teknologiaa tutkimuksissaan keinotodellisuudeksi (*Artificial Reality*). Hän rakennutti tutkimustensa myötä Videoplace –nimisen keinotodellisuuslaboratorion, jossa projektorien, videokameroiden ja näytöllä näkyvien siluettien avulla lisätyn todellisuuden kokijan liikkeitä tallennettiin toisessa huoneessa, jonka jälkeen ne kyettiin liittämään toisen huoneen todellisuuteen apulaitteiden avulla. (Krueger, Gionfrido & Hinrichsen, 1985). Kyseisessä sovelluksessa pystyttiin ensimmäistä kertaa olemaan vuorovaikutuksessa virtuaalisten objektien kanssa (Carmigniani ym., 2010).

Vasta vuonna 1992 termi *Augmented Reality* eli lisätty todellisuus mainittiin ensimmäisen kerran tieteellisissä tutkimuksissa. Tällöin lentokoneyhtiö Boeingilla työskennelleet Tom Caudell ja David Mizell tutkivat vaihtoehtoisia tapoja järjestää lentokoneiden sähkökaapelien asennuksen tuotantolinjoja ja pohivat HMD-pohjaista ratkaisua ongelman selvittämiseksi (Caudell & Mizell, 1992). Saman vuosikymmenen aikana lisätyn todellisuuden teknologiaa tutkittiin ja kehitettiin vasta lähinnä vain sotilaskäytössä, tutkimuslaitoksissa ja yliopistoissa. Vuonna 1994 Milgram ja Kishino julkaisivat tunnetun todellisuuden tasoja luokittelevan taksonomiansa, joka on toiminut aina tähän päivään asti yhtenä alan tärkeimmistä suuntaviivoista.

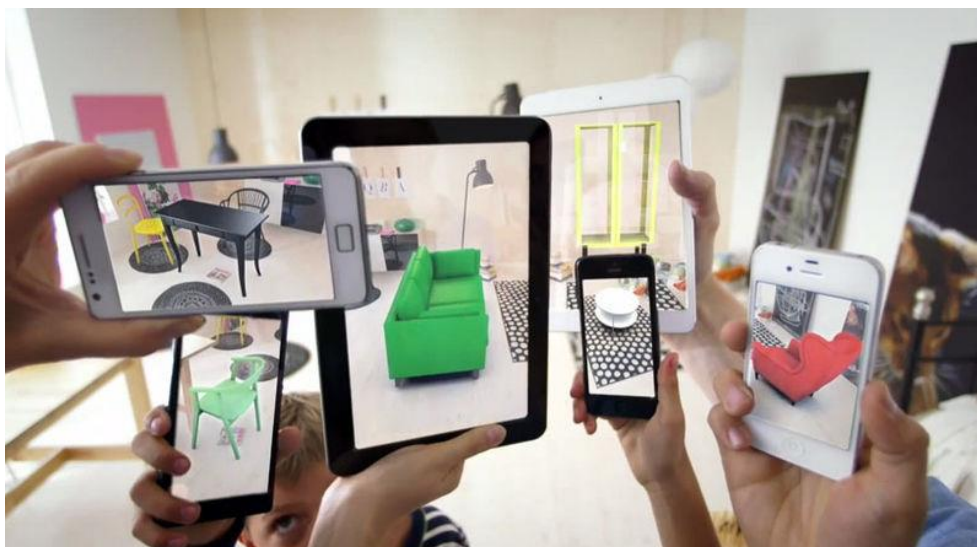
Vuosituhanen vaihduttua alkoi herätä ajatuksia hyödyntää lisättyä todellisuutta myös muualla kuin tutkimus-, sotilas- ja yrityskäytössä. Kehitystahti onkin kiihtynyt jatkuvalla syötöllä tähän päivään asti ja tänä vuonna useat alan markkinatutkimukset ovat ennustelleet pian olevan se hetki, kun lisätty todellisuus tulee vakituiseksi osaksi yhteiskuntaa ja kuluttajien arkielämää.

2.3 Teknologian hyväksyminen osaksi yhteiskuntaa

Lisätyllä todellisuudella on todennäköinen mahdollisuus sulautua osaksi kuluttajien jokapäiväistä elämää lähivuosina, mutta kuten usein on tapana, teknologialla kestää aina aikansa ennen kuin suuret massat ottavat sen käyttöön, hyväksyvät, ja omaksuvat sen arkipäiväiseksi osaksi elämäänsä.

Teknologian hyväksynnän mallintamiselle on useita erilaisia tapoja, joilla mitata miten ihmiset suhtautuvat teknologian käyttöönottoon. Yksi yleisesti hyväksytyimmistä tavoista tarkastella tätä prosessia on Venkateshin ja Davisin vuonna 2000 laatima ”teknologian hyväksymismalli 2” (*Technology Acceptance Model 2 eli TAM 2*). Hyväksymismallin mukaan hyväksymiseen vaikuttavista tekijöistä tärkeimpiin kuuluvat tuotteen tai palvelun käytön helppous sekä yleisesti koettu hyödyllisyys. Venkateshin ja Davisin TAM 2 -mallissa huomioidaan käyttäjän subjektiivisen kokemuksen lisäksi myös ulkopuolisia muuttujia, kuten ympäröivän yhteisön vaikutuksia teknologian hyväksyntään.

Rese, Schreiber ja Baier tutkivat vuonna 2014 lisätyn todellisuuden käyttöä myyntipaikoilla. Tutkijaryhmä käytti esimerkkinään huonekalukonserni IKEA:n mobiilikatalogin (ks. kuvio 4) käyttökokemuksia soveltaen TAM 2-mallin viitekehystä. He tutkivat muun muassa kuinka informatiivisena mobiili-sovellus koettiin, kuinka miellyttävänä kokemus kuluttajille välittyi sekä sitä voitaisiinko perinteiset kyselytutkimukset korvata luotettavasti verkkoarvosteiluilla. IKEA:n mobiilikatalogi hyödyntää lisättyä todellisuutta mallintamalla käyttäjän valitsemia huonekaluja todelliseen ympäristöön. Helppokäyttöiseksi suunnitellulla sovelluksella pystyy siis esimerkiksi tarkastelemaan ennen ostopäätöksen tekemistä, miten kyseinen huonekalu sopii sille ajateltuun paikkaan.



KUVIO 4 IKEA:n lisättyä todellisuutta hyödyntävä mobiilisovellus (OyundariZorigbaatar, 2016)

Tutkimustuloksia tarkastellessa, 275:n tutkimukseen osallistuneen henkilön keskuudessa käyttökokemukset olivat keskiarvollisesti selvästi positiivisia (3,09–6,04 (asteikolla 1–7)). Tutkimustuloksista käy myös selvästi ilmi, että IKEA:n mobiilikatalogi koettiin informatiiviseksi, helppokäyttöiseksi, miellyttäväksi ja käyttökelpoiseksi. Erityisesti käytön helppous ja sovelluksen käytön opettelu helppous saivat hyvin korkeita arvosteluja. Asenteet tulevaisuuden käyttöä kohtaan olivat myös yli keskitason. Sen sijaan vielä vuonna 2014 suurin osa tutkimukseen osallistuneista ei ollut juuri puolesta eikä vastaan siitä, tulisivatko normaalisti ostoksia tehdessään käyttämään sovellusta. (Rese ym., 2014). Tutkimuksesta on tämän tutkielman ajankohtaan nähden kulunut jo kolme vuotta, mikä on pitkä aika informaatioteknologian kehityksestä puhuttaessa. Todennäköisesti tänä vuonna toteutetun kuluttajatutkimuksen tulokset olisivat entistäkin myönteisemmät.

Rauschnabel ja Ro tutkivat vuonna 2016 älylasien hyväksymistä yleiseen käyttöön ja heidän yksi tärkeimmistä löydöksistään oli, että sosiaaliset normit vaikuttavat suurilta osin siihen hyväksytäänkö teknologia arkipäiväiseksi. He myös panivat merkille, että etenkin nuorempi väestö tuntuu suhtautuvan teknologiaan positiivisemmin, mikä ei kuitenkaan ole tärkeä tekijä tarkastellessa kaikkien kuluttajien reaktioita älylaseihin. Tutkimukseen osallistuneista miehet keskimäärin arvioivat älylasien tarjoavan enemmän käytännöllistä etua naisiin verrattuna. Tutkimustulokset ovat linjassa aikaisempien teknologian hyväksymismallien tutkimusten kanssa, jonka mukaan, jonka mukaan ne käyttäjät, jotka kokevat teknologian helpoksi käyttää, kokevat sen tuomat edut myös suurempina. (Rauschnabel & Ro, 2016).

Lisätty todellisuus ei ole vielä edennyt siihen vaiheeseen yhteiskunnallisessa mittakaavassa, että se olisi vakiintunut täysin kuluttajakäyttöön (Stockinger, 2015). Stockingerin mukaan kuluttajat vielä toistaiseksi ajattelevat vaihtelevasti teknologiaa kohtaan. Ennen kuin tuotekohtaisiin eroihin aletaan panostaa enemmän, tulee ensin laajentaa ihmisten yleistä tietoutta teknologian mahdollisuuksista. Toisekseen laitteet, jotka tukevat lisättyä todellisuutta kokevat vielä teknisiä rajoituksia, jotka tulee korjata ennen kuin teknologia voidaan hyväksyä osaksi arkipäiväistä elämää. Tällaisia ongelmia ovat esimerkiksi lisätyn todellisuuden epätarkka reaaliaikainen mallintaminen todelliseen ympäristöön ja heikkolaatuiset kamerat käyttäjien laitteissa. (Stockinger, 2015).

3 LISÄTYN TODELLISUUDEN YLEISTYMINEN KULUTTAJAKÄYTÖSSÄ

Lisätyn todellisuuden teknologiaa on käytetty maailmanlaajuisesti jo kauan tutkimuskeskuksissa, sotateollisuudessa ja yrityskäytössä. Esimerkiksi hävittäjälentäjät ovat käyttäneet kypärätähtäinjärjestelmää, joka lisää lentäjän tilannetietoisuutta ja auttaa tilanteessa, jolloin viholliskohde tulee lukita kohteeksi. Ensimmäiset prototyypit lentäjien HMD-järjestelmistä kehiteltiin jo 60-luvulla (Burdea Grigore & Coiffet, 1994). Tänä päivänä lisättyä todellisuutta hyödynnetään laaja-alaisesti myös kuluttajapuolen markkinoilla.

Teknologian sovelluksia kehitetään ympäri maailman jatkuvalla syötteellä ja entistä nopeammalla tahdilla. Kuluttajat voivat kehittyneen mobiiliteknologian myötä ottaa käyttöön lukuisia erilaisia lisättyä todellisuutta hyödyntäviä sovelluksia niin viihde- kuin hyötykäyttöön. Käytännössä kuluttaja voi esimerkiksi ladata tietyn kauppaketjun sovelluksen, joka ohjeistaa lisätyn todellisuuden avulla käyttäjää löytämään hyllyjen välistä etsimänsä tuotteen.

Myös Internetin hakukoneet ovat alkaneet hyödyntämään tätä monikäyttöistä teknologiaa. Käyttäjä voi ottaa valokuvan satunnaisesta paikasta, ladata sen verkkopalveluun ja hakukone vertaa kuvaa tietokantoihinsa, jonka jälkeen hakukone tarjoaa informaatiota kuvassa näkyvistä kohteista. (Digitaltrends, 2017). Koneoppimisen myötä sovellukset pystyvät esimerkiksi tunnistamaan lukuisia erilaisia kasveja luonnosta tai arvioimaan käyttäjän sijainnin kaupungissa otetun kuvan perusteella (Kane, 2016).

3.1 Lisätyn todellisuuden sovelluksia

Höllererin ja Feinerin (2004) uskomuksien mukaan suurimmat potentiaaliset markkinat lisätyn todellisuuden kuluttajasovelluksille tulevat mahdollisesti olemaan sulautettujen tietotekniikan sovellusten kuten puettavien tietokonei-

den parissa (van Krevelen, 2007). Tämän uskotaan toteutuvan, jähkä älylasit aletaan kokea käyttökelpoisiksi myös suurimman yleisön parissa. Vielä toistaiseksi puettavat tietokoneet eivät ole saavuttaneet järin suurta menestystä markkinoilla. MarketsandMarketsin tekemän tutkimuksen mukaan puettavien tietokoneiden markkinat kasvavat vuoteen 2020 mennessä kuitenkin yli 30 miljardin dollarin arvoiseksi (MarketsandMarkets, 2015).

Maksullisten tuotteiden ja palveluiden lisäksi teknologialla voidaan saavuttaa myös yleishyödyllisiä etuja. Yleishyödyllistä apua kuluttajille tarjoavat esimerkiksi ilmaiset kielenkäännössovellukset, kuten Google Kääntäjä, joka kameran avulla tunnistaa kirjoitettua tekstiä ja kykenee kääntämään sen välittömästi jopa 30:lle kielelle (Google, 2017). Sovelluksella helpotetaan ihmisten arkipäiväistä elämää ympäri maailman. Esimerkiksi tilanteessa, jossa henkilö lähtee ulkomaanmatkalle maahan, jonka kieltä ei puhu lainkaan, pystyy hän sovelluksen avulla ymmärtämään ravintolan ruokalista, tienviittoja ja opasteita tai vaikka paikallista sanomalehteä.

Hollannissa on myös kehitetty mobiilisovellus, jonka avulla voidaan parhaassa tapauksessa pelastaa jopa ihmishenkiä. AED4EU-niminen mobiilisovellus perustuu käyttäjien lisäämään paikkatietoon julkisilla paikoilla olevista defibrilaattoreista. Tilanteessa, jossa ihminen tarvitsee äkillistä elvytystä ja ambulanssiyksiköllä kestää aikansa tulla, sovelluksen avulla pystytään kätevästi ja nopeasti löytämään lähin piste, josta elvytyslaitteisto löytyy, ja ohjaamaan avunantajat sen luokse. (TheMedicalFuturist, 2016).

Puettavien tietokoneiden uskotaan integroituvan yhä enemmän ja enemmän yhteiskuntaan maailmanlaajuisesti, etenkin terveyttä edistävillä tavoilla. Älylasien seuraajana pidetään nanoteknologiaan perustuvien älypiilolinssien kehittämistä, joiden avulla näkökykyä pystytään tehostamaan ja samanaikaisesti lisäämään lisättyä informaatiota todelliseen ympäristöön. (Barfield, 2016).

Kehitettäessä uusia kuluttajataso sovelluksia, on selvää, että onnistuneen lisätyn todellisuuden teknologian tulee olla yhteydessä sitä ympäröivään maailmaan. Muita tärkeitä avaintekijöitä onnistuneen sovelluksen kehittämisen kannalta ovat käyttäjän tarpeiden, käyttöympäristön toimivuuden sekä koko liiketoimintaympäristön huomioiminen. (Siltanen, 2015).

3.1.1 Lisätyn todellisuuden teknologiaa hyödyntävät pelit

Kuluttajille niin sanotusti suureen tietoisuuteen lisätyn todellisuuden toi mobiilipelimarkkinoille kesällä 2016 julkaistu Pokémon GO -hittipeli. Tässä paikkatietoa ja mobiililaitteen kameraa hyödyntävässä pelissä oli hyvin yksinkertainen perusajatus. Liikkuessaan todellisessa ympäristössä, pelaaja liikkuu myös pelimaailmassa, jossa käyttäjän ympärille ilmestyy välillä uusia napattavia hahmoja. Itse hahmot käyttäjä näkee mobiililaitteen näytöllänsä lisättyinä todelliseen ympäristöön, joka lisää osaltaan pelin immersiota.

Aiheesta uutisoitiin laajasti ympäri maailman pelin julkaisun jäljiltä, sillä jo pelkästään kolmen ensimmäisen viikon aikana julkaisusta Yhdysvalloissa tapahtui useita onnettomuuksia ja kuolemantapauksia, jotka johtuivat liiallisesta keskittymisestä peliin (Backstrom, Karlin & Raj, 2016). Peli rikkoi heti julkaisunsa myötä Applen AppStoren ennätyksen eniten latauksia julkaisunsa ensimmäisellä viikolla saavuttaneista sovelluksista (Polygon, 2016). Apple ei kuitenkaan kerro tarkkoja lukemia tämän hetkistä latausten määrästä. Sen sijaan Applen kilpailijan helmikuun 2017 tilastot kertovat peliä ladatun yli sata miljoonaa kertaa Google Play-sovelluskaupasta (Google Play, 2017). Pokémon GO ei silti suinkaan ole ainoa lisättyä todellisuutta hyödyntävä peli markkinoilla tänä päivänä. Kyseisen pelin suosiosta voi kuitenkin joka tapauksessa päätellä, että lisätyn todellisuuden teknologiaa hyödyntäville peleillä on nyt ja tulevaisuudessa valtavasti kysyntää.

Vaikka lisättyä todellisuutta saadaankin jo sijoitettua sulavasti todelliseen ympäristöön, on lopputulos vielä selvästi keinotekoisien näköistä. Pelkän virtuaaliobjektien sijoittamisen lisäksi tarvitaan myös todelliseen tilanteeseen mukautuva valaistus ja varjostus, joka simuloisi todellista ympäristöä vastaavan syvyysvaikutelman digitaalisiin objekteihin. (Mäkilä, Viinikkala, Korkalainen & Lehtonen, 2015).

Pelitutkijoiden Mäkilä ym. mukaan lisätyn todellisuuden peleissä ympäristön ja peliobjektien yhdistäminen vielä sisältää haasteita, jotka saattavat rajoittaa pelimekaniikan toimivuutta, sekä pelin sulavuutta. Esimerkiksi ahtaissa tiloissa pelatessa pelihahmojen ja -objektien asettuminen liian lähelle pelaajaa, mikä rikkoo osaltaan lisätyn todellisuuden illuusiota. Myös pelien tämän hetkiset seuranta-algoritmit ovat usein virheherkkiä tilanteissa, joissa mobiililaitetta liikutetaan liian nopeasti (Mäkilä ym., 2015).

3.1.2 Lisätyn todellisuuden teknologiaa hyödyntävät liikenne- ja navigointisovellukset

Kuljettajan tilannetietoa hyödyntävät lisätyn todellisuuden sovellukset ovat tekemässä läpimurtoa myös autoteollisuudessa. Osassa premium-luokan autoista on jo saatavilla auton tuulilasiin heijastuvaa tilannetietoa syöttäviä lisätyn todellisuuden lisävarusteita (ks. kuvio 5). Niiden avulla kuljettaja saa helposti auton ajamisen kannalta tärkeää informaatiota reaaliaikaisesti ilman, että hänen täytyy kääntää katsettaan auton kojelautaan tai apulaitteisiin. Lisätyn todellisuuden myötä autolla ajamisen turvallisuuden oletetaan parantuvan, sillä suuri osa onnettomuuksista tapahtuu juuri silloin, kun kuljettaja ei huomioi tietä.

Ruschin, Schallin, Gavinin, Dawsonin, Veceran ja Rizzon tekemän tutkimuksen (2013) mukaan lisätyn todellisuuden hyödyntämiselle liikennekäytössä on hyötyä ainakin reaktioaikojen pienentämisessä. Tutkimuksessa kuljettajien tuli reagoida äkkitilanteisiin liikenteessä tietokoneavusteisesti sekä ilman sitä.

Keskimääräisesti kaikki tutkimukseen osallistuneet kuljettajat kykenivät reagoimaan noin 800 ms nopeammin, kun lisätty todellisuus varoitti kuljettajaa etukäteen edessä olevasta vaaratilanteesta.



KUVIO 5 Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen liikennekäytössä (bmwblog.com, 2011)

Auton tuulilasiin heijastuvaa tilannetietoa ovat esimerkiksi ajoneuvon mittariston reaaliaikaiset tiedot, tien nopeusrajoitus, vaaratiedotteet, varoitukset liukkaasta tien pinnasta, auton sijainti- ja navigointitiedot ja ilmoitukset, kun lähestyt edessä olevaa kohdetta liian nopeasti. Lisätyn todellisuuden yleistyessä autoilussa, ajoneuvot todennäköisesti kykenevät kommunikoimaan keskenään. Tällöin edessä olevasta autosta voi saada samaten tietoa nopeudesta. Erityisen paljon turvallisuutta lisää myös mahdollisuus yhdistää puhelin autoon langattomasti, jolloin puhelinta selataksaan ei tarvitse kääntää katsettaan pois tiestä, vaan samat tiedot näkyvät myös tuulilasille heijastettuina.

Lisätyn todellisuuden myötä navigointisovellusten käyttämisestä tulee entistä selkeämpää, kun suuntaopasteet näytetään yhdessä todellisen maailman kohteiden seassa. Suurimpana haasteena suunnistamisen kannalta on sijaintitiedon ilmoittavan GPS-signaalin tarkkuus. Mikäli navigointisovellus saa tarkkaa sijaintitietoa, sen antamat opasteet voivat tulla hieman jäljessä.

Vuonna 2012 tehdyn tutkimuksen mukaan (Bell, Häusler, Letinger, Rehr, Steinmann & Weber) jalankulkijan kannalta lisätyn todellisuuden navigointisovellukset vielä toistaiseksi kuitenkin häviävät ääniohjaukselle ja digitaalisille kartoille. Tutkimukseen osallistuneilta henkilöiltä meni lisättyä todellisuutta käyttäen kauemmin kulkea ennalta määritetty reitti verrattuna muihin suunnistustapoihin. Suunnistajat joutuivat myös pysähtymään useammin, sillä reitin tarkastamiseen meni sovelluksen kautta tarkasteltuna kauemmin aikaa ja sen käytettävyys koettiin perinteisiä karttoja huonommaksi. Tutkimuksessa lisättyä todellisuutta käytettiin mobiililaitteiden avustuksella, jonka vuoksi suunnistajat joutuivat pitämään laitettaan vähän väliä edessään nähdäkseen reitin. Karttoja käyttämällä ja ääniohjauksella navigoimalla suunnistamiseen käytetty työmäärä ja kokonaisrasitus koettiin pienemmäksi. Suurimmalle osalle osallistujista lisätyn todellisuuden teknologia oli entuudestaan vierasta, joten se koettiin epämiellyttäväksi käyttä. (Bell ym., 2012). Toisaalta tutkimuksesta on kulunut jo yli viisi vuotta, jonka aikana niin laitekanta, kuin sovelluksetkin ovat kehitty-

neet tehokkaammiksi ja tarkemmiksi. Onkin huomionarvoista pohtia, jos tutkimus tehtäisiin uudestaan nyt ja navigointisovellus olisi integroitu puettavaan tietokoneeseen, kuten älylaseihin, koettaisiinko lisätyn todellisuuden käyttäminen edelleen yhtä vaikeana?

3.1.3 Lisätty todellisuuden vaikutus kuluttajamarkkinoihin

Teknologian sulautuessa yhteiskuntaan tullaan näkemään jatkuvasti uusia käyttötapoja hyödyntää lisättyä todellisuutta myös kuluttajamarkkinoilla. Lisätyn todellisuuden avulla ostoksia tekevät kuluttajat voivat jo tänä päivänä muun muassa mallintaa, miltä uusi kalustus näyttäisi kotona, tai kuinka hyvin uudet vaatteet sopivat henkilön päälle. Myös esimerkiksi kiinteistövälityksessä käytetään jo virtuaalisia 3D-asunonäyttöjä. (Uusiteknologia, 2016).

Teknologialle povataan erittäin laajaa hyödyntämispotentiaalia niin perinteiselle ostokokemukselle kuin myös verkko-ostoksien parissa. Lisätty todellisuus voi auttaa kuluttajia löytämään suuresta kauppakeskuksesta juuri ne tuotteet, joita hän on etsimässä ja mahdollisesti tarjota hintatietoja ja ominaisuuksia jo etukäteen. Verkko-ostosten tekemisestä pyritään tekemään yhä helppokäyttöisempää ja miellyttävämpää, johon lisätyn todellisuuden mahdollisuudet tulevat todennäköisimmin vaikuttamaan arvoa lisäävänä elementtinä.

Konsulttiyhtiö Accenturen selvityksen mukaan lisätyn todellisuuden käyttäminen vähittäismyynnissä parantaa ja kasvattaa kuluttajakokemusta näkyvästi. (Accenture, 2017) Kuluttajatutkimuksen (RetailPerceptions, 2016) mukaan asiakkaat olisivat jopa 40 % halukkaampia maksamaan tuotteesta enemmän, jos he voisivat kokea lisättyä todellisuutta sen avulla. Tutkimuksesta selviää myös, että 61 % asiakkaista suosii sellaisia kauppajoja, jotka tarjoavat mahdollisuuden tehdä ostoksia lisätyn todellisuuden avulla verrattuna perinteisiin myyntipaikkoihin. Sen lisäksi 71 % tutkimukseen osallistuneista kävisi tällaisissa ostopaikoissa useammin kuin aikaisemmin. Tuloksista voidaan todeta, että kuluttajille lisätty todellisuus koetaan arvokkaana lisänä ostopäätöksiä tehdessä ja yrityksille arvoa lisäävänä kilpailuetuna markkinoilla.

Briton, Georgievan, Milanovan ja Stoyanovan tekemän tutkimuksen (2015) mukaan lisättyä todellisuutta hyödyntävän sovelluksen käyttöliittymän esteettisyydellä, eli sillä miten miellyttävältä se näyttää kuluttajan silmissä, on selvää yhteyttä ostopäätöksen tekemiseen. Löydökset täten tukevat yritysten tarvetta panostaa lisättyä todellisuutta hyödyntävien verkko-ostossovellusten esteettisyyden lisäksi myös helppokäyttöisyyteen, sillä molemmilla on havaittu olevan selvää yhteyttä kuluttajan ostoaikomusten kasvuun. (Brito ym., 2015).

Kasvavana markkinointitaktiikkana koetusta lisätystä todellisuudesta voidaan saada tehokasta vipuvoimaa, jolla yritys voi sitouttaa kuluttajia entistä tehokkaammin (Scholz & Smith, 2016). Verkkokauppojen kannalta yksi lisätyn todellisuuden merkityksellisimmistä hyödyistä on sen kyvyssä tehostaa suoraa vuorovaikutusta tuotteeseen, joka tyypillisesti on liitetty kuluttajan mahdolli-

suuteen tunnustella myymälässä tuotetta käsissään ennen ostopäätöksen tekemistä (Cuomo, Ciasullo, Tortora & Metallo, 2015).

Lisätyn todellisuuden kuluttajapalveluiden kannalta yksi tärkeimmäksi koetuista tarpeista on sovelluksen kyky tarjota ylimääräistä informaatiota tarkasteltavasta tuotteesta ja sen sisällöstä. Lisätyn todellisuuden avulla voidaan saada tietoa tuotteen taustoista, kuten esimerkiksi missä ruokatuote on valmistettu, kuinka ekologisesti ja eettisesti se on tuotettu sekä mitä ainesosia siihen kuuluu. Täydennetty informaatio ostotapahtuman yhteydessä koetaan hyödylliseksi varsinkin tarkastellessa tuntemattomampia tuotteita tai vertaillen eri tuotevaihtoehtoja. (Kärkkäinen, Väänänen-Vainio-Mattila, Lagerstam & Olsson, 2011).

3.1.4 Lisätty todellisuus koulutuskäytössä

Koulutuksen näkökulmasta lisätyllä todellisuudella on nähtävissä huomattavia hyötyjä opetettavan asian visualisointiin. Lääketieteellisissä tutkimus- ja koulutusyksiköissä ympäri maailman on viime vuosina ryhdytty testaamaan lisätyn todellisuuden avulla tehtävää kouluttamista. Lisätyn todellisuuden avulla lääkärit voivat harjoitella leikkausoperaatioita virtuaalisesti ja täten mahdollisesti pärjätä todellisessa tilanteessa tehokkaammin ja tarkemmin. Muun muassa Medsights Tech – niminen yhtiö on kehittänyt koulutussovelluksen, jonka avulla kirurgit voivat harjoitella yksityiskohtaisesti mallinnetun 3D-rekonstruktion avulla syöpäleikkauksia. (TheMedicalFuturist, 2016). Tähänastiset tutkimustulokset ovat selvästi ja yksiselitteisesti osoittaneet virtuaalimallinnusten voimavaran koulutuksen apuvälineenä. Tosin virtuaalisia harjoitusoperaatioita tulee toistaa vielä kauan, ennen kuin jokseenkin skeptinen lääketiedeyhteisö lopulta vakuuttuu simulaatioiden käytöstä koulutuksen apuvälineenä. (Callagher ym., 2005).

Virtuaalimallinnusten käyttämisen hyöty koulutuksessa tulee pääasiassa kyvystä kuvata koulutettavaa asiaa kolmiulotteisesti perinteisten kaksiulotteisten koulutusmateriaalien sijasta. Tämän koetaan olevan yksi tapa välttää kokeilemisen myötä syntyvien virheiden tekemisen kustannuksia. (Olin, Jylhä & Junnila, 2012). Opiskelijat voivat esimerkiksi käsitellä 3D-malleja videoiden tai kuvien katsomisen sijasta. Tutkijat Luckin ja Fraser (2011) testasivat lisätyn todellisuuden hyödyllisyyttä koulutuskäytössä, arvioiden yli 300:a osallistujaa ja tulivat siihen tulokseen, että teknologialla on myös koulutuksellisissa tarkoituksissa huomattavaa potentiaalia. Koulutustarkoituksiin teknologian tämän hetkinen taso on riittävän laadukasta, mutta sen käyttäminen voi tulla paikoin kalliiksi. Etenkin, jos jokaiselle opiskelijalle haluttaisiin tarjota mahdollisuus käyttää lisätyn todellisuuden laitteita koulutuksessa, kustannukset saattaisivat nousta hyvinkin korkeiksi. (Forsman, 2016).

Lisätyn todellisuuden koulutuksellinen potentiaali näkyy myös rakennusalalla, jossa insinööri- ja arkkitehtuuriopiskelijat pääsevät mallintamaan kolmi-

ulotteisesti fyysisiä rakenteita ulkomaailmaan lisätyn todellisuuden avulla. Konkreettisenä esimerkkinä tutkijat Chi, Kang ja Wang (2013) ovat arvioineet torninosturien lisätyllä todellisuudella paranneltua käyttöliittymää työmaalla, jonka myötä ohjaajat ovat paremmin hahmottaneet ympäristöä ja täten suoriutuneet paremmin simulaatioharjoituksissa. Tästä tutkijat päättelivät, että lisätyn todellisuuden käyttämisellä työmaakoneiden ohjaamoissa on ollut positiivista vaikutusta työmaan kokonaisvaltaiseen toimivuuteen. Teknologian tämän hetkinen taso ei kuitenkaan ole vielä täysin valmis käytettäväksi ammattimaisessa käytössä, sillä laitteistolla on vielä toistaiseksi tarkkuusongelmia muun muassa fyysisen asennon arvioinnissa, varsinkin jos tarkempaa etukäteistietoa työskentelyalueesta ei juuri ole (Forsman, 2016).

3.2 Riskejä ja uhkakuvia

Käyttäjän keskittyminen liiaksi lisätyn todellisuuden tarjoamaan informaatioon voi tuoda mukanaan myös riskejä. Esimerkiksi, jos lisättyä todellisuutta hyödyntävän auton tuulilasille heijastuu tilannetietojen lisäksi paljon muuta ylimääräistä, kuten puhelimen viestejä, se voi vaikuttaa osaltaan turvallisen ajon heikentyneeseen tilaan. (Information Systems Audit and Control Association, 2016). Uppoutuminen näyttöpäätteen ääreen liian pitkäksi aikaa voi aiheuttaa myös haitallisia terveysvaikutuksia, kuten migreeniä tai silmien väsymistä, mitkä voivat altistaa ulkopuolisille vaaroille varsinkin ulkona liikkuesssa. Ei tule myöskään jättää huomioimatta epilepsiaa sairastavia henkilöitä, joille liiallinen digitaalisten ärsykkeiden määrä näkökentässä voi laukaista jopa hengenvaarallisen kohtauksen. (Roesner, Kohno & Molnar, 2014).

ISACA:n (2016) tekemän tutkimuksen mukaan kuluttajat ja asiantuntijat ovat yhtä mieltä yleisimmistä uhista, jotka saattavat vaania paha-aavistamattomia lisätyn todellisuuden sovellusten käyttäjiä. Rikolliset ja hakkerit käyvät jatkuvaa kilpajuoksua lain kanssa siitä, miten he pystyvät parhaiten hyötymään rahallisesti tai vahinkoa aiheuttaakseen, ennen kuin palveluiden käyttäjät tajuavat uhkien olemassaolon. Useat kuluttajat ovat huolissaan siitä, että esineiden Internetiin (*Internet of Things eli IoT*) kytketyt laitteet, jotka hyödyntävät lisättyä todellisuutta, ovat haavoittuvaisempia tietoturvahille. Tämän lisäksi yli 80 % alan asiantuntijoista uskoo, että yritysten, jotka käyttävät lisättyä todellisuutta liiketoiminnassaan, tulisi olla huolissaan siihen liittyvistä tietoturvariskeistä. (Information Systems Audit and Control Association, 2016).

Roesner, Kohno ja Molnar (2014) kategorisoivat lisätyn todellisuuden turvallisuuteen ja yksityisyyteen liittyviä haasteita seuraavalla taulukolla (ks. taulukko 1).

TAULUKKO 1 Lisätyn todellisuuden turvallisuuteen liittyvät haasteet (suom. Ollila, 2017, alkuperäinen Roesner, Kohno & Molnar, 2014)

	Yksittäinen sovellus	Useita sovelluksia	Useita järjestelmiä
Ulostulo	Hämäyshyökkäykset Ylikuormitushyökkäykset Varma paluu todellisuuteen	Sovellusten käytön väli- set konfliktit Klikkauksien kaappaus	Päällekkäiset näkymät
Syöte	Syötteen validointi	Syöte oikealle sovelluk- selle	Yhteenkoottu syöte
Pääsy dataan	Pääsy sensoridatan hallintaan Sivustakatojan yksityisyys	Sovellusten välinen da- tan jakaminen	Järjestelmien välinen datan jakaminen

Roesner ym. (2014) tarkastelevat uhkia kolmesta eri perspektiivistä: yksittäisen sovelluksen, useiden sovellusten sekä useiden järjestelmien näkökulmasta. Yksittäisen sovelluksen kannalta syötteen ulostuloon voi kohdistua hämäyshyökkäyksinä haitallista väärää informaatiota, kuten esimerkiksi väärä nopeusrajoitus tiellä liikkujille. Ylikuormittavalla hyökkäyksellä laite voidaan saada jumiin syöttämällä jatkuvaa välähtelevää kuvasyötettä, erittäin kovia ääniä tai toistuvaa intensiivistä haptista syötettä. Sovelluksen tulee myös mahdollistaa käyttäjän palaaminen todelliseen ympäristöön milloin tahansa, mikäli tämä haluaa lopettaa sovelluksen käytön. Sisään tulevan syötteen kannalta turvallisuusriskiksi voi nousta, jos käännössovellus ei tunnista laitteen toiminnan kannalta haitallista koodia, joka voi aiheuttaa sovelluksen tai laitteen hyväksikäytön. Datat käyttäjän kannalta sovellukset voivat tarvita käyttöoikeuksia laitteen eri sensoreihin, kuten video, ääni ja sijaintitietoja tallentaviin järjestelmän osiin. Haittaohjelman päästessä vaikuttamaan näihin käyttöoikeuksiin, sovellus voi vuotaa tietoa käyttäjän videosyötteestä ja sijainnista kolmannelle osapuolelle. (Roesner ym., 2014)

Useiden sovellusten tapauksella tarkoitetaan samoilla laitealustoilla toimivia lisätyn todellisuuden sovelluksia, jotka jakavat syötetietoa keskenään ja toimivat toisinaan samanaikaisesti. Onkin tärkeää, että laitteen vastaanottama syöte päätyy oikean sovelluksen käyttöön. Klikkauksien kaappauksella (*click-jacking*) tarkoitetaan sovelluksia, jotka hämäävät käyttäjää painamaan käyttöliittymän näennäisen tyhjää osaa, joka voi aiheuttaa informaation vuotamista käyttäjän haluamatta tämän sosiaalisen median sivuille tai päätyä asentamaan haitallisia piensovelluksia laitteeseen.

Usein järjestelmiin kohdistuvista uhista Roesner ym. listaavat riskin, että käyttäjän näkemä kuva laitteensa näytöllä näkyisi myös toisille henkilöille, ja täten he vahingossa paljastaisivat vain itsellensä tarkoitettua yksityistä informaatiota muille sovelluksen kautta. Yhteenkootulla syötteellä (*Aggregate input*) tarkoitetaan kaikkien sovellusten kautta kerättyä yhteistä dataa käyttäjän toiminnasta, jotka voivat haittaohjelmalle altistumisen jälkeen antaa väärää informaatiota sovellusten todellisiin tiedonkeruujärjestelmiin ja tietokantoihin.

Lisätyn todellisuuden sovelluksille on tehty jo erityyppisiä haittaohjelmia, kuten virtuaalisia graffiteja, joita on saatettu liittää kaupungin rakennusten seinäin tai luontoon. Virtuaaliset graffitit voivat harmittomimmillaan olla vain tö-

herryksiä, mutta niillä on mahdollista syöttää myös haitallista koodia käyttäjän laitteeseen tai saada laitteen antamaan yksityisiä tietoja käyttäjän sosiaalisen median profiileista tai puhelimen sisällöstä haittaohjelman tekijöille. (Information Systems Audit and Control Association, 2016). Yksinkertaisimmillaan uhka voi toteutua, jos pahaa-aavistamaton käyttäjä skannaa laitteellaan ympäristöön jätetyn QR-koodin, joka avaa linkin haitalliselle verkkosivulle. Tietoturvallisuuden kannalta onkin ajankohtaista miettiä, miten lisätyn todellisuuden uhkilta pystytään välttymään tulevaisuudessa, sekä saadaanko uhkia ehkäistyä mahdollisesti jo etukäteen.

4 YHTEENVETO

Tässä kandidaatintutkielmassa perehdyttiin lisätyn todellisuuden teknologian yleistymiseen kuluttajien arjessa. Tavoitteena oli selvittää miten lisätyn todellisuuden teknologiaa on hyödynnetty kuluttajapiireissä ja kuinka sen käyttöönottamiseen on suhtauduttu. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää kuluttajamarkkinoiden mahdollisuuksia sekä sitä, millaisia haasteita teknologian yleistyminen tuo tullessaan. Tutkielmaa pohjusti kattava selvitys siitä, mitä lisätyllä todellisuudella tarkalleen ottaen tarkoitetaan, miten se on kehittynyt alkupäivistään nykyhetkeen sekä mitä eroavaisuuksia lisätyllä todellisuudella, virtuaalitodellisuudella ja todellisella ympäristöllä on.

Milgramin taksonomian (1994a) mukainen jaottelu jakaa todellisuuden tasot todelliseen ympäristöön, lisättyyn todellisuuteen, lisättyyn virtuaalisuuteen sekä virtuaalitodellisuuteen. Siinä missä todellinen ympäristö on se, minkä käyttäjä kokee ilman apulaitteita, laajennetun todellisuuden yläkäsitteen alle sijoittuvat lisätty todellisuus ja virtuaalisuus yhdistelevät todellista ympäristöä ja virtuaalisia objekteja yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. (Milgram ym., 1994a). Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan kokonaan tietokoneavusteisella grafiikalla havainnoitavaa digitaalista ympäristöä, jota voidaan tehostaa näkösyötteen lisäksi myös ääni- ja tuntoaistiin vaikuttavilla syötteillä (Craig ym., 2009). Lisäämällä eri aistiärsykkeiden määrää, virtuaalikokemuksesta saadaan entistä immersioisempi. Immersiolla tarkoitetaan sitä, että teknologian luomaan maailmaan on helpompi uppoutua niin syvästi, että käyttäjä lakkaa huomioimasta ulkoisen maailman todellisia aistiärsykeitä (Cairns & Seah, 2007).

Virtuaalitodellisuuden kehityskulku on lähtenyt yhdysvaltalaisen elokuva-alan pioneerien ja tietojenkäsittelytieteiden tutkijoiden toimesta 1950–1960-lukujen taitteessa. Ensimmäistä kertaa omana terminään lisäystä todellisuudesta käyttivät Caudell ja Mizell vuonna 1992 tekemässään selvityksessä, kuinka tehostaa lentokoneyhtiö Boeingin tuotantolinjojen toimivuutta. Tällöin he pohdiskelivat ajatusta hyödyntää silmikkonäyttöpohjaisia apuvälineitä lentokoneiden sähkökaapelien asennustöissä. Teknologia on alkujaan ollut käytössä vain lähinnä sotilas- ja tutkimuskäytössä, mutta viime vuosikymmenen aikana teknologiaa on alettu kehittää myös kuluttajamarkkinoille.

Teknologian sulautuessa yhteiskuntaan, tullaan näkemään lukuisia uusia tapoja käyttää lisättyä todellisuutta kuluttajien jokapäiväisessä elämässä. Tänä päivänä suurin osa käytön mahdollistavista laitteista perustuu kolmeen eri tapaan, jotka ovat läpinäkyvät näytöt, silmikkokypäränäytöt sekä kädessä pidettävät mobiililaitteet (Tiwari ym., 2016). Etenkin mobiililaitteiden huomattavan suorituskyvyn nousun myötä viime vuosina, lisättyä todellisuutta voidaan käyttää lähes missä ja milloin tahansa. Markkinatutkimukset povaavat lisätyn todellisuuden maailmanlaajuisten markkinoiden arvon kasvavan jopa 117:ään miljardiin dollariin vuoteen 2022 mennessä (MarketsandMarkets, 2016). Useat alan aikakauslehdet listaavat lisätyn todellisuuden yleistymisen kuluttajakäytössä olevan yksi vuoden 2017 tärkeimmistä digitrendeistä (Newman, 2016). Tulevaisuuden yhdeksi suurimmista lisätyn todellisuuden innovaatioista odotetaan muodostuvan nanoteknologiaan perustuvista älypiilolinseistä (Barfield, 2016). Niiden avulla voidaan käyttää huomaamattomasti lisättyä todellisuutta, mikä osaltaan lisää teknologian sosiaalista hyväksymistä.

Tutkielman ensimmäisessä pääkappaleessa avattiin kuluttajien suhtautumista teknologian hyväksymiseen IKEA:n lisättyä todellisuutta hyödyntävän mobiilisovelluksen käyttötutkimuksen kautta (Rese, Schreiber & Baier, 2014). Mobiilisovelluksen tutkimuksessa käytetyn Venkateshin ja Davisin (2000) julkaiseman TAM 2 - mallin asteikolla lisätyn todellisuuden käyttäminen koettiin informatiiviseksi ja käyttökelpoiseksi ostotilanteen kannalta. Erityisesti käytön helppous sai myös korkeita arvosteluja tutkimuksessa. Tulevaisuuden käyttöä kohtaan asenteet olivat yli keskitason, mutta vielä vuonna 2014 suurin osa tutkimushenkilöistä ei ollut niinkään puolesta tai vastaan, tulisivatko käyttämään sovellusta normaalisti ostoksia tehdessään (Rese, Schreiber & Baier, 2014). Johdopäätöksenä teknologian käyttötutkimuksista voidaan todeta teknologian saavuttavan yleisen hyväksynnän yhteiskunnassa, kun käytön helppous, miellyttävyys, sekä käytön kuormittavuuden vähäisyys saavuttavat kuluttajien silmissä riittävän tason. Tutkimuksen tuloksena voidaan myös johdatella lisätyn todellisuuden sovellusten käytön ostotilanteessa luovan lisäarvoa yrityksen liiketoiminnalle.

Lisätyllä todellisuudella pystytään tehostamaan todellisen maailman tapahtumia niin viihde- kuin hyötykäytössä. Teknologialla on toistaiseksi toteutettu muun muassa 3D-mallintamista, hakukonepalveluita, kielenkäännössovelluksia, navigointisovelluksia, verkkokauppojen tuotteiden sovittamista todelliseen ympäristöön sekä lukuisia pelejä. Tämän lisäksi teknologialla on huomattu olevan selkeää hyötyä koulutusikäikäytössä (Luckin & Fraser, 2011). Suurimpana hyötynä koulutuksen kannalta koetaan opetettavien asioiden kolmiulotteinen hahmottaminen, jonka avulla muun muassa kirurgit pystyvät harjoittelemaan vaarattomasti syöpäleikkauksia ja rakennusalan opiskelijat kykenevät mallintamaan tietokonegrafiikalla tuotettuja rakenteita todelliseen ympäristöön (Chi, Kang & Wang, 2013) (TheMedicalFuturist, 2016).

Suuresta potentiaalista huolimatta lisätyn todellisuuden käyttäminen ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton. Liiallinen teknologiaan uppoutuminen voi johtaa pahimmillaan hengenvaarallisiin tilanteisiin, jos todellisen maailman

vaarat jätetään huomiotta (Backstrom, Karlin & Raj, 2016). Esimerkiksi tilanteessa, jossa lisättyä todellisuutta hyödyntävää peliä pelaava lapsi kävelee liikenteen sekaan, voi aiheutua vakaviakin henkilövahinkoja. Liiallisella näyttöpäätteen tuijottamisella käyttäjä voi myös väsyttää silmänsä, ja täten olla alttiimpi ulkopuolisille vaaroille. Epileptikoiden tulee olla varuillaan käyttäessään lisättyä todellisuuden sovelluksia, sillä digitaalinen nopeatahtinen syöte voi aiheuttaa heille jopa hengenvaarallisen kohtauksen (Roesner, Kohno & Molnar, 2014).

Suurimpana uhkana niin kuluttajat kuin asiantuntijatkin pitävät rikollisuuden kasvua lisätyn todellisuuden ympäristöissä. Kuluttajat ovat erityisen huolissaan esineiden Internetiin kytkettyjen laitteiden uhista, sillä niiden tietoturvallisuuteen ei ole panostettu useimpien mielestä vielä tarpeeksi. (Information Systems Audit and Control Association, 2016). Lisätyn todellisuuden turvallisuuden liittyviksi haasteiksi listataan muun muassa haitallisen koodin syöttäminen laitteeseen kuvantunnistuksen avulla, haittaohjelmien pääsy laitteen käyttöoikeuksiin, yksityisten tietojen vuotaminen Internetiin tai käyttäjää hämäävät käyttöliittymät, jotka aiheuttavat väärällä painalluksella epätoivottuja toimintoja. (Roesner ym., 2014). Haittaohjelmien tekijät käyvät jatkuvaa kilpajuoksua tietoturva-asiantuntijoiden kanssa ja suurelle osalle teknologiaa aiemmin käyttämättömistä voikin tulla yllätyksenä, että lisättyä todellisuutta käyttämällä voi aiheuttaa itsellensä vakavia tietoturvariskejä.

Tutkimuksen kannalta olennaiseksi johtopäätökseksi nousee selvä kasvu kuluttajakiinnostuksessa lisätyn todellisuuden tuotteita ja palveluita kohtaan. Lisätyn todellisuuden teknologia tulee muovaantumaan entistä paremmin hyödynnettäväksi useilla eri alustoilla lähivuosina. Mobiilisovelluksien tuoman huomion kautta yhä laajemmat massat tulevat tietoisiksi teknologian hyödyntämismahdollisuuksista, jonka vuoksi siirtymä puettaviin tietokoneisiin kuten älylaseihin nopeutuu entisestään. Etenkin pelimarkkinoilla lisättyä todellisuutta yhdessä virtuaalitodellisuuden kanssa pidetään seuraavana suurena kehitysaskeleena. Laitte- ja sovelluskehittäjien kysyntä on jatkuvassa kasvussa tietoyhteiskunnan laajentumisen vuoksi, mikä lisää todennäköisesti myös työpaikkojen määrää lisätyn todellisuuden palveluita tuottavien yritysten parissa maailmanlaajuisesti.

Tutkielman aihetta on ajankohtaisuutensa vuoksi tärkeää tutkia enemmänkin. Teknologian yleistyessä uusilla kuluttajatutkimuksilla voitaisiin saada tarkempaa tietoa siitä, miten kuluttajakäyttäminen tulee muuttamaan tulevana vuosina, sekä millaisia lisätyn todellisuuden tuotteita ja palveluita kuluttajat mahdollisesti jatkossa haluavat. Tärkeä tulevaisuuden tutkimuskohde on myös perehtyä entistä tarkemmin siihen, kuinka helppokäyttöisinä lisätyn todellisuuden sovellukset koetaan sekä onko niiden käyttäminen kertaluonteista vai jatkuvaa. Tämä lisää myös tarvetta tutkia sitä, kuinka teknologian yleistymiseen ja käyttöönottoon tullaan suhtautumaan pidemmällä aikavälillä. Teknologian arkipäiväistyttyä myös lisätyn todellisuuden tietoturva-uhat kasvavat suuremmiksi. Tästä syystä yksi ensiarvoisen keskeinen tutkimuskohde olisikin sel-

vittää miten näiltä uhilta pystytään jatkossa välttymään tai miten niitä voidaan tehokkaimmin ennaltaehkäistä.

LÄHTEET

- Accenture Consulting. (2017). Augmented Reality in Retail Enhances Consumer Experience. Haettu 14.2.2017 osoitteesta: <https://www.accenture.com/us-en/insight-augmented-reality-customer-experience-drive-growth>
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence, Vol. 6, No. 4, Massachusetts Institute of Technology, 2(1)*. 355-385
- Backstrom Z., Karlin, A. & Raj, M. (2016). Pokémon GO: Imaginary Creatures, Tangible Risks. *Clinical Pediatrics 2016*. Vol. 55(13). 1195 – 1196.
- Barfield, W. (2016). *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality, Second Edition*. Yhdysvallat. CRC Press.
- Bell, D., Häusler, E., Letinger, S., Rehr, K., Steinmann, R. & Weber, M. (2012). Pedestrian Navigation With Augmented Reality, Voice and Digital Map: Results From a Field Study Assessing Performance And User Experience. *8th International Symposium on Location-Based Services, Vienna 2011*. 2-20.
- Billinghurst, M., Clark, A. & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends® Human-Computer Interaction, 8(2-3)*, 73-272.
- Brito, P., Georgieva, P., Milanova, M. & Stoyanova, J. (2015). Comparison of Consumer Purchase Intention Between Interactive and Augmented Reality Shopping Platforms Through Statistical Analyses. *International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications, 2-4 Sept. 2015*.
- Boeriu, H. (2011). Video: BMW Head-Up Display - Simulation Augmented Reality. Haettu 16.2.2017 osoitteesta: <http://www.bmwblog.com/2011/10/10/video-bmw-head-up-display-simulation-augmented-reality/>
<http://cdn.bmwblog.com/wp-content/uploads/head-up-display-augmented-reality-06.jpg>
<http://cdn.bmwblog.com/wp-content/uploads/head-up-display-augmented-reality-03.jpg>
- Burdea Grigore, C. & Coiffet, P. (1994). *Virtual reality technology*. Lontoo: Wiley-Interscience.
- Cairns, P. & Seah, M. (2007). From Immersion to Addiction in Videogames. *Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction*. Vol. 1.
- Carmigniani, J. & Furht, B. (2011). *Handbook of Augmented Reality*. Yhdysvallat. Springer-Verlag New York.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E. & Ivkovic, M. (2010). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*. 51.1 (2011): 341-377.
- Caudell, T. & Mizell, D. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing process. *System Sciences, 1992, Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference*. Vol. 2. 659-669.

- Chi, H. L., Kang, S. C. & Wang, X. (2013). Research trends and opportunities of augmented reality applications in architecture, engineering and construction. *Automation in construction*, 33. 116–122.
- Craig, A. (2013). *Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications, 1st Edition*. Yhdysvallat. Elsevier Inc.
- Craig, A., Sherman, W. & Will, J. (2009). *Developing Virtual Reality Applications*. Yhdysvallat: Elsevier Inc.
- Cuomo, M., Ciasullo, M., Tortora, D. & Metallo, G. (2015). Augmented Reality and Shopping Experience: Impacts on Consumer Behaviour. *International Journal of Sales, Retailing and Marketing*, Vol. 4., No. 4.
- Forsman, M. (2016). Applying Augmented Reality to Outdoors Industrial Use. *Turun yliopisto, Informaatioteknologian tiedekunta*.
- Gallagher, A.G., Ritter, E. M., Champion, H., Higgins, G., Fried, M. P., Moses, G., Smith, D. & Satava, R. (2005). Virtual Reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Annals of surgery*. 241(2), 364-372.
- Gaudiosi, J. (2015). How Augmented Reality And Virtual Reality Will Generate \$150 Billion in Revenue by 2020. Haettu 13.1.2016 osoitteesta: <http://fortune.com/2015/04/25/augmented-reality-virtual-reality/>
- Google Play Kauppa – Google Kääntäjä. (2017). Haettu 22.2. osoitteesta: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.translate&hl=fi>
- Google Play Kauppa – Pokémon GO. (2017). Haettu 22.2. osoitteesta: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nianticlabs.pokemongo&hl=fi>
- Heilig, M. (1962). *US Patent No. 3,050,870*. New York: United States Patent and Trademark Office.
- Höllner, T. H. & Feiner, S. K. (2004). *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*. Taylor & Francis Books Ltd.
- Information Systems Audit and Control Association. (2016). ISACA's 2016 IT Risk/Reward Barometer – Worldwide survey looks at augmented reality and the Internet of Things. Haettu 14.2.2017 osoitteesta: <http://www.isaca.org/info/isaca-it-risk-reward-barometer-looks-at-augmented-reality-iot/index.html>
- Javornik, A. (2016). Augmented Reality: Research Agenda for Studying the Impact of Its Media Characteristics on Consumer Behaviour. *Journal of Retailing and Consumer Services* 30 (2016). 252–261.
- Kane, S. (21.3.2016). A 'Shazam' app for plant identification may be here soon. Haettu 24.2.2017 osoitteesta: <http://www.businessinsider.com/plant-leaf-identification-app-2016-3>
- Korkalainen, T., Lehtonen, T., Mäkilä, T. & Viinikkala, L. (2015). Reaali- ja pelimaailman risteyksessä: Kokemuksia tutkimustietoon perustuvien lisätyn todellisuuden pelien kehittämisestä. *Turun yliopisto, Pelitutkimuksen vuosikirja 2015*.
- Krueger, M., Gionfrido, T. & Hinrichsen, K. (1985). VIDEOPLACE – an artificial reality. *ACM SIGCHI Bulletin*. Vol 16, No. 4. 35–40.

- Kärkkäinen, T., Väänänen-Vainio-Mattila, K., Lagerstam, E. & Olsson, T., (2011). Expected User Experience of Mobile Augmented Reality Services: A User Study on The Context of Shopping Centres. *Personal and Ubiquitous Computing, February 2013, Vol. 17, Issue 2.* 287-304.
- Lintulahti, M. (30.12.2016). Kuusi digitrendiä vuodelle 2017. Teleoperaattori Elisa, 2016. Haettu 23.2.2017 osoitteesta:
<https://yksityisille.hub.elisa.fi/kuusi-digitrendia-vuodelle-2017/>
- Luckin, R. & Fraser, D. S., (2011). Limitless or pointless? An evaluation of augmented reality technology in the school and home. *International Journal of Technology Enhanced Learning, 3(5).* 510–524.
- MarketsandMarkets. (kesäkuu, 2015). Wearable Computing Market by Application (Fitness and Wellness, Medical and Healthcare, Enterprise and Industrial, Infotainment, and Others), by Technology (Computing, Display, Networking, and Others), & Geography - Global Forecast to 2020. Haettu 24.2.2017 osoitteesta:
<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/wearable-computing-market-125877882.html>
- MarketsandMarkets. (toukokuu, 2016). Augmented Reality and Virtual Reality by Device Type (HMD, HUD, Handheld Device, Gesture Tracking, and Display Wall), Component (Sensor, Display, Camera and Software), Vertical and Geography - Global Forecast to 2022. Haettu 15.1.2017 osoitteesta:
<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/augmented-reality-virtual-reality-market-1185.html>
- Milgram, P. & Colquhoun, H. (1999). A Taxonomy of real and virtual world display integration. *Mixed reality: Merging real and virtual worlds, 1,* (1999), 1-26.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies.* Vol. 2351.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems.* Vol. E77-D, No.12.
- Naraynan, M. & Schlake, B. (1994). Virtual Reality Applications. *WESCON/94. Idea/Microelectronics. Conference Record.* 76-81.
- Newman, D. (30.8.2016). Top 10 Trends for Digital Transformation. Forbes Magazine. Haettu 23.2.2017 osoitteesta:
<https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2016/08/30/top-10-trends-for-digital-transformation-in-2017/#61ee941d47a5>
- Olin, J., Jylhä, T., & Junnila, S. (2012). Virtuality: What does it means for FM. *International Conference on Facilities Management, Procurement Systems And Public Private Partnership, Vol. 1.* 20-26.
- OyundariZorigtbaatar. (2016). Augmented Reality technology used in the IKEA brand. Haettu 21.2.2017 osoitteesta:
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Augmented-reality.jpg>

- Panetta, K. (2016, 19. elokuuta). 3 Trends Appear in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2016. Haettu 30.11.2016 osoitteesta <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-trends-appear-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2016/>
- Polygon. (22.7.2016). Pokémon Go breaks iTunes record, Apple confirms. Haettu 22.2.2017 osoitteesta: <http://www.polygon.com/2016/7/22/12258490/pokemon-go-itunes-record-apple-confirms>
- Rauschnabel, P. & Ro, Y. (2016). Augmented Reality smart glasses: an investigation of technology acceptance drivers. *International Journal of Technology Marketing*. Vol. 11, No. 2, 2016.
- Rese, A., Schreiber, S. & Baier, D. (2014). Technology acceptance modeling of augmented reality at the point of sale: Can surveys be replaced by an analysis of online reviews? *Journal of Retailing and Consumer Services* 21 (2014). 869-876.
- RetailPerceptions. (2016). How Augmented Reality is Changing Today's Shopping Experience. Haettu 3.3.2017 osoitteesta: <http://www.retailperceptions.com/2016/10/the-impact-of-augmented-reality-on-retail/>
- Robinett, W. (1994). Interactivity and Individual Viewpoint in Shared Virtual Worlds: The Big Screen vs. Networked Personal Displays. *Computer Graphics*, Vol. 28. 1(2). 127 – 130.
- Roesner, F., Kohno, T. & Molnar, D. (2014). Security and Privacy for Augmented Reality. *Communications of the ACM*. Vol. 57, No. 4. 88-96.
- Rusch, M., Schall, M., Gavin, P., Lee, J., Dawson, J., Vecera, S. & Rizzo, M. (2013). Directing driver attention with augmented reality cues. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Volume 16, January 2013. 127 – 137.
- Scholz, J. & Smith, A. (2016). Augmented reality: Designing immersive experiences that maximize consumer engagement. *Business Horizons*. Volume 59, Issue 2, March – April. 149-161.
- Siltanen, S. (2015). Developing augmented reality solutions through user involvement - Lisätyn todellisuuden kehitystyö ja käyttäjien osallistaminen. *Aalto yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos*.
- Stockinger, H. (2015). Consumers' Perception of Augmented Reality as an Emerging End User Technology: Social Media Monitoring Applied. *Springer- Verlag Berlin Heidelberg 2015*
- Sutherland, I. (1968). A head-mounted three dimensional display. *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference*. Part I. 757-764.
- The Medical Futurist. (2016). Augmented Reality in Healthcare Will be Revolutionary. Haettu 12.3.2017 osoitteesta: <http://medicalfuturist.com/augmented-reality-in-healthcare-will-be-revolutionary/>
- Tiwari, V., Tiwari, V.P., Chudasama, D. & Bala, K. (2016). Augmented Reality and Its Technologies. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 3, Issue 4.

- Uusiteknologia.fi. (30.12.2016). Digitrendit 2017: Lisätty todellisuus tulee suomalaisten arkeen. Haettu 23.2.2017 osoitteesta:
<http://www.uusiteknologia.fi/2016/12/30/digitrendit-2017-lisatty-todellisuus-tulee-suomalaisten-arkeen/>
- van Krevelen, D. (2007). *Augmented Reality: Technologies, Applications and Limitations*. Vrije Universiteit Amsterdam, Department of Computer Science. Hollanti.
- Venkatesh, V. & Davis, F. (2000). A Theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*. 46(2). pp. 186–204.