

# Keinotodellisuuden hyödyntäminen liikenne- ja viestintäministeriön toimialalla

## Selvitys

**LVM**

LIIKENNE- JA  
VIESTINTÄMINISTERIÖ



*Suomi*  
*Finland*  
**100**

## **Liikenne- ja viestintäministeriön**

### **visio**

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

### **toiminta-ajatus**

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

### **arvot**

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö

Raportin nimi  
 Keinotodellisuuden hyödyntäminen liikenne- ja viestintäministeriön toimialalla. Selvitys

 Tekijät  
 Timo Lätilä, Janne Upla ja Niklas Salonen (CGI Suomi Oy)

 Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä  
 Liikenne- ja viestintäministeriö 3.5.2017

Raportin numero

**Liikenne- ja viestintäministeriön  
julkaisuja 13/2017**

 ISSN (verkkojulkaisu) 1795-4045  
 ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-529-3  
 URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-529-3>

 Asiasanat  
 Virtuaalitodellisuus, keinotodellisuus, lisätty todellisuus, etäläsnäolo, etäkäyttö

 Yhteyshenkilö  
 Yli-insinööri Maria Rautavirta, Tieto-osasto

 Muut tiedot  
 Hankkeelle asetetussa ohjausryhmässä olivat lisäksi edustettuina Sini Wirén (VEO), Emil Asp (PAO) ja Anne Miettinen (TIO)

Tiivistelmä

Raportti selvittää keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden nykytilaa ja hyödyntämisen mahdollisuuksia liikenne- ja viestintäministeriön toimialalla. Lisätty todellisuus on jo pitkään ollut osa ajoneuvojen teknologiaa heijastusnäyttöjen kautta, ja lentosimulaattori edustaa jo kauan käytössä ollutta keinotodellisuussovellusta. Tällä hetkellä liikenteen alalla kehitteillä ja käytössä on useita sovelluksia erityisesti lisätulle todellisuudelle: päälle puettavia heijastusnäyttöjä, laivojen ja ajoneuvojen etäohjausjärjestelmiä ja erilaisia kuluttajia opastavia sovelluksia. Uutis- ja viihdemedia sen sijaan vasta kokeilee keinotodellisuuden käyttöä. Läpimurtoa suuren yleisön käyttöön tai laajaan yrityskäyttöön nämä teknologiat eivät kuitenkaan ole vielä tehneet.

Lähtitulevaisuudessa moni suuri toimija tulee panostamaan lisätyn todellisuuden sovelluksiin, mikä heijastunee niiden käyttöasteeseen. Mahdollinen laajamittainen käyttö heijastuu tulevaisuudessa myös tietoliikenteen määrään ja laatuvaatimuksiin.

Raportti kuvaa suomalaista yrityskenttää ja Suomen asemoitumista teknologian kehityksessä. Raportissa päädytään pitämään erilaisia etäohjauksen sovelluksia – erityisesti miehittämätöntä, etäohjattua merenkulkua – Suomen liikennesektorin kannalta kiinnostavina kehityskohteina. Uusien teknologioiden mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää kuitenkin tehokkaita ja häiriöttömiä verkkoja ja langattomia yhteyksiä, suotuisaa lainsäädäntökehystä, osaamisen kehittämistä sekä aktiivista vuoropuhelua eri osapuolten välillä.

Rapportens namn

Utnyttjande av virtuell verklighet inom kommunikationsministeriets verksamhetsområde. Utredning

Författare

Timo Lättilä, Janne Upla ja Niklas Salonen (CGI Suomi Oy)

Tillsatt av och datum Kommunikationsministeriet 3.5.2017

Rapportens nummer

**Kommunikationsministeriets  
publikationer 13/2017**

ISSN (webbpublikation) 1795-4045

ISBN (webbpublikation) 978-952-243-529-3

 URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-529-3>

Ämnesord

Virtuell verklighet, artificiell verklighet, förstärkt verklighet, telenärvaro, fjärranvändning

Kontaktperson

 Överingenjör Maria Rautavirta,  
Avdelningen för kunskapshantering

Rapportens språk

finska

Övriga uppgifter

I den styrgrupp som tillsatts för projektet ingick dessutom Sini Wirén (nätavdelningen), Emil Asp (avdelningen för tjänsteproduktion) och Anne Miettinen (avdelningen för kunskapshantering).

Sammandrag

I rapporten redogörs för nuläget i fråga om virtuell verklighet och förstärkt verklighet och möjligheterna att utnyttja dessa inom kommunikationsministeriets verksamhetsområde. Förstärkt verklighet har redan länge varit en del av tekniken i fordon genom head up-displayer, och flygsimulatorer är en tillämpning av virtuell verklighet som redan länge varit i bruk. För närvarande utvecklas och används inom transportsektorn flera tillämpningar av i synnerhet förstärkt verklighet: kroppsburna head up-displayer, fjärrstyrningssystem för fartyg och fordon och olika tillämpningar som guidar konsumenter. Nyhets- och nöjesmedier har dock bara börjat prova på att använda sig av virtuell verklighet. Dessa tekniska lösningar har dock ännu inte fått något genombrott bland allmänheten eller tagits i bruk i någon bred omfattning inom företagsvärlden.

Inom den närmaste framtiden satsar många stora aktörer på tillämpningar av förstärkt verklighet, vilket förmodligen återspeglas i användningsgraden. En eventuell ökad användning avspeglas i framtiden även i mängden datatrafik och kvalitetskraven på den.

I rapporten beskrivs det finländska företagsfältet och Finlands positionering i den tekniska utvecklingen. En av rapportens slutsatser är att olika tillämpningar av fjärrstyrning – i synnerhet obemannad, fjärrstyrd sjöfart – kan betraktas som intressanta utvecklingsobjekt med tanke på den finska transportsektorn. För att möjligheterna med ny teknik ska kunna utnyttjas behövs dock effektiva och störningsfria nät och trådlösa förbindelser, en gynnsam lagstiftningsram, kompetensutveckling samt en aktiv dialog mellan olika parter.

Date  
22.11.2017

Title of the report

Utilisation of virtual reality in the sector under the Ministry of Transport and Communications.  
Report

Author(s)

Timo Lättilä, Janne Upla ja Niklas Salonen (CGI Suomi Oy)

Commissioned by, date

Ministry of Transport and Communications 3.5.2017

Number of the report

**Publications of the Ministry of Transport  
and Communications 13/2017**

ISSN (online) 1795-4045

ISBN (online) 978-952-243-529-3

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-529-3>

Keywords

Virtual reality, augmented reality, remote presence, remote use

Contact person

Senior Engineer Maria Rautavirta,  
Data Department

Language of the report

Finnish

Other information

The steering group set up for the project also includes Sini Wirén (VEO), Emil Asp (PAO) and Anne Miettinen (TIO).

Abstract

The report examines the current state and the possibility of the utilisation of virtual reality and augmented reality in the sector under the Ministry of Transport and Communications. Augmented reality has already been a part of motor vehicle technology in the form of the heads-up display for quite some time, and flight simulators represent an already longstanding virtual reality application. There are currently numerous applications under development and in use in the transport sector especially for augmented reality: wearable heads-up displays, remote control systems for ships and motor vehicles. The news and entertainment media, on the other hand, are just now only testing the use of virtual reality. However, these technologies have yet to make a breakthrough in public use or extensive corporate use.

In the near future, many actors will invest in augmented reality applications, which will be reflected in their rate of use. The possible broad-scoped use of these applications will also be mirrored in the quantity and quality of future telecommunications.

The report describes the Finnish business sector and Finland's positioning in the development of technology. The report found that various remote controlled applications -unmanned remote controlled shipping in particular - were interesting development areas for Finland's transport sector. However, in order for it to be possible to utilise these new technologies, effective and uninterrupted networks and mobile connections, a favourable legislative framework, the development of expertise as well as active dialogue between different parties will be required.

# Sisällysluettelo

<b>Esipuhe</b>	<b>3</b>
<b>1. Johdanto</b>	<b>4</b>
<b>2. Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus tänään</b>	<b>5</b>
2.1 Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus teknologioina	5
2.1.1 Yleistä	5
2.1.2 Laitteet ja teknologiat	5
2.1.3 Keino- ja lisätyn todellisuuden järjestelmätaso	9
2.1.4 Käyttäjäkokemus keino- ja lisätyssä todellisuudessa	9
2.2 Ammattikäytössä olevat sovellukset	10
2.2.1 Sovellukset sotilaskäytössä	10
2.2.2 Siviili-ilmailu	15
2.2.3 Etäohjatut koneet ja ajoneuvot	17
2.2.4 Työntekijää avustavat järjestelmät	19
2.2.5 Keinotodellisuus suunnittelun tukena	20
2.2.6 Koulutussimulaattorit	22
2.2.7 Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus myynnin työkaluna	24
2.2.8 Lääkinnälliset sovellukset	25
2.3 Kuluttajan saatavilla olevat sovellukset	26
2.3.1 Yleistä	26
2.3.2 Heijastusnäytöt maantieliikenteessä	26
2.3.3 Opastussovellukset	28
2.3.4 Pelit ja viihde	30
2.3.5 Keinotodellisuus taiteen välineenä	31
2.3.6 Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus uutismediaan	31
2.3.7 Esteettömyyttä palvelevat sovellukset	32
2.4 Mikä on teknologian nykytila?	33
2.5 Kilpailevat ekosysteemit	35
<b>3. Lyhyen aikavälin kehitysnäkymät</b>	<b>37</b>
3.1 Tekninen kehitys	37
3.2 Sovellusten kehitys	38
3.3 Keinotodellisuus digitalisaation kontekstissa	39
3.4 Teknisen kehityksen vaikutukset tietoliikenteessä	41
3.4.1 Lisääntyvä tietoliikenne	41
3.4.2 Tietoliikenteen laatuvaatimukset	42
3.5 Yhteiskunnan muutos	43
3.5.1 Pelillistyminen	43
3.5.2 Yhteisöllisyys digitaalisena aikana	44
3.5.3 Koulu, koulutus ja keinomaailmat	44
3.5.4 Etätyö, vihdoinkin?	45
3.5.5 Etäoperointi osana työelämän murrosta	45
3.5.6 Etäoperointi ja harvaan asutut alueet	46
3.5.7 Yhdenvertaisuus ja keino- sekä lisätty todellisuus	46
3.5.8 Digitaalijalan kansalaistaidot	48
<b>4. Liiketoiminnan mahdollisuudet liikenne- ja viestintäsektorilla</b>	<b>49</b>
4.1 Yrityskenttä Suomessa	49
4.2 Alan yhdistykset ja etujärjestöt	50
4.3 Mahdollisuuksia liikenteen ja viestinnän alalla	50

4.3.1	Etäohjattu liikenne .....	50
4.3.2	Väylien suunnittelu .....	51
4.3.3	Etäoperointi väylärakennuksessa ja tienpidossa.....	52
4.3.4	Logistiikan sovellukset.....	52
4.3.5	Viestinnän määrä mahdollisuutena.....	53
<b>5.</b>	<b>Pitemmän aikavälin näkymiä .....</b>	<b>53</b>
5.1	Tekninen kehitys.....	53
5.1.1	Ruutujen loppu .....	53
5.1.2	Ihminen osana konetta .....	53
5.1.3	Verkko ja pilvi kaikkialla .....	54
<b>6.</b>	<b>Kirjallisuus.....</b>	<b>55</b>
<b>Liite 1. Keskeisiä käsitteitä .....</b>		<b>61</b>
Yleistä	61	
Lyhenteet, termit ja käsitteet.....		61
<b>Liite 2. Selvityksen toteutus .....</b>		<b>64</b>
Selvityksen tausta .....		64
Toimijakentän kartoitus.....		64
Kohdennetut haastattelut.....		65
Analyysi ja raportointi .....		67
Metodikysymyksiä .....		67
Teknologisen kehityksen ennustamisesta.....		67
Vaikuttavuuden arviointi.....		70

# Esipuhe

Hallinnolta edellytetään kykyä ennakoida ja mahdollistaa uudenlaisten innovaatioiden käyttöönotto. Viestintäyhteyksien ja erityisesti nopeiden mobiiliverkkojen kehittyminen avaa uusia mahdollisuuksia esineiden, ihmisten ja rakennetun infrastruktuurin kytkeytymiseen reaaliaikaisesti toisiinsa. Toimintaympäristön ja erityisesti lainsäädännön kehittämiseksi on keskeistä tunnistaa teknologioita, joilla tulevaisuuden palveluja tuotetaan.

Tämä selvitys on syntynyt tarpeesta tunnistaa keinotodellisuuden sovellusalueita liikenteen ja viestinnän sektorilla. Selvityksen keskeinen tavoite on ollut auttaa yleistajuisesti tunnistamaan keinotodellisuuden hyödyntämiseen ja käyttöön liittyviä mahdollisuuksia, reunaehtoja ja liittymäpintoja muihin kehityssuuntiin kuten liikenteen automaatioon ja lisääntyvään tiedon hyödyntämiseen.

Selvityksen ei ole tarkoitus olla tyhjentävä ja jo sen työstämisen aikana on esiin noussut uusia ratkaisuja ja markkinakypsiä tuotteita. Teknologisten ratkaisujen läpileikkaavuus ja muutospauhti luo taustaa mahdollistavan ja teknologianeutraalin lainsäädäntökehyksen pohdinnolle.

Ohjausryhmän puolesta

Maria Rautavirta

Yli-insinööri, Tieto-osasto



# 1. Johdanto

Liikenne- ja viestintäministeriön toimiala – liikenne niin maitse, vesitse kuin ilmassakin; liikenneväylät, satamat ja lentokentät; ilmakehän ja meren tutkimus sekä viestintäverkot ja -palvelut – on varsin konkreettisten ja fyysisten esineiden ja ilmiöiden leimaama. Kuitenkin keinotodellisuus ja lisätty todellisuus – teknologiat, joissa ihmisen näkemä ja kokemus maailma tuotetaan osittain tai kokonaan tietokonesimulaatiolla – ovat osa tulevaisuutta myös liikenteessä, ja viestinnän osalta tietoverkossa jaettujen virtuaalimaailmojen merkitys on ilmeinen. Erityisesti erilaiset etäohjauksen ja etäläsnäolon sovellukset avaavat kokonaan uusia mahdollisuuksia liikenteen toimialalla: esimerkiksi merikapteenin ei tulevaisuudessa välttämättä tarvitse asua ja työskennellä laivalla.

Digitalisaatio on paitsi väistämätön, meistä riippumatta tapahtuva mullistus, myös tilaisuus luoda tulevaisuuden kasvua ja hyvinvointia nostamalla Suomi digitaalisen vallankumouksen kärkeen, aktiiviseksi hyötyjäksi muutoksessa joka tulee mullistamaan työnteon, yrityskentän ja kansalaisten arjen. Osana digitalisaation mahdollisuuksien selvittämistä liikenne- ja viestintäministeriö kaipasi parempaa tilannekuvaa keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden teknologian ja yritysten nykytilasta ja kehityssuunnista.

Tämä raportti on kirjoitettu yleistajuisena katsauksena teknologiaan ja sen mahdollisuuksiin. Raportin lukijoilta ei odoteta erityistä teknistä taustaa: raportin tavoitteena on tarjota sen lukijoille hyvä ja laaja – mutta ei välttämättä tekninen tai yksityiskohtainen – käsitys siitä mitä keinotodellisuus ja lisätty todellisuus tarkoittavat, mitä keinotodellisuuden ja lisätyn sovelluksen ratkaisuja yritykset ja kuluttajat voivat tällä hetkellä hankkia käyttöönsä, ja mitä teknologialta voi seuraavien vuosien aikana odottaa.

Lisäksi tämä raportti kartoittaa keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden toimijakenttää Suomessa, esittelee alan yritysten näkemiä liiketoimintamahdollisuuksia sekä vaikutuksia sekä ministeriön toimialalla, että yhteiskunnassa laajemminkin.

Tässä raportoitava selvitys paljasti jännittävän, mielikuvitusta kiihottavan teknologian, joka on juuri kypsynyt niin pitkälle, että sen sovellukset ovat aidosti hyödyllisiä, eivät enää vain kehityshankkeita ja demonstraatioita. Ensimmäiset kuluttajasovellukset ovat jo kaupoissa, mutta suurta läpimurtoa nämä teknologiat eivät vielä ole tehneet. Osa ammattikäyttöön suunnatuista sovelluksista on tarkoitettu helpottamaan ja auttamaan nykyistä työn tekemisen tapaa, mutta mukana on myös kokonaisia toimialoja mullistavia innovaatioita – sekä suomalaisia yrityksiä ja tutkijaryhmiä, joiden osaaminen on maailmanluokkaa.

Tässä dokumentissa olevat kuvat on kerätty julkisista lähteistä, ja niiden tekijä on joko julkaissut ne niiden käytön sallivan lisenssin alaisina, tai niiden käyttö perustuu tekijänoikeuslain 25 §:ään.

Tässä dokumentissa ei viitata markkinointimateriaaleihin tavanomaisella kirjallisuusviittauksella, vaan yhtiön ja tuotteen nimen katsotaan riittävän yksilöimään raportissa esitettyjen tietojen lähde.

## 2. Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus tänään

### 2.1 Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus teknologioina

#### 2.1.1 Yleistä

Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus tarkoittavat teknologioita, joissa käyttäjän näkemää ja kuulemaa todellisuutta muokataan tietokoneen tuottamilla kuvilla ja äänillä. Keinotodellisuudessa käyttäjän koko näkymä tuotetaan tietokoneella – jolloin käyttäjän näkemä todellisuus ei välttämättä lainkaan vastaa häntä ympäröivää fyysistä todellisuutta – kun taas lisätty todellisuus tarkoittaa teknologiaa jossa käyttäjän näkymää fyysiseen todellisuuteen manipuloidaan lisäämällä siihen tietokoneen tuottamaa informaatiota.

Keinotodellisuuteen ja lisättyyn todellisuuteen läheisesti liittyviä teknologioita ovat etäläsnäolo ja kaukokäyttö eli etäoperointi. Etäläsnäolo tarkoittaa teknologiaa, jossa havainnoija on etäällä havainnoitavasta kohteesta, ja havainnoitava informaatio välitetään televerkon tai tietoverkon yli. Yksinkertaisimmillaan etäläsnäolo on videokuvan ja äänen välittämistä esimerkiksi videokokouksessa, mutta yhdistäminen keinotodellisuuden tai lisätyn todellisuuden teknologioihin on ollut tyyppilinen ja ilmeisen luonnollinen kehitysaskel etäläsnäolon tutkimuksessa (ks. esim. Pejsa et al. 2016, Peppoloni et al. 2015, Shluzas et al. 2015 ja vastaavat).

Kaukokäyttö on toinen etäläsnäolon luonnollinen jatke: kaukokäyttö tarkoittaa yksinkertaisesti jonkin laitteen tai koneen käyttämistä tai ohjaamista etäältä, hyödyntäen televerkkoa tai tietoverkkoa ohjauksen välittämisessä ohjattavalle laitteelle tai koneelle.

Tässä kappaleessa kuvataan näiden teknologioiden teknistä toteutusta erityisesti käyttäjän näkökulmasta, sekä keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden sovelluksia järjestelminä. Teknologiaa esitellään tässä kappaleessa laveasti: vaikka päähuomio on toteutuksissa, joilla on tai voisi olla sovelluksia myös liikenne- ja viestintäministeriön toimialalla, tämän kappaleen tarkoitus on tarjota lukijalle laaja yleistason poikkileikkaus lisätyn todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden nykytilaan.

#### 2.1.2 Laitteet ja teknologiat

Keinotodellisuus luodaan käyttäjän näkökenttään sijoitetulla näytöllä, joko silmikkomaisella päässä pidettävällä näyttölaitteella ("VR Goggles"), perinteisemmillä näytöillä tai heijastamalla kuva katsojaa ympäröiville projektiopinnoille.



*PlayStation VR virtuaalisilmikko*

Esimerkiksi ajoneuvosimulaattoreissa tai lentokonesimulaattoreissa näytöt usein sijoitellaan kuin ohjaamon ikkunoiksi. Mikäli keinotodellisuuteen kuuluu myös äänimaisema, tämä tuotetaan kuulokkeilla tai kaiuttimilla.



*Lexus Driving Simulator on toteutettu katsojaa ympäröivällä projektiopinnalla.*

Keinotodellisuuden luovia näyttöjä ja mahdollisia kuulokkeita tai kaiuttimia ohjataan tietokoneella, joka simuloi kolmiulotteista tilaa (tai avaruutta) ja tuottaa laskennallisesti näkymän tähän tilaan. Kolmiulotteisuuden vaikutelma voidaan luoda tuottamalla molemmille silmille näkymä silmien etäisyyden verran eroavasta kamerakulmasta.

Lisätty todellisuus voidaan toteuttaa samankaltaisella näyttöjen järjestelyllä esittämällä näillä näytöillä kamerakuvaa todellisuudesta, ja lisäämällä kamerakuvan päälle tietokoneella tuotettua ja visualisoitua informaatiota. Näyttö ja kamera voivat olla kiinteästi asennettuja tai liikuteltavia, esimerkiksi päähineeseen tai silmikkoon asennettuja.

Esimerkki kiinteästä lisätyn todellisuuden näytöstä voi olla esimerkiksi virtuaalinen vaatteiden sovitus: lisätty todellisuus toimii kuin peili, joka näyttää katsojan puettuna virtuaalisiin vaatteisiin.

Näytöllä ja kameralla toteutetussa lisätyssä todellisuudessa katsojalla ei ole suoraa näkymää fyysiseen todellisuuteen. Toinen vaihtoehto lisätyn todellisuuden tuottamiseksi onkin heijastaa tietokoneen tuottama informaatio läpinäkyvään ikkunaan tai silmikkoon, jonka läpi käyttäjä näkee myös fyysisen todellisuuden.



*Microsoft HoloLens lisätyn todellisuuden näyttölaite*

Lisättyinä todellisuutena pidetään myös älypuhelimien tai tabletin sovellusta, joka näyttää laitteen (yleensä näyttöä vastakkaisella puolella olevan) kameras kuvaa näkymää lisättyinä sovelluksen tuottamalla informaatiolla. Kääntämällä ja suuntaamalla laitetta saa ikään kuin pienen ikkunan (joskus tähän viitataan termillä "magic window" eli taikaikkuna) kautta näkymän lisättyyn todellisuuteen samalla kun lisäämätön todellisuus näkyy laitteen ohi ja ympärillä. Sen sijaan kolmiulotteista maailmaa puhelimessa, tabletissa tai tietokoneessa simuloivaa sovellusta (esimerkiksi pelejä, CAD-ohjelmistoja tai vastaavia) ei yleensä pidetä virtuaalitodellisuutena.

Joissain lähteissä myös digitaalisen sisällön heijastamista fyysisten esineiden tai rakenteiden pintaan erilaisilla projektoreilla pidetään lisättyinä todellisuutena, mutta tätä täytyy pitää rajatapauksena: on vaikea nähdä miten tämä tiedon visualisoinnin muoto jotenkin olennaisesti eroaisi rakenteisiin upotetuista konventionaalisista näytöistä.

Kun lisätyn todellisuuden pohjana olevan kameranäkymän lähteenä ovat kamerat siirretään niin kauas kuvaa esittävästä näyttölaitteesta, että kuvan välittämiseen tarvitaan tietoverkkoa tai televerkkoa, kyseessä on etäläsnäolo. Näin keinotodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja etäläsnäolon voisi hahmotella jatkumona, jonka toisessa päässä on kokonaan keinotekoinen näkymä, ja toisessa kokonaan todellinen mutta keinotekoisesti välitetty näkymä.

Etäkäytön laitteisto koostuu jonkinlaisesta käyttöliittymästä käyttäjän luona, ja varsinaiseen laitteeseen tai koneeseen vaikuttavista aktuaattoreista ja sen tilaa seuraavista antureista. Joissain tapauksissa ohjattavan laitteen tai koneen käyttöasema (esimerkiksi ohjaamo) on toisinnettu etäkäyttäjän työasemaksi, kun taas toisissa tapauksissa etäkäytön käyttöliittymä on erityisesti rakennettu keinotodellisuudessa tapahtuvaa käyttöä varten.



*Da Vinci kirurginen järjestelmä, Intuitive Surgical Systems Inc.*

Ehkä ikonisinta tällaista keinotodellisuuden käyttöliittymää nimitetään datahansikkaaksi. Datahansikas on käyttäjän ylleen pukema käsine tai käsineen kaltainen laite, joka on instrumentoitu tunnistamaan käden asentoja, liikkeitä ja eleitä. Datahansikkaalla käyttäjä voi osoittaa, painaa sormella, nipistää, pyyhkäistä jne. virtuaalisessa näkymässä näkemiään objekteja, ja tätä kautta vaikuttaa virtuaalitodellisuuteen.



*Manus VR datahansikkaat*

### 2.1.3 Keino- ja lisätyn todellisuuden järjestelmätaso

Näyttölaitteen, mahdollisen datahansikkaan tai muun käyttöliittymän sekä asiakkaan luona olevan sovellusta suorittavan laitteen – tietokoneen, älypuhelimien, pelikonsolin tai vastaavan – lisäksi keino- ja lisätyn todellisuuden sovellus saattaa vaatia muutakin infrastruktuuria ja laitekapasiteettia.

Keinotodellisuutta ja lisättyä todellisuutta voi ajatella visualisoinnin välineinä: ne eivät sinänsä ole sovelluksia, vaan vertautuvat paremminkin tavanomaisen tietokoneen näyttöön, näppäimistöön ja hiireen (sekä näitä ohjaaviin tietokoneen osiin).

Samalla tavalla kuin mikä tahansa ICT-järjestelmä käyttää palvelinkomponentteja tiedon varastointiin, käsittelyyn ja jakamiseen, sekä tietoverkkoa tiedon välittämiseen päätelaitteiden ja palvelinten välillä, myös keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden sovellukset käyttävät ICT-infrastruktuurin palveluita: ainoa olennainen ero perinteiseen sovellukseen on välitettävän tiedon laatu ja määrä.

### 2.1.4 Käyttäjäkokemus keino- ja lisätyssä todellisuudessa

Mikä erottaa ”hyvän” keinotodellisuuden ”huonosta”? Entä lisätyn todellisuuden?

Jos keskitytään keinotodellisuudessa esitetyn sisällön sijasta itse keinotodellisuuden teknologiaan, keskeiseksi seikaksi näyttää muodostuvan käyttäjäkokemus.

Hyvät virtuaalitodellisuuden ja keinotodellisuuden laitteet ovat pieniä, keveitä, tyylikkäästi muotoiltuja ja huomaamattomia. Niitä on mukava käyttää pidempiäkin aikoja yhtäjaksoisesti, ja ne voi pukea ylleen julkisella paikalla herättämättä kohtuuttomasti huomiota.

Hyvät virtuaalitodellisuuden ja keinotodellisuuden laitteet tuottavat korkealaatuista digitaalista kuvaa, joka seuraa viiveettä ja nykimättä pään liikettä. Liikelatenssi pään kääntämisestä keinotodellisuuslasien kuvan päivittymiseen on olennaisen tärkeä keinotodellisuuskokemuksen kannalta. Herkimmat henkilöt havaitsevat hiukan yli kolmen millisekunnin viiveen, kun vähiten herkillä henkilöillä havaittava viive oli joidenkin satojen millisekuntien mittainen (Jerald 2009). Viive näkökentän päivityksessä on eräs liikesairauden aiheuttajista keinotodellisuuskokemuksessa; liikesairaus aiheutuu tässä tapauksessa, kun sisäkorvan tasapainoelin kertoo aivoille pään liikkuvan, mutta silmien edessä on liikkumaton maisena. Viiveen minimoiminen onkin haaste joka pitää ratkaista ennen kuin keinotodellisuudesta tulee nautittava kokemus kaikille tai edes useimmille käyttäjille.

Ihmissilmän verkkokalvon eri osat ovat evoluutiossa kehittyneet osin eri suuntiin. Näkökentän keskiosan tarkan näön alue on erikoistunut näkemään värejä, tarkentamaan katseen sekä lähellä että kauas oleviin kohteisiin, ja stereonäköön. Verkkokalvon taka- ja keskiosan tappisolut reagoivat valon vaihteluun hiukan hitaammin kuin verkkokalvon ääreisnäön alueen sauvasolut, jotka taas eivät aisti valon aallonpituutta – siis väriä. Toisin sanoen ihmisen ääreisnäkö on erikoistunut hämärässä näkemiseen, sekä liikkeen havaitsemiseen näkökentän laidilla.

Tästä syystä keinotodellisuuden näyttölaitteen laajentaminen siten, että se täyttää myös ääreisnäön alueen on haastavaa: näyttölaitteen vilkkuminen joka jää havaitsematta keskellä näkökenttää voi olla äärimmäisen häiritsevää näkökentän laidilla.

Tyypillisessä keinotodellisuusvisiirissä digitaalinen näyttölaite asettuu vajaan kymmenen sentin päähän silmistä. Silmien ja näytön välissä on linssi, jolla optinen etäisyys näyttöön asetetaan muutamaksi metriksi. Normaalisti ihmissilmä tuottaa aivojen etäisyyden arvioinnissa käyttämän tiedon lihasaistilla: silmän pienet lihakset, jotka suuntaavat ja tarkentavat silmän jännittyvät tietyllä tavalla, kun katsottava kohde on tietyllä etäisyydellä silmästä. Samalla aivoihin välittyvä kuva on tarkka tarkennusetäisyydellä mutta epätarkka sekä kauempana että lähempänä. Kun katsoo keinotodellisuudessa kaukana olevaa kohdetta, silmä tarkentaa muutaman metrin päähän mutta suuntaa silmät kuin katsottava kohde olisi lähellä horisonttia. Lihasaistin ristiriita paitsi saattaa aiheuttaa päänsärkyä ja silmien väsymistä (esim. Regan 1995, Kooi et al. 2004), saa myös aikaan tunteen tai vaikutelman näkymän epätodellisuudesta – ristiriita siis saa aivot epäilemään aistihavainnon todenmukaisuutta.

Yhdysvaltalainen Magic Leap Inc. on patentoinut mikrojeileihin perustuvan teknologian, joka tiettävästi tuottaa aidon syvyyden kokemuksen. Yhtiö ei kuitenkaan tiedota kehitystyönsä tavoitteista tai edistymisestä.

Lopulta kaikkeen keinotodellisuuteen liittyy kuitenkin inherentti liikesairauden mahdollisuus: keinotodellisuus tuotetaan näkö- ja kuuloaisteja harhauttamalla. Liikkuva, keinuva ja pyörivä näkymä keinotodellisuuteen yhdistettynä sisäkorvan tasapainoelimen tuottamaan tietoon siitä, että keho todellisuudessa on paikallaan johtaa kokeneellakin virtuaalitodellisuuden käytäjällä helposti huimaukseen, päänsärkyyn, verenpaineen nousuun, kehon lämpötilan nousuun ja pahoinvointiin. Suurella enemmistöllä nämä oireet ovat väliaikaisia ja lieviä, mutta pienellä osalla oireet muodostuvat vakaviksi (esim. Cobbs et al. 1999, Ohyama et al. 2007). Esimerkiksi PlayStation VR suosittelee korkeintaan 15 minuutin yhtäjaksoisia pelisesioita.

Lisätyn todellisuuden teknologian kohdalla liikesairaus on pienempi haaste, erityisesti kun näyttölaite on läpinäkyvä. Ihmissilmälle on varsin luontevaa vaihtaa fokusta lähelle heijastetusta digitaalisesta sisällöstä taustalla näkyvään todelliseen maailmaan. Sen sijaan lisätylle todellisuudelle haastavaa on digitaalisen aineiston oikea asettelu näkökenttään: *georekisteröinti* tarkoittaa digitaalisen aineiston sijoittamista todellisen maailman pituus- ja leveyskoordinaatteihin tietylle korkeudelle merenpinnasta. Lisätyn todellisuuden kokemuksen kannalta georekisteröinti on olennaisen tärkeä: tarkasti georekisteröity digitaalinen kohde näkyy oikeassa paikassa lisättyä todellisuutta, huono georekisteröinti saa digitaalisen kohteen asettumaan väärään kohtaan tai väärässä asennossa suhteessa todellisuuteen.

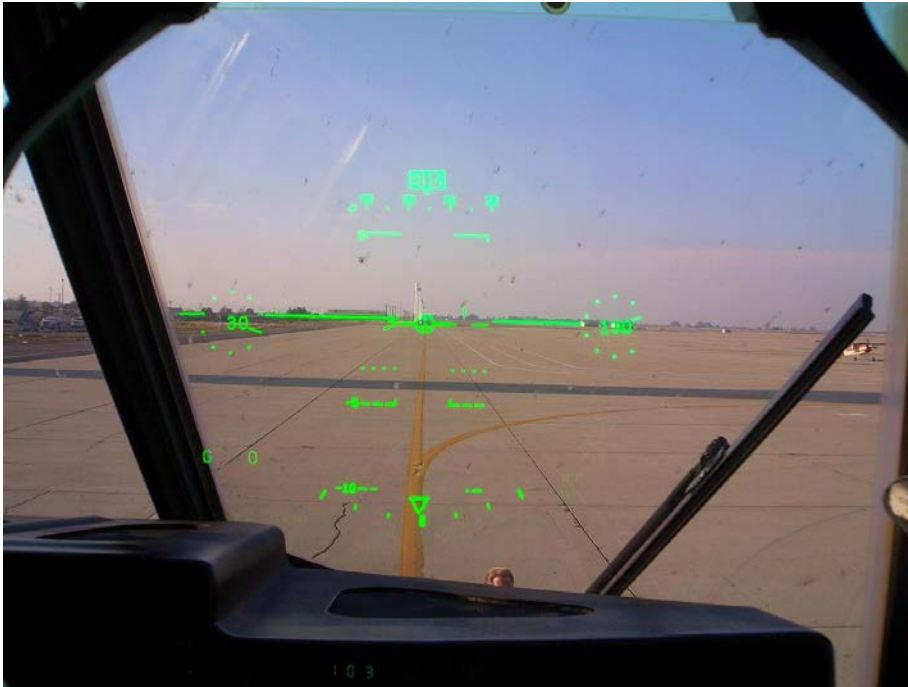
## 2.2 Ammattikäytössä olevat sovellukset

### 2.2.1 Sovellukset sotilaskäytössä

Tällä hetkellä lisätyn todellisuuden, keinotodellisuuden ja etäoperoinnin edistyneimmät sovellukset on rakennettu sotilaskäyttöön. Näistä sovelluksista ei luonnollisestikaan ole kaikkea tietoa saatavilla, mutta alla oleva julkiseen tietoon perustuva esitys tarjoaa yleiskatsauksen siihen, miten sotilaskäytössä tällä hetkellä hyödynnetään virtuaalitodellisuutta ja keinotodellisuutta.

Sotilasilmailu on ollut lisätyn todellisuuden edelläkävijä, ja *heijastusnäytöt* (HUD, Head Up Display) ovat ehkä vanhin lisätyn todellisuuden sovellus. Heijastusnäytössä lentokoneen mittaristo, sotilaskoneen asejärjestelmän tähtäin ja vastaavaa dataa heijastetaan lentäjän näkökenttään, joko lentokoneen tuulilasiin tai (yleisemmin) tuulilasin eteen asennettuun läpinäkyvään projektiopintaan. Sotilaslentokoneissa jo 1950-luvun lopulta käytetty heijastus-

näyttö kehittyi lisätyn todellisuuden laitteeksi viimeistään, kun tietokoneen ohjaamien asejärjestelmien tuottamaa dynaamista dataa alettiin esittää heijastettuna lentäjän näkökenttään.



*Heijastusnäyttö C-130J rahtikoneessa*

Heijastusnäytön korvaajana sotilasilmailussa yleistyy lentäjän kypärään integroitava visiirinäyttö, joka esittää instrumenttitietoa ja mahdollista sen päälle syntetisoitavaa visuaalista tietoa. Mahdollisuus visiirinäyttöön on useissa moderneissa hävittäjäkoneissa – mm. Eurofighter, F-16 ja F/A-18 on varustettu tällä mahdollisuudella – mutta Lockheed Martin F-35 Lightning II on tietävästi ensimmäinen lentokone jossa ei ole lainkaan perinteistä HUD-näyttöä, ainoastaan visiirinäyttö.

Perinteisesti heijastusnäytössä on esitetty instrumenttien ja asejärjestelmien lukemia, mutta heijastusnäyttö ja visiirinäyttö mahdollistavat hyvin monenlaisia lisätyn todellisuuden näkymiä:

**Enhanced Vision System EVS** – vapaasti käännettynä parannettu lentäjän näkymä – tarkoittaa tavanomaista LCD-näyttöä, joka esittää koneen lentosuunnasta kuvattua infrapunakuva. Jos sama kuva yhdistetään avioniikan instrumenttidataan (mahdollisesti heijastusnäytöllä) kysymyksessä on **Enhanced Flight Vision System, EFVS**. Lentoturvallisuusviranomaiset erottavat nämä kaksi: EVS on lentäjän apujärjestelmä, mutta EFVS on mittarilennon järjestelmä, joka on hyväksytty käytettäväksi tavanomaista mittarilähestymistä matalammalla minimikorkeudella. EVS ja EFVS voivat käyttää eri infrapunataajuuksia ja muita instrumentteja kuten millimetritaaajuuksien tutkaheijastetta, ja yhdistää näitä keskenään tai näkyvän valon taajuuksiin.

Synteettinen lentäjän näkymä (**Synthetic Vision System, SVS**) puolestaan on anturidatan ja maastotietokannan yhdistelmänä tuotettu kolmiulotteinen näkymä lentokoneen etenemissuuntaan. Synteettinen näkymä tyypillisesti esitetään tavanomaisella näyttölaitteella siten että perinteisemmän perusmittarinäytön (ilmanopeus, suunta, korkeus, keinohorisontti jne) taustalla esitetään synteettisesti tuotettua kuvaa edessä olevasta maastosta. Synteettinen näkymä on esimerkki lisätyn todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden rajanvedon vaikeudesta: onko erillisellä näytöllä esitetty navigointi- ja mittaritieto virtuaalitodellisuutta, vai ei?



Yhdistetty lentäjän näkymä (**Combined Vision System, CVS**) esittää synteettisen tietokoneen tuottaman näkymän ja anturien tuottaman näkymän kerroksina (Layer) heijastusnäytöllä. Siinä lentäjä näkee sekä todellisen, muuttamattoman näkymän, heijastusnäytön esittämän instrumenttidatan, tietokoneen tuottaman maaston 3D-esityksen että pimeänäkölaitteiden tuottaman näkymän yhdellä kertaa siirtämättä katsettaan tuulilasista.



*Rockwell Collins Ltd:n CVS näyttää maastotietokannasta syntetisoitua maisemaa heijastusnäytöllä*

Miehittämättömien lentolaitteiden (Unmanned Aerial Vehicles, UAV – epämuodollisesti ”dronen”) ohjaus tapahtui – ja tapahtuu edelleen – ainakin osittain etäoperointina. Esimerkiksi General Atomicsin MQ-1 Predatoria ohjaa pilotti, jonka työympäristönä on virtuaalitodellisuuden tekniikoin toteutettu etäohjaamo, joka voi sijaita kokonaan toisella mantereella kuin lentävä Predator-UAV. Predatorin myöhemmät sukupolvet – MQ-9 Reaper ja Avenger – vievät kamerakuvaa ja synteettistä visuaalista dataa yhdistävät etäohjaamot yhä pidemmälle. Toisaalta kehitystyön pyrkimyksenä on UAV:n autonomisuuden lisääminen.



*UAV:n virtuaaliohjaamo*

Sotilasilmailun käytössä jo vuosia olleet näyttötekniikat ovat vähitellen leviämässä myös muuhun sotilaskäyttöön. Erilaisten aseiden tähtäysjärjestelmät ovat jo jonkin aikaa synteetisoineet optisen, infrapuna- tai valonvahvistajan tuottaman kuvan päälle erilaista tietoa. Vuonna 2017 Israelilainen Elbit Systems aloittaa IronVision –nimisen, panssarivaunun miehistölle tarkoitetun, visiirinäyttöjärjestelmän testit. Järjestelmässä ajoneuvon ympäristöä kuvaavat kamerat mahdollistavat 360° näkökentän, ja pään liikkeitä seuraava visiiri sallii miehistölle luonnollisen katseen suuntaamisen eteen, sivuille tai taakse. Videokuvan päällä näytetään ajoneuvon, asejärjestelmän ja C3 (Command, Control & Communications) –järjestelmän tietoja. Tiettävästi järjestelmä tuottaa miehistölle näkymän ”panssarin läpi”, ja mahdollistaa vaunun ajamisen ja sen asejärjestelmän käytön lisätyn todellisuuden kautta. Tämä, puolestaan, mahdollistaa tulevaisuudessa ohjaamon vapaamman sijoittelun, kun ajoneuvoa suunnitellaan – tosin etäkäyttö on sotilasajoneuvoissakin aktiivisesti edistetty kehityssuunta.

Ilmailun ja maa-ajoneuvojen lisäksi lisätty todellisuus ja virtuaalitodellisuus on luonnollisestikin käytössä myös sotilasmerenkulussa. Ranskalainen DCNS markkinoi nimellä NextGen Combat Bridge sovellusta, jossa sota-aluksen komentosillalla hyödynnetään lisättyä todellisuutta tilannekuvan ylläpitämisessä.

Jopa tavallinen jalkaväkisotilas on saamassa oman lisätyn todellisuuden laitteensa. Sotilaan kypärsään kiinnitettäviä kenttäkelpoisia näyttölaitteita markkinoi mm. BAE Systems nimellä Q-Warrior.



*BAE Systems Q-Warrior lisätyn todellisuuden näyttö sotilaskäyttöön*

Eräs kehittyneimmistä lisätyn todellisuuden silmikkonäyttösovelluksista on Yhdysvaltain puolustusministeriön tutkimusrahoitusverkosto DARPA:n rahoituksella kehitetty ARC4, jota sen kehittäjä Applied Research Associates Ltd aikoo markkinoida sotilaskäytön lisäksi myös siviilisovelluksiin. ARC4 on ollut vuodesta 2014 Yhdysvaltain asevoimien kenttäkokeissa.



*Näkymä lisättyyn todellisuuteen (Applied Research Associates Ltd:n ARC4)*

Kun sotilaiden operatiivinen ympäristö koostuu manipuloidusta näkymästä todellisuuteen, on vain luonnollista että myös heidän **koulutuksensa** virtualisoituu.

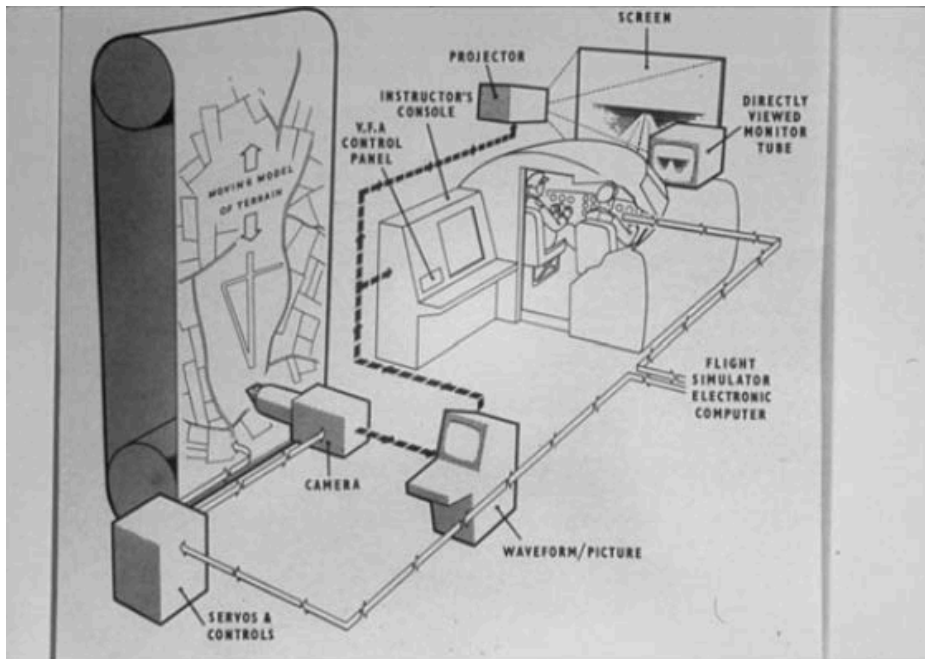
Kaikki edellä mainitut järjestelmätoimittajat tarjoavat koulutussimulaattoreita, joilla keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden järjestelmiin voidaan tuottaa simuloitua operatiivista dataa siten, että järjestelmien käyttäjät voidaan kouluttaa järjestelmän sisällä.



*Kuninkaallisen Alankomaiden Armeijan jalkaväkiryhmä harjoittelee NATO:n Joint Multinational Training Commandin virtuaalitodellisuudessa Grafenwöhrissä Saksassa kesäkuussa 2013.*

Lisäksi useat muut toimittajat markkinoivat järjestelmiä, joissa keinotodellisuutta tai lisättyä todellisuutta käytetään koulutukseen – itse asiassa ensimmäinen todellinen virtuaalitodellisuusjärjestelmä on lentäjien koulutuksessa käytetty lentosimulaattori, johon 1970-luvun lopul-

la oli liitetty alkeellinen ohjaamon ikkunoista näkyvää maisemaa simuloiva projektiójärjestelmä. Nykyisin simulaattorin ikkunoina on LCD-näyttöillä toteutettu digitaalinen maisema.



*Lentosimulaattori 1970-luvulla*

## 2.2.2 Sivili-ilmailu

Siviili-ilmailun teknologinen kehitys seuraa yleensä muutaman vuoden tai vuosikymmenen viiveellä sotilasilmailua. Niinpä ei ole yllättävää, että heijastusnäyttö esiteltiin siviili-ilmailuun jo 1970-luvulla, mutta viime vuosiin asti se on pysynyt varsin harvinaisena. Heijastusnäyttö on ollut saatavilla lukuisiin liikelentokoneisiin, ja reittikoneista se on kuulunut lisävarusteena Embraer 190:n, Saab 2000:n Boeing 727 ja 737 New Generation –koneiden varustukseen. Uusista reittikoneista heijastusnäyttö kuuluu Airbus A318:n lisävarusteisiin, ja Boeing 787:n vakiovarustukseen. Airbus tulee tarjoamaan heijastusnäyttöä useissa malleissaan, tällä hetkellä Airbus A320, A330, A340 ja A380 heijastusnäyttöjen tyyppihyväksyntä on käynnissä.

Useat valmistajat tarjoavat pienkoneisiin jälkiasennettavia heijastusnäyttöjä. Ainakin Rockwell-Collins, Honeywell ja Garmin myyvät laitteistoja jotka voi asentaa laitteelle tyyppihyväksytyihin pienkoneisiin.

Gulfstream toi parannetun lentäjän näkymän siviilimarkkinoille vuonna 1998 tarjoamalla sitä lisävarusteena Gulfstream V –suihkukoneessa. Vuodesta 2003 teknologia tuli vakiovarusteeksi Gulfstream G550 –koneeseen. Tällä hetkellä Gulfstreamin lisäksi Bombardier ja Dassault tarjoavat tätä teknologiaa business-suihkukoneiden sarjassaan. Ensimmäinen reittikone, jossa parannettu näkymä on saatavilla lisävarusteena, on Boeing B787 Dreamliner.

Ohjaamoelektroniikkavalmistaja Garmin tarjoaa tavanomaisen LCD-näytön kautta infra-punakameran kuvaa. Rockwell-Collins, toinen ohjaamoelektroniikkatoimittaja tarjoaa siviilikäyttöön heijastusnäytön kautta esitettävää parannettua lentäjän näkymää ja synteettistä tai yhdisteltyä näkymää. Kameravalmistajia siviilimarkkinoilla ovat mm. Astronix, Xenics, Opgal ja Kollsman.

Tätä kirjoitettaessa ensimmäiset lentäjän päälle puettavat siviilikäyttöön tarkoitetut heijastusnäytöt ovat tulossa markkinoille.



*Thales siviilikäyttöön tarkoitettu lentäjän ylle puettava heijastusnäyttö*

Siviilikäytössä olevien miehittämättömien ilma-alusten (joihin yleensä viitataan sanalla "drone") ohjaus tapahtuu ilmailusäännösten vuoksi yleensä niin, että pilotilla on suora näköyhteys lentävään laitteeseen. Silti ohjaimella tyypillisesti on videoyhteys laitteeseen, ja ohjaimen näyttölaite tyypillisesti täyttää lisätyn todellisuuden määritelmän: siinä todellisuutta esittävään kuvaan on digitaalisesti lisätty tietosisältöä.



*DJI:n droonin ohjain*

Lopulta myös siviili-ilmailussa lentäjien koulutus tapahtuu simulaattoreissa, jotka kaikin tavoin ovat keinotodellisuuden järjestelmiä.

### 2.2.3

### Etäohjatut koneet ja ajoneuvot

Telakkayhtiö Kongsberg AS on 2017 allekirjoittanut sopimuksen M/S Hrönn –nimisen aluksen, väitetyksi maailman ensimmäisen miehittämättömän kaupallisen liikenteen aluksen, valmistamisesta.



*M/S Hrönn*

M/S Hrönn pyritään kehittämään autonomiseksi alukseksi, mutta aloittaessaan liikenteen 2019 se tulee olemaan etäohjattu. Norjan merenkulkuviranomainen on perustanut Trondheimin vuonoon miehittämättömien alusten testialueen (Autonomous Ship Test Bed), jossa M/S Hrönnin merikokeet tullaan suorittamaan.

Myös Rolls Royce Marine Ltd suunnittelee perustavansa laivojen etäohjauskeskuksen, jonka kautta kymmeniä miehittämättömiä aluksia voitaisiin kontrolloida kuivalla maalla sijaitsevasta ohjauskeskuksesta käsin; Rolls Royce Marinella on merkittävää toimintaa Suomessa, ja yhtiön suomalaiset insinöörit yhdessä suomalaisten korkeakoulujen kanssa ovat aktiivisesti osallistuneet miehittämättömien laivojen tutkimukseen.

Suomalaiset EPEC Oy ja Rakkatec Oy ovat kehittäneet etäkäytön teknologiaa. Koneiden ja ajoneuvojen ohjausjärjestelmien valmistaja EPEC on kehityshankkeessa yhdessä suomalaisen Avant Tecno Oy:n kanssa varustellut Avantin pienkuormaajan etäohjauskäyttöön, ja innovaatiotalo Rakkatec on kehittänyt useita nimenomaan etäohjauskäyttöön suunniteltujen ajoneuvojen tai työkoneiden prototyyppejä.

Vaikka näissä kehityshankkeissa ei olekaan hyödynnetty keinotodellisuutta tai virtuaalitodellisuutta – niiden ohjaimille välitetään videokuvaa koneeseen asennetulta videokameralta sellaisenaan, kuvaa digitaalisesti muokkaamatta – ne mainitaan tässä selvityksessä kahdesta syystä: ensinnäkin, etäohjaus on eräs ilmeisimmistä liikenteen alan sovelluksista keinotodellisuuden teknologioille, jonka mainitsee jo liikenne- ja viestintäministeriön älyliikenteen edistämissuunnitelmakin (Pilli-Sihvola et al. 2015), ja toisekseen aivan ilmeisesti yksinkertainkin lisätyn todellisuuden teknologioiden soveltaminen koneiden etäohjauksessa huomattavasti hyödyttäisi näitä koneita ohjaavaa operaattoria. Esimerkiksi lentokoneiden EFVS-järjestelmistä tuttu lämpökamera tai laitteen asentoa osoittavat indikaattorit keinohorisontin tapaan olisivat ilmeisiä lisäyksiä etäohjauksen käyttöliittymään.



*Rakkatec UGV:n ohjain*

Kun koneen ohjaus etäännytetään tele- tai tietoliikenneyhteyden varaan, etäohjaamo monimutkaistuu jonkin verran siitä, mikä on riittävää näköyhteydellä koneesta. Esimerkiksi yhdysvaltalainen HLS Hard-Line Solutions Ltd markkinoi jälkiasennettavaa muunnossarjaa, jolla jo olemassa oleva kone voidaan varustella etäohjattavaksi, ja valmistaa etäohjausasemaa, joka on varusteltu siten, ettei koneen käyttäjä välttämättä tarvitse näköyhteyttä ohjaamalleen koneelle.



*HLS Hard-Line Solutions etäohjausasema*

## 2.2.4 Työntekijää avustavat järjestelmät

Markkinoilla on useita työntekijää avustavaa lisätyn todellisuuden järjestelmää. Tyypillisiä sovelluksia ovat lisätyn todellisuuden työohjeet, joissa työntekijän näkymään lisätään seuraavan työvaiheen opastus kuvina, tekstinä ja videona.



*Scope AR WorkLink näyttää kuinka ilmansuodatin vaihdetaan*

Tällaisen sovelluksen muodostavat tyypillisesti sisällön tuottamisen työkalu, jolla ohjeet kehitetään, ja työntekijälle annettava lisätyn todellisuuden laite. Sekä silmikkonäyttöä että mobiililaitteen kameraa ja näyttöä hyödyntäviä sovelluksia on markkinoilla.

Yhdistettynä hahmontunnistukseen lisätty todellisuus mahdollistaa työntekijän näkökentässä olevien koneiden ja laitteiden tunnistamisen: katsoessaan laitetta tai konetta työntekijä saa näkökenttäänsä tiedon siitä, mitä hänen pitää seuraavaksi tehdä.



*Apprentice Field Suite MANUALS on tunnistanut työkohteen ja ohjaa työntekijää ottamaan prosessinäytteen*



Hahmontunnistus mahdollistaa myös tiedonkeruun ja työntekijän tukemisen tämän tulkitessa visuaalista informaatiota.

Kun lisätyn todellisuuden työohjeet on luotu ja jalkautettu, sovellusta voidaan hyödyntää tiedon keruussa: vaiheistetun työvuon kellottaminen automatisoituu, kun työohjeen seuraaminen on osa työsuoritusta itseään. Virheiden juurisyyn ja syntypaikan selvittäminen ja työvuon optimointi mahdollistuvat, jos lisätyn todellisuuden laitetta käytetään tallentamaan työntekijän näkymä työn aikana.

Toinen työntekijää avustava lisätyn todellisuuden sovellus on etäasiantuntija:



*Apprentice Field Suite TANDEM jakaa työntekijän näkymän etälaitteelle esimerkiksi neuvojen kysymistä varten.*

Työntekijän näkymä voidaan jakaa lisätyn todellisuuden laitteesta toiselle näyttölaitteelle, niin että esimerkiksi tekninen tuki voi nähdä saman kuin työntekijäkin. Yhdistettynä puheyhteyteen ja etäasiantuntijan mahdollisuuteen lisätä työntekijän näkymään symboleita ja merkintöjä tämä mahdollistaa työntekijän tukemisen ongelmanratkaisussa, sekä koulutuksen etänä.

Erityisen hyödyllinen etäasiantuntija on silloin, kun voidaan välttää työn keskeytyminen pitkäksi aikaa: esimerkiksi maanrakennuskonevalmistaja Caterpillar tarjoaa Cat LiveShare-palvelua, jolla Caterpillarin valtuuttama huoltokorjaamo voi tarjota lisätyn todellisuuden etätukea hajonnutta konettaan korjaavalle maanrakennusyrittäjälle.

### **2.2.5 Keinotodellisuus suunnittelun tukena**

Tietokoneavusteista koneenosien suunnittelua tai arkkitehtuurisuunnittelua tuntevalle keinotodellisuus näyttäytyy hyvin luontevana CAD-ohjelman osana: ruudun sijasta suunnittelutyö voitaisiin esittää suunnittelijan ympärillä, keinotodellisuutena. Hivnenen yllättävästi keinotodellisuutta ei kuitenkaan vielä juurikaan hyödynnetä varsinaisen suunnittelun työvälineenä.

Markkinoilla on joitakin keino todellisuuden CAD-järjestelmiä, edelläkävijät integroivat kaupallisia CAD-ohjelmistoja (kuten SolidWorks) keino todellisuuslaseihin, ja yliopistot tutkivat keino todellisuuden mahdollisuuksia, mutta hyvin harva suunnittelija viettää aikaansa keino todellisuudessa.



*DCNS:n suunnittelija työskentelee laivan virtuaalimallin parissa*

Tietävästi sotateollisuus on edelläkävijä tässäkin: BAE Systems ja DCNS kertovat verkkosivuillaan käyttävänsä virtuaalitodellisuutta suunnittelun apuvälineenä, mutta eivät paljasta yksityiskohtia käyttämistään järjestelmistä tai työkaluista

Keino todellisuus kuitenkin mahdollistaisi *uppoutumisen* (immersion): kokemuksen, jossa suunnittelija tai tuleva käyttäjä liikkuu suunniteltavassa koneessa, rakennuksessa tai ympäristössä kuin se olisi oikea. DCNS kertoo hyödyntävänsä tätä sotalaivojen CIC:n (Combat Information Center) työasemien sijoittelussa.

Suomessa rakennusliike NCC hyödyntää keino todellisuuden teknologian ns. VDC-menetelmää (Virtual Design and Construction); esimerkiksi Pasilan konepaja-alueen Fredriksberg –niminen toimistokohde on suunniteltu osin tietomallinnuksen avulla niin, että rakennus on koettavissa keino todellisuudessa. VDC ei kuitenkaan välttämättä tarkoita, että suunnittelija työskentelisi (pääosin tai edes lainkaan) keino todellisuudessa – VDC ainoastaan mahdollistaa rakennusta kuvaavan tietomallin esittämisen myös keino todellisuudessa.

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin HospiCaseY-rakennusprojektissa sairaalarakennuksen käyttäjiä osallistetaan suunnittelutyöhön keino todellisuutta hyödyntäen. Samoin kuin NCC:n tapauksessa arkkitehdit ja rakennussuunnittelijat työskentelevät pääosin perinteisellä suunnitteluprosessilla, mutta CAD-työkalussa luotu malli visualisoidaan keino maailmana, jossa suunnitteilla olevassa rakennuksessa työskentelevä sairaanhoitohenkilökunta pääsee näkemään ja kokemaan tulevan työympäristönsä.

## 2.2.6

### Koulutussimulaattorit

Jo perinteikkään lentosimulaattorin seurana on tällä hetkellä suuri joukko erilaisia vaihtelevan tasoista keinotodellisuutta hyödyntäviä koulutussimulaattoreita. Autokouluissa kuljettajaoppilaat saavat kosketuksen ajamiseen harjoittelevat hankalia tilanteita erilaisissa simulaattoreissa. Henkilöautoja, ajoneuvoyhdistelmiä ja jopa mopoja simuloidaan kuljettajaopetuksessa tällä hetkellä rutiininomaisesti.



*Porvoon auto-opisto Oy:n käytössä oleva Hondan moposimulaattori*



*Ruotsalaisen Tenstar AB:n koulutussimulaattori ajoneuvoyhdistelmien kuljettajille.*

Metsäkonevalmistajien tuotetarjontaan kuuluu koneiden koulutussimulaattoreita, joilla ammattikouluissa opetetaan uusia metsäkoneenkuljettajia. Kaivinkoneen käyttöä voi harjoitella simuloitussa ympäristössä. Monimutkaisimmat simulaattorit mahdollistavat kahden eri simulaation yhdistämisen, jolloin koneiden yhteistyötä työmaalla – vaikkapa maankuljetusauton kuormaamista kaivinkoneella – voidaan harjoitetta simuloitussa ympäristössä.

Haastavia lääketieteellisiä operaatioita, etenkin tähystyksessä suoritettavia leikkauksia, harjoitellaan keinotodellisuudessa. Potilaasta kuvantamalla hankittu tieto tämän sairaudesta – vaikkapa kasvaimista – mallinnetaan kehoa tai kehon osaa kuvaavaan digitaalimalliin, jolloin hoitava lääkäri voi kokeilla toimenpidettä ennen varsinaista potilasoperaatiota. Etenkin etäohjatuilla instrumenteilla joissa lääkäri työskentelee erityisellä työasemalla harjoituksesta saadaan hyvin todentuntuinen, mutta myös perinteistä käsityönä tehtävää leikkausta voidaan harjoitella keinotodellisuudessa.



*Kirurgi harjoittelee leikkausta keinotodellisuudessa*

Koulutussimulaattoreiden kirjo ja mahdollisuudet ovat hyvin laajat, ja uusia sovelluksia keksitään jatkuvasti. Tässä esitetty on vain pieni otos alan sovelluksista.



*Lincoln VRTEX 360 hitsauksen koulutussimulaattori*

## 2.2.7

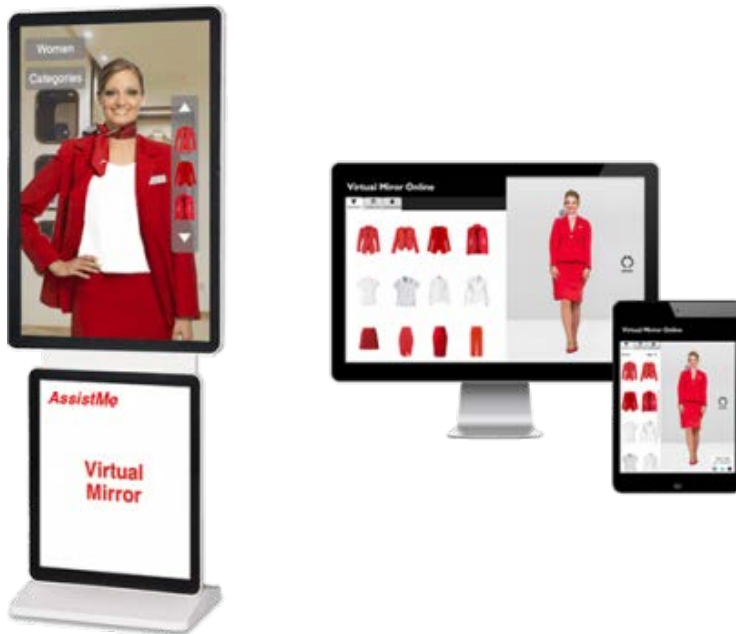
### Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus myynnin työkaluna

Visuaalinen ja elämyksellinen keinotodellisuus ja lisätty todellisuus on luonnollisestikin valjastettu myös myynnin ja markkinoinnin käyttöön.

Esimerkiksi luksusautovalmistaja Infiniti ei pidä automyymälöissään esillä koko autotarjontaansa. Tiettyihin yksin kappalein tilauksesta valmistettaviin autoihin voi tutustua vain keinotodellisuudessa, jossa auton voi viedä koeajolle näyttävälle ja haastaville reiteille ilman että tarvitsee pelätä vastaantulevaa liikennettä tai varoa ylinopeusvalvontaa.

Siinä missä Infinitin autot ovat useimpien ulottumattomissa, tavanomaisempiakin esineitä markkinoidaan keinotodellisuutta ja lisättyä todellisuutta hyödyntäen. Jo aiemmin mainittu virtuaalinen peili – laite, joka näyttää kamerakuvaa sen edessä seisovasta henkilöstä, ja lisää tähän kamerakuvaan digitaalisesti sovitettavia vaatteita – oli ensimmäisiä keinotodellisuuden kaupallisia sovelluksia. ICT-laitevalmistaja CISCO yritti jo 2012 tuoda markkinoille ensimmäistä virtuaalipeiliä, mutta ensimmäisessä laitesukupolvessa teknologia ei vielä ollut riittävän kypsä ja pilottihanke lopetettiin varsin nopeasti. Tällä hetkellä esimerkiksi Australialainen DigitalDM markkinoi erilaisia virtuaalipeilejä liiketilaan kiinteästi asennettavasta kioskimallista www-sivuihin integroitavaan ratkaisuun. Verkossa tapahtuvassa etämyynissä virtuaalipeilejä näkee lähinnä ehostuksen, silmälasien ja aurinkolasien myynnissä: sovelluksessa kotitietokoneen kamera ottaa potentiaalisen ostajan kasvoista kuvia, joista kaupan palvelin tunnistaa kasvojen muodon ja mitat, ja sovittaa esimerkiksi silmälasien 3D-mallin osaksi ostajan koneelle palautettavaa kuvaa. Esimerkiksi Yhdistyneissä Kuningaskunnissa toimiva GlassesDirect tarjoaa on-line mahdollisuuden silmälasien virtuaalisovitukseen (osoitteessa <https://www.glassesdirect.co.uk/ditto-try-on/>).

Teknologian leviämistä ei rajoita niinkään lisätyn todellisuuden teknologia kuin kasvojen ja vartalon muotojen mallinnuksen algoritmit: kamerakuvasta on vaikea päätellä asiakkaan mittoja, ja vaateen todellista istuvuutta asiakkaan päälle ei sitäkään ole helppo mallintaa.



*DigitalDM:n virtuaalipeili*

Markkinoinniksi lienee laskettava myös rakennuskohteiden virtuaaliesittelyt. Kaksiulotteisten havainnekuvien sijaan suunnitteilla olevia rakennuksia on mahdollista esitellä asiakkaille, päättäjille ja yleisölle keinotodellisuudessa. Jo mainittu Pasilaan rakenteilla oleva NCC:n Fredriksberg-toimistokohde on esitelty Helsingin Kaupungin rakennusviranomaisille hyödyntäen keinotodellisuutta, Etelä-Pohjanmaan Sairaanhoidopiiri osallistuttaa hoitohenkilökuntaa sairaalarakennuksen suunnitteluun keinotodellisuutta käyttäen HospiCaseY-hankkeessa ja Oulun kaupunki on pilotoinut keinotodellisuutta Hiukkavaaran keskuksen kaavoitustyössä. Hiukkavaaran 3D-mallin voi avata selainsovelluksena. (Malli löytyy osoitteesta <http://hiukkavaara3d.ouka.fi/>.)

Myös matkailupalveluita markkinoidaan keinotodellisuudella. Matkailualan yritys Thomas Cook esitteli 2015 New Yorkin kaupunkia 360° videolla joka vei katsojansa virtuaalilennolle Manhattanin kohteisiin. Myynti esitellyissä kohteissa nousi lähes 200%. Kanadalainen Brittiläisen Kolumbian provinssi esitteli luontomatkailemahdollisuuksiaan keinotodellisuussovelluksessa ”The Wild Within”, mikä johti 5% lisäykseen luontomatkailemalla.

Vähittäismyynnin markkinointiin IBM julkaisi jo 2013 lisätyn todellisuuden sovelluksen, joka lisää älypuhelimien tai tabletin tuotteesta ottamaan kamerakuvaan tietoja tuotteesta, esimerkiksi tuoteselosteen. Ruotsalainen huonekalujätti IKEA on vuodesta 2014 alkaen julkaissut luettelonsa lisätyn todellisuuden sovelluksena, joka mahdollistaa IKEA-huonekalujen virtuaalisen sijoittelun potentiaalisen ostajan kotiin. Muodikkaita urheilukengä valmistava Converse tarjoaa sovellusta, jolla älypuhelimensa läpi voi nähdä omissa jaloissaan eri Conversen mallit eri väreissä. Kiinalainen verkkokauppa Alibaba myy fyysisille myymälöille tarkoitettua sovellusta, jolla asiakkaalle myymälävierailun ajaksi lainattuihin lisätyn todellisuuden laseihin voi projisoida tuotetietoja, mainoksia, hintoja jne.

Ehkä erikoisin myynnin sovellus on kuitenkin kiinalaisen Yihaodian –nimisen päivittäistavara- ketjun verkko-ostotyökalu: tätä työkalua käyttäen asiakas voi tyhjällä kentällä tai parkkipaikal- la kulkea läpi virtuaalisen Yihaodian –valintamyymälän, jonka virtuaalisilla hyllyillä on virtuaal- lisiä tuotteita. Asiakas valitsee virtuaalimyymälästä mobiililaitteellaan haluamansa tuotteet, sovellus tekee niistä tilauksen verkkokaupasta, ja tuotteet toimitetaan asiakkaalle kotiin.

## **2.2.8 Lääkinnälliset sovellukset**

Keinotodellisuudella on useita kiinnostavia lääkinällisiä tai terapeuttisia sovellusmahdolli- suuksia.

Altistushoito on ahdistuneisuushäiriöistä kärsivien psykiatristen potilaiden hoitomuoto, jossa potilas kontrolloidussa ympäristössä vähitellen altistetaan pelkojensa kohteille tavoitteena lievittää potilaan ahdistuneisuutta. Keinotodellisuuden käyttö altistushoidon välineenä – johon viitataan lyhenteellä VRET, Virtual Reality Exposure Therapy – mahdollistaa potilaan koke- man ympäristön kontrollin samalla kun potilaan ahdistuneisuutta helpottaa tieto siitä, ettei altistustilanne ole todellinen.

VRET on laajalti hyväksytty ja tunnettu hoitomuoto, jota on sovellettu erilaisiin psykiatriisiin sairauksiin jo 2000-luvun alusta lähtien (esim. Wiederhold et al. 2005, Hoffman 2004, Morina et al. 2015).

Keinotodellisuutta hyödynnetään myös kuntoutuksessa. Halvauspotilaille ja onnettomuudesta tai leikkauksesta toipuville potilaille keinotodellisuudesta on huomattavaa apua kehonhallin- nan uudelleen opettelussa (Levin et al. 2015, Lohse et al. 2014). Esimerkiksi halvauspotilaat

jotka altistetaan keinotodellisuusterapialle osana kuntoutusta oppivat kävelemään huomattavasti paremmin kuin verrokkiryhmä (Corbetta et al. 2015).

Keinotodellisuuden ja uuden teknologian keinoin on mahdollista auttaa hyvin vaikeastikin vammautuneita potilaita. Donati (et al. 2016) raportoi hoitokokeilusta, jossa kahdeksaa vakavan selkäydinvamman vuoksi halvaantunutta potilasta autettiin keinotodellisuuden, BMI:n (Brain-Machine Interface) ja robottikuntoutuksen keinoin: kaikkien potilaiden tila parani merkittävästi, osalla alaraajojen tuntoaisti palasi osittain, ja jotkut pystyivät terapian jälkeen jopa liikuttamaan jalkojaan.

## 2.3 Kuluttajan saatavilla olevat sovellukset

### 2.3.1 Yleistä

Kuluttajan saatavilla on tällä hetkellä varsin laaja mutta silti yllättävänkin rajoittunut joukko lisätyn todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden sovelluksia. Leimallista tälle tarjonnalle on viihteellisyys: valtaosa kuluttajasovelluksista on pelejä tai pelillisiä oppimisen ja ajanvieron sovelluksia. Tyypillinen lisätyn todellisuuden kuluttajalle suunnattu hyötysovellus lisää digitaalista sisältöä käyttäjän mobiililaitteen kamerakuvaan ja tarjoaa sitä kautta käyttäjälle opastusta tai lisätietoa kuvattavasta kohteesta.

Erityistä lisätyn todellisuuden ja keinotodellisuuden päätelaitetta edellyttäviä sovelluksia on niitäkin alkanut ilmestyä markkinoille. Tietotekniikan alan suuryritykset kuten Google ja peliyritykset kuten PlayStation markkinoivat sekä laitteita että sisältöjä, ja hyvin laaja verkosto eri alojen toimijoita peliyrityksistä uutismedioihin tarjoaa keinotodellisuuden sisältöjä. Tässä vaiheessa teknologian yleistymistä voi ehkä karkeasti yleistää, että keinotodellisuuden sovelluksia on erityisesti viihteessä ja media-aloilla, kun taas lisätyn todellisuuden sovelluksia on sekä peleissä että hyötysovelluksina.

### 2.3.2 Heijastusnäytöt maantieliikenteessä

Heijastusnäytöt on lainattu ilmailusta maantieliikenteeseen. Näytöt yleistyivät ensin urheilullista imagoa tavoittelevissa premium-automerkeissä – ensimmäisenä BMW:ssä vuonna 2004 – mutta nyt erilaisista verkkokaupoista on helposti saatavilla useampia huokeita jälkiasennettavia heijastusnäyttölaitteita.



*Boschin valmistama BMW:n HUD-näyttö vuodelta 2014*

Samalla näyttöjen informaatioisisältö on runsastunut. Toisen sukupolven näytöissä oli jo integroituna perusmittaritiedon lisäksi navigaattorien tuottamaa tietoa, mutta uusimmissa näyttölaitteissa esitetään myös puhelimen ja erilaisten kuljettajaa avustavien järjestelmien tuottamaa tietoa. Joissain jälkiasennettavissa heijastusnäytöissä kuljettajan näkökenttään tuodaan varsin paljonkin sisältöä, josta kaikkea on vaikea pitää auton kuljettamiseen liittyvänä.



*Navdy jälkiasennettava heijastusnäyttö*

Heijastusnäyttö ei ole pelkästään autoilijalle suunnattu sovellus. Lisätyn todellisuuden laitteita on saatavilla moottoripyöräkypäriin ja pyöräilijöille.





*Nuviz heijastusnäyttö integroituna moottoripyöräkypärään*



*Solos pyöräilijän aurinkolasit, joihin on integroitu heijastusnäyttö*

Viimeisimmässä selvityksessään Frost & Sullivan (2017) raportoi tuotekehityspanostusten heijastusnäyttöihin vähentyneen ajoneuvoteollisuudessa. Käyttöliittymäkehityksen osalta kehitys on Frost & Sullivanin mukaan yleensäkin hidastumassa: tyypillisin ajoneuvon media- ja infopalvelujen käyttöliittymä myös lähitulevaisuudessa on kosketusnäyttö, ja tutkimusinvestoinnit ovat painottumassa ääniohjattuihin ja puheella kommunikoiviin älykkäisiin agentteihin kuten Amazonin Alexa.

### **2.3.3 Opastussovellukset**

Edellä luvussa 2.2.4 kuvailtiin ammattikäyttöön tarkoitettuja lisätyn todellisuuden sovelluksia, joita käytetään työntekijän opastamiseen ja ohjaamiseen. Luvussa 2.2.7 kuvailtiin sovelluk-

sia, joilla myymälän omistaja voi tuoda tuotetietoa, tarjouksia ja mainoksia asiakkaittensa lisätyn todellisuuden näkökenttään.

Sama perusidea soveltuu myös kansalaisten opastamiseen arkipäivän tilanteissa. Eräs varsin tyypillinen, laajalti lanseerattu opastussovellus on Departures Switzerland. Departures Switzerland on Sveitsin eri julkisten toimijoiden lanseeraama sovellus, jolla älylaitteen kännykkäkuvaan lisätään joukkoliikenteen tietoja. Osoittamalla kameran pysäkin tai aseman suuntaan sovellus tunnistaa pysäkin tai aseman, ja näyttää etäisyyden nykyisestä sijainnista pysäkillä sekä seuraavat lähdöt pysäkiltä



*Departures Switzerland joukkoliikenteen matkustajan opastus-aplikaatio*

Sovelluksen toteuttanut yhtiö, saksalainen Taktik GmbH, on onnistunut myymään sovelluksensa myös New York Cityn ja San Franciscon lahden alueen joukkoliikenneyhtiöille: näin alun perin julkisella rahoituksella kehitetty sovellus on luonut vientityöpaikkoja, koska oikeudet teknologiaan ja sitä myöten mahdollisuus teknologian kaupallistamiseen eivät ole siirtyneet julkisen toimijan omaisuudeksi.

Opastussovellusten kirjo on laaja, ja monissa niistä lisätty todellisuus näyttää olevan ennemminkin huomion kiinnittäjä kuin aidosti lisäarvoa tuottava teknologia – esimerkiksi Departures Switzerland vaikuttaa kätevämmältä ja helppokäyttöisemmältä jos sen konfiguroi näyttämään pysäkit kartalla kamerakuvan sijaan.

Joissain sovelluksissa lisätty todellisuus sen sijaan on sovelluksen tuottaman hyödyn ytimessä: esimerkiksi tällaisesta sopii autovalmistaja Volkswagenin sovellus, joka opastaa auton omistajaa normaaleissa huolto- ja korjaustoimissa: lamppujen polttimoiden vaihdossa, öljyjen ja muiden nesteiden tarkistamisessa sekä niissä toiminna joita kannattaa kokeilla, jos auto ei käynnisty.



*Volkswagenin lisättyä todellisuutta hyödyntävä huolto- ja korjausohje autolle.*

#### **2.3.4 Pelit ja viihde**

Yksikään lisätyn todellisuuden ja keinotodellisuuden selvitys ei olisi täydellinen ilman Pokemon Go! –pelin mainitsemista.

Pokemon Go! on ensimmäinen todelliseen massakulutukseen läpimurron tehnyt lisätyn todellisuuden sovellus. Kyseessä on peli, jossa pelaaja etsii ja pyydystää digitaalisia hirviöitä todellisessa maailmassa: pelaaja näkee älypuhelimensa kamerakuvaan lisätyt pelielementit katsoessaan puhelimensa kameraläpi kaupunkimaisemaa, liikkeessään normaalin kaupunkiliikenteen seassa.

Vastaavia lisätyn todellisuuden pelejä on useita, ja niitä tuodaan markkinoille jatkuvasti uusia. Pelintekijät tutkivat ja kokeilevat lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia jatkuvasti, ja osa uusista peleistä hyödyntää varsin nokkelasti todellisen ja digitaalisen yhdistelyä.

Myös keinotodellisuutta hyödynnetään pelimediana. Jo mainittu PlayStation VR on ensimmäisiä keinotodellisuusratkaisuita, jolla on mahdollisuus kaupalliseen menestykseen. Se on tyylikkäästi muotoiltu, melko jouheasti toimiva keinotodellisuustoteutus, jonka käyttöä tukee kohtuullinen määrä nimenomaan PlayStation VR:lle tehtyjä pelejä ja muuta viihdettä.

PlayStation VR mahdollistaa uppoutumisen (immersion) pelimaailmaan niin, että sekä pelaajan näkemä maailma että kuulokuva siitä toteutetaan interaktiivisena keinotodellisuutena.

Osa PlayStation VR:lle tarjolla olevasta sisällöstä ei ole pelejä siinä mielessä, että niissä keinotodellisuudessa katseltavan maailman kanssa ei voi olla vuorovaikutuksessa eikä tapahtumiin voi vaikuttaa. Tällaisesta sisällöstä käytetään yleensä nimeä *360° video*: katsoja ikään kuin on keskellä pallon tai renkaan muotoista 3D-elokuvaa, ja voi päättään kääntäen katsoa mitä hänen takanaan tapahtuu. Tällainen 360° video on jälleen eräs keinotodellisuuden rajatapaus: se ei tiukasti tulkiten ole digitaalisesti tuotettu keinomaailma, eikä se välttämättä sisällä todellisuuteen lisättyä digitaalista aineistoa.

Luonnollisestikin digitaalista viihdettä voi yhdistää perinteisempiin huvituksiin: Linnanmäki Linnunrata Extra on vuoristorata-ajelu, jonka kanssa voi halutessaan kokea myös ajeluun synkronoidun keinotodellisuus-teoksen. Linnanmäen huvipuiston mukaan laite on ensimmäinen keinotodellisuus-huvipuistolaitte Pohjoismaissa.

### **2.3.5 Keinotodellisuus taiteen välineenä**

Paitsi viihteen käyttöön, keinotodellisuus ja lisätty todellisuus on otettu myös taiteen välineiksi.

”Clouds over Sidra”, ensimmäinen 360° (taide-)elokuva, esitettiin World Economic Forum 2006 yhteydessä. YK:n ja Samsungin kanssa yhteistyössä tuotettu elokuva kertoo syyrialaisen pakolaistytön elämästä Sidran leirillä. Myös Suomen Kansalliskallerian nykytaiteen museon Kiasman 26.5.-27.5.2017 järjestämässä tapahtumassa taiteesta keinotodellisuudessa esiteltiin pääosin elokuvataidetta, mutta myös New Yorkissa toimivan New Museumin keinotodellisuustaideteosten näyttely. Tämä näyttely on ensi sijassa nähtävillä verkossa (osoitteessa <http://www.newmuseum.org/exhibitions/view/artists-vr>).

Kuten muidenkin taidemuotojen kanssa, keinotodellisuustaide on tähän asti ollut välineen mahdollisuuksien tutkimista ja kokeilua: esimerkiksi tarinankerronta 360° -elokuvassa eroaa perinteisestä videomediasta jonkin verran. Suurin osa tarjolla olevista 360° -elokuvista on dokumentaarisia tai puolidokumentaarisia lyhytelokuvia, varsinaista näyteltyä tai ohjattua sisältöä joka hyödyntäisi digitaalisen tekniikan mahdollisuuksia uusilla, luovilla tavoilla on hyvin vähän.

### **2.3.6 Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus uutismedianä**

Keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia uutismedianä on kokeiltu jo joitakin vuosia.

NBC News raportoi lokakuussa 2015 Yhdysvaltain demokraattisen puolueen kokouksesta 360° videolla. The New York Times aloitti julkaisukokeilut keinotodellisuuden teknologioilla marraskuussa 2015 Euroopan pakolaiskriisistä kertovalla reportaasilla. Lokakuussa 2016 CNN lähetti Yhdysvaltain presidentinvaaliväittelyn 360° videona. NYT VR, New York Times – sanomalehden keinotodellisuuseditio, on julkaissut uutta sisältöä säännöllisesti marraskuusta 2016 alkaen. (NYT VR on nähtävillä osoitteessa <http://www.nytimes.com/marketing/nytvr/>). Alkaen loppuvuodesta 2016 NBA, Pohjois-Amerikan ammattilaiskoripallojoukko, on lähettänyt viikottain yhden pelin 360° videona.

Suurin osa tästä sisällöstä on varsin perinteistä televisiojournalismia, jossa katsojan osa on passiivisesti seurata reportterin välittämää kuvaa ja ääntä – erona perinteiseen televisiojournalismiin kamerakulmia ja zoomausta ei juuri käytetä kerronnan välineinä, niiden sijaan katsoja voi päättää kääntämällä nähdä mitä eri suunnissa tapahtuu. Uutisvälineenä 360° video vie katsojan tapahtumien keskelle: sen sijaan että tapahtumat olisivat televisioruudun tuolla puolen, ne ovat kaikkialla katsojan ympärillä. Hyvä esimerkki tästä on The New York Timesin ”The Fight for Falluja” elokuulta 2016, joka on saatavilla lehden verkkosivuilta (mutta on maksullista sisältöä), tai The Guardianin ”First impressions”, jossa katsojalle annetaan pienen vauvan näkökulma maailmaan. Uuden median haltuunotto on kuitenkin vielä kesken: Deutsche Welle on tuottanut sarjan 360° videoita, joiden tarkoituksena on opastaa televisio-toimittajia ja –tuottajia 360° -median hyödyntämisessä.

Kun 360° videokuvaan lisätään digitaalisesti tuotettua tietoa – esimerkiksi henkilöiden nimiä tai muita selittäviä tekstejä - 360° video lähestyy lisättyä todellisuutta, ja jo vuonna 2012 Brittiläinen BBC järjesti lisätyn todellisuuden kampanjan mainostaakseen dokumenttiaan ”The frozen planet”. Tietävästi ensimmäinen varsinainen lisätyn todellisuuden uutismedia on kuitenkin New York Timesin tammikuussa 2017 yhteistyössä IBM:n kanssa julkaisema T Brand Studio AR App, jolle New York Times julkaisi ensimmäisen uutisjutun – feature-reportaasin ”Outthink hidden” – huhtikuussa 2017. ”Outthink Hidden” kertoo NASAn palveluksessa 1950- ja -60 -luvulla numeerisen matematiikan parissa työskennelleistä afrikan-amerikkalaisista naisista alkuperäisiin tapahtumapaikkoihin (Yhdysvalloissa) sidotulla sisällöllä, joka näytetään älypuhelimien tai tabletin kamerakuvan päällä.

Espanjan yleisradioyhtiö RTVE on puolestaan tuonut televisio-kerronnan lähemmän pelillistä keinotodellisuutta televisiosarjassaan *The Ministry of Time*. Sarjan osana lähetettiin Internetissä jakso, joka yhdisti 360° videokerrontaa ja interaktiivisia elementtejä, joissa katsoja osallistui kerrontaan.

Tätä kirjoitettaessa keinotodellisuuden teknologioita hyödyntää varsin usea ajankohtais- ja uutistoimitus maailmassa – meitä lähinnä Dagens Nyheter Tukholmassa. Yhteenvedona voitaneekin todeta, että uutismedia on adoptoinut uusista teknologioista 360° videon ja käyttää sitä jo varsin säännöllisesti, mutta varsinaiset kokonaan digitaalisesti luodut keinotodellisuudessa tehdyt uutisjutut tai lisätyn todellisuuden laajamittainen hyödyntäminen antavat vielä odottaa itseään. Oxfordin Yliopiston Reuters-instituutti on julkaissut aiheeseen keskittyvän selvitysraportin ”VR for News: A New Reality?” (Watson 2017). Euroopan yleisradio-unioni EBU on julkaissut raportin ”Virtual Reality: How Are Public Broadcasters Using It?” (EBU 2017), joka paitsi kuvaa EBU:n jäsenten tämänhetkistä keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden hyödyntämistä myös antaa suosituksia uuden median käytöstä.

### **2.3.7 Esteettömyyttä palvelevat sovellukset**

Keinotodellisuus ja etäläsnäolo, jotka sallivat henkilökohtaisen kokemuksen paikoista joihin ei voi syystä tai toisesta itse päästä, ovat ilmeinen keino edistää esteettömyyttä.

Jo aiemmin mainittu keinotodellisuuden hyödyntäminen terapiavälineenä tietenkin palvelee myös osaa liikuntaesteisistä, mutta keinotodellisuussovelluksia on suunniteltu myös helpottamaan liikuntaesteisten arkea tai mahdollistamaan heille kokemuksia, joista heidän sairautensa tai vammansa sulkee heidät normaalisti ulos.

Sovelluksia, joilla liikuntaesteellinen pääsee vierailemaan hankalakulkuisissa ja -pääsyisissä paikoissa, ovat julkaisseet useammatkin historialliset kohteet, museot ja maailmanperintökohteet. Usein näiden sovellusten tavoiteltu yleisö ei rajoitu ainoastaan liikuntaesteellisiin,

vaan ne on tarkoitettu laajempaankin käyttöön. Tyypillisesti liikuntaesteiset kuitenkin mainitaan yhtenä näiden sovelluksien kohderyhmänä.

Keinotodellisuutta käyttäen liikuntaesteiselle voidaan mahdollistaa paitsi kokemus paikoista myös joidenkin asioiden tekeminen: japanilainen Fove on esitellyt sovelluksen, joka tunnistaa katseen suunnan ja soittaa käyttäjän katsoman koskettimen Yamahan SilentPianolla.



*Fove EyePlay*

Paitsi nimenomaan liikuntaesteisille suunnatut applikaatiot, myös puhtaasti viihteeksi laaditut virtuaalimaailmat voivat olla liikuntaesteisille erittäin vapauttavia tai terapeutisia kokemuksia. Esimerkiksi Kleban (et al. 2015) raportoi, miten Second Life, kolmiulotteisessa virtuaalimaailmassa tapahtuva ihmishuopeli jossa pelaaja ohjaa digitaalista avataraansa ja vuorovaiuttaa muiden pelaajien avatarojen kanssa, paransi liikuntaesteisten minäkuvaa ja onnellisuutta.

Tietyllä tavalla liikuntaesteisiä palvelevina voi pitää myös niitä sovelluksia, joilla terve ihminen voi kokea erilaisten sairauksien ja vammojen vaikutukset. Esimerkiksi digitaalimarkkinointiyriety Viscira Ltd. on hyväntekeväisyysprojektina julkaissut keinotodellisuussovelluksen, joka simuloi skitsofrenian oireita. Toisena esimerkkinä Catapult Transport Systems, Yhdistyneissä Kuningaskunnissa toimiva digitaalitekniikan yhtiö, on julkaissut lisätyn todellisuuden sovelluksen joka simuloi erilaisten silmäsairauksien – glaukooman tai kaihin – oireita.

## 2.4 Mikä on teknologian nykytila?

Ylempänä tässä luvussa on kuvattu lisättyä todellisuutta ja keinotodellisuutta kartoittamalla juuri tänäsaatavilla olevia teknologian sovelluksilla: kaikki tässä luvussa olevat sovellukset voi todella kokea, tai vähintäänkin tilata ja maksaa, juuri nyt, tällä hetkellä. Tosin on myönnettävä, että jotkin edellä kuvatuista sovelluksista ovat vasta rakenteilla ja ensimmäisiä laatuun.

Kautta markkinan keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden sovellukset ovat melko uusia: ainoastaan lääkinälliset sovellukset ovat olleet käytössä vuosia. Ovatko siis edellä kuvatut sovellukset kypsiä, valmiita todella muuttamaan maailman?

Gartner Group sijoittaa vuoden 2016 Hype Cycle Special Reportissaan (Gartner 2016) lisätyn todellisuuden lähelle ”pettymyksen laakson” pohjaa, ja keinotodellisuuden kaupallistumassa olevien teknologioiden joukkoon. Keinotodellisuuden osalta tämä arvio on konsistentti markkinoille ilmestyvien kaupallisten sovellusten kanssa, ja antaa odottaa lisääntyvää määrää kuluttajan saatavilla olevia keinotodellisuussovelluksia lähivuosina. Myös vastakkaisia indikaatioita on kuitenkin olemassa:

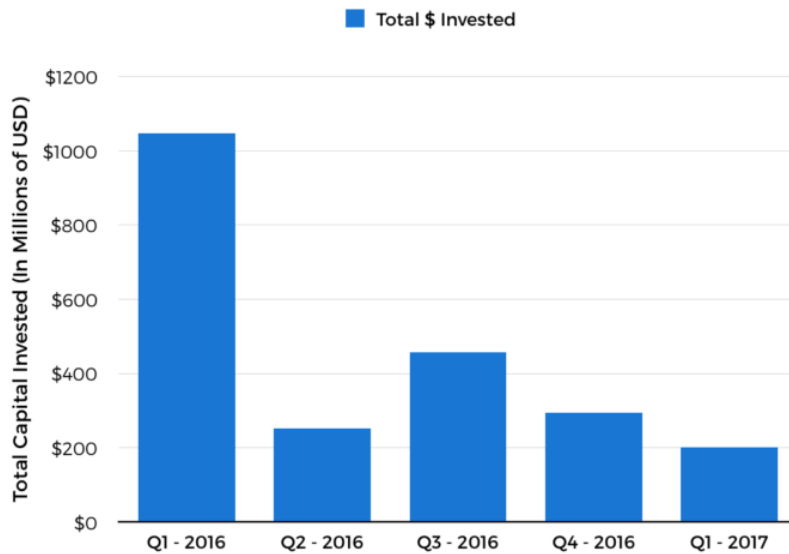
Helmikuussa 2017 Facebook sulki 200 Oculus Rift –keinotodellisuuslasien pop-up – demopistettä Yhdysvaltalaisissa Best Buy –elektronikkaliikkeissään (Heath 2017), koska laitteiden kysyntä oli odotettua laimeampaa: joissain liikkeissä myytiin vain muutamia laitteita viikossa. Gabe Newell, peliyhtiö Valve Ltd:n toimitusjohtaja, sanoi helmikuussa 2017 Polygon- uutissivuston haastattelussa (Campbell 2017): ”Olen optimisti, ja uskon VR:llä menevän mainiosti. Se tulee myymään odotustemme mukaisesti. Myös ajatus siitä, että se osoittautuikin tädeksi epäonnistumiseksi, on meille melko hyväksyttävä”. Valve Ltd. on investoinut huomattavia summia Vive –nimiseen keinotodellisuuslaitteeseen, ja Gabe Newelliä pidetään laajalti pelialan edelläkävijänä ja visionäärinä.

Steam, Valven pelien ja muun sisällön on-line –jakelualusta, tarjosi helmikuussa 2017 kaikkiaan vajaata 16 000 peliä joista vain noin 1300 oli keinotodellisuussovelluksia, ja näistäkin ainoastaan 30 oli myynyt yli 25 000 \$ arvosta – koko Steam-alustan liikevainto on 3,5 miljardia dollaria, ja menestyneimpiä pelejä on myyty kymmenillä miljoonilla dollareilla. Newell rinnastaakin nykyisen keinotodellisuuden tekniikan vuoden 1981 PC-koneisiin: niillä on valtava potentiaali mutta ne eivät vielä ole kypsiä lunastamaan kaikkia niihin kohdistuvia odotuksia. Hän kuvailee omistamansa yhtiön Vive-tuotetta sanomalla sen olevan ”juuri ja juuri kyvykäs toimittamaan marginaalisen kelvollisen keinotodellisuuselämyksen”.

Markkinatutkimusyhtiö Greenlight Insights kuvailee (Greenlight 2017) keinotodellisuuden markkinoiden tilannetta turbulentiksi, ja mainitsee useiden uusien kalliimman hintaluokan laitteiden myynnin osoittautuneen pettymykseksi. Myös sijoitusmarkkinat suhtautuvat keinotodellisuuteen ja lisättyyn todellisuuteen lisääntyvällä varovaisuudella: alkuvuonna 2017 sijoitukset keinotodellisuuteen ja lisättyyn todellisuuteen ovat viimeisen vuoden aikana vähentyneet merkittävästi (Glasner 2017)

## Total Capital Invested In VR and AR Startups

Based On Rounds With Known Funding Amounts And Currencies Converted to USD



*Uutissivusto Crunchbasen tilasto sijoituksista keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden start-up -yrityksiin*

Selvityksessä haastateltujen toimijoiden näkökulmasta keinotodellisuutta ja lisääntyntä todellisuutta leimaa vakiintumattomuus niin termistössä kuin teknologioissakin. Siinä missä hiiri ja näppäimistö ovat vakiintuneet tavanomaisen tietokoneen syötelaitteiksi niin, että kaikissa eri järjestelmäekosysteemeissä tarjolla on yhdenmukaisella tavalla toimivat näppäimistö ja hiiri, joiden toiminnan logiikka on sama laitteesta toiseen, keinotodellisuudessa ja lisätystä todellisuudessa ei vallitse samanlainen vakiintuneisuus edes syöttölaitteen muodon tai tekniikan suhteen. Haastatellut suuret toimijat ennakoivat eri alustojen pudotuspeliä jonka jälkeen alalla toimisi muutamia standardiksi muodostuneita keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden alustatoimittajia.

Kaikki edellä siteeratut toimijat kuitenkin uskovat keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden tulevaisuuteen. Gabe Newell ja Valve Ltd. investoivat edelleen huomattavia summia keinotodellisuuden pelien kehittämiseen. Greenlight Insights ennakoii Windows 10 –pohjaisten keinotodellisuuslaitteiden, joita odotetaan markkinoille kesällä 2017, johtavan yritysten käyttöön suunnattujen keinotodellisuustyökalujen lisääntyvään tarjontaan ja käyttöön. Greenlight Insights ennustaa keinotodellisuusmarkkinan kasvavan 7,2 miljardin dollarin kokoisiksi 2017, ja 74,8 miljardiin dollariin viidessä vuodessa.

## 2.5 Kilpailevat ekosysteemit

Tätä kirjoitettaessa keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden markkinasta kilpailevat useat toimijat, jotka tuottavat laitteita, sovelluksia ja sisältöä usealle erilaiselle, ei-yhteensopivalle järjestelmäekosysteemille.

Keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden liikevaihdon arvoa on vaikea arvioida tarkasti: ala on tuore, kenttä muuttuu nopeasti eivätkä alan tilastoinnin käytännöt ole lainkaan vakiintuneita. Esimerkiksi heijastusnäyttöihin toteutettuja informaatioisältöjä ei ilmeisesti tilastoida lisätyn todellisuuden liikevaihtoon, vaan ne löytynevät liikenteen alan tilastoista.

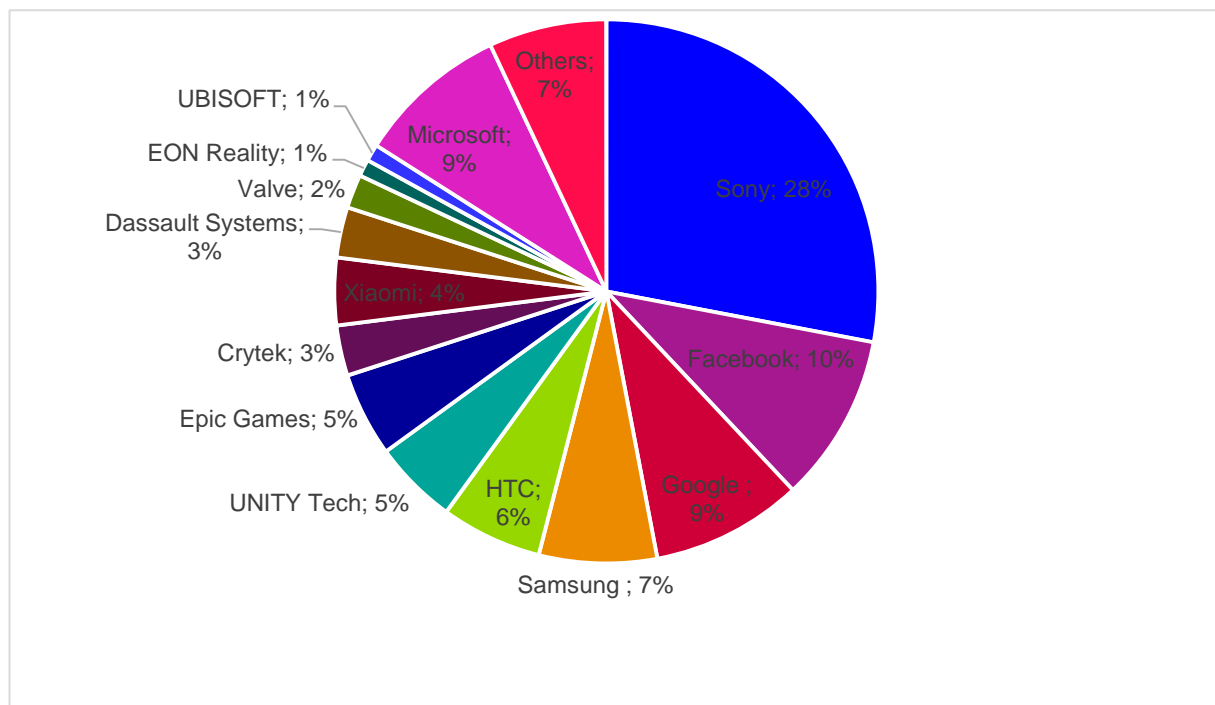


Näistä syistä eri lähteistä löytää hyvin erilaisia arvioita eri laite-ekosysteemien markkinaosuuksista tai alan liikevaihdon kokonaisarvosta. Joitakin arvioita on koottu seuraavaan taulukkoon:

Lähde	Strategy Analytics	IHS	Virtual Report
Google Cardboard	69 %	30 %	55 %
Sony PlayStation VR	3 %	21 %	5 %
Oculus Rift	1 %	8 %	1 %
Samsung Gear	17 %	21 %	28 %
HTC VIVE	1 %	7 %	1 %
Muut	9 %	13 %	11 %

### Keinotodellisuuden laitteiden markkinaosuudet (kpl) 2016 eri lähteissä

Useasta lähteestä keskiarvoistettu arvio keinotodellisuuden laitteiden ja sovellusten – mukaan lukien pelit – markkinoiden jakautumisesta eri toimijoille on esitetty alla:



### Markkinaosuudet 2016 (% markkinan arvosta) useasta lähteestä keskiarvoistettuna

Markkinaosuuksia tulkittaessa kannattaa huomata myös, että eri toimijat tavoittelevat kokonaan eri markkinaa: esimerkiksi Sony ja Microsoft eivät varsinaisesti kilpaile keskenään Sony keskittyessä peleihin ja Microsoftin teollisuuden ja kaupan toimijoihin.

Markkinoiden jatkuva muutos ja tilastoinnin epämääräisyys tekevät hyvin vaikeaksi ennakoida kuka voittaa ekosysteemien pudotuspelissä. Markkinaosuuksissa näkyy kuitenkin peliteollisuuden vahva asemoituminen erityisesti keinotodellisuuden markkinoilla, ja yrityksille suun-

nattujen sovellusten pieni markkinaosuus – tämä saattaa tosin selittyä osin sillä, että yrityssovelluksia, esimerkiksi CAD-ohjelmistojen Virtual Design –sovelluksia – luultavasti ei tilastoida keinotodellisuuden myyntinä.

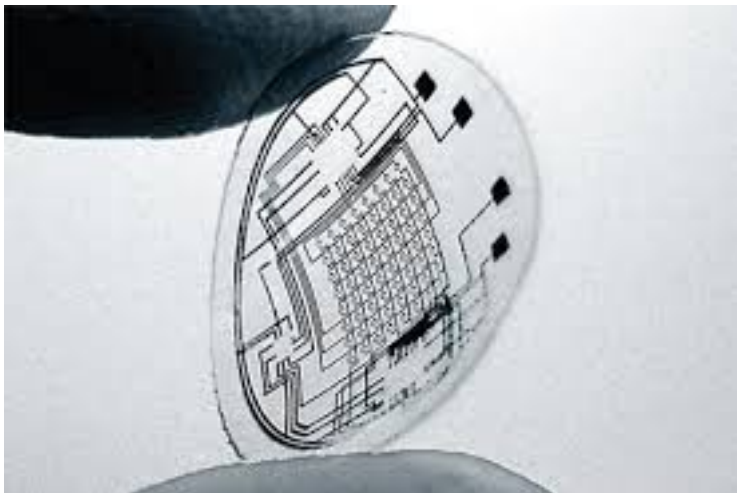
## 3. Lyhyen aikavälin kehitysnäkymät

### 3.1 Tekninen kehitys

Edellisen kappaleen päätti arvio keinotodellisuudesta ja lisätystä todellisuudesta tulevaisuuden teknologioina, jotka juuri nyt, tätä kirjoittaessa, ovat toki toimivia mutta eivät vielä todella vaikuttavia tai ihmetystä herättäviä. Sen sijaan muutaman seuraavan vuoden aikana keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden hyödyntäminen yleistyy ja arkipäiväistyy, kunnes keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden sovelluksia käytetään niin työssä kuin vapaa-aikana moniin, yllättäviinkin tarkoituksiin.

Mutta millaisia tekniikoita nuo sovellukset tulevat käyttämään?

Eräs tietotekniikan pitkään jatkuneista ja yhä käynnissä olevista kehityssuunnista on miniatyrisoituminen: prosessorien ja integroitujen piirien valmistustekniikka on sallinut kasvavan suorituskyvyn pakkaamisen yhä pienempään tilavuuteen. Keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden osalta tämä tarkoittaa ennen muuta näyttölaitteiden muuttumista pienemmiksi, sirommiksi ja huomaamattommiksi. Toisaalta tämä tarkoittaa niiden sosiaalista hyväksyttävyyttä: alkuaikojen eriskummallisista ja kömpelöistä silmikoista on jo tultu virtaviivaisiin, tyylikkäisiin aurinkolaseja muistuttaviin lisätyn todellisuuden näyttöihin. Tällä hetkellä tutkitaan toisaalta piilolinssiä, johon on integroitu puolijohdenäyttö, ja toisaalta suoraan verkkokalvolle projisoivaa matalatehoista laserheijastuslaitetta (Virtual Retinal Display tai VRD), joka ei siis vaatisi lainkaan silmien edessä olevaa heijastus- tai näyttöpintaa.



*Prototyyppi lisätyn todellisuuden piilolinssistä*

Tämä kehitys johtanee seuraavan viiden – kymmenen vuoden aikana näyttölaitteisiin, jotka ovat siinä määrin huomaamattomia, ettei keskustelukumppanista tai vastaantulijasta voi ensin näkemällä sanoa katseleeko tämä lisäämättöömään vai lisättyyn todellisuuteen. Samalla kulluttajaystävälliset, huomaamattomat ja halpenevat lisätyn todellisuuden laitteet johtanevat

niiden yleistymiseen, olettaen että markkinoille tulee myös kuluttajan kannalta mielekkäitä ja kiinnostavia lisätyn todellisuuden sovelluksia.

Näyttötekniikan kehitystyö keskittyy toisaalta yhä fotorealistisempaan kuvaan tai projektiin. Paitsi lisääntyvää resoluutiota ja paranevaa kuvan stabiilisuutta tämä tarkoittaa myös optoelektromekaniikan kehitystyötä. Jo mainittu Magic Leap, Inc., työskentelee tiettävästi aidon syvyyšnäön mahdollistavan teknologian kanssa, jossa optinen etäisyys ”lähelle” syntetisoi- tuun digitaaliseen sisältöön todella olisi lyhyempi kuin ”kaukana” olevaan digitaaliseen sisäl- töön.

Georekisteröinnin tarkkuus jatkaa paranemistaan. Viihteen vaatimukset johtanevat yhä fotorealistisempiin ja yhä paremmin animoituihin virtuaalimaailmoihin. Keino- ja lisätyn todel- lisuuden pelien sekä katsojaa ympäröivien elokuvien määrä tulee varsin nopeastikin kasva- maan pelikonsoleiden markkinoilletulon myötä.

Tekninen kehitys näyttäisi olevan johtamassa käytettäviin ja huomaamattomiin, tyylikkäästi muotoiltuihin keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden laitteisiin, mikä edistää sovellusten läpimurtoa. Samalla ensimmäiset suurten yhtiöiden markkinoille tuomat keinotodellisuuden sovellukset ovat pelejä. Tämä viitoittanee myös lähitulevaisuutta, ja lieneekin syytä ennakoia viihdeteollisuuden olevan suurimpia – mutta ei ainoita – keinotodellisuuden ja lisätyn to- dellisuuden hyödyntäjiä seuraavina vuosina.

## 3.2 Sovellusten kehitys

Lisätyn todellisuuden ja keinotodellisuuden sovellukset ovat enimmäkseen erillisiä ja yksittäi- siä, yhden käyttäjän järjestelmiä. Samalla sovellusten painopiste (heijastusnäyttöjä lukuun ottamatta) on yhtäältä teknologian mahdollisuuksia kokeilevissa pilotti- ja demonstraatiohankkeissa, ja toisaalta kuluttajan käyttöön tai kuluttajaa palvelemaan tulevissa sovelluk- sissa – ennen muuta viihteessä. Ammattikäyttöön tarkoitetut sovellukset on pääsääntöisesti suunnattu auttamaan yksittäistä, yleensä suorittavaa työtä tekevää, työntekijää.

Tässä selvityksessä nousi selkeästi esiin kaksi sovellusten lähivuosien kehitystrendiä: vuoro- vaikutus digitaalisessa todellisuudessa ja business-to-business –sovellukset.

Vaikuttaa siltä, että vuosien 2017-2018 aikana markkinoille tulee runsaasti asiantuntijatyöhön ja liiketoiminnan ytimeen tarkoitettuja lisätyn todellisuuden sovelluksia. Erityisesti Microsoft, jonka Windows 10 –alustaan tullaan sisällyttämään lisätyn todellisuuden (Microsoftin kielen- käytössä ”Mixed Reality”, sekoitettu todellisuus) työkaluohjelmat, tähtää voimakkaasti bu- siness-to-business –markkinan käyttöön tarkoitettuihin sovelluksiin. Vaikka viihde ja pelit py- synevätkin suurimpana keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden hyödyntäjänä vielä vuosi- en ajan, niiden rinnalle kehittyy liiketoimintasovelluksia, joiden merkitys vähitellen kasvaa.

Samaan aikaan liiketoimintasovellusten nousun kanssa lisätyn todellisuuden ja keinotodelli- suuden sovellukset ovat muuttumassa aidon vuorovaikutuksen mahdollistaviksi monen käyt- täjän jaetuiksi keinomaailmoiksi.

Useammankin toimijan tulevaisuudenvisionissa käyttäjät voivat osallistua etäällä oleviin tapah- tumiin itsensä digitaalisen representaation, liikkuvan hologrammikuvan tai animoidun digitaalisen avatarin, edustamana. Samoin käyttäjä voi jakaa näkymänsä fyysiseen maailmaan ja keinomaailmaan useille muille käyttäjille. Työryhmät voivat tavata ja vuorovaikuttaa keinoto- dellisuudessa, kun yhden työryhmän jäsenen fyysiseen todellisuuteen lisätään koko työryh- mä, ja tämä lisätty todellisuus jaetaan. Ääni, kuva ja digitaaliset artefaktit ovat jaettavissa

globaalisti, verkon yli, niin että eri maissa tai eri mantereilla työskentelevillä työntekijöillä on pääsy samaan, jaettuun mutta keinotekoiseen, todellisuuteen.

### 3.3 Keinotodellisuus digitalisaation kontekstissa

Keinotodellisuutta ja lisättyä todellisuutta voi pitää uusina visualisoinnin ja käyttöliittymäkehityksen teknologioina, jotka mahdollisesti mullistavat sen, kuinka ihmiset kokevat datan ja tietokoneen tai älylaitteiden käytön. Ne eivät kuitenkaan toimi yksin tai eristyksissä.

Tässä kappaleessa kuvataan keinotodellisuutta ja lisättyä todellisuutta muiden teknologioiden kontekstissa, tavoitteena esittää miten keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden kehitys liittyy muuhun digitalisaation taustalla olevaan teknologioiden kehitykseen.

Keinomaailmat ovat kolmiulotteisia digitaalisia malleja joko todellisesta maailmasta tai kokonaan kuvitteellisesta ympäristöstä. Sellaisina niiden luominen vaatii 3D-mallinnusta ja tietojärjestelmiä, joihin voidaan tallentaa koordinaatteihin sidottua tietoa.

**3D-mallinnus** on varsin vanha tietotekniikan ala. Se on ollut insinöörien ja arkkitehtien työkalu, jolla koneenosia ja rakennuksia on suunniteltu tehokkailla työasemilla ja kallilla CAD-ohjelmistoilla. Tätä kirjoitettaessa Google SketchUp!:n kaltaiset halvat ja kevyet (mutta vielä suhteellisen vaikeakäyttöiset) mallinnusohjelmat ovat arkipäivää. Tuotekehitystä tekevien yhtiöiden visioissa kolmiulotteinen mallinnus – tai ehkä paremminkin luonnostelu tai piirtäminen – yksinkertaistuu ja nopeutuu, kun uusi ohjelmistosukupolvi, jota esimerkiksi Microsoft Windows 10:n 3D-laajennukset edustavat, tulee markkinoille. Alan toimijoiden visioissa kolmiulotteisten objektien piirtämisestä tulee yhtä helppoa kuin mistä tahansa piirtämisestä, ja kaikilla tulee olemaan käytössään mahdollisuus kolmiulotteisten digitaalisten artefaktien luomiseen ja jakamiseen.

**Digitaalinen kaksoisolento**, Digital Twin, on fyysisen esineen, prosessin tai toiminnon digitaalinen malli, joka on kytketty fyysiseen kaksoisolentoonsa niin että fyysisestä maailmasta kerätty mittaustieto ja operatiivinen tieto rikastuttavat digitaalista mallia.

Digitaalista kaksoisolentoa hyödynnetään tällä hetkellä ennen muuta teollisen huollon apuvälineenä: esimerkiksi suihkumoottorin digitaalinen kaksoisolento (Montague 2015) perustuu moottoria kuluttavien fyysisten tapahtumien mallinnukseen ja näistä aiheutuvien kulumien kumulatiiviseen malliin, sekä tietyn moottoriyksilön käyttö- ja huoltohistoriaan. Digitaalinen kaksoisolento kerää moottoriyksilön käyttöä ja kulumista kuvaavan datan, ja hyödyntää laskeutuneita malleja moottoriyksilön huoltotarpeen ennakointiin. Vastaavasti rakennuksen digitaalinen kaksoisolento perustuu rakennuksen suunnitelmiin, rakennustekniikan sijainti- ja käyttötietoihin (esim. tehonkulutukseen) ja rakennuksen käyttöä koskeviin tietoihin: esimerkiksi Dubain lentokenttä ennustaa siivouksen tarpeen saapuvien ja lähtevien lentojen tietojen perusteella (Wired 2017), hyödyntäen aiemmin kerättyä dataa ihmisvirtojen käytöksestä rakennuksessa.

Myös ihmisellä voi olla vastaava digitaalinen kaksoisolento. Henkilöön liittyvän tiedon koostaminen ja esittäminen tietoverkossa sekä kysymys digitaalisesta henkilöstä ja henkilöydestä keinomaailmassa on hyvin monimutkainen asiakokonaisuus, jonka laajempi analyysi vaatisi erillisen selvityksen. Digitaalinen henkilöys ja siihen liittyvät kysymykset myös keinomaailman näkökulmasta on kuitenkin äärimmäisen tärkeä asiakokonaisuus, johon lainsäätäjän tulisi syventyä monesta näkökulmasta ja yksityiskohtaisesti. Vaikka vielä ei myöskään ole tunnistettu suoria yhtymäkohtia liikenteen ja viestinnän soveltamiskohteiden osalta, on selvää että tiedonsiirtokapasiteetin ja -nopeuden kasvu luo pohjan myös tälle kehitykselle.

Esineiden ja prosessien digitaalinen kaksoisolento ei välttämättä liity keinomaailmaan – sillä on merkittävä arvo myös perinteisen käyttöliittymän kautta käytettynä, kuten Dubain lentokenttää koskeva esimerkki osoittaa – mutta osana keinomaailmaa digitaalinen kaksoisolento tuo edustamansa reaali maailman objektin tiedot ja ominaisuudet keinomaailman käyttäjien ulottuville. Toisaalta digitaaliseen kaksoisolentoon kerätyn tiedon visualisointi lisätyssä todellisuudessa mahdollistaisi esimerkiksi sovelluksen, jossa huoltomekaanikko suoraan näkee ne koneen osat joiden vaihtaminen on ajankohtaista käyttöhistorian perusteella.

Eräs keskeinen mutta jo perinteinen lisätyn todellisuuden vaatima teknologia on paikannus. Jotta lisätyn todellisuuden tuottava laite (tietokone) voisi esittää digitaaliset objektit osana käyttäjän näkymää reaalityodellisuuteen, laitteen pitää tietää kohtuullisen suurella tarkkuudella käyttäjän paikka ja tämän katseen suunta.

**Satelliittipaikannus** on ollut valtiollisten toimijoiden käytettävissä jo 1960-luvulta, mutta 1980-luvulla rakennetut GPS ja GLONASS –järjestelmät loivat nykyisen paikannusinfrastruktuurin pohjan. Tällä hetkellä paikannusvastaanottimen tarvitseman piirisarjan hinta on halvimmillaan alle kymmenen euroa, ja korkeaan tarkkuuteen pystyvä laadukas piirisarja asettuu hinnaltaan 50-100 euron luokkaan. Paikannusvastaanottimia pystytään jo nyt laajalti integroimaan puhelimiin, kameroihin ja muuhun kuluttajaelektronikkaan.

Lisätyn todellisuuden sovellusten kannalta paikannusteknologiassa on tällä hetkellä kaksi heikkoutta: paikannuksen tarkkuus ja paikannussignaalien kattavuus sisätiloissa. Tällä hetkellä normaali puhelimeen integroitu kuluttajakäyttöön tarkoitettu satelliittipaikannusvastaanotin pystyy tyypillisesti vajaan kymmenen metrin paikannustarkkuuteen, mikä riittää mainiosti useimpiin nykyisiin paikkatietoa käyttäviin digitaalisiin palveluihin, mutta voi olla riittämätön lisätyn todellisuuden objektien georekisteröintiin.

Erilaisilla paikannusvirhettä mittaaviin referenssivastaanottimiin perustuvilla ratkaisulla voidaan tuottaa korjaussignaaleita, joilla vastaanottimen paikannusvirhettä voidaan pienentää. Korjaussignaaleja on saatavilla mm. Euroopan Avaruusjärjestön operoimasta Egnos-satelliitista, Maanmittauslaitoksen FinnRef-palvelusta tietoverkon kautta ja erilaisilta kaupallisilta toimijoilta. Ilmaiset korjaussignaalit mahdollistavat alle metrin tarkkuuden vastaanottimen paikassa, ja kaupallisilla ratkaisulla päästään senttimetritarkkuuksiin. Nämä ratkaisut vaativat vastaanottimelta kykyä vastaanottaa ja hyödyntää korjaussignaaleita, mikä tavanomaisista kuluttajakäyttöön tarkoitetuista paikannusvastaanottimista yleensä puuttuu.

Sisätiloissa ongelmaksi muodostuu se, että rakenteiden sisällä satelliittisignaali vaimenee niin paljon, ettei vastaanotin enää erota sitä. Sisätilapaikannukseen on kehitetty lukuisia eri ratkaisuja: markkinoilla on mm. rakennuksen WLAN-verkkoihin, bluetooth-signaaliin, RFID-siruihin, puhelinverkkoihin ja rakennuksen magneettikenttiin sekä erityisiin signaalilähtettäisiin, pseudo-satelliitteihin tai pseudoliitteihin, perustuvia ratkaisuja. Useimmat näistä vaativat, että rakennukseen asennetaan erityinen paikannuksen infrastruktuuri, tai että paikannusdata valmistellaan rakennuskohtaisesti. Saumattomasti satelliittipaikannuksen kanssa toimivat ratkaisut eivät ole yleisiä, ja eri ratkaisujen kirjo tarkoittaa sitä, että kuluttaja ei ostaessaan älypuhelinia vielä saa kattavaa ja luotettavaa sisätilapaikannuksen ratkaisua.

**Paikkatietojärjestelmät** tarkoittavat sellaisia tietojärjestelmiä joissa käsitellään tai varastoidaan tietoa, joka suoraan liittyy tai epäsuorasti viittaa maantieteellisiin koordinaatteihin. Epäsuoria viittauksia voi olla esimerkiksi osoitetieto.

Lisätyn todellisuuden sovelluksissa georekisteröidyt digitaaliset objektit, jotka näytetään reaalityodellisuuden päällä, ovat tyypillistä paikkatietoa. Keinotodellisuudessa paikan ja sen

koordinaattien merkitys hämärtyy, mutta laajan keinomaailman tietovarasto kuitenkin muistuttaa hyvin paljon paikkatietojärjestelmää.

Paikkatietoa tuotetaan yhteiskunnassa hyvin suuria määriä. Maa- ja Metsätalousministeriön vetämässä digitalisaatiohankkeessa tullaan lähivuosina tuottamaan julkisen hallinnon yhteinen paikkatietoalusta julkishallinnon tuottaman paikkatiedon yhtenäistämiseksi. Tämän hankkeen myötä paikkatieto kytkeytyy ns. **Big Data** –kehitykseen. Lisätty todellisuus sekä keinotodellisuus ovat näiltä osin big data:n visualisoinnin ja käsittelyn välineitä.

**Asioiden internet**, Internet of Things, ja keinotodellisuus sekä lisätty todellisuus liittyvät toisiinsa monellakin tavalla.

Esineiden internetiä kuvataan hyvin usein samalla toistuvalla esimerkillä: jääkaapilla, joka osaa tilata maitoa automaattisesti. Tämä esimerkki – vaikka antaakin ehkä kuvan siitä mitä älyn lisääminen yksittäiseen kodinkoneeseen saattaisi merkitä – epäonnistuu kuvaamaan, miten toistensa kanssa tietoa vaihtavien koneiden ja laitteiden verkosto voi muuttaa arkea ja työelämää. Koneiden ja laitteiden kanssa työskentely ja niiden käyttäminen voi asioiden internetin myötä muuttua fyysisten kytkimien ja merkkivalojen painelusta paikasta riippumattomaksi vuorovaikutukseksi digitaalisen, visuaalisen rajapinnan kautta. Tässä vuorovaikutuksessa käyttöliittymänä ajatellaan usein olevan älypuhelin. Lisätty todellisuus, joko älypuhelimien taikaikkunan tai silmälasinäytön kautta koettuna, tarjoaisi mahdollisuuden visualisoida älykkäät, kytkeytyneet koneet ja niiden toiminnot luontevalla ja intuitiivisella tavalla.

Asioiden internet tarkoittaa myöskin suorittimien määrän ja niiden yhteenlasketun laskentatehon valtavaa kasvua. Tällä hetkellä lähes jokainen meistä kantaa taskussaan puhelinta, jonka suorituskyky on monta kertaluokkaa suurempi kuin kaikkien NASAn tietokoneiden yhteenlaskettu laskentateho vuonna 1969. Asioiden internet tarkoittaa, että pian pesukoneissa, jääkaapeissa ja sähkömittareissa on kussakin suoritin, jonka laskentateho riittäisi kuulentoon. Vaikka näitä laitteita ohjaava ohjelmisto kirjoitettaisiin tuhlailevaksi suurimman osan ajasta asioiden internetin suorittimet tulevat silti olemaan vapaana.

Näin valtavan laskentakapasiteetin valjastaminen johonkin järkevään käyttöön mahdollistaisi esimerkiksi – muiden asioiden lisäksi – yhä monimutkaisempien, laajempien ja yksityiskohdaisempien keinomaailmojen simuloimisen.

Lopulta **tekoäly** tai sen hiukan vaatimattomampi ilmenemä, **robotiikka ja automatisaatio**, on eri keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden toimijoiden visioissa olennainen osa digitaalista todellisuutta: keinomaailmassa työskentelevä tai viihtyvä käyttäjä vuorovaikuttaa häntä avustavien tekoälyjen kanssa keskustellen tekoälyjä edustavien digitaalisten avatarojen kanssa. Yhä suuremman osan yhä haastavammasta asiantuntijatyöstä tekee näissä visioissa tekoäly, jonka luonnollinen asuinympäristö on keinotodellisuus.

Ennen kuin kaikki nämä visiot muuttuvat todellisuudeksi vaaditaan kuitenkin merkittäviä teknisiä läpimurtoja ja suuri määrä ihmisen tekemää asiantuntijatyötä.

## 3.4 Teknisen kehityksen vaikutukset tietoliikenteessä

### 3.4.1 Lisääntyvä tietoliikenne

Nykyiset lisätyn todellisuuden ja keinotodellisuuden sovellukset on useimmiten rakennettu toimimaan 4G-yhteyden varassa. Ne kuitenkin ovat vielä varsin pitkälle erillisiä sovelluksia,

joissa tarve kommunikoida verkon yli jää varsin rajalliseksi. Tämä muuttunee tulevaisuudessa:

Keino- ja lisätyn todellisuuden käytön lisääntyessä niiden osuus tietoliikenteestä kasvaa. Samalla tietoliikenteen kokonaisvolyymi jatkaa kasvuaan: tähän asti median käyttö on lisääntynyt, ja uudet mediat ovat ennemminkin tulleet vanhojen lisäksi, ja vain osin niitä korvaamaan. Laitteiden määrän kasvaessa niiden yhteensä tuottama tietoliikenne kasvaa suhteessa laitemäärään.

Toisaalta keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden näyttölaitteiden resoluutio jatkaa paranemista ja niiden näkökenttä luultavasti levenee entisestään. Yhtä näyttölaitetta kohti vaadittava kaistanleveys kasvaa: voisi kuitenkin olettaa, että kasvu saavuttaa jonkinlaisen saturationin, kun molemmille silmille tuotetaan 4K-tasoista kuvaa.

Tämän kehityksen vaikutus tietoverkkoon riippuu siitä, missä kuvamateriaali tuotetaan: esimerkiksi konsolipeleissä videoprosessointi tapahtuu lokaalisti, ja tietoverkossa välitetään useamman pelaajan jakamassa pelissä suhteellisen pieni määrä tietoa.

Sen sijaan, jos lisätty todellisuus todella vakiinnuttaa asemansa yrityskäytössä, ja työnteko muuttuu siten, että työryhmät ovat maantieteellisesti hajallaan ja työntekijöitä edustavat digitaaliset avatarit tai hologrammikuvat välitetään kaikkien tiimin jäsenten näkökenttään, tietoliikenteen määrä tulee kasvamaan rajusti. Pisimmälle viedyissä visioissa tiimit työskentelevät jatkuvasti keskenään hologrammi-avainoina, mutta jo pelkästään puheluiden ja puhelinkokouksien korvaantuminen hologrammitapaamisilla moninkertaistaa välitetyn datan määrän.

Tässä selvityksessä haastatellut toimijat olivat kuitenkin haluttomia kvantifioimaan vaadittavaa kaistanleveyttä: toisaalta teknologia ja sen käyttö ovat vielä kehitystilassa, ja vain harva osaa ennakoita kuinka yleiseksi lisätyn todellisuuden jakaminen oikeasti muodostuu, ja toisaalta hologrammikuvan siirtämiseen tarvittava kaistanleveys tietoverkossa on niin suuri, että siitä muodostuu este tällaisen työtavan yleistymiselle.

Tämän selvityksen aikana muodostunut näkemys on, että tietoliikenteen kasvun ennakoitiin on toistaiseksi liian aikaista. Teknologian käytön yleistymisen vauhti ja lopullinen saavutettava markkinapenetraatio, sekä se, kuinka teknologiaa lopulta tullaan käyttämään vaikuttavat molemmat tietoliikenteen määrään, ja kumpaankin tekijään liittyy sellaisia epävarmuustekijöitä jotka estävät lopullisen tietoliikenteen määrän arvioimisen.

### **3.4.2 Tietoliikenteen laatuvaatimukset**

Tietoliikenteen määrän kasvaessa tietoliikenneyhteyksiin kohdistuvat laatuvaatimukset eivät kuitenkaan välttämättä muutu, vaikka keinotodellisuus ja lisätty todellisuus yleistyisivätkin yritysten ja kuluttajien käytössä. Sen sijaan etäkäyttö saattaa asettaa tietoliikenneyhteyksille erittäinkin tiukkoja luotettavuusvaatimuksia.

Tietoliikenteen laatua kuvaavat esimerkiksi erilaiset viiveet ja datahäviöt yhteydessä. Koettu palvelun laatu (Quality of Experience, QoE), ja mitattu palvelun laatu (Quality of Service, QoS) ovat tietoliikenteessä runsaasti tutkittuja seikkoja, ja käyttäjäkokemuksen muodostuminen onkin varsin hyvin ymmärretty prosessi normaalissa tietoliikenteessä. Esimerkiksi viiveen lisääntymisen vaikutus puhelinkeskusteluun tunnetaan varsin hyvin.

Mikäli lisätyn todellisuuden ja keinotodellisuuden toteutus on sellainen, jossa käyttäjän näkymä tuotetaan paikallisesti, tietoliikenteen viiveet vaikuttavat lähinnä etäältä välitettävän

tiedon ajantasaisuuteen. Jos ajatellaan vuorovaikutusta keinomaailmassa hologrammien kesken, eli keskustelua jonka toisena osapuolena on digitaalinen avatara tai videohologrammi, viive tarkoittaisi avataran tai hologrammin nykivää, myöhässä olevaa liikettä – mutta vaikutus koettuun palvelun laatuun olisi luultavasti samankaltainen kuin viiveelliseen videoneuvotteluun osallistumisessa. Tällainen avatara reagoisi myöhässä puheeseen ja liikkeeseen, sen paikka suhteessa ympäristöön olisi viiveellinen – mutta silti siedettävä viive luultavasti olisi samaa luokkaa kuin videoneuvottelussa tai puhelinkeskustelussa.

Samoin yhteyden luotettavuus ja datahäviöt siirrossa johtaisivat vastaavaan koetun palvelun heikkenemiseen kuin videokuvaa välitettäessä: pikselöitymiseen, nykimiseen ja vastaaviin ongelmiin – ja näissäkin siedettävä palvelun laatu olisi luultavasti (suhteessa tietoliikenteen volyyymiin) sama kuin esimerkiksi videokuvan kohdalla.

Sen sijaan etäkäyttö edellyttäisi huomattavasti luotettavampaa tietoliikenneyhteyttä kuin kaupallinen verkko nyt mahdollistaa. Etäkäytön kohdalla viiveen sieto riippuisi luonnollisestikin ohjattavasta koneesta tai prosessista, mutta noin reaktioajan mittainen viive olisi luultavasti yleensä siedettävissä. Sen sijaan yhteyden katkeaminen kokonaan tai pidemmäksi ajaksi saattaisi joissakin olosuhteissa olla tuhoisaa: esimerkiksi etäkirurgiassa leikkausta ei välttämättä voi keskeyttää satunnaisella hetkellä.

Onkin odotettavissa, että lisätyn todellisuuden ja keinotodellisuuden sovellukset harppaavat eteenpäin uusien tiedonsiirtoteknologioiden (5G) yleistyessä.

## 3.5 Yhteiskunnan muutos

### 3.5.1 Pelillistyminen

Eräs digitaalisen murroksen paljon puhutuista trendeistä on pelillistyminen.

Oxford English Dictionary (2017) määrittelee pelillistymisen, englannin kielellä ”gamification”, prosessiksi, jossa peleille tyypillisiä elementtejä (esimerkiksi pisteytys, kilpailu muita vastaan ja pelisäännöt) sovelletaan muihin aktiviteetteihin, tyypillisesti online-markkinoinnin tekniikkana joka edistää kuluttajan sitoutumista tuotteeseen tai palveluun.

Tutkimuskirjallisuudessa pelillistyminen yhdistetään yhtäällä käyttäjän motivoimiseen tiettyyn käyttäytymisen muotoon. Lisäämällä pelillisiä elementtejä sovellukseen tai sitomalla tietty käytös pelin voittamisen mahdollisuuteen käyttäjää voidaan sitouttaa sovellukseen tai haluttuun käytökseen. Esimerkkinä haluttuun käytökseen ohjaavista pelillistetyistä sovelluksista voidaan nostaa pelit, joissa käyttäjä voittaa suosimalla julkista liikennettä yksityisauton sijasta. Esimerkkinä näistä voisi mainita CGI:n Tampereen kaupungille toimittaman pelin, jossa palkittiin voittajana matkustaja, joka vieraili useimmalla postinumeroalueella.

Toisaalta kriittisemmin pelillistymiseen suhtautuva osa tutkimuskirjallisuutta huomauttaa pelillistymisen muistuttavan joiltain osin hyväksikäyttöä (esim. Bogost 2011, Rey 2011, Nakamura 2014 ja Fuchs 2014), ja toisaalta esittää huolensa pelillistymisen ilmentämästä tai aiheuttamasta sosiaalisesta ja yhteiskunnallisesta muutoksesta (esim. Dale 2014, Deterding 2010). Tämä muutos ilmenee mm. pelaamisen ja voittamisen eetoksen korostumisena samalla kun useat yhteiskunnan toiminnot ovat toteutettavissa vain yhteistoimin, altruistisesti, jolloin yhden toimintoon osallistujan julistaminen voittajaksi vieraannuttaa muut yhteistyöstä.



Keinotodellisuus sinänsä on pelimäinen kokemus, ja sen ensimmäiset kaupalliset sovellukset ovat nimenomaan pelejä. Työntekijälle, joka vaikuttaa fyysiseen todellisuuteen keinotodellisuuden kautta saattaa olla vaikeata pitää mielessään todelliseen, fyysiseen maailmaan liittyvät voimat, nopeudet ja painot, kun hän työskentelee digitaalisessa, pelinkaltaisessa ympäristössä. Samoin todellisuutta erittäin paljon muistuttava keinotodellisuuden peli saattaa hämärtää sitä eroa joka on pelimaailman sääntöjen ja todellisen maailman lainalaisuuksien välillä.

Pelillistyminen on kuitenkin kirjallisuudessa pääsääntöisesti positiivisena nähty kehitys: käyttäjän osallistamisen ja sitouttamisen keinona pelillistäminen näyttää olevan yhä laajemmin käytetty keino.

### **3.5.2 Yhteisöllisyys digitaalisena aikana**

Kuluvan vuosikymmenen keskeisiä uusia termejä on ollut ”kupla”. ”Kupla” tarkoittaa elämänpiiriä, joka muodostuu samanmielisistä ja samankaltaisista ihmisistä, jonka sisällä omaa maailmankuvaa horjuttavista tiedoista tai argumenteista ei tarvitse välittää (Väliverronen 2014).

Tällaisen sosiaalisen kuplan muodostumista ruokkii verkko tiedonvälityksen mediana. Keinotodellisuus tällaisen yhteisön käyttämänä mediana sallisi paitsi tekstisisältöjen myös koko koetun todellisuuden muokkaamisen: maailmankuvaan sopimattomat asiat ja ilmiöt voisi sensuroida ”kuplan” kokemusmaailmasta yhä tehokkaammin. Lisäksi, jos virtuaalinen läsnäolo jossakin vaiheessa keinotodellisuuksien kehitystä riittää tyydyttämään enemmistön sosiaaliset tarpeet, yhteisöjen ei enää tarvitsisi koostua maantieteellisesti samalla paikalla tai alueella asuvista ihmisistä: hyvin erikoisetkin mielipiteet löytäisivät samanmielisten yhteisön globaalista tietoverkosta, ja pystyisivät liittymään omaan ”kuplaansa” ympärillään olevasta fyysisestä yhteisöstä piittaamatta.

### **3.5.3 Koulu, koulutus ja keinomaailmat**

Globaalisti koulu – siis nimenomaan ensimmäisen ja toisen asteen opetusta lapsille tarjoava koulu – on ollut eräs innokkaimmin keinotodellisuuteen suhtautuneista tahoista.

Yhdysvalloissa toimii useampikin yritys – esimerkiksi Avantis Education Ltd., Nearpod Inc. Ja myös Yhdistyneissä Kuningaskunnissa toimiva Unimersiv Ltd. – jotka erikoistuvat koululuokille tarkoitettuihin keinotodellisuusjärjestelmiin. Suomessa Käsiyökoulu Robotti opettaa lapsille digitaalista ja mediataidetta, ja sen osana keinotodellisuutta itseilmaisun välineenä, ja Itä-Suomen Yliopisto on toteuttanut Savonlinnan Normaalkouluun hankkeen, jossa ”ATK-luokka” sai uudeksi nimekseen ”Tuunaamo” samalla kun se varusteltiin keinotodellisuuslaseilla ja digitaalisuutta ilmentävillä sohvilla.

Tyypillistä keinotodellisuuden hyödyntämiselle koulutuksessa on idea virtuaalisesta luokkaretkestä: tavoitteena on elämyksellinen opetus, oppiminen tunnetasolla, kuten Opettaja-lehti (Hongisto 2017) kuvailee. Pedagogiikan ammattilaisten visioissa tulevaisuuden koulu hyödyntää keinotodellisuutta laajalti, ja itsenäiset oppijat nauttivat elämyksellisistä oppitunneista opastajanaan ammattitaitoisen pedagogin valvoma tekoäly-avatara, joka auttaa oppilaita näiden oppimistehtävissä.

Keinotodellisuudessa läsnäolo ei välttämättä edellytä fyysistä paikallaoloa: koululuokka ei ehkä tulevaisuudessa enää aina tarvitse luokkahuonetta. Jos opetuksen fyysinen sidonnai-

suus koululuokkaan saataisiin katkaistua oppilailla olisi mahdollisuus osallistua opetukseen kaukana olevissa kouluissa, tai eri kouluissa eri tunteina opetustarjonnan mukaan. Keinotodellisuus myös mahdollistaa uudenlaiset visuaaliset keinot: esineiden, eläinten, taivaankappaleiden, minkä tahansa tuomisen luokkaan, ja oppilaiden virtuaaliset vierailut kaukaisissa paikoissa. Mahdollisuudet opetuksen elävöittämiseen ovat valtavat. Samalla kuitenkin sellaiset oppiaineet joissa tiedon visualisointi kolmiulotteisina malleina on hankalaa – sanotaan vaikka äidinkieli ja kirjallisuus – olisivat vaarassa jäädä visuaalisen sisällön jalkoihin. Tekstimuotoinen tieto, joka vähemmän pelillisenä ja viihteellisenä on vieras visuaaliselle keinomailmalle, tulisi myös virtuaalisessa luokassa lukea kaksikulotteisena. Pitkä teksti, etenkin kirja sekä esineenä että tietomuotona, vaatisi erityistä huomiota virtuaaliselta koululta.

Siinä missä koulu on innokkaasti omaksumassa keinotodellisuuden opetusvälineeksi, yliopistojen innostus on ollut laimeampaa. Liki jokaisessa luonnontieteellisessä tai teknistieteellisessä tiedekunnassa on toki keinotodellisuuden tutkimusryhmä, joka tutkii keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden teknologiaa ja sovelluksia, ja varsin monissa taiteiden tutkimusta harjoittavissa yliopistoissa on digitaalisen taiteen tutkimukseen erikoistuva professori, jonka tutkimusryhmässä myös keinotodellisuutta tutkitaan taiteen välineenä. Sen sijaan opetuksen välineenä keinotodellisuutta käytetään yliopistoissa varsin vähän. Lisäksi keinotodellisuutta ja lisättyä todellisuutta käsittelevän humanistisen ja yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen vähäisyys oli silmiinpistävää, kun tätä selvitystä tehtäessä etsittiin tieteellisiä julkaisuja aiheesta.

### **3.5.4 Etätyö, vihdoin?**

Etätyöstä on puhuttu pitkään, mutta toistaiseksi sen yleistyminen on antanut odottaa itseään. Nykyisen kaltaisen etätyön ongelmista ehkä suurin on sen myötä puuttumaan jäävä työntekijän läsnäolo työyhteisössä. Etätyössä oleva työntekijä jää toisaalta vaille luonnollista, spontaania vuorovaikutusta työyhteisön sisällä, ja siitä seuraavaa yhteenkuulumisen tunnetta, sekä toisaalta mahdollisuutta saumattomaan ja viiveettömään yhteistyöhön muun työyhteisön kanssa. Samalla työnantajalle etätyö merkitsee haasteellisempaa työn johtoa ja työn tulosten seuranta.

Jos työ siirtyy keinotodellisuuteen jossa luonteva läsnäolo ja kommunikointi (sekä työntekijän valvonta) ei vaadi fyysistä läsnäoloa, tämä saattaa poistaa erään merkittävän etätyön esteen. Työnantajan kannalta tämä sallisi lisäksi toimitilasäästöt, ja olisi luonnollinen jatkumo kehitykselle jossa yhä suurempi määrä työntekijöitä pakataan yhä pienempään toimistotilavuuteen, samalla kun työntekijälle etätyö keinomaailmassa olisi pakotie monimuotokonttoreiksi kurjistuvista työoloista. Samalla pendelöintiliikenteen väheneminen, joka seuraisi työn ja opetuksen irrottamisesta sidoksesta paikkaan, vähentäisi työmatkaliikenteestä aiheutuvaa ruuhkautumista ja näin osaltaan säästäisi luonnonvaroja ja resursseja. Jos työmatkaliikkumisen vähentymistä ei korvattaisi esim. lisääntyvällä vapaa-ajan matkustamisella, vaikutus ympäristöön olisi vielä suurempi.

### **3.5.5 Etäoperointi osana työelämän murrosta**

Etäkäytön mahdollisuus johtanee siihen, että suhteellisen kalliin ja tehottoman paikallisen kuljettajan tai operaattorin työllistämisen sijaan ajoneuvoja, koneita ja laitteita tullaan yhä laajemmin etäohjaamaan. Autojen osalta kehitystyön painopisteenä näyttää olevan autonomisesti ohjautuva ajoneuvo, mutta merenkulussa etäohjauksen tutkimukseen panostetaan huomattavastikin. Ilmailun osalta sotilaskäytössä olevat etäohjatut UAV:t enteilevät ainakin rahtilentoliikenteen muuttumista etäohjatuksi ja osin autonomiseksi. Samoin loikka simuloitusta työkoneesta ja jo nyt lähietäisyydeltä etäohjatuista kaivoskoneista aidosti etäohjat-

tuun maanrakennukseen ja tienpitoon on varsin lyhyt – itse asiassa liikenne- ja viestintäministeriön vuonna 2015 julkaisemassa liikenteen älykkään automatisaation edistämissuunnitelmassakin (Pilli-Sihvola et al. 2015, s.35) mainitaan etäohjattu lumiaura yhtenä mahdollisena kansallisen älyliikennestrategian kehitysprojektina.

Muutos koneiden ja laivojen ohjauksen toteutuksessa tulee olemaan suhteellisen hidas, koska isot koneet ja laivat edustavat merkittävää investointia ja niiden hyödyllinen käyttöikä on suhteellisen pitkä: nyt hankittava kaivinkone voi olla urakointikäytössä vielä parin kymmenen vuoden päästä, ja ensi vuonna vesille laskettava laiva purjehtii helposti vielä puolen vuosisadan päästä. Vaikka osa maanrakennuksesta ja liikenteestä kenties muutetaan etäohjatuksi uusilla investoinneilla ja jälkiasennettavilla etäohjauslaitteilla, on odotettavaa, että merkittävä osa merenkulusta, liikenteestä ja koneiden ohjauksesta on vielä kymmenienkin vuosien päästä paikallisesti ja manuaalisesti ohjattua.

Ammattimaisen liikenteen ja koneenkäytön osalta etäohjaus tulee merkitsemään jatkoa suorittavan työn globalisaatiolle, joka toistaiseksi on merkinnyt työn pakoa Suomesta kehittyviin maihin. Suomalainen korkeasti koulutettu työvoima on toistaiseksi ollut osaamistasoon nähden länsimaisessa mittakaavassa varsin hintakilpailukyistä, joten määrätietoisella politiikalla olisi mahdollista luoda teknologian ja luovan työn työpaikkoja korvaamaan mahdollisesti ulkomaille pakenevaa suorittavaa työtä. Uusi teknologia tekee kuitenkin mahdolliseksi myös työn puolittaisen automatisoinnin, jolloin ihmisen ei tarvitse osata kaikkia työhön liittyviä yksityiskohtia, vaan hän voi toimia paikallisena koneen käyttäjänä ja suorittaa koneen apuna etäohjauksessa annettuja työohjeita.

### **3.5.6 Etäoperointi ja harvaan asutut alueet**

Etäläsnäolo ja etäoperointi ovat teknologioita joilla fyysisen sijainnin ja etäisyyden merkitystä voidaan vähentää. Toisaalta tämä voi tarkoittaa mahdollisuutta tarjota fyysisesti vain kaupunkikeskuksissa tuotettuja palveluita – esimerkiksi tietyn erityisosaamista omaavan kirurgin palveluita – muuallakin kuin kaupunkikeskuksissa, ja toisaalta etäoperointi voi mahdollistaa työntekijän sijoittumisen toisaalle kuin työnsä lähelle, esimerkiksi asumisen haja-asutusalueella vaikka työpaikka sijaitseekin kaupunkikeskuksessa. Etätyö tosin on ollut jo jonkin aikaa ja yhä enenevässä määrin mahdollista tietotyön ammateissa, mikä ei kuitenkaan ole johtanut tietotyöläisten sijoittumiseen haja-asutusalueille. Tämä saattaa ennakoida myös suorittavan työn tekijöiden halukkuutta sijoittua haja-asutusalueelle etätöihin, mutta toisaalta yhden sosioekonomisen ryhmän käytöksestä ei välttämättä voi päätellä miten toinen sosioekonominen ryhmä tulee samassa valintatilanteessa käyttäytymään.

Molemmat etäoperoinnin aspektit – sekä palveluiden tarjoaminen etänä, että mahdollisuus etätyöhön – tukevat mahdollisuutta haja-asutusalueella elämiseen, ja pienten aluekeskusten elinvoimaa. Edellytyksenä kehitykselle on riittävä digitaalinen infrastruktuuri.

### **3.5.7 Yhdenvertaisuus ja keino- sekä lisätty todellisuus**

Keino- ja lisätty todellisuus ovat paitsi kiehtovia teknologioita myös yhteiskunnallisia ilmiöitä, joita tulee tarkastella myös yhdenvertaisuuden näkökulmasta. Jo mainitun työelämän murroksen lisäksi lisätyn todellisuuden ja keinotodellisuuden teknologioihin liittyy useita yhdenvertaisuusaspekteja:

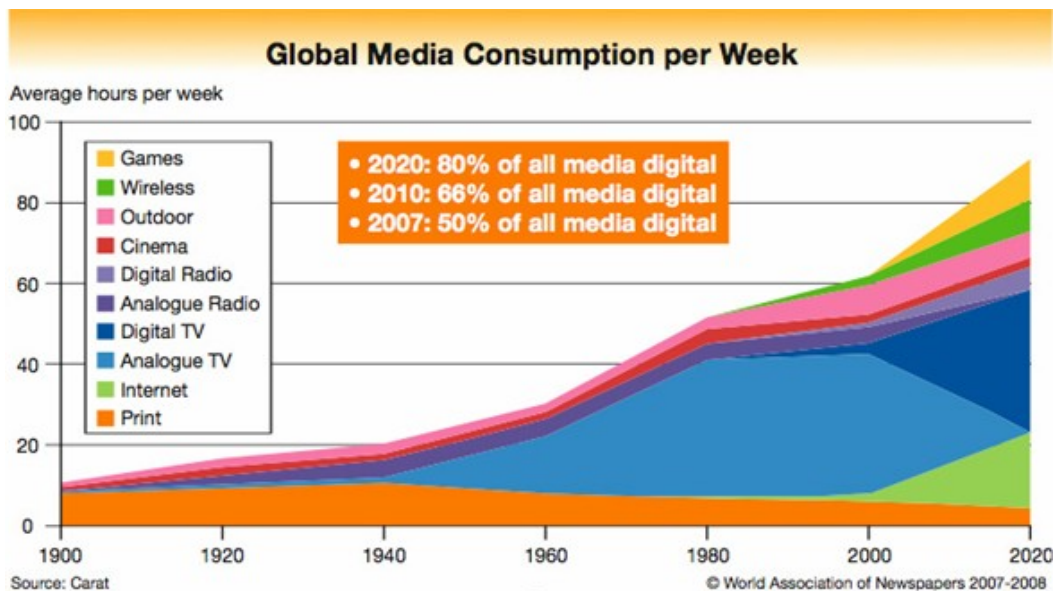
Laitteiden hinta ei sinänsä näytä muodostuvan merkittäväksi keinotodellisuudesta poissulkevaksi tekijäksi. Jo nyt markkinoilta on saatavilla kartongista taiteltavia virtuaalitodellisuuslase-

ja, joissa varsinaisena näyttölaitteena toimii älypuhelin, ja esimerkiksi keinotodellisuus-pelikonsolien hinta on asettumassa varsin kohtuulliselle tasolle verrattuna muihin pelikonsolilaitteisiin. Luultavasti muikin keinotodellisuuden teknologia asettuu hintatasolle, joka vertautuu muun kodin viihde-elektroniikan hintoihin.



*Pahvista taiteltava keinotodellisuusvisiiri*

Sen sijaan keinotodellisuudessa kulutettu sisältö voi muodostua yhdenvertaisuuskysymykseksi tai johtaa sellaisiin. Viihteellistyvä kulttuurin kulutus yhdistettynä helppoon sisältöjen levittämiseen ja kasvavaan mediatarjontaan parantaa kansalaisten osallistumista erilaisiin tapahtumiin ja elämyksiin kuten konsertteihin, urheilutapahtumiin ja jopa oopperaan. Medioiden kulutuksen ja seuraamisen kasvu kohdistuu lähes yksinomaan visuaalisiin sisältöjen kulutuksen kasvuun.



*Median kulutus tunteina viikossa World Association of Newspapers'n mukaan*

Kuitenkin, kun tarkastellaan median kulutuksen kasvua 1900-luvulla, voidaan havaita miten uudet mediat – televisio, internet, digitaaliset pelit – ovat lisänneet median parissa vietettyä aikaa huomattavasti enemmän kuin vanhojen medioiden – printtimedian, radion – kulutus on vähentynyt. Mikäli tämä kehitys toteutuu myös keinotodellisuuteen pohjautuvan viihteen tapauksessa, on odotettavissa, että keinotodellisuus ei niinkään korvaa jotakin jo olemassa

olevista medioista, vaan merkittävä osa sen kulutusta tulee nykyisen mediakulutuksen *lisäksi*.

Toinen tässä selvityksessä tunnistettu potentiaalinen yhdenvertaisuusongelma liittyy koulutuksen tasa-arvoon:

Monimutkainen teknologia on lähtökohtaisesti epätasa-arvoista: työskentely asiantuntijatehtävissä sen parissa edellyttää kykyä omaksua pitkälle vietyjä matemaattisia ja teknisiä taitoja, samalla kun teknologia pikemminkin korvaa yksinkertaisempia ja käden taitoja edellyttäviä töitä kuin luo niille mahdollisuuksia. Ne luonteeltaan toistuvat tai käden taitoja edellyttävät työt joita mahdollisesti syntyy keinomaailmojen sisälle ja ympärille tulevat luultavasti olemaan luonteeltaan erilaisia kuin perinteinen suorittava työ, ja edellyttämään koulutuksellisia valmiuksia tietotekniikan kanssa työskentelyyn.

Samaan aikaan pitkälle visualisoitu uppoutumisen mahdollistava keinotodellisuus tiedon esitysmuotona suosii spatiaalista ja geometristä ajattelua: pitkinä narratiivisina teksteinä esitetty tietämys yhtäältä ei siirry luontevasti keinomaailmaan, ja toisaalta siihen keskittyvä opiskelu ei valmenna työhön visuaalisessa ja avaruudellisesti jäsenellyssä keinomaailmassa. Näin keinotodellisuus työvälteenä ja tietämyksen esittämisen tapana saattaa muodostua koulutuksellisen yhdenvertaisuuden esteeksi, ellei uuden teknologian hyödyntämistä tutkita ja siihen kouluteta myös ei-tekniseen asiantuntijatyöhön valmistavilla aloilla.

### 3.5.8 Digitaalijan kansalaistaidot

Jos yhteenvedona ajattelee digitalisoitunutta yhteiskuntaa ehkä viiden vuoden päässä tulevaisuudessa – tai kenties paljon kauempana, tai ehkä lähempänä – mitä taitoja kansalainen tarvitsee tässä uudessa uljaassa maailmassa?

Tulevaisuudessa todellisen ja syntetisoidun kuvamateriaalin erottaminen vaikeutunee kuvantamis- ja mallintamisteknologioiden kehittyessä: tulevaisuudessa lienee hyvin vaikea erottaa onko jokin kuvamateriaali uskollinen toisinto fyysisestä todellisuudesta, jollakin keinoin manipuloitu vai kokonaan keinotekoinen. Erityisesti hyvin resursoitujen toimijain pystyvä jo varsin läheisessä tulevaisuudessa tuottamaan haluamansa kaltaista, sisäisesti konsistenttia mutta synteettistä viestintäsisältöä, jota sen kuluttaja ei voi erottaa esimerkiksi aidoista uutisisällöistä. Niinpä ensimmäinen digitaalijan kansalaistaito on mediakriittisyys ja kyky lukea mediaa oikein.

Digitaalinen markkinointi keinotekoisessa ympäristössä on jo nyt kehittymässä kohti vastaanottajan yksilöllisiin persoonan ja psykologian piirteisiin kohdistuvaa vaikuttamista. Ihmissinä olemme hyvin haavoittuvaisia, jos meihin vaikutetaan hyödyntäen atavistisia, laumaeläimen käyttäytymisestä periytyviä tiedostamattomia käyttäytymismallejamme. Digitaalijan kansalaisen tulee olla kyvykäs tunnistamaan vaikutusryitykset, ja kykenevä vastustamaan niitä. Paitsi digitaalisen vaikuttamisen keinojen tuntemus, myös oman itsen – oman persoonan ja oman psykologian – ymmärtäminen on digitaalijan kansalaistaito.

Kolmas keskeinen digitaalijan kansalaistaito on kyky erottaa todellinen ja keinotekoinen maailma toisistaan, ja ylläpitää molemmissa mielekkäitä, ympäristöön sopivia ihmissuhteita, rooleja ja yhteisöjä. Kiinnostavasti varsin moni digitalisaation toimija ja asiantuntija ennakoivat Pew Researchin vuonna 2017 julkaiseman haastattelututkimuksessa (Anderson et al. 2017), että lähitulevaisuudessa eläminen ”off-line” muodostuu tavoiteltavaksi olotilaksi ja statussymboliksi. Samalla sama tutkimus ennakoivat kytkeytymisen irti tietoverkoista muodostuvan yhä vaikeammaksi. Fyysisen arvottaminen digitaalista tärkeämmäksi sekä ihmissuhteet ja osalli-

suus ihmisyhteisöissä nimenomaan fyysikaalisessa todellisuudessa voivat tulevaisuudessa erottaa menestyjät syrjäytyjistä.

## 4. Liiketoiminnan mahdollisuudet liikenne- ja viestintäsektorilla

### 4.1 Yrityskenttä Suomessa

Suomalaisen keino- ja lisätyn todellisuuden alan yrityskenttä Suomessa ulottuu suurista kansainvälisistä ICT-taloista 3D-sisällöntuottajiin, virtuaalitodellisuuden peli-yhtiöihin sekä yritysasiakkaita palveleviin lisätyn todellisuuden ohjelmistotaloihin ja palveluyrityksiin. Näiden lisäksi suomalaisessa yrityskentässä on runsaasti muiden alojen toimijoita – rakennusyhtiöitä, arkkitehtuuritoimistoja, liikenteen alan yrityksiä jne., jotka hyödyntävät keino- ja lisätyn todellisuutta omassa liiketoiminnassaan.

Alalla toimivien pienempien yritysten määrää on hyvin vaikea arvioida: yrityskenttä on jatkuvassa liikkeessä uusien start-up –yritysten perustamisten ja toimialanvaihdosten myötä. Keino- ja lisätyn todellisuutta ei luokitella omaksi toimialakseen, ja niitä ei tilastoida erikseen, vaan osana muuta ICT-alaa. Alan yhdistykset (joita käsitellään seuraavassa luvussa) ylläpitävät luetteloa keino- ja lisätyn todellisuuden parissa työskentelevistä yrityksistä, mutta varmuutta näiden luettelojen kattavuudesta ei ole.

Suurista kansainvälisistä ICT-taloista esimerkiksi voidaan nostaa Microsoft, jolla Nokia-fuusion jäljiltä on edelleen, vaikkakin vähenevässä määrin, teknologiakehitystä Suomessa. Samsung ajoi Suomessa toimineen tuotekehitysyksikkönsä alas 2015-2016. Myös Google toimii Suomessa, mutta tietyistä se ei tee keino- ja lisätyn todellisuuden tai palvelutuotantoa täällä. Kaikki suuret toimijat toki markkinoivat tuotteitaan myös Suomessa.

Keskikokoisista ja pienemmistä kansainvälisistä keino- ja lisätyn todellisuuden alan yrityksistä Suomessa toimivat esimerkiksi Nuviz ja Vuzix, joista molemmilla tietyistä on tuotekehitystoimintaa Suomessa. Nokian entisten työntekijöiden muodostama osaajien tarjonta on houkuttanut nämä yhtiöt avaamaan yksiköt Suomessa.

Koska tuotekehitys on yritysten liikesalaisuuksista erityisen suojeltu, on vaikea sanoa mitkä kaikki kansainväliset toimijat tekevät keino- ja lisätyn todellisuuden alan kehitystä Suomessa, mutta määrä lienee jossakin 5-10 tuotekehitysyksikön välillä.

Suomalaisia keino- ja lisätyn todellisuuden keskittyviä sovelluskehitystä tekeviä yrityksiä lienee joitakin kymmeniä: nämä yritykset ovat yleensä varsin pieniä ja nuoria, ja yrityskenttä on näiden osalta jatkuvassa muutoksessa.

ICT-alalla toimivia palvelutaloja, joiden tarjontaan kuuluu työvoiman vuokrausta, projektimaisia ohjelmistojen kehitystä sekä ohjelmistoalan palvelutoimintaa hyvin vaihteleville sovel-lusaloille on runsaasti. Useat näistä ottanevat vastaan myös keino- ja lisätyn todellisuuden toimeksiantoja, jos niiltä sellainen tilataan, vaikka kaikilla ei suinkaan ole erikseen nimettyä varsinaisia keino- ja lisätyn todellisuuden osaajia tai yksiköitä. Ehkä kymmenellä ICT-palveluyrityksellä on kyky osoittaa alan osaajia asiakasprojekteihin.

Digitaalista sisällöntuotantoa keinotodellisuuteen ja lisättyyn todellisuuteen tekeviä yrityksiä lienee Suomessa joitakin kymmeniä. Jälleen osa näistä on sisällöntuotannon alalla laajemminkin toimivia yrityksiä, jotka ottavat mielellään vastaan myös keinotodellisuus-toimeksiantoja. Vain keinotodellisuuteen keskittyviä sisällöntuottajia lienee Suomessa alle kymmenen.

ICT-alalla toimivien yritysten lisäksi useat muiden toimialojen yritykset kehittävät keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden ratkaisuja osana omaa tuotekehitystään. Suurin osa näistä yrityksistä hyödyntää valmista keinotodellisuus- tai lisätyn todellisuuden ratkaisua ja kenties partnerituu ICT-alan yritysten kanssa kehityshankkeissa, mutta erityisesti etäohjaukseen panostavissa yrityksissä saatetaan kehittää myös etäläsnäolon ja etäohjauksen teknologioita. Tässä raportissa on jo mainittu suomalaisista ja suomessa toimivista yrityksistä Rolls Royce Marine, EPEC ja Rakkatec. Näiden lisäksi mm. VTT tekee keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden tutkimusta. Tuotekehityksen salassapidetyn luonteen vuoksi on hyvin vaikea arvioida kuinka monessa yrityksessä kehitetään keinotodellisuuden tai lisätyn todellisuuden ratkaisuja osana muun alan tuotekehitystä.

## 4.2 Alan yhdistykset ja etujärjestöt

Suomessa toimii kaksi rekisteröityä yhdistystä, joiden tarkoituksena on keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden edistäminen. Nämä yhdistykset ovat Finnish Virtual Reality Association FiVR ja Virtual Reality Finland ry. Kummankin jäsenistö koostuu luonnollisista henkilöistä, jotka työskentelevät keinotodellisuuden parissa tai ovat kiinnostuneita keinotodellisuuden teknologioista. Erityistä alalla toimivien yritysten järjestöä tai yhteenliittymää Suomessa ei toimi.

Virtuaalitekniikoiden yhdistysten toiminta muodostuu jäsenille tarkoitetuista ammatillisista ja sosiaalisista tapahtumista sekä yhteiskunnalliseen vaikuttamiseen pyrkivästä läsnäolosta sosiaalisessa mediassa ja tietotekniikan alan tapahtumissa. FiVR myös ylläpitää kumppaneidensa tuella laboratorioita, joita se kutsuu nimellä FiVR Hubs. Nämä tilat ovat hake-  
muksesta yhdistyksen jäsenten käytössä, ja tarkoitettu erilaisten keinotodellisuusprojektien työtiloiksi.

## 4.3 Mahdollisuuksia liikenteen ja viestinnän alalla

### 4.3.1 Etäohjattu liikenne

Etäohjattu liikenne tulee paitsi muuttamaan kuljettajan tai ohjaajan työtä ja työympäristöä myös vaikuttamaan liikenneyrittäjän ansaintamalliin, sekä luomaan mahdollisuuksia uudelle liiketoiminnalle.

Suurimmat mahdollisuudet liittyvät merenkulun etäohjauskeskuksiin. Nämä tulevat olemaan suuria merenkulun alan työnantajia, jotka palkkaavat koulutettua, ammattitaitoista työvoimaa valvomaan ja kontrolloimaan globaalia kauppalaivastoa. Suomi on erityisen hyvin positioitu tätä tilaisuutta varten, osin koska suomalainen koulutettu työvoima on palkkakustannuksiltaan kilpailukykyistä ja luotettua, ja osin koska Suomessa on jo alan osaamista: Rolls-Royce Marinen Suomen yksikkö on perehtynyt merenkulun automatisointiin ja etäohjaukseen. Raumanmerelle on avattu kesällä 2017 ensimmäinen autonomisen merenkulun testialue.

Kilpailu näistä keskuksista tulee olemaan varsin kova. Esimerkiksi Norja on myös aloittanut oman etäohjatun alusliikenteen kokeilunsa, ja suuret merenkulkumaat varmasti pyrkivät saamaan etäohjauskeskuksia omalle maaperälleen. Suomi on kuitenkin mahdollinen ja jopa houkutteleva kohde merenkulun osaamiskeskuksille: ABB:n etävalvontakeskus avattiin juuri Helsingin Vuosaarella.

Keskeisiä kysymyksiä tämän mahdollisuuden kannalta ovat kansainvälisen ja kansallisen lainsäädännön muokkaaminen siten, että etäohjattu alusliikenne mahdollistuu Suomeen ja Suomesta, sekä riittävän tietoliikenneinfrastruktuurin rakentaminen, jotta luotettavuuskriittinen etäohjaus voitaisiin toteuttaa Suomesta käsin. Alueellisena erikoispiirteenä arktisilla alueille tietoliikennetoteutuksissa on satelliittien kautta tapahtuvan kommunikoinnin haasteellisuus. Esimerkiksi Kemissä geostationääriradalla oleva satelliitti on korkeimmillaankin vain noin 17,6 astetta horisontin yläpuolella. Etäohjattu arktinen meriliikenne vaatii jonkin muun kommunikointiratkaisun, luultavimmin satelliittikonstellaation jossa osa satelliiteista on eri polaariradoilla.

Ilmailun alalla Suomen mahdollisuuksia rajoittaa se, ettei Suomessa juuri ole lentokoneolosuutta Patrian kokoonpanoon ja erikoisilmailuun erikoistuneita laitoksia lukuun ottamatta. Kuitenkin myös ilmailun alalla nähtäneen tulevana vuosikymmeninä etäohjattuja tai autonomisia ilma-aluksia erityisesti rahtiliikenteessä. Paitsi pienillä ja pienehköillä droneilla toteutettavaa jakeluliikennettä, myös lentokenttien välistä runkoliikennettä olisi mahdollista etäohjata.

Toimijoille, jotka valmistavat ilma-aluksia tai operoivat suuria lentokoneiden laivastoja tämä avanee uusia liiketoimintamahdollisuuksia tai mahdollisuuksia toteuttaa nykyistä liiketoimintaa uusilla tavoilla.

Rautateiden mahdollinen etäohjaus keskittyy kansallisiin (tai paikallisiin) rautatieyhtiöihin, mutta etäoperointipalveluiden tarjoaminen kansainvälisestikin ei ole kokonaan poissuljettua. Erityisesti ne toimijat, joilla on varhaista kokemusta ja osaamista etäohjauksen toteutuksesta ovat kilpailijoihinsa nähden etusijalla. Suomi, jossa on kehittynyt liikenteen infrastruktuuri, voisi tarjota kasvualustan myös rautatiealalla etäohjaukseen erikoistuville toimijoille.

Maantieliikenteessä kehitystyön painopisteenä näyttää olevan autonominen liikenne, mikä ei kuulu tämän selvityksen piiriin.

### **4.3.2 Väylien suunnittelu**

Keinotodellisuus ja lisätty todellisuus mahdollistaisi liikenneinfrastruktuurin mallintamisen ensin puhtaana 3D-mallina, ja myöhemmin infrastruktuurin visualisoinnin maastossa eri rakennusvaiheissa ja huollon aikana. Eri väylärakenteet ja laitteet kuten esimerkiksi liikenne-merkit olisi mahdollista sijoitella ensin 3D-malliin ja myöhemmin ensin nähdä ja sitten asentaa oikeille paikoilleen lisätyn todellisuuden avulla.

Samalla väylän peittämiksi jäävät rakenteet – kaapelit, rumpuputket ja vastaavat – voisi visualisoida lisätyssä todellisuudessa niin, että myöhemmissä huolto- ja korjaustöissä niiden sijainti olisi hyvin helppo selvittää.

Väylänrakennus on globaalia toimintaa, jossa hyvällä suunnittelun järjestelmällä voisi olla kansainvälistä kysyntää. Onnistuakseen väylien suunnittelun ja väylätietojärjestelmien pitäisi liittyä johonkin maanrakennuksen CAD-järjestelmään, mielellään VDC-järjestelmään. Suomessa on useita maanrakennuksen suunnitteluun erikoistuneita insinööritoimistoja, joille kehityshankkeeseen osallistuminen saattaisi olla kiinnostavaa.



### 4.3.3

#### Etäoperointi väylärakennuksessa ja tienpidossa

Etäoperointi on jo tätä päivää monissa työntekijän kannalta epämukavissa ja vaarallisissa työympäristöissä. Esimerkiksi kaivoskoneet ovat varsin usein etäohjattuja – joskin ”etä” tässä tarkoittaa yleensä kymmenien tai satojen metrien matkaa pitkin samaa kaivoskäytävää.

Maanrakennuskoneiden etäoperointi voisi kuitenkin muuttaa maanrakennuksen työtapoja, ja luoda uusia työpaikkoja sekä etäoperoinnin kehitystyöhön, etäoperoitujen koneiden valmistukseen, että varsinaiseen etäohjaukseen.

Vaikka Suomessa toimii vain muutama maanrakennusalan konevalmistaja, joista niistäkin osa erikoistuu pieniin koneisiin tai erikoiskoneisiin, täällä toimii maatalousalan ja metsäalan koneenvalmistajia joilla voisi olla intressejä etäohjauksen selvittämiseen. Toisaalta olemassa olevien koneiden varustelu etäohjattavaksi voisi sekin olla kiinnostava liiketoimintamahdollisuus sopivalle toimijalle. Suurten etäisyyksien ja harvan asutuksen maana Suomi olisi varsin luonteva kokeilulaboratorio etäohjatuille koneille.

Liiketoimintamahdollisuuksia etäohjauksen alalla hankaloittavat pitkälti samat tekijät kuin edellä merenkulun kohdalla on käsitelty: etäohjaukseen koskeva sääntely (tai pikemminkin sen puute) sekä tietoliikenneinfrastruktuurin heikkoudet etäohjauksikäytössä. Koneiden osalta tietoliikenteen toteuttaminen satelliittivälitteisenä ei välttämättä ole optimaalista, mutta silti etäohjaukseen tarvitaan luotettava, melko viiveetön tietoliikenneyhteys paikkaan joka lähtökohteisesti on etäinen.

Koska koneita koskeva sääntely periytyy Euroopan Unionin tasolta, kansallinen lainsäätäjä ei voi näitä esteitä poistaa yksin.

Tällä hetkellä keskeisimpiä liikenteen alan sovelluksia lisätylle todellisuudelle on erilaisten matkustajaa neuvovien sovellusten rakentaminen. Koska tällaisia sovelluksia on jo käytössä joissakin kaupungeissa, niillä ilmeisesti on kysyntää, ja niiden ideoiminen ja toteuttaminen vaikuttaa olevan kohtuullisen suoraviivaista.

Jotta matkustajasovelluksista muodostuisi uutta liiketoimintaa, on olennaista, että ne ovat kehittäjänsä hyödynnettävissä, ratkaisevat jonkin yleisen, mielellään kansainvälisen liikenteen ongelman ja ovat kehitettävissä kannattavasti joko sijoittajarahoituksella tai osana jotakin laajempaa hanketta.

### 4.3.4

#### Logistiikan sovellukset

Tässä selvityksessä on noussut esiin muutamia kiinnostavia logistiikan alan lisätyn todellisuuden sovelluksia. Varastoihin ja logistiikkakeskuksiin tarkoitetuissa sovelluksissa pakettien käsittely ja lajittelu on toteutettu lisätyn todellisuuden avustamana siten, että esimerkiksi viivakoodin luku ja pakettimerkintöjen skannaus tapahtuvat suoraan älylasien avulla. Logistiikkakeskuksen työntekijä poimii paketin (tai nostaa sen trukin piikkeihin), katsoo pakettimerkintöihin ja saa suoraan näkökenttäänsä tiedon paketista, sen määränpäästä ja paketin käsittelyn seuraavasta toimenpiteestä. Älylasit opastavat hänet oikeaan kohteeseen, esimerkiksi ovelle, ja rekisteröivät logistiikkakeskuksen tietojärjestelmään paketin tiedot ja sijainnin.

Jotkin suuret logistiikka-alan toimijat ovat pilotoineet tällaisia järjestelmiä, joten niille ilmeisesti on kysyntää. Käyttömukavuudeltaan hiottu ja luotettavasti toimiva järjestelmä olisi markkinoitavissa globaalisti. Liiketoimintamahdollisuuden esteenä on lähinnä älylasien käyttömukavuus: kunhan teknologia mahdollistaa niin pienet ja optisesti laadukkaat lasit, että jatkuva ja

päivittäinen työskentely niiden kanssa on järkevää, logistiikan sovellukset tarjoavat kohtuullisen helpon mahdollisuuden lisätyn todellisuuden käyttöön liiketoiminnassa.

#### 4.3.5 Viestinnän määrä mahdollisuutena

Edellä luvussa 3.4 keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden mahdollisesti aiheuttamaa tietoliikenteen määrän kasvua käsiteltiin teknologian yleistymisen *vaikutuksena* alan toimijoihin. Sen lisäksi tietoliikenteen lisääntyminen tarjoaa tietoliikenteen alan toimijoille mahdollisuuden liiketoiminnan kasvattamiseen.

Tämä liiketoimintamahdollisuus seuraa luonnostaan digitalisaatiosta, ja luo kasvun mahdollisuuden sekä laitevalmistajille että operaattoreille.

## 5. Pitemmän aikavälin näkymiä

### 5.1 Tekninen kehitys

#### 5.1.1 Ruutujen loppu

Ehkä sinänsä vähäisenä, mutta näkyvänä tulevaisuuden muutoksena ruutujen valtakausi saattaa olla päättymässä.

Elokuvien alusta lähtien visuaalinen media on tarkoittanut staattista, nelikulmaista ruutua, jonka pinnalla elävää kuvaa esitetään. Ruudut ovat muodostuneet olennaiseksi osaksi sekä julkista tilaa että yksityistä kotia, ja hyvin suuri joukko työntekijöitä viettää suurimman osan työpäivästään tuijottaen ruutua.

Jos tulevaisuuden ihminen voi nähdä visuaaliseen mediaan ja tietoverkkoon missä tahansa, yksityisesti, ylleen pukemallaan pienellä ja tyylikkäällä näyttölaitteella, mihin hän tarvitsee ruutuja? Vielä pitkään näyttölaite tulee kuitenkin pysymään katukuvassa vähintäänkin välittämässä tietoa niille, joilla ei ole tai jotka eivät käytä lisättyä todellisuutta, mutta on mahdollista, että vähitellen, alkaen kaupallisista toimijoista, ruudut vähenevät. Tulevaisuudessa fyysisen televisiolaitteen puuttuminen voi muodostua myös edelläkävijöiden symboliksi.

#### 5.1.2 Ihminen osana konetta

Ihmisaivojen ja tietokoneen välisen rajapinnan, BMI:n (Brain-Machine Interface), tutkimus on jatkunut lääketieteen piirissä joitakin kymmeniä vuosia. Tällä hetkellä aivoista ja selkäytimestä pystytään havaitsemaan ja tunnistamaan esimerkiksi kävelyyn liittyvä aktiviteetti. Jo kymmenen vuotta sitten alkeellinen koneen kontrollointi ajatuksen voimalla oli mahdollista (Seruya et al. 2002, Lebedev 2005), ja viime vuosina on onnistuttu rakentamaan aistitakaisinkytkentä koneesta aivoihin (Vidal et al 2016, Bensmaia et al, 2014). Jopa näkö- ja kuuloalueiden ärsykeitä voidaan aiheuttaa BMI:n avulla (Gao et al. 2014, Lebedev 2014).

Tällä hetkellä tutkimus keskittyy näiden teknologioiden parantamiseen ja kehittämiseen tavoitteenaan koneistetut proteesit ja järjestelmät, jotka sallisivat halvauspotilaiden auttamisen, sekä ns. kognitiivisen BMI:n tutkimukseen (Astrand et al. 2014, Golub et al. 2016). Kognitiivi-

nen BMI tarkoittaa laitetta joka havaitsee ja tunnistaa ajatteluun (tai esimerkiksi mielialaan ja tunteisiin) liittyvät signaalit, ei vain sensomotorisiin toimintoihin liittyvää aivojen aktiivisuutta.

Kehitystyö on toki kesken ja lopullisia tuloksia joudutaan odottamaan vuosia, mutta yhtenä mahdollisena tuloksena tästä tutkimuksesta hämmöttää laite, jolla eri aisteille voidaan tuottaa aistimuksia suoraan aivokuorella, ei vain aistinelinten kautta.

Vaikka lääketieteen tutkimus tähtääkin halvaus- ja proteesipotilaiden auttamiseen, tullaan tuollainen teknologia lähes väistämättä kaappaamaan muuhunkin käyttöön: Facebookin Mark Zuckerberg (Zuckerberg 2017) ja Tesla-autoista sekä SpaceShipOne –aluksestaan tunnettu Elon Musk (Winkler 2017) ovat ilmoittaneet sijoittavansa huomattavia summia kaupallisten, kuluttajakäyttöön suunnattujen BMI-laitteiden kehittämiseen. Tieteiselokuvien datapistokkeilla varustetut tulevaisuuden ihmiset eivät ole täysin mahdollisia joidenkin kymmenien vuosien aikajänteellä, vaikka teknologia joutuukin ylittämään monia sekä teknis-tieteellisiä että eettisiä esteitä ennen tätä.

### 5.1.3 Verkko ja pilvi kaikkialla

Asioiden Internet tarkoittaa paitsi meitä ympäröivien suorittimien määrän valtavaa kasvua, myös eritasoisten tietoliikenneyhteyksien leviämistä lähes kaikenkattavaan laajuuteen. Jo nyt puhelinverkko kattaa lähes koko Suomen, mutta tulevaisuudessa pääsy internetiin ja – ehkä jopa merkittävämpänä – pääsy pilvipalveluina saatavilla olevaan laskentatehoon ja dataan muuttuvat todella jokapäiväisiksi ja kaikkialle ulottuviksi.

Jos asioiden internetin myötä yleistyvien suorittimien joutoteho valjastetaan pilvipalveluiden laskenta-alustoina hyötykäyttöön, ja jos asioiden internetin myötä tietoverkon penetraatio on vielä nykyistään laajempi ja leveäkaistaisempi, henkilökohtainen tietokone tai älypuhelin muuttuvat kenties laitteina tarpeettomiksi. Pelkkä visualisointiin sopiva päätelaite – esimerkiksi älylasit – voi tulevaisuudessa mahdollistaa pääsyn palveluina tarjottaviin, tekoälyn avustamiin ohjelmistoihin ja datavarastoihin.

Helppo ja kaikkialle ulottuva pääsy suuriin datamääriin ja suureen laskentatehoon yhdistettynä älylasien muodostamaan uuteen visualisoinnin teknologiaan mahdollistaa työn tekemisen ja viihteestä nauttimisen todella ajasta ja paikasta riippumatta: nytkin älypuhelimien pieneltä ruudulta voi nauttia haluamistaan elokuvista ja TV-sarjoista, mutta älylasien avulla ruuhkabussin voisi halutessaan muuttaa elokuvateatteriksi.

## 6. Kirjallisuus

Anderson, C., Berkowitz, J., Donnerstein, E., Huesmann, R., Johnson, J., Linz, D., Malamuth, N. ja Wartella, E. 2003: The influence of media violence on youth. *Psychological Science in the Public Interest*, 4, ss. 81–110

Anderson, C., Carnagey, N., Flanagan, M., Benjamin, A., Eubanks, J. ja Valentine, J. 2004: Violent video games: Specific effects of violent content on aggressive thoughts and behavior. *Advances in Experimental Social Psychology*, 36, ss. 199–249

Anderson, J. ja Rainie L. 2014: *Digital Life in 2025*. Pew Research Center. <http://www.pewinternet.org/2014/03/11/digital-life-in-2025/>. Noudettu 19.6.2017

Anderson, J. ja Rainie L. 2017: *The Internet of Things Connectivity Binge*. Pew Research Center. [http://assets.pewresearch.org/wp-content/uploads/sites/14/2017/06/06115754/PI\\_2017.06.06\\_Future-of-Connectivity\\_FINAL.pdf](http://assets.pewresearch.org/wp-content/uploads/sites/14/2017/06/06115754/PI_2017.06.06_Future-of-Connectivity_FINAL.pdf) . Noudettu 19.6.2017

Anvari, M., McKinley, C. ja Stein, H. 2005: Establishment of the World's First Telerobotic Remote Surgical Service: For Provision of Advanced Laparoscopic Surgery in a Rural Community. *Annals of Surgery*, 241, ss. 460-464

Astrand, E., Wardak, C., ja Ben Hamed, S. 2014: Selective visual attention to drive cognitive brain–machine interfaces: from concepts to neurofeedback and rehabilitation applications. *Frontiers in systems neuroscience*, 8:144, ss. 124-127

Bailenson, J. N., ja Yee, N. 2005: Digital chameleons: Automatic assimilation of nonverbal gestures in immersive virtual environments. *Psychological science*, 16:10, ss. 814-819.

Baraniuk C. 2014: *What will the internet look like in 2040?* BBC Future. <http://www.bbc.com/future/story/20141015-will-we-fear-tomorrows-internet> Noudettu 19.6.2017

Baumeister, R. F., Sparks, E. A., Stillman, T. F., ja Vohs, K. D. 2008: Free will in consumer behavior: Self-control, ego depletion, and choice. *Journal of Consumer Psychology*, 18:1, ss. 4-13.

Bensmaia, S. J., ja Miller, L. E. 2014: Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges. *Nature Reviews. Neuroscience*, 15:5, 313.

Bogost, I. 2011: Gamification is bullshit. Teoksessa Waltz, S. ja Deterding, S.: *The gameful world: Approaches, issues, applications*. Cambridge, MA: MIT Press. ss, 65-80

Breene, K. 2016: *What is the future of the internet?* World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-future-of-the-internet/> Noudettu 19.6.2017

Campbell, C. 2017: Gabe Newell isn't really here. *Polygon* <https://www.polygon.com/features/2017/2/15/14616192/gabe-newell-interview-vr>. Noudettu 31.5.2017

Carnagey, N., Anderson, C. ja Bushman, B. 2007: The effect of video game violence on physiological desensitization to real-life violence. *Journal of Experimental Social Psychology* 43:3, ss. 489–496

Cobb, S. V., Nichols, S., Ramsey, A., ja Wilson, J. R. 1999: Virtual reality-induced symptoms and effects (VRISE). *Presence: teleoperators and virtual environments*, 8:2, ss. 169-186.

Corbetta, D., Imeri, F., ja Gatti, R. 2015: Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *Journal of physiotherapy*, 61:3, ss. 117-124.

Dale, S. 2014: Gamification: Making work fun, or making fun of work? *Business Information Review*, 31:2, ss. 82-90.

Deterding, S. 2010: Powned. Gamification and its Discontents. Puhe Playful 2010 – konferenssissa, <https://www.slideshare.net/dings/powned-gamification-and-its-discontents>, noudettu 10.6.2017

Dobie, T., McBride, D., Dobie Jr, T., ja May, J. 2001: The effects of age and sex on susceptibility to motion sickness. *Aviation, space, and environmental medicine*, 72:1, ss. 13-20.

Donati, A., Shokur, S., Morya, E., Campos, D., Moioli, R., Gitti, C., ja Brasil, F. L. 2016: Long-term training with a brain-machine interface-based gait protocol induces partial neurological recovery in paraplegic patients. *Scientific reports*, 6, s. 30383

EBU 2017: Virtual Reality: How Public Broadcasters Are Using It? Geneve: European Broadcasting Union

EK 2017: EK: Innovaatorahoitusta kasvatettava 160 – 200 miljoonalla eurolla. Elinkeinoelämän keskusjärjestön tiedote 22.2.2017. <https://ek.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2017/02/22/ek-innovaatorahoitusta-kasvatettava-160-200-miljoonalla-eurolla/> Noudettu 29.5.2017

FiCom 2013: FiComin lausunto hallituksen esityksen luonnoksesta laiksi valtion yh- teisten tieto- ja viestintäteknikkapalvelujen järjestämisestä. Vastaus lausuntopyyntöön VM035:01/2012

Findikaattori 2017: Elinajanodote. Valtioneuvoston kanslia ja Tilastokeskus, <http://www.findikaattori.fi/fi/46> Noudettu 15.5.2017.

Frost & Sullivan 2017: Digital Transformation of the Automotive Industry. Frost & Sullivan: New York

Fuchs, C. 2014: Class and Exploitation on the Internet. Teoksessa Scholz, T.: *Digital Labor: The Internet as Playground and Factory*. New York: Routledge

Gao, S., Wang, Y., Gao, X., ja Hong, B. 2014: Visual and auditory brain–computer interfaces. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 61:5, ss. 1436-1447.

Gartner 2016: *Gartner's Hype Cycle Special Report for 2016*. Gartner Group.

Glasner, J. 2017: Despite Hype, VR Investment Fades In Q1 2017. *Crunchbase* <http://about.crunchbase.com/news/despite-hype-vr-investment-fades-q1-2017/> Noudettu 31.5.2017

- Golding, J. F. 2006: Motion sickness susceptibility. *Autonomic Neuroscience* 129:1, ss. 67-76.
- Golub, M., Chase, S., Batista, A. ja Byron, M. 2016: Brain–computer interfaces for dissecting cognitive processes underlying sensorimotor control. *Current opinion in neurobiology* 37, ss. 53-58.
- Greenlight Insights 2017: *2017 Virtual Reality Industry Report*. Greenlight Insights
- Guadagno, R., Blascovich, J., Bailenson, J. ja McCall, C. 2007: Virtual humans and persuasion: The effects of agency and behavioral realism. *Media Psychology* 10:1, ss. 1-22.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Pakkanen, T. 2014: Do persuasive technologies persuade? A review of empirical studies. Proc. International Conference on Persuasive Technology. Cham: Springer International Publishing, ss. 118-136
- Heath, A. 2017: Facebook is closing hundreds of its Oculus VR pop-ups in Best Buys after some stores went days without a single demo. *Business Insider Nordic*  
<http://nordic.businessinsider.com/facebook-closing-200-oculus-best-buy-pop-ups-poor-store-performance-2017-2>, noudettu 31.5.2017
- Hoffman, H. 2004: Virtual-reality therapy. *Scientific American* 291, ss. 58-65.
- Hongisto, S. 2017: Räätelöityä todellisuutta. Opettaja 8/2017,  
<http://www.opettaja.fi/cs/opettaja/jutut&juttuID=1408919120856>, noudettu 10.6.2017
- Jerald, J. 2009: Scene-motion-and latency-perception thresholds for head-mounted displays. Väitöskirja. The University of North Carolina at Chapel Hill.
- Khan, R. ja Sutcliffe, A. 2014: Attractive agents are more persuasive. *International Journal of Human-Computer Interaction* 30:2, ss. 142-150.
- Kleban, C. ja Kaye, L. 2015: Psychosocial impacts of engaging in Second Life for individuals with physical disabilities. *Computers in Human Behavior* 45, ss. 59-68.
- Kooi, F. ja Toet, A. 2004: Visual comfort of binocular and 3D displays. *Displays* 25:2, ss. 99-108.
- Lebedev, M. 2014: Brain-machine interfaces: an overview. *Translational Neuroscience* 5:1, ss. 99-110.
- Lebedev, M., Carmena, J., O'Doherty, J., Zacksenhouse, M., Henriquez, C., Principe, J. ja Nicolelis, M. 2005: Cortical ensemble adaptation to represent velocity of an artificial actuator controlled by a brain-machine interface. *Journal of Neuroscience* 25:19, ss. 4681-4693.
- Lemola T., Lehenkari, J., Kaukonen, E. ja Timonen J. 2008: *Vaikuttavuuskehikko ja indikaattorit*, Suomen Akatemian julkaisu 6/2008, Helsinki: Suomen Akatemia
- Levin, M., Weiss, P. ja Keshner, E. 2015: Emergence of virtual reality as a tool for upper limb rehabilitation: incorporation of motor control and motor learning principles. *Physical therapy* 95:3, ss. 415-425.

- Lohse, K., Hilderman, C., Cheung, K., Tatla, S., ja Van der Loos, H. 2014: Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PloS one*, 9:3, e93318.
- McFadden, D., Machina, M. ja Baron, J. 1999:. Rationality for economists?. Teoksessa Fischhoff, B. ja Manski, C.: *Elicitation of preferences*. Kluwer: Dordrecht ss. 73-110.
- Metsä-Tokila, T. 2014: Ohjelmistoala. *Toimialaraportti 6/2014*. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.
- Montague, J.: Digital Twins elevate industrial asset performance. *Control* 11/2015
- Morina, N., Ijntema, H., Meyerbröcker, K., ja Emmelkamp, P. 2015: Can virtual reality exposure therapy gains be generalized to real-life? A meta-analysis of studies applying behavioral assessments. *Behaviour research and therapy* 74, ss. 18-24.
- Mull, I., Wyss, J., Moon, E., ja Lee, S. 2015: An exploratory study of using 3D avatars as online salespeople: the effect of avatar type on credibility, homophily, attractiveness and intention to interact. *Journal of Fashion Marketing and Management* 19:2, ss. 154-168.
- Nakamura, L. 2014: Don't Hate the Player, Hate the Game: The Racialization of Labor in World of Warcraft. Teoksessa Scholz, T.: *Digital Labor: The Internet as Playground and Factory*. New York: Routledge
- Nowak, K. ja Rauh, C. 2005: The influence of the avatar on online perceptions of anthropomorphism, androgyny, credibility, homophily, and attraction. *Journal of Computer-Mediated Communication* 11:1, ss. 153-178.
- Ohyama, S., Nishiike, S., Watanabe, H., Matsuoka, K., Akizuki, H., Takeda, N. ja Harada, T. 2007: Autonomic responses during motion sickness induced by virtual reality. *Auris Nasus Larynx* 34:3, ss. 303-306.
- Oxford English Dictionary 2017: *Oxford English Dictionary*, <https://www.oxforddictionaries.com/oed>, noudettu 18.5.2017
- Patel, H., ja MacDorman, K. 2015: Sending an avatar to do a human's job: Compliance with authority persists despite the uncanny valley. *Presence* 24:1, ss. 1-23.
- Pejsa T., Kantor J., Benko H., Ofek E. ja Wilson A 2016: Room2Room: Enabling Life-Size Telepresence in a Projected Augmented Reality Environment, *Proc. 19th ACM Conference on on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing*, ACM: San Francisco, ss. 1716-1725
- Peppoloni, L., Brizzi, F., Ruffaldi, E. ja Avizzano, C. 2015: Augmented reality-aided telepresence system for robot manipulation in industrial manufacturing. *Proc. 21st ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*. ACM: San Francisco, ss. 237-240
- Persky, S. ja Blascovich, J. 2007: Immersive virtual environments versus traditional platforms: Effects of violent and nonviolent video game play. *Media Psychology* 10:1, ss.135-156.

Pessaux, P., Diana, M., Soler, L., Piardi, T., Mutter, D., ja Marescaux, J. 2014: Robotic duodenopancreatectomy assisted with augmented reality and real-time fluorescence guidance. *Surgical endoscopy*, 28:8, ss. 2493-2498.

Pietarinen M. 2012: *Yritystukiselvitys*. Työ- ja elinkeinoministeriön sähköinen julkaisu <https://tem.fi/documents/1410877/3342347/Yritystukiselvitys+02042012.pdf>, noudettu 29.5.2017

Pilli-Sihvola, E., Miettinen, K., Toivonen, K., Sarlin, L., Kiiski, K. ja Kulmala, R. 2015: *Robotit maalla, merellä ja ilmassa. Liikenteen älykkään automaation edistämissuunnitelma*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 7/2015. Helsinki: LVM

Rauh, C., Polonsky, M., ja Buck, R. 2004: Cooperation at first move: Trust, emotional expressiveness and avatars in the prisoner's dilemma game. Proc. Conference of the International Society for the Research on Emotions 2004. New York

Rauhanen, T., Grönberg, S., Harju, J. ja Matikka, T. 2015: *Yritystukien arviointi ja vaikuttavuus*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 8/2015. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.

Regan, C. 1995: An investigation into nausea and other side-effects of head-coupled immersive virtual reality. *Virtual Reality* 1:1, ss. 17-31.

Rey, P. 2011: Gamification and post-fordist capitalism. Teoksessa Waltz, S. ja Deterding, S.: *The gameful world: Approaches, issues, applications*. Cambridge, MA: MIT Press. ss, 277-296

Ringbom, H., Collin, F. ja Viljanen, M. 2016: Legal Implications of remote and autonomous shipping. Teoksessa Jokioinen et al. *Remote and Autonomous Ships. The Next Steps*. Aawa Position Paper. London: Rolls Royce Marine.

Ritter, S. 2016: Cold fusion died 25 years ago, but the research lives on. *Chemical & Engineering News* 94:44, ss. 34-39.

Rothovius, A. 2017: *Virkamiesselvitys yritystuista ja niiden vaikutuksista*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 22/2017. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Saarinen et al. 2017: *Poliittiset kuplat –blogi*. <https://blogit.utu.fi/poliittisetkuplat/> Blogi. Haettu 6.6.2017

Sahlins, M. 1968: Notes on the Original Affluent Society, teoksessa Lee, R ja DeVore, I (toim.): *Man the Hunter*. New York: Aldine Publishing Company. pp. 85-89

Sen, A. K. 1977: Rational fools: A critique of the behavioral foundations of economic theory. *Philosophy & Public Affairs*, 317-344.

Serruya, M., Hatsopoulos, N., Paninski, L., Fellows, M., ja Donoghue, J. 2002: Brain-machine interface: Instant neural control of a movement signal. *Nature*, 416:6877, s. 141.

Shluzas, L., Aldaz, G., ja Leifer, L. 2016: Design Thinking Health: Telepresence for Remote Teams with Mobile Augmented Reality. Teoksessa Plattner, H., Meinel, C. ja Leifer, L.: *Design Thinking Research*. Cham: Springer ss. 53-66



Sippola, J. 2017: Lentävä auto tuli markkinoille maailmalla – kysyimme, päästäisikö Trafi laitteen ilmaan Suomessa. *Helsingin Sanomat* 15.2.2017

Suomen virallinen tilasto 2017: *Tulonjaon kokonaistilasto*. Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/tjkt/index.html>. Noudettu 15.5.2017.

Taleb, N. 2007: *Musta joutsen: Erittäin epätodennäköisen vaikutus*. Helsinki: Terra Cognita, 2007

Titcom, J 2017: Flying car successfully completes maiden flight. *The Telegraph web edition*, <http://www.telegraph.co.uk/technology/2017/04/21/flying-car-successfully-completes-maiden-flight/>, noudettu 15.5.2017

Torning, K., ja Oinas-Kukkonen, H. 2009: Persuasive system design: state of the art and future directions. Proc. 4th international conference on persuasive technology, ACM: San Francisco ss. 30-42

Vidal, G., Rynes, M., Kelliher, Z., ja Goodwin, S. 2016: Review of brain-machine interfaces used in neural prosthetics with new perspective on somatosensory feedback through method of signal breakdown. *Scientifica*, 8956432

Väliverronen, Esa 2017: Sosiaalinen kupla kaventaa mediamaisemaa. *Mediayhteiskunta-blogi*. <https://medykblog.wordpress.com/2014/08/21/sosiaalinen-kupla-kaventaa-mediamaisemaa/> Noudettu 6.6.2017

Walter, N. 2014: “Do you trust me?”—A Structured Evaluation of Trust and Social Recommendation Agents. *Proc. SIGHCI 2014*, <http://aisel.aisnet.org/sighci2014/21> noudettu 10.6.2017

Watson, Z. 2017: *VR for News: A New Reality?* Reuters Institute for the Study of Journalism, University of Oxford [http://reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/sites/default/files/VR for news - the new reality.pdf](http://reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/sites/default/files/VR%20for%20news%20-%20the%20new%20reality.pdf), noudettu 25.5.2017

Wiederhold, B. ja Wiederhold, M. 2005: *Virtual reality therapy for anxiety disorders: Advances in evaluation and treatment*. Washington DC: American Psychological Association.

Winkler, R. 2017: Elon Musk Launches Neuralink to Connect Brains With Computers. *Wall Street Journal* 27.3.2017

Wired 2017: Creating a building's Digital Twin. Wired Brand Lab 2017, <https://www.ibm.com/internet-of-things/iot-zones/iot-buildings/sensors-in-intelligent-buildings/>, haettu 23.8.2017

Wittgenstein, L. ja Nyman, H. (suom.) 1981: *Filosofisia tutkimuksia. (Philosophische Untersuchungen, 1953.) Taskutieto*, s. 155. Helsinki: WSOY

Yee, N., ja Bailenson, J. 2007: The Proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior. *Human communication research* 33:3, ss. 271-290.

Yoon, G. ja Vargas, P. 2014: Know thy avatar the unintended effect of virtual-self representation on behavior. *Psychological science* 25:4, ss. 1043-1045

Zuckerberg, M. 2017: *Puhe Facebook Developer's Conference -tapahtumassa 18.4.2017*, <https://www.facebook.com/zuck/videos/10103658355917211/>, haettu 10.6.2017

# Liite 1. Keskeisiä käsitteitä

## Yleistä

Tässä luvussa selitetään kootusti jäljempänä dokumentissa käytettävät termit, lyhenteet ja käsitteet. Alla oleva termistö sisältää myös joitakin keinotodellisuudesta kirjoitettaessa ja puhuttaessa yleisesti käytettyjä termejä, vaikka niitä ei esiintyisikään tässä dokumentissa.

Alla olevassa termistössä nuoli, "→", viittaa hakusanaan joka on selitetty toisaalla. Esimerkiksi lyhenne "VR", sanoista "Virtual Reality", suomeksi "keinotodellisuus", on selitetty vain kerran hakusanan "keinotodellisuus" kohdalla.

Lyhenteen, termin tai käsitteen ollessa vieraskielinen sen selitykseen on alla olevassa sanastossa lisätty suluissa kieltä osoittava merkintä, esimerkiksi "(EN)".

## Lyhenteet, termit ja käsitteet

<b>Lyhenne, termi tai käsite</b>	<b>Merkitys</b>
AR	Augmented Reality → lisätty todellisuus, (EN)
Augmented Reality	→ Lisätty todellisuus, (EN)
Datahansikas	Ylle puettava hansikkaan kaltainen tai hansikkaaseen integroitu laite, joka on instrumentoitu havaitsemaan käden osoittama suunta, käden asento ja liike. Datahansikas on keinotodellisuuden ohjain, jolla keinotodellisuudessa olevia objekteja voi osoittaa, painaa, nipistää jne.
Digitaalinen kaksoisolento	Asian tai prosessin digitaalinen malli, joka on kytketty reaali maailman kaksoisolentoonsa niin, että reaali maailmasta kerätty tieto rikastuttaa mallia.
Digital Twin	→ Digitaalinen kaksoisolento (EN)
Etäläsnäolo	Osallistuminen etäällä oleviin tapahtumiin viestintäteknologiaa hyödyntäen, erityisesti todellisen ympäristön välittäminen toisaalle niin, että se voidaan kokea keinotodellisuutena tai lisättyinä todellisuutena etäältä.
Etäoperointi	→ Kaukokäyttö
Geo-registration	→ Georekisteröinti (EN)
Georekisteröinti	Digitaalisen tiedon sitominen jonkin paikan kolmiulotteisiin koordinaatteihin sekä mahdollisesti suuntaa tai asentoa koskevaan tietoon. Georekisteröinti mahdollistaa digitaalisten objektien sijoittamisen käyttäjän näkyvässä oikeaan paik-

	kaan suhteessa reaalityodellisuuteen.
Head-Mounted Display	→ HMD (EN)
Heijastusnäyttö	Näyttölaite, joka sijaitsee ajoneuvon kuljettajan näkökentässä, esim. tuulilasin edessä, ja johon heijastetaan ajoneuvon kuljettamisessa tarpeellista mittaritietoa ja digitaalisesti luotua tietoa.
Helmet-Mounted Display	→ HMD (EN)
HMD	Head-Mounted Display tai Helmet-Mounted Display; Näyttölaite, joka on asennettu silmälasin sankoihin, visiiriin, tai kypärään, ja jota sen käyttäjä kantaa päässään.
HUD	→ Heijastusnäyttö, Heads-Up Display (EN).
Immersion	→ Uppoutua (EN)
Kaukokäyttö	Vaikuttaminen etäällä oleviin tapahtumiin tai ympäristöön hyödyntäen viestintäteknologiaa ja kauko-ohjattuja, mahdollisesti puoliautonomisia koneita, laitteita tai robotteja.
Keinotodellisuus	Teknologia, jossa käyttäjän näkemä kolmiulotteinen ympäristö on kokonaan luotu keinotekoisesti tietokoneella.
Lisätty todellisuus	Teknologia, jossa käyttäjän näkemään todelliseen ympäristöön on lisätty keinotekoisia, tietokoneella tuotettua tietoa. Joissain yhteyksissä "lisätty todellisuus" ja "sekoitettu todellisuus" ("mixed reality") erotetaan toisistaan; silloin "sekoitettu todellisuus" viittaa digitaaliseen materiaaliin joka on vahvasa vuorovaikutussuhteessa fyysisen todellisuuden kanssa, kun "lisätty todellisuus" viittaa yksinkertaisempaan ja staattisempaan digitaalisten kohteiden lisäämiseen.
Magic windows	→ Taikaikkuna (EN)
Mixed reality	→ Lisätty todellisuus, (EN)
Taikaikkuna	Pienehkön näytöllisen mobiililaitteen käyttäminen niin, että sen läpi näkee kuin ikkunasta toiseen (keinotekoiseen tai lisättyyn) todellisuuteen. Mobiililaitteen liikuttaminen muuttaa myös "taikaikkunan" suuntaa ja näkymää sen läpi.
Teleoperation	→ Kaukokäyttö, (EN)
Telepresence	→ Etäläsnäolo, (EN)
Uppoutua	Sana, jolla viitataan keinotodellisuuteen jossa käyttäjä periaatteessa voisi unohtaa kokevansa synteettisesti tuotettua todellisuutta.

Virtual Reality	→ Keinotodellisuus, (EN)
VR	Virtual Reality → Keinotodellisuus, (EN)
Wearables	Termi, jolla viitataan vaatteen osana tai vaatteen tavoin käytettävään, ylle puettavaan, tietotekniikkaan (EN)
X-reality	Keinotodellisuus, sekoitettu todellisuus ja lisätty todellisuus yhdessä, yhtenä käsitteenä.

# Liite 2. Selvityksen toteutus

## Selvityksen tausta

Digitaalisen teknologian kehitys on ollut viime vuosina hengästyttävän nopeaa ja tapahtunut hyvin laajalla rintamalla. Teknologiaa seuraava uutisointi on samalla ollut runsasta mutta hajanaisista; lisäksi uutisointi on sekoittanut tulevaisuuden odotukset ja tämän hetken kypsän teknologian niin, että uutisvuota seuraamalla on vaikea muodostaa kokonaiskuvaa teknologian nykytilasta.

Toimintakentän nopeat muutokset edellyttävät hallinnolta aiempaa ketterämpää ja ennakoitavampaa päätöksentekoa ja strategista ajattelua. Asetetut tavoitteet suotuisan toimintaympäristön luomiseksi digitaalisille palveluille ja uusille liiketoimintamalleille, edellyttää jatkuvaa päivitystä olemassa olevien teknologioiden mahdollisuuksista. Taustoittaakseen työtään liikenteen ja viestinnän digitalisaation parissa liikenne- ja viestintäministeriö käynnisti selvityksen, jonka tuli kartoittaa keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden nykytilan, sekä luo katsauksen teknologian parissa työskentelevien yritysten tulevaisuutta koskeviin odotuksiin ja pyrkimyksiin. Selvityksen tekijäksi valikoitui CGI, joka osoitti hankkeeseen konsulttiryhmän ja käynnisti selvitystyön 9.5.2017.

## Toimijakentän kartoitus

Selvityksen alussa CGI:n konsulttiryhmä kartoitti virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden toimijoiden tarjontaa liikenteen ja viestinnän aloilla kirjallisuushauin ja osallistumalla Arctic 15 -tapahtumaan 3.-5.5.2017 ja sen yhteydessä järjestettyyn X-reality day -teemapäivään.

Kartoituksen tavoitteena oli luoda kokonaiskuva virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden alan tilanteesta ja tarjonnasta, sekä tunnistaa ne toimijat ja hankkeet, joihin selvityksen seuraavassa vaiheessa perehdyttiin yksityiskohtaisemmin kohdennettuja haastatteluja hyödyntäen.

Kirjallisuuskatsauksen ja X-reality day -tapahtuman perusteella kohdennettuihin haastatteluihin valikoituivat seuraavat toimijat ja hankkeet:

Hanke ja toimija	Hankkeen sisältö	Valinnan syyt
Finavia	Finavia on aktiivisesti pyrkinyt hyödyntämään lisätyn todellisuuden ja keinotodellisuuden teknologioita lentokenttäympäristössä mm. Tampereen Yliopiston kanssa toteuttamassaan Virjox-hankkeessa	Selvityksessä Finavia edustaa liikenteen alan toimijaa, joka tutkii uusia teknologioita ja yrittää soveltaa niitä omaan jokapäiväiseen toimintaansa.
FIVR	FIVR, Finnish Virtual Reality Association, on alan ammattilaisten ja alasta kiinnostuneiden henkilöiden yhdistys keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden edis-	FIVR edustaa selvityksessä alan järjestönä yksittäisistä yrityksistä riippumatonta, teknologiasta kiinnostunutta tahoa

Hanke ja toimija	Hankkeen sisältö	Valinnan syyt
	tämiseksi	
Microsoft	Microsoft on tuomassa Windows 10 ja Hololens -tuotteitaan voimakkaasti yrityskäyttöön.	Microsoft on suuri toimija, jolla on merkittäviä odotuksia lisätyn todellisuuden teknologioista, ja tuotekehitystoimintaa Suomessa.
TEKES	TEKESin Team Finland Mixed Reality -kampanja tukee suomalaisia yrityksiä näiden keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden hankkeissa.	TEKES on merkittävä julkisrahoitteinen teknologia-alan yritysten tukija, jonka keinotodellisuus-kampanjassa saama tuntuma alan yrityskenttään on arvokas selvityksen kannalta
Vuzix	Vuzix on globaali älylasien valmistaja, jolla on tuotekehitystoimintaa myös suomessa.	Vuzix valmistaa sekä lisätyn todellisuuden että keinotodellisuuden laitteita. Suomessa toimivana ja entisiä Nokian insinöörejä työllistävänä, kansainvälisenä yrityksenä Vuzix on kiinnostava toimija

Lisäksi selvityksessä kontaktoitiin muutamia eri aloilla työskenteleviä henkilöitä jonkin yksittäisen kysymyksen selventämiseksi.

## Kohdennetut haastattelut

Kohdennetut haastattelut toteutettiin vapaamuotoisina (strukturoidumattomina) haastatteluina, joissa CGI:n asiantuntija keskusteli haastateltavan toimijan päättäjän tai päättäjien kanssa tavoitteenaan selvittää, miten haastateltava henkilö näkee keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden tulevaisuuden ja mahdollisuudet liikenteen ja viestinnän toimialoilla.

Haastattelijat tukeutuivat haastattelutilanteessa ennalta laadittuun kysymysten ja aihepiirien luetteloon, mutta eivät pyrkineet ohjailemaan haastateltavia tai rajoittamaan keskustelun kulkua.

Ennalta laadittu kysymysten ja aihepiirien luettelo on esitetty alla:

Kysymys tai aihepiiri	Selvitettävä asia, tavoite tai kysymyksen motivaatio
Yrityksen tarjoamat ratkaisut keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden alueella; kohde- markkinat, ratkaisualueet ja käyttötapaukset.	Asemoi toimijan suhteessa markkinaan ja taustoittaa muita kysymyksiä.
Haastateltavan näkemys lisätyn todellisuuden markkinoiden nykytilasta, lähiajan kehityksestä sekä kehityksen esteistä.	Selvityksen keskeisiin tavoitteisiin liittyvä kysymys, jolla pyritään keräämään tietoa ja näkemyksiä teknologian tulevaisuudesta.
Haastateltavan näkemys keinotodellisuuden markkinoiden nykytilasta, lähiajan kehityk-	Selvityksen keskeisiin tavoitteisiin liittyvä kysymys, jolla pyritään keräämään tietoa ja

## Kysymys tai aihepiiri

sestä sekä kehityksen esteistä.

Minkä pitäisi muuttua, jotta keinotodellisuus ja lisätty todellisuus löisi läpi. Kuka tämän muutoksen voisi käynnistää.

Miten keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden teknologioita voisi hyödyntää jo nyt, ketkä niitä Suomessa hyödyntävät. Ovatko nämä sovellukset korvattavissa perinteisemmällä teknologioilla?

Mikä on estänyt teknologioiden käyttöä haastateltavan tai tämän asiakkaiden liiketoiminnassa.

Onko haastateltavan toimintaa keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden alalla hankaloittanut sääntely?

Miten lisättyä todellisuutta ja keinotodellisuutta voisi hyödyntää liikenne- ja viestintäsektorilla

- Uuteen liiketoimintaan
- Olemassa olevan toiminnan tehostamiseen tai yksinkertaistamiseen
- Mahdollisuutena uudistaa tai laajentaa nykyistä toimintaa
- Opetuksessa tai koulutuksessa

Mitkä viestinnän ja liikenteen sovellukset ovat haastateltavan näkökulmasta helpoiten realisoituvia (ns. low-hanging fruit). Entä millä käyttökohteilla on suurimmat vaikutukset

Mitä vaatimuksia tai edellytyksiä keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden teknologiat asettavat tietoverkoille

Miten haastateltava näkee ns. nettineutraliteetin suhteessa teknologioiden hyödyntämiseen

Mitkä ovat keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden suurimmat erot käyttökohteiden tai

## Selvitettävä asia, tavoite tai kysymyksen motivaatio

näkemyksiä teknologian tulevaisuudesta.

Kysymys lähestyy uudelleen kehityksen esteitä, tarkentaen näkökulmaa kysymällä yksityiskohtaisesti tahoa jonka toiminnalla alan kehitystä voitaisiin edistää.

Kysymyksillä pyritään toisaalta kartoittamaan käytötapauksia ja keräämään tietoa siitä, mihin teknologiaa tällä hetkellä käytetään, ja toisaalta kartoittamaan mahdollisia kokonaan uusia, emergenttejä ratkaisuja, jotka teknologia on mahdollistanut.

Jälleen pyritään kartoittamaan esteitä, joita teknologian hyödyntämisen tiellä on, tällä kertaa konkreettisten esimerkkien kautta.

Spesifi kysymys koskien nimenomaan sääntelyä teknologioiden hyödyntämisen esteenä.

Spesifi kysymyssarja kartoittaa nimenomaan liikenne- ja viestintäministeriön toimialan sovelluksia.

Spesifi kysymyssarja jatkaa liikenne- ja viestintäministeriön toimialan sovelluksien tilanteen tarkentamista.

Kysymys, jolla kartoitetaan haastateltavien näkemystä verkkoliikenteen volyymistä ja laatuvaatimuksista.

Kysymys pyrkii kartoittamaan haastateltavien positiota suhteessa erääseen internetin kantavista peruseräiteistä, verkkooperaattorin velvollisuudesta välittää liikennettä sen sisällöstä riippumatta.

Kysymys kohdistuu nykytilaan, ja pyrkii kartoittamaan näiden teknologioiden kypsyyttä

## Kysymys tai aihepiiri

## Selvitettävä asia, tavoite tai kysymyksen motivaatio

–tapojen näkökulmasta.

suhteessa toisiinsa.

Miten haastateltava näkee näiden kahden teknologian erojen (käyttökohteissa ja -tavoissa) kehittyvän tulevaisuudessa.

Kysymys kartoittaa haastateltavien näkemystä siitä, kumpi teknologioista tulee yleistymään eri käyttökohteissa nopeammin.

Mikä tulee olemaan suurin keinotodellisuuden aiheuttama muutos yrityksille ja kuluttajille?

Kysymyksen tavoitteena on kartoittaa alan toimijoiden näkemystä teknologian mahdollisista vaikutuksista.

Mikä tulee olemaan suurin keinotodellisuuden aiheuttama muutos yrityksille ja kuluttajille?

Kysymyksen tavoitteena on kartoittaa alan toimijoiden näkemystä teknologian mahdollisista vaikutuksista.

Haastatteluissa kerättyjä yksittäisiä vastauksia näihin kysymyksiin ei julkaista, koska haastatteluissa käsiteltiin yrityssalaisuuksia sivuavia aihepiirejä kuten yritysten tulevaisuudensuunnitelmia tai näkemystä markkinoiden ja teknologian tulevasta kehittämisestä.

## Analyysi ja raportointi

Selvityksen viimeisenä vaiheena CGI:n konsulttiryhmä analysoi kirjallisista lähteistä löytämänsä ja haastatteluilla keräämänsä tiedot tunnistaakseen mahdolliset ja suunnitteilla olevat liikenne- ja viestintäministeriön toimialaan kuuluvat keinotodellisuuden ja lisätyn todellisuuden teknologioiden sovellukset ja teknologian kehityssuunnat. Teknologioita arvioitiin teknologisen kypsyyden ja liiketoimintamahdollisuuksien näkökulmista.

Seuraava kappale, ”metodikysymyksiä”, kuvaa analyysin taustalla olevaa ajattelua.

## Metodikysymyksiä

### Teknologisen kehityksen ennustamisesta

Vuonna 1940 Henry Ford, tuolloin 77 vuoden ikäinen, antoi haastattelun, jossa hän ilmoitti pitävänsä halpaa, jokamiehelle sopivaa lentävää autoa väistämättömänä tulevaisuuden kehityskulkuna. Ford-yhtiöiden toimiva johto ilmeisesti piti perustajansa näkemyksiä varsin kiusallisina.

Ennustaminen on tunnetusti vaikeaa: muutaman päivän sääennuste on vielä kohtuullisen tarkka, mutta jo kahden viikon päähän säätilaa on vaikea ennustaa tarkasti, ja niinkin lyhyt aikaväli kuin muutama kuukausi tekee ennustamisesta mahdotonta. Tämä johtuu siitä, että ilmasto on systeeminä kaoottinen: se on äärimmäisen herkkä sen parametrien muutoksille, ja systeeminä sen lähellä toisiaan olevat toimintapisteet – parametrien nykyarvojen kuvaama tämän hetkinen tila – voivat kehittyä täysin päinvastaisiin suuntiin tulevaisuudessa.

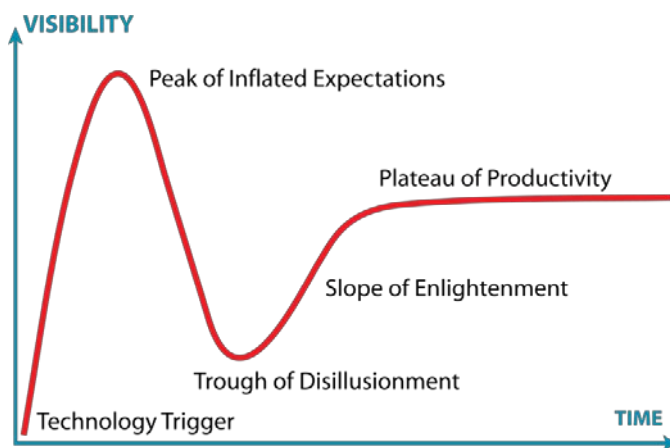


Teknologisen kehityksen ennustamisen osalta kiinnostavaa on se, missä määrin ihmiskunnan kollektiivinen ymmärrys luonnontieteistä ja osaaminen teknologiassa on kaotettava systeemi: ennustaako jokin tunnusmerkistö, esimerkiksi tähänastinen kehitys, hyvin tulevaa?

Kirjassaan Musta joutsen: Erittäin epätodennäköisen vaikutus Nassim Nicholas Taleb (2007) muistuttaa, että historia on pohjimmiltaan kertomuksellista. Ihmisinä historioitsijoilla – ja meillä kaikilla – on taipumus nähdä tarinallisia kehityskulkuja erilaisissa tapahtumissa. Se, mikä a priori ja tapahtumahetkellä todella on äärettömän epätodennäköinen ja sattumanvarainen tapahtumien sarja – sanotaan nyt vaikka ensimmäiseen maailmansotaan johtaneet tapahtumat – muuttuu historiatieteen käsittelyssä a posteriori narratiiviksi, jossa yksi tapahtuma johtaa toiseen kunnes sattuman merkitys katoaa ja toteutunut alkaa näyttää vääjäämättömältä kehitykseltä kohti jotakin.

Sovellettuna teknologian kehitykseen tämä kertomuksellisuusvirhe saa meidät glorifioimaan niitä keksintöjä ja näkemyksiä jotka johtivat onnistumiseen, ja naureskelemaan niille, jotka myöhemmin osoittautuivat vääriksi. Unohtamme helposti, että jokaista menestyväksi suuryritykseksi kasvanutta start-up –yritystä kohden on suuri määrä epäonnistumisia ja lukuisia sinänsä hyvin, mutta huomaamattomasti toimivia yrityksiä. Joskus unohtamme myös, että menestys ei välttämättä ole seurausta visionäärisestä teknologisesta edelläkävijyydestä, vaan esimerkiksi ammattitaitoisesta muotoilusta ja markkinoinnista, tai vain siitä, että yritys sattumalta osuu tuotteineen oikeaan aikaan oikeaan paikkaan.

Talebin musta joutsen –ilmiö selittää osaltaan myös Amaran lakina tunnettua kiteytystä. Roy Charles Amaran nimiin on laitettu ajatelma siitä, miten ”meillä on taipumus yliarvioida teknologian lyhyen aikavälin vaikutuksia, mutta aliarvioida pitkän aikavälin vaikutuksia”. Gartner Group visualisoi vastaavan mietelmän ns. ”Hype-käyränä”



Gartnerin hype-käyrä

Gartnerin hype-käyrä kuvaa uusien teknologioiden suhdetta valtamediaan. Suhteellisen lyhyessä ajassa teknologian julkistamisesta ("Technology Trigger") itseään ruokkiva mediahuomio paisuttaa yleisön odotukset kohtuuttomiksi ("Peak of Inflated Expectations"). Koska teknologian tutkimus, tuotekehitys ja kaupallistaminen ovat hitaita prosesseja jotka tyypillisesti etenevät yrityksen ja erehdyksen kautta, ensimmäiset uuden teknologian tuotesukupolvet eivät pysty täyttämään kohtuuttomiksi paisuneita odotuksia, ja valtamedia unohtaa teknologian ("Through of Disillusionment"). Tässä vaiheessa lukuisat teknologiainnostuksessa perustetut start-up –yritykset katoavat, ja jäljelle jää muutama kehitystyöhön panostava toimija. Toisen ja kolmannen tuotesukupolven myötä uusi teknologia kypsyy ja mahdollistaa tuottavan kaupallisen toiminnan – ja lopulta, hyvin pitkän ajan päästä – muuttaa yhteiskun-

taa, kuten Amaran laki ennustaa. Lopulta tästä kehityksestä kertova historia on narraatio, joka unohtaa epäonnistumiset ja korostaa onnistujien näkemystä ja sinnikkyyttä.

Gartnerin hype-käyrä ja Amaran laki tuntuvat oikeilta kiteytyksiltä: auto, jota 1900-luvun alussa pidettiin lähinnä hevosen korvaajana erikoisuuksia tavoitteleville herrasmiehille, on muutannut sitä, kuinka me kaavoitamme ja rakennamme kaupunkeja. Internet on muuttanut niinkin fundamentaalia asiaa kuin ihmisten välisiä keskusteluja. Toisaalta vuoden 1995 puhutuin teknologia oli ”älykäs agentti”, tietokoneohjelma joka tunnistaa toiminnan kontekstin ja avustaa käyttäjää tämän tavoitteissa. Vuonna 1997 julkaistiin ensimmäinen ”älykäs agentti”, Microsoft Wordin mukana ilmestynyt paperiliittimen muotoiseksi animoitu, epäpätevä mutta ylinnokas ”Clippy”, ja vuoteen 1998 mennessä ”älykkäistä agenteista” puhuminen oli käytännössä vaiennut. Nyt, kaksi vuosikymmentä myöhemmin, ”Clippyn” uusi inkarnaatio, tällä kertaa nimellä ”chatbot”, tekee tulemistaan valmiina muuttamaan palvelut ja kaupan.

Vain sellaiset teknologiat, joita joku yrittää kehittää, voivat jättää jäljen yhteiskuntaan. Teknologia, johon kukaan ei usko ei voi koskaan kehittyä asteelle, jolla sen vaikutuksia voisi aliarvioida. Samalla epätodennäköisten, jo kerran epäonnistuneiden teknologioiden julistaminen lopullisesti poismenneiksi on vaikeaa: sinnikkäät yrittäjät ovat lentokoneen, auton ja sarjatuoannon keksimisestä lähtien kerta toisensa jälkeen epäonnistuneet kaupallisesti kypsän lentävän auton kehittämisessä, ja silti taas tänäkin vuonna on uutisoitu lentävän auton tulemisesta (Titcomb 2017, Sippola 2017). Kylmäfuusion tutkimukseen ollaan edelleen valmiita sijoittamaan suuria rahasummia (Ritter 2016). Kun – tai ehkä kuitenkin jos – nämä kehityshankkeet, tai niitä jatkavat hankkeet, joskus tulevaisuudessa onnistuvat kaupallistamaan lentävän auton ja kylmäfuusion, Henry Fordin lausunto vuodelta 1940 muuttuu seniiliydestä visionäärisyydeksi, ja Stanley Pons sekä Martin Fleischmann muuttuvat tiedehuijareista väärinymmärretyiksi edelläkävijöiksi.

Lopulta pitää muistaa, että tutkimus ja tuotekehitys on enimmäkseen evolutiivista olemassa olevan parantamista, ja vain hyvin pieneltä osaltaan vallankumouksellisen muutoksen tavoittelua. Mullistavat, kataklystiset teknologian muutokset ovat usein seurausta Talebin musta joutsen –ilmiöstä: ne syntyvät ennustamatta, ehkä ”väärinkäyttäen” olemassa olevaa teknologiaa, kenties sivutuotteena. Erinomainen esimerkki on nykymuotoinen Internet: http-protokollan keksijä Tim Berners-Lee kehitti sen tieteellisten dokumenttien hallintaan, korostaakseen dokumenttien tietosisältöä siten, että ulkoasun päättäminen jää tekstin lukijalle – ja tämän pohjan päälle on kasvanut nykyinen World Wide Web, jossa visuaalinen ilme ja sivujen taitto on pääasia.

Tämän tulevaisuuden ennustamista koskevan näkemyksen varaan on tässä raportissa uskaltauduttu muotoilemaan muutamia viestinnän ja liikenteen teknologian ennustamisen aksioomia:

**Kataklystiset muutokset** ovat *tähän asti* lopulta olleet inhimillisesti katsoen **hitaita**, mutta toisaalta **muutosvauhti on toistaiseksi kiihtynyt** jatkuvasti. Ensimmäinen höyryvoimalla liikkuva vaunu esiteltiin ilmeisesti 1700-luvulla (joskin ensimmäinen dokumentoitu kuvaus höyryvaunusta koskee Josef Božekin vuonna 1815 rakentamaa laitetta), ja ottomoottori keksittiin 1876, mutta silti vielä pitkälle 1930-luvulle hevosvetoisen liikenteen volyymit olivat auto liikennettä suurempia. Puhelin keksittiin 1876, sähkeet jo aiemmin, ja sekä fax että sähköposti ovat molemmat 1960-luvun keksintöjä. Silti paperisen kirjepostin määrä kasvoi 2000-luvun alkuvuosiin asti. Toisaalta tämän kirjoittajat muistavat ajan jolloin jotkin kaukopuhelut piti tilata ennalta soittamalla keskukseen, ja tietokoneita oli koko Suomessa vain kourallinen: selvästikin viestintäteknologian murros on muuttunut ennennäkemättömän nopeaksi.

**Sotilasteknologia** on ainakin viime vuosiin saakka toiminut **ilmailun edelläkävijänä**. Kuumailmapallo, ilmalaiva ja lentokone sinänsä keksittiin siviilien parissa, mutta kaikkien niiden ensimmäiset sovellukset olivat sotilaallisia. Lentokoneen osalta sekä itse lentokoneen teknologia, että lentoliikennettä auttavat tekniset keksinnöt kuten esimerkiksi lentäjien koulutus simulaattoreissa on valtaosin kehitetty sotilassovelluksiin. Esimerkiksi sopii heijastusnäyttö, jota käsitellään jäljempänä tässä raportissa.

**Moottoriurheilu** on toiminut *koko tähänastisen auton historian ajan* **autojen teknologian kokeilualustana**, vaikkakin tämä yhteys katkeaa matkustusmukavuuden ja infotainment –sovellusten kohdalla.

**Moderni viestintäteknologia on yliopistotutkimuksen tulos**. Internet-teknologian juuret ovat Kalifornian yliopiston Yhdysvaltain puolustuslaitokselle tekemässä tutkimustyössä. Nimi Internet oli aluksi lyhenne sanasta Internetworking, mutta tuli lopulta tarkoittamaan Yhdysvaltain puolustuslaitoksen tutkimusrahoituksella ylläpidetyn ARPANET-verkon ja Yliopistojen välisen NSFNET-verkon yhdyskäytävää. Useat keskeiset internetin protokollat on määritelty tässä yliopistojen verkossa. Kuten yllä mainittiin, World Wide Web syntyi alun perin dokumentinhallintaan Cern-tutkimuskeskuksessa. Pakettiradio – modernin matkapuhelinverkon mahdollistanut innovaatio – syntyi sekin ARPANET –tutkimuksen yhteydessä Kalifornian yliopiston tutkijoiden työn tuloksena. Viestintäteknologian kaupallistuminen on vienyt tutkimusta suuryritysten tuotekehitysosastoille, mutta edelleen yliopistoilla on vahvat perinteet digitaali-tekniikan tutkimuksessa ja kehityksessä.

**Tutkimus- ja tuotekehitysinvestointien puute on poissulkeva kehityksen ennustaja**. Sellaista, mitä ei tutkita eikä kehitetä, ei luultavasti tulla keksimään, joten tulevat mullistavat teknologiat ovat nyt tutkittavien ja kehiteltävien asioiden joukossa. Ongelmaksi jää toisaalta tunnistaa laajan tutkimuskentän ne ilmiöt, joista kehittyy lähiaikoina jotakin kaupallisesti hyödynnettävää, ja toisaalta ennakoita emergentit, yllättävät keksinnöt joita tutkimustyön ja tuotekehityksen tuloksien soveltaminen uusilla aloilla, alkuperäistä teknologiaa ”väärinkäyttäen”, saattaa tuottaa. Kuitenkin on luultavaa, että evolutiivinen, pienin askelin tuotetta parantava kehitys on nopeinta (suhteessa alan teknologian kypsyyteen) niillä aloilla joihin panostetaan eniten.

## Vaikuttavuuden arviointi

Objektiivisilla mittareilla tarkasteltuna esimerkiksi viestintäteknologian viime vuosikymmenten murros on tapahtunut samanaikaisesti elintason kohoamisen kanssa: Suomen väestön köyhimmän desiiin ostovoimakorjatut tulot ovat kohonneet 6% vuodesta 1995 vuoteen 2003, ja lähes 11% vuosien 2004-2014 välillä (Suomen virallinen tilasto). Samaan aikaan elinajanodote on noussut miehillä 72,4 vuodesta 78 vuoteen ja naisilla 80 vuodesta 84 vuoteen (Findikaattori).

Mutta mikä osa tästä on luettava teknologisen kehityksen ansioksi tai seuraukseksi? Entä miten johtaa menneestä kehityksestä keino ennustaa tulevan teknologisen kehityksen – joka sekun on vain ennuste – vaikutuksesta yhteiskuntaan?

Tutkimuksen vaikuttavuuden arviointi on perinteisesti keskittynyt ennen muuta panos-tuotostekijöihin - siis tuotekehitysinvestoinnin ja sen ennustettujen työpaikkavaatimusten vertailuun. Teknologian ja innovaatioiden vaikutusten tunnistaminen – saati ennustaminen – on haastavaa vaikutusten pitkän aikajänteen ja hyvin tyypillisten välillisten vaikutusten vuoksi. Suomen Akatemia on kehittänyt vaikuttavuuskehikon ja –indikaattorit VINDIn (Lemola et al. 2008), joka pyrkii haastamaan panos-tuotosajattelua keskittymällä ensimmäisenä kysymyk-

senä siihen, millaisia kokonaisvaikutuksia teknologioilta ja tieteen tuloksilta voi odottaa ja odotetaan. VINDI pyrkii systematisoimaan panos-tuotosajattelun ulkopuolisten vaikuttavuustekijöiden tunnistamisen nimeämällä neljä vaikuttavuusaluetta, joilla teknologian vaikutuksia arvioidaan. Kullakin vaikuttavuusalueella indikaattoreina tarkastellaan panoksia, tuotoksia, toimintoja, prosesseja ja taloudellis-yhteiskunnallisia vaikutuksia koskevia tietoja, joiden kautta VINDI pyrkii kuvaamaan ja jäsentämään uusien teknologioiden vaikutuksia yhtenäisellä esitystavalla.

VINDIn neljä vaikuttavuusaluetta ovat 1. talous ja uudistuminen, 2. osaaminen ja oppiminen, 3. suomalaisten hyvinvointi ja 4. ympäristö.

Tässä raportissa kuvattu selvitys on soveltanut VINDI-menetelmää soveltuvin osin, siinä määrin kuin selvityksen laajuus on mahdollistanut täysimittaisen vaikuttavuusarvioinnin. Kaikilta osin selvitystyön laajuus ja aikataulu eivät kuitenkaan ole mahdollistaneet laajaa, normatiivista, monialaista ja läpileikkaavaa tarkastelua.



