

Mauno Lounakoski

**SOSIAALISEN LAAJENNETUN TODEL-
LISUUDEN (SXR) HYÖDYNTÄMINEN
KIINTEISTÖN ELINKAARELLA**

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Diplomityö
Toukokuu 2019

TIIVISTELMÄ

Mauno Lounakoski: Sosiaalisen laajennetun todellisuuden (SXR) hyödyntäminen kiinteistön elinkaarella
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikan DI-tutkinto-ohjelma
Toukokuu 2019

SXR teknologialle on kiinteistön elinkaarella paljon käyttökohteita ja kiinteistö- ja rakentamisala voi olla teknologian käytön edelläkävijä. Käyttökohteet voidaan jakaa osallistamisen, yhteistyön, etätuen, koulutuksen ja markkinoinnin kokonaisuuksiin. Haastatelluista yrityksistä noin puolet näki kaikki kokonaisuudet itsensä kannalta jollain tavalla tärkeinä ja osallistaminen sekä yhteistyö nousivat yleisesti potentiaalisimmiksi käyttöskenaarioiksi. Työpajoissa virtuaalinen Big Room, kaava-kehitys ja työmaakokoukset äänestettiin suurimman kehityspotentiaalin käyttötapauksiksi. Teknologian suurimmat mahdollisuudet ovat paikkasidonnaisuuden poistaminen ja vuorovaikutuksen selkeyttäminen.

Suurin osa yrityksistä on teknologian käytön suhteen samassa tilanteessa. Laitteistojen ja sovel-luksien laajamittaisista kokeiluista huolimatta tuotteistukseen asti ei olla edetty. SXR nähdään mielenkiintoisena, mutta siihen suhtaudutaan varauksella, koska tarkkoja käyttöskenaarioita ja arvoa tuottavia tekijöitä ei ole tunnistettu. Kehitys etenee suuntaan, jossa SXR-teknologia yh-dessä rakennuksien tietomallien kanssa yhdistää alustana kiinteistön elinkaaren sidosryhmiä ja vaiheita. Näyttölaitteiden osalta käyttö siirtyy helppokäyttöisiin itsestään toimivien laitteisiin.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli lisätä ymmärrystä sosiaalisen laajennetun todellisuuden arvon tuottamisen mahdollisuuksista kiinteistön elinkaarella. Kirjallisuuskatsauksella kerättiin tietoa SXR:n kokonaisuuden ymmärtämisestä ja teknologian kanssa käytettävistä laitteista. Työpajojen ja teemahaastatteluiden avulla kartoitettiin SXR:n käyttösovellutuksia kiinteistön elinkaarella, sel- vitettiin yritysten teknologian hyödyntämisen nykytilannetta ja mietittiin SXR:n käytön hyötyjä sekä esteitä.

Laajennettu todellisuus (XR) muodostuu virtuaalitodellisuudesta (VR), lisätystä todellisuudesta (AR) ja yhdistetystä todellisuudesta (MR). Sosiaalisuuden etuliitteellä tarkoitetaan ihmisten välistä vuorovaikutusta eri todellisuuksien avulla, mutta SXR mahdollistaa myös pelillistämisen ratkaisui- den hyödyntämisen. Oculus Quest VR-lasit ja Varjon VR-1 lasit ovat VR laitteiden seuraavia kehi- tysaskeleita ja HoloLens 2 määrittelee tällä hetkellä MR:n näyttölaitteiden tason. Kiinteistö- ja rakentamisalalla virtuaalitodellisuutta hyödynnetään tällä hetkellä rakennuksien tietomallien tar- kastelussa ja loppukäyttäjien osallistamisessa, mutta ratkaisujen virtuaalimaailmoissa ei ole sa- manaikaisesti useampia henkilöitä.

Kiinteistö- ja rakentamisalan digitalisaation vauhti kiihtyy entisestään. Uusille teknologioille etsi- tään käyttötarkoituksia ja erityisesti kommunikoinnin selkeyttämiseen sekä prosessien tehostami- seen mietitään keinoja. Sosiaalinen XR on potentiaalinen teknologia kehittämään kiinteistö- ja rakentamisalaa, mutta sen käytön tutkimiselle on tarvetta.

Avainsanat: Kiinteistön elinkaari, Virtuaalitodellisuus, Lisätty todellisuus, Yhdistetty todellisuus, Laajennettu todellisuus, Sosiaalinen laajennettu todellisuus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Mauno Lounakoski: Utilizing social extended reality (SXR) during real estate's lifecycle
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Degree Program in Construction Technology
May 2019

SXR technology has many possible use cases in the real estate's lifecycle and real estate and construction business can be its forefront user. Use cases can be divided into involvement's, collaboration's, remote support's, education's and marketing's big picture use case scenarios. Approximately half of the interviewed companies saw all the big picture use cases somewhat important to their company and involvement and collaboration rose as the most potential use case scenarios. Virtual Big Room, zoning development and construction site meeting were voted as the greatest potential of development use cases in the workshops. The biggest possibilities of the technology are removing location-based working and clarifying interaction.

Most of the companies are in the same situation with the technology. Productization has not been started despite the widescale experiments with hardware and applications. SXR is seen as interesting technology, but people proceed cautiously with it because specific use cases and value making factors have not been defined yet. Development will head to the direction where technology together with BIM unifies real estate's stakeholders and phases. Usage of HMD's heads to the direction of user-friendly standalone devices.

The goal of this Master of Science thesis was to increase the understanding of social extended reality's value producing possibilities in the real estate's lifecycle. Literature review accumulated information on understanding the entirety of SXR and hardware being used with it. Workshops and interviews surveyed SXR's use cases in the real estate's lifecycle, examined the situation of companies' invocation of the technology and contemplated the benefits and obstacles of using SXR.

Extended reality (XR) forms of virtual reality (VR), augmented reality (AR) and mixed reality (MR). Prefix social means interaction between humans through different realities, but SXR also enables utilizing gamification solutions. Oculus Quest and Varjo VR-1 are the next development steps of VR headsets and HoloLens 2 currently defines the level of MR head mounted displays (HMD). In the real estate and construction business virtual reality is being used for inspecting building information models (BIM) and involving end users, but in those solutions several people have not gone to the virtual world at the same time.

Real estate and construction business' digitalization speed is accelerating still. Ways to use new technologies are being looked out for and especially clarifying communications and making processes more efficient are things being focused on. Social XR is a potential technology for developing real estate and construction business, but there is a need for researching its usage.

Keywords: Real estate's lifecycle, Virtual reality, Augmented Reality, Mixed Reality, Extended Reality, Social Extended Reality

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty tutkimusapulaisen tehtävien ohessa Tampereen Yliopiston kiinteistökehittämisen oppituoliin syksyn 2018 ja kevään 2019 välisenä aikana. Työtä tehdessä syksyni kului teorian läpikäymiseen, viimeisten opintopisteiden keräämiseen ja tutkimusapulaisen tehtävien suorittamiseen. Haastattelut ja kirjoittamisen suoritin pääasiassa vasta vuoden 2019 puolella, kun muut kiireet olivat hellittäneet ja siksi työ venyi tavoiteaikataulua pidemmälle. Pitkien työpäivien jälkeen sain kirjoittamisen vietyä hioamista vaille loppuun asti ennen uuden täysipäiväisen työn aloittamista. Lopulliset muutokset tein työn ohessa ennen viimeistellyn työn palauttamista.

Haluan antaa erityiset kiitokset tämän diplomityön ohjaamisesta ja esimiehenäni toimimisesta tutkijatohtori Jukka Puhdolle. Positiivinen ja rakentava palaute oli jatkuvaa koko prosessin ajan ja työtä oli mukava tehdä. Kiitokset myös muille SXR-hankkeen jäsenille Osku Torrolle, Henri Pirkkalaiselle ja Henri Jalolle mukavasta työilmapiiristä ja vinkeistä diplomityön suhteen. Samanhenkisten ihmisten kanssa oli ilo työskennellä nyt ja toivotavasti myös jatkossakin. Lopuksi vielä kiitokset vanhemmilleni ja veljilleni kannustuksesta ja tuesta diplomityön sekä koko opintopolun aikana. Diplomityön tekeminen toi itselleni uusia tuttavuuksia, työpaikan sekä runsaasti tietotaitoa teknologiasta, joka muokkaa kiinteistö- ja rakentamisalaa. Tästä on hyvä jatkaa seuraavien haasteiden pariin.

Tampereella, 11.5.2019

Mauno Lounakoski

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	3
1.3	Tutkimuksen rakenne ja rajaukset.....	4
2.	KIINTEISTÖN ELINKAARI.....	6
2.1	Elinkaaren vaiheet	6
2.2	Muodostettu prosessimalli	9
3.	SOSIAALINEN LAAJENNETTU TODELLISUUS.....	10
3.1	Laajennettu todellisuus.....	10
3.1.1	Virtuaalitodellisuus	10
3.1.2	Lisätty todellisuus	12
3.1.3	Yhdistetty todellisuus.....	14
3.2	Vuorovaikutus	15
3.2.1	Viestintä	15
3.2.2	Ihmisten virtuaalinen vuorovaikutus.....	16
3.3	Pelillistäminen.....	18
3.4	Teknologiatutkimukset.....	19
3.5	Laitteistot.....	20
3.5.1	VR-lasit	20
3.5.2	AR-lasit ja MR HMD.....	22
3.6	Tapaustutkimukset	24
3.7	Yritysten käytännön SXR-sovellutuksia	25
3.7.1	Pelillistäminen.....	25
3.7.2	Osallistaminen ja kommunikointi	26
3.7.3	Koulutus ja perehdytys.....	27
3.7.4	Etätuki ja työnohjaus.....	28
3.7.5	Markkinointi.....	29
3.8	Teoriaosuuden yhteenveto.....	30
4.	TUTKIMUKSEN METODIIKKA	32
4.1	Tutkimusmenetelmät.....	32
4.2	Haastatteluiden ja työpajojen toteutus.....	33
5.	TUTKIMUKSET TULOKSET.....	39
5.1	Käyttökohteet	39
5.1.1	Käyttäjien ja asukkaiden osallistaminen.....	39
5.1.2	Yhteistyö ja kommunikointi.....	40
5.1.3	Työnohjaus ja etäohjeistus	42
5.1.4	Koulutus ja perehdytys.....	43
5.1.5	Markkinointi ja palvelualustat	43
5.1.6	Yhteenveto	44
5.2	Hyödyntämisen nykytilanne.....	45

5.2.1	Teknologian käyttö	45
5.2.2	Asenteet.....	48
5.2.3	Kehitystrendit.....	49
5.3	Käyttökohteiden ja SXR:n toimivuus	51
5.3.1	Haasteet	51
5.3.2	Mahdollisuudet.....	53
5.3.3	Potentiaalisimmat ratkaisut.....	54
6.	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	56
6.1	Johtopäätökset	56
6.1.1	SXR:n kokonaisuus.....	56
6.1.2	SXR-teknologia ja -sovellukset	57
6.1.3	Käyttömahdollisuudet SXR:lle	59
6.1.4	SXR:n hyödyntämisen nykytilanne	60
6.1.5	SXR:n käytön hyödyt ja esteet.....	62
6.2	Tutkimuksen arviointi	64
6.3	Jatkotutkimukset.....	65
	LÄHTEET.....	67

LIITE A: HAASTATTELURUNKO

LYHENTEET JA MERKINNÄT

3D	engl. Three dimensional, Kolmiulotteinen
AR	engl. Augmented Reality, Lisätty todellisuus
BIM	engl. Building Information Model, Rakennuksen tietomalli
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
CMC	engl. Computer-Mediated Communication, Tietokonevälitteinen viestintä
CVE	engl. Collaborative virtual environment, Yhteistyön virtuaaliympäristö
DoF	engl. Degree of Freedom, Vapausaste
FoV	engl. Field of View, Näkökenttä
GPS	engl. Global Positioning System, Maailmanlaajuinen paikallistamisjärjestelmä
HMD	engl. Head Mounted Display, Head Mounted Display-näyttölaite
IDC	engl. International Data Corporation, Kansainvälinen data yhtiö
IFC	engl. Industry Foundation Classes, Kansainvälisen BuildingSMART-järjestön kehittämä avoin XML-pohjainen tiedostomuoto
IoT	engl. Internet of Things, Esineiden internet
KIRA	Kiinteistö- ja rakentamisala
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
MR	engl. Mixed Reality, Yhdistetty todellisuus
QR-koodi	engl. Quick Response Code, Kaksiulotteinen kuviokoodi
SAR	engl. Social Augmented Reality, Sosiaalinen lisätty todellisuus
SMR	engl. Social Mixed Reality, Sosiaalinen yhdistetty todellisuus
SVR	engl. Social Virtual Reality, Sosiaalinen virtuaalitodellisuus
SXR	engl. Social Extended Reality, Sosiaalinen laajennettu todellisuus
TAM	engl. Technology acceptance model, Teknologian hyväksyntä malli
TSI	engl. Transformed Social Interaction, Muunneltu sosiaalisen vuorovaikutus
VDC	engl. Virtual Design and Construction, Virtuaalinen suunnittelu ja rakentaminen
VR	engl. Virtual Reality, Virtuaalitodellisuus
WMR	Windows Mixed Reality
XR	engl. Extended Reality, Laajennettu todellisuus

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Elämme kaupungistumisen, yhteisöllisyyden sekä digitalisaation aikakautta ja kiinteistö- ja rakentamisala on tämän aikakauden keskiössä. Kiinteistöt liittyvät ihmisten elämään vuorokauden ympäri ja kaupungit muuttuvat kasvaessaan palvelevampaan suuntaan. KIRA-digi on jo muutaman vuoden vauhdittanut alan digitalisaatiota hallituksen kärkihankkeena ja KIRA-foorumeissa digitalisaatio on ollut vahvasti mukana puheenaiheissa (2016, 2017, 2018). Kyse ei ole pelkästään älykkäistä rakennuksista vaan älykkäistä kaupungeista, joita pitää arvioida lopputuloksien ja niiden sisällön kautta. Kiinteistöjä rakennetaan niiden käyttäjien tarpeiden mukaan ja kaupungeja kehitetään sen asukkaita ajatellen sisältä ulospäin. Digitalisaatio muokkaa kokonaisuuksia sekä lähestymistapoja ja sen vauhti vain kiihtyy tulevien vuosien aikana.

Paul Milgram esitteli vuonna 1994 virtuaalijatkumon, joka tarkoittaa skaalaa kaiken täysin virtuaalisen ja todellisen välillä (Milgram et al. 1994). Jatkumossa esitetään (Kuva 1) yhdistetty todellisuus (MR) ja lisätty todellisuus (AR), mutta ei virtuaalitodellisuutta (VR), koska tuohon aikaan se ajateltiin yleiskäsitteeksi ja esim. MR-näyttölaitteet olivat VR-teknologian osajoukko (Milgram & Kishino 1994). Jatkumon Virtual Environment voidaan kuitenkin ajatella virtuaalitodellisuutena.



Kuva 1. Virtuaalijatkumo (Milgram et al. 1994)

Uudempi termi on laajennettu todellisuus (XR), joka käsittää ja yhdistää kaiken virtuaalijatkumon sisällä olevan. Käytännössä termillä tarkoitetaan virtuaalisia ja todellisia ympäristöjä, jotka on yhdistetty tietokoneiden tai puettavien laitteiden avulla. (Irvine 2017) XR voidaan ajatella ylijoukkona VR:lle, AR:lle, MR:lle sekä 360-asteen videoille. Tulevaisuudessa teknologioiden kehittyessä ja sulautuessa on kuitenkin mahdollista, että puhumme pelkästään XR:stä muiden termien hävitessä pikkuhiljaa (Joyce 2018).

Tämä tutkimus käsittelee sosiaalista laajennettua todellisuutta (SXR). Terminä SXR ei ole virallinen, mutta se auttaa murrosvaiheessa olevan teknologian sosiaalisten puolien esille tuomista ja niihin keskittymistä. S-kirjainta voidaan käyttää myös VR:n edessä, jolloin puhutaan sosiaalisesta virtuaalitodellisuudesta (SVR). Stanfordin yliopiston ihmisten

virtuaalisen kanssakäymisen laboratorion perustanut Jeremy Bailenson ennusti vuonna 2011, että kolmen vuoden sisään ihmiset eivät pelkäästään kommunikoisi internetissä tuotetun tekstin vaan digitaalisten omakuvien eli avatarien avulla (Bailenson, J. 2011). Bailensonin ennustus ei aivan toteutunut, koska Tekla Perryn artikkeli käsitteli VR:n siirtymistä sosiaaliseen aikaan vasta viiden vuoden kuluttua (Perry 2016). Nykyään Sansar, High Fidelity, suomalainen Glue, Oculus Rooms ja Microsoftin 2017 syksyllä ostama AltspaceVR ovat kaikki sosiaalisen VR:n alustoja, joissa ihmiset ovat vuorovaikutuksessa keskenään puheen ja avatarien eleiden välityksellä ja kyselyjen mukaan käyttäjät haluavat virtuaalitodellisuuteen entistä enemmän sosiaalisuutta (Koetsier 2018).

SXR on teknologia, jolla on mahdollisuus muuttaa koko rakennushankkeen toimintatapoja ja rooleja. Se antaa mahdollisuuden toteuttaa asioita, joihin ei ole ennen pystytty, nopeuttaa prosesseja sekä helpottaa asukkaiden ja käyttäjien huomioonottamista. (Lorne 2019, Sharifi 2018, Nuutinen 2017) Teknologiaa on olemassa, mutta selkeät käyttötarkoitukset sekä tieto ja ymmärrys niiden toimivuudesta puuttuvat. Suomen rakennusallalla virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä on lähiaikoina tutkittu virtuaalimallityöpajoissa ja arkkitehtuurisessa suunnittelussa, mutta julkisesti sosiaalista virtuaalitodellisuutta on tutkittu vain yleisesti sosiaalisuuden osalta (Strandman 2018, Nuutinen 2017, Holopainen et al. 2019). Lisätyn todellisuuden sosiaalista puolta on tutkittu teknologian käyttöönoton kannalta, mutta käyttösovellutuksia ei ole mietitty suuremmassa mittakaavassa (Jalo et al. 2018).

XR-teknologioiden liiketoiminnan kasvu on viime vuosina ollut suurta eikä sen kasvussa näy hidastumisen merkkejä. International Data Corporation (IDC) on ennustanut, että AR- ja VR-teknologioiden liikevaihtojen vuosittainen kasvu on kaudella 2017-2022 69,8 % ja ARTilleryn mukaan XR-teknologioiden maailmanlaajuinen liikevaihto kasvaa vuoteen 2022 mennessä \$56 miljardiin, josta yli puolet on yritysten AR käytön tuottamaa (2018, Torchia & Shirer 2018). Lisäksi Superdata on ennustanut, että tunnetun VR-lasivalmistaja Oculuksen keväällä myyntiin tuleva Quest-malli myy pelkäästään vuoden 2019 aikana kolme kertaa enemmän kuin sen edeltäjä Oculus Rift myi ensimmäisen 12 kuukauden aikana (2018). Teknologia kehittyy jatkuvasti ja sen käyttö laajenee erityisesti sosiaalisuuden puolelle. Yritysten tehtäväksi jää keksiä ja ottaa käyttöön juuri sille sopivat XR:n käyttöratkaisut, jos he haluavat pysyä kehityksessä mukana.

Kiinteistö- ja rakentamisalan markkinoilla on jo käytössä ratkaisuja, jotka mahdollistavat esimerkiksi myytävien kiinteistöjen tietomallien esittelemisen VR- ja AR-maailmoissa, mutta yleensä niissä vain yksi henkilö kerrallaan on päässyt katselemaan mallia. Etenkin suunnitteluyrityksillä on CAVE-tiloja, joiden avulla useampi henkilö pystyy samanaikaisesti tarkastelemaan rakennuksen tietomallia (BIM, building information model) 3D-laseilla. CAVE-ratkaisujen tarkoitus on ollut osittain paikata XR:n sosiaalisen puolen puuttuminen, mutta ratkaisuna se ei ole pitkäkestoinen paikkasidonnaisuuden ja kaikkien käyttäjien huonon laajemman osallistamisen takia. Tarvetta olisi mobiilille, helppokäyttöiselle ja kustannustehokkaalle korvaavalle ratkaisulle.

Iris Prospect ja InsiteVR ovat VR-sovelluksia, joissa useampi ihminen pystyy liikkumaan omalla avatarillaan sekä esimerkiksi liittämään kommentteja tietomalliin ja vuonna 2018 julkaistut Oculus Go-lasit olivat vastaavasti ensimmäiset ilman erillistä liitettävää laitetta toimivat VR-lasit. Teknologia ja sovellukset ovat jo olemassa, joten keskustelu ja tutkiminen eivät koske niitä vaan sitä, kuinka niitä voidaan hyödyntää. Kiinteistökehitysprosessin vaiheissa on useita erilaisia sidosryhmiä, joiden SXR:n hyödyntämispotentiaalit sekä -tavat poikkeavat runsaasti toisistaan. Tämä potentiaali pitää pystyä tuomaan esille ja kohdistettua oikein.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Sosiaalinen XR tarjoaa lukemattomia mahdollisuuksia, jotka täytyy pystyä yksilöimään rakennushankkeen eri vaiheille. Esimerkiksi hankkeita suunniteltaessa ja niitä markkinoitaessa käytetään täysin toisistaan poikkeavia XR-sovellutuksia. Yksilöimisen lisäksi käyttötarkoituksille pitää myös pystyä määrittämään arvoa tuottavat tekijät. Yrityksien pohjimmainen tarkoitus on tuottaa voittoa ja siksi on oltava selkeää, kuinka yritys hyötyy SXR-tekniikan käyttämisestä ja miksi sen kannattaa muuttaa käytäntöjään sen vuoksi. Arvoa tuottavista tekijöistä voidaan tämän jälkeen muodostaa malleja, joiden avulla yritysten on helpompaa ottaa teknologiaa käyttöön sekä tulevaisuudessa optimoida sen käyttöä.

Käsitykset ja tieto XR-tekniikasta vaihtelevat paljon kiinteistö- ja rakentamisalan eri toimijoiden keskuudessa. Teknologiaa voidaan olla jo kokeiltu ja otettu vakituiseen käyttöön tai sitten tieto rajoittuu käsitteiden tasolle, koska selkeitä hyödyntämismahdollisuuksia ei ole vielä löydetty. Tämän tutkimuksen tavoitteena on lisätä ymmärrystä sosiaalisen laajennetun todellisuuden arvon tuottamisen mahdollisuuksista kiinteistön elinkaarella.

Tavoite jakautuu viiteen eri tutkimuskysymykseen:

1. Mitä SXR:llä ymmärretään?
2. Millaisia teknologioita SXR:ssä hyödynnetään?
3. Millaisia käyttömahdollisuuksia SXR:llä on kiinteistön elinkaarella?
4. Mikä on yritysten SXR:n hyödyntämisen nykytilanne?
5. Mitkä ovat SXR:n käytön hyödyt ja esteet?

Tämä tutkimus pohjautuu käyttötarkoitusten kehittämiseen systemaattisen työpajatyöskentelyn sekä haastatteluiden avulla ja mitä enemmän niitä on, sen parempi. Käyttöskenaarioista tulee löytyä diversiteettiä, koska kiinteistön elinkaaren vaiheet eroavat toisistaan ja haluamme kattaa ne mahdollisimman monipuolisesti. Tavoitteena on kehittää kirjallisuuden pohjalta mietityille sekä työpajoissa esille nousseille käyttökohteille yhteen kasaavia käsitteitä ja määritelmiä, jotta pystymme helpommin käsittelemään laajoja kokonaisuuksia. Käsitteillä ja käyttökohteilla pystymme esittelemään ideoita yrityksille ja saamaan heiltä rakentavaa palautetta sekä kenties uusia ideoita. Samalla saamme kuvan

yrietyksien SXR-teknologian käyttötilanteista ja asenteista sitä kohtaan. Lopuksi pysytymme muodostamaan kuvan potentiaalisimmista käyttökohteista.

1.3 Tutkimuksen rakenne ja rajaukset

Tutkimuksen teoriaosuus koostuu kiinteistön elinkaaren läpi käymisestä ja sosiaalisen laajennetun todellisuuden osa-alueista. Kiinteistön elinkaarelle muodostetaan kirjallisuuden pohjalta elinkaaren prosessimalli, joka tukee SXR:n hyödyntämistä. Tässä työssä ei ole tarkoitus muuttaa kiinteistöjen prosessiajattelua ja elinkaaren vaiheiden rooleja, mutta SXR:n käytön ymmärtämisen kannalta perinteiset mallit eivät ole riittäviä.

SXR kappale jakaantuu laajennetun todellisuuden, vuorovaikutuksen, pelillistämisen, teknologiatutkimuksien, laitteistojen, yritysten käytännön SXR-sovellutuksien ja yhteenvedon kappaleisiin. XR kappaleessa esitellään ylijoukon sisältämät VR-, AR- ja MR-teknologiat määritelmien, ominaispiirteiden ja sosiaalisuuden osalta. Vuorovaikutuksen kappale jakautuu viestintään ja ihmisten virtuaaliseen vuorovaikutukseen. Viestinnässä käsitellään sosiaalisuuteen liittyviä asioita, jotka tulevat vastaan XR-maailmassa. Käsittely pidetään pintapuolisena ja poissa yhteiskuntatieteiden puolelta, koska vuorovaikutuksen syvimpien olemuksien tutkiminen ei ole rakennusalan tehtävä. Virtuaalisesta vuorovaikutuksesta esitellään muutama virtuaaliympäristöihin olennaisesti liittyvä teoria.

Pelillistäminen on uusi termi ja siksi sen kappaleessa keskitytään määritelmän, keinojen ja käyttökohteiden läpi käymiseen. Luodaan ajatuksia pelillistämisen käytölle kiinteistö- ja rakentamisalalla, mutta ei oteta kantaa menetelmiin liittyviin tutkimuksiin ja varsinaisiin peleihin. Teknologiatutkimuksissa tuodaan esille tutkimuksien ja teknologian omaksumisen tilannetta sekä haasteita ja luodaan pohjaa laitteistojen kappaleelle. Laitteistoista käydään läpi XR-teknologioiden tunnetuimpia Head Mounted Display -näyttölaseja (HMD). Käsiteltävänä on HMD-näyttölasiin luokittelu, nykyinen taso, haasteet ja tulevaisuuden näkymät. Näyttölasiin sisältämää tekniikkaa ei käsitellä, koska se ei ole olennaista tämän tutkimuksen kannalta.

Tapaustudkimuksissa käsitellään kiinteistö- ja rakentamisalaa liittyviä laajennetun todellisuuden tutkimuksia, jotka tuovat esille sosiaalisen XR:n käytön mahdollisuuksia. Yrityksien käytännön sovellutuksissa kirjallisuudesta etsitään viiden eri kokonaisuuden edistyneimmät SXR-sovellutukset, jotka toimivat lähtötasona keksittäville käyttötarkoituksille. Emme huomioi artikkeleita, jotka käsittelevät mahdollisia käyttötapauksia, vaan keskitymme toteutettuihin ideoihin.

Tutkimuksen metodologiassa tieteelliset tutkimusmenetelmät; tutkimusstrategia, johtopäätösten tekeminen, ajallisuus ja aineistonkeruumenetelmät käydään periaatteellisella tasolla läpi ja lisäksi perustellaan, miksi tässä tutkimuksessa on käytetty tiettyjä menetelmiä. Toisessa osakappaleessa käytettyjen menetelmien toteutus pyritään kuvaamaan niin

yksityiskohtaisesti, että tutkimuksen toistaminen olisi tietyt rajoitukset huomioiden mahdollista.

Työn empiirisessä osuudessa työpajojen ja haastattelujen tulokset jaetaan käyttökohteiden, hyödyntämisen nykytilanteen ja käyttökohteiden sekä SXR:n toimivuuden kappaleisiin. Käyttökohteissa käydään läpi hankevalmistelun ensimmäisissä työpajoissa esitellään nousseita skenaarioita, joiden pohjalta kirjallisuuskatsauksen avulla kehitetään uusia käyttötapauksia sekä muodostetaan kokonaisuuksia helpottamaan käytön hahmottamista. Nykytilanteessa kartoitetaan yritysten teknologian käyttöä, asenteita ja tulevia kehitystrendejä. Haastatteluista kerätään lisäksi mielipiteitä mietittyjen käyttötarkoitusten haasteista, mahdollisuuksista ja esitellään käyttöskenaarioista yritysten kannalta potentiaalisimmat käyttöratkaisut. Yhteenvedossa koostetaan tutkimuksen teoriaosuus ja tulokset sekä pohditaan niissä esille nousseita asioita. Lisäksi arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta ja tieteellistä arvoa sekä pohditaan mahdollisia jatkotutkimuksia.

2. KIINTEISTÖN ELINKAARI

2.1 Elinkaaren vaiheet

Kiinteistön elinkaari voidaan mallintaa monella tavalla näkökulmasta ja roolista riippuen, mutta esimerkiksi Kiiras-Tammilehto mainitsee kiinteistökehittämisen osalta kolme erilaista prosessimallia (Kiiras & Tammilehto 2014). Miles et al. -kirjan malli pohjautuu ideoiden keksimiseen sekä niiden kehittämiseen eikä mallissa oteta huomioon erikseen markkinointia (Miles et al. 2000). Cadmanin-Toppingin prosessissa ideointia ei vastavasti korosteta ja prosessi keskittyy pääpiirteisempään hankevaiheistukseen käynnistämisen, hankinnan ja toimeenpanon avulla (Cadman & Topping 1999). Kykyrin-Kiiraksen mallin prosessijaon vaiheista heijastuu suurempi paneutuminen kiinteistöpitäjän näkökantaan sekä kehityskohteiden hakemiseen.

Kaikista mainituista malleista voidaan muodostaa 8-vaiheinen prosessi, vaikkakin Kykyrin-Kiiraksen malli yleensä esitellään 6-vaiheisena ilman suunnittelu- ja rakentamisvaiheita. Päätöksenteko tapahtuu prosessien eri vaiheiden lopussa, jolloin prosessi on mahdollista keskeyttää ja Miles et al. -kirjan mallissa vielä vaiheen neljä jälkeen voidaan palata alkuun, jos prosessi ei osoittaudukaan kannattavaksi. (Kiiras & Tammilehto 2014) Tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ole kuitenkaan esitellä muiden kehittämiä eri näkökulmien prosesseja yksityiskohtaisemmin vaan analysoida niitä ja luoda sekä esitellä niiden pohjalta oma näkemys kiinteistön elinkaaresta, joka toimii parhaiten SXR:n hyötyjen esille tuomiseen.

Kiinteistökehityksessä prosessi lähtee liikkeelle kehityskohteista, jotka voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan: kaavakehittämiseen, kiinteistöjalostukseen ja hankekehittämiseen. Prosessin ensimmäinen vaihe voi muodostua haastavaksi ideoiden keksimisen kannalta, mutta samalla se on täynnä luovuutta ja antaa mahdollisuuksia erilaisten asioiden kokeilemiselle. Kiinteistökehityksen mallit eivät yleensä sisällä kaavakehittämistä, mutta elinkaaren kannalta se on olennainen osa. Kaavakehittämisessä voidaan hakea tuottoa joko kaavoittamalla raakamaata tai hakemalla muutoksia jo kaavoitettuun alueeseen. Kaupungeilla on omia kaavakehitysprosessimalleja, joiden mukaan he toimivat. Helsingin kaupungin prosessi on nelivaiheinen (Kuva 2).



Kuva 2. Helsingin kaupungin kaavoituksen prosessi

Kaupungin eri tahot ja maanomistajat voivat tehdä aloitteen kaavan laatimiseksi ja kaavamuu-
tosta ryhdytään laatimaan, jos kaupunki pitää sitä tarkoituksen mukaisena. Helsingissä
aloitus sisältää osallistumis- ja arviointisuunnitelman, mutta esimerkiksi Tampereen
kahdeksan vaiheisessa prosessimallissa se, vireillepano ja luonnosvaihe muodostavat
omat vaiheensa ennen kaavaehdotuksen laatimista. Tampereen malli on jaotellumpi kuin
Helsingin, mutta se ei tee siitä selkeämmin hahmotettavaa. Helsingissä kaavasta valitta-
minen on sulautettu hyväksymisen alle ja prosessi johtaa voimaantuloon, mutta Tampe-
reella valittaminen on jaoteltu omaksi vaiheeksi prosessin loppuun sen kestävyuden ja
hankaluuden takia. Kaavoituksen prosessia on kritisoitu kankeaksi sekä vanhanaikaiseksi
ja sen suurimpana haasteena on nähty lopun valitusprosessi, joka voi pahimmillaan kestää
vuosia (Vekkilä et al. 2018).

Tarveselvitys, hankesuunnittelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, rakennuslupavaihe
ja toteutussuunnittelu ovat suunnittelun vaiheita, jotka hajautuvat hankkeen eri osiin ja
urakkamallista riippuen saattavat tapahtua päällekkäin esimerkiksi rakentamisen kanssa
(Junnonen & Kankainen 2016). Suunnittelua tehdään yhä enenemissä määrin laajenne-
tussa todellisuudessa hyödynnettävien tietomallien pohjalta. Rakennuslupavaihe
joiden tietomalliosaaminen on vahvaa suhteessa alan muihin toimijoihin, mutta kehitet-
tävää löytyy eri suunnittelualojen yhteistyössä ja mallintamisen ohjaamisessa sekä kor-
jausrakentamisessa, jossa lähtötilanteet poikkeavat toisistaan (Risulahti 2016, Kerosuo et
al. 2017).

Eri suunnittelualojen malleista tehdään yhdistelmämallia ja mallinnusta ohjaa yleensä
tietomallikoordinaattori, jonka työ on muita neuvomalla tehdä oma työnsä tarpeetto-
maksi. Suunnittelun osalta suurin ongelma on tilaaja, joka ei välttämättä tiedä millaisen
mallin hän haluaa. Ongelma heijastuu työmaille ja ylläpitoon, kun malleista ei saada ulos
tarvittavaa tietoa. (Halmetoja 2017) Ylläpidossa haasteena on lisäksi mallien päivittämi-
nen, josta ei ole vielä selkeää käsitystä tai jota ei välttämättä haluta tehdä kustannussyistä
(Halmetoja 2017, Kiviniemi 2017).

Kiinteistön rakentaminen pitää sisällään urakointia ja sen valvontaa, aikatauluja, velvol-
lisuuksia, erimielisyyksiä ja erilaisia yhteistyön muotoja (Junnonen & Kankainen 2016).
Työmaat ovat perinteisiin nojaavia ja digitalisaatiota on vastusteltu, vaikka rakennusalan
tuottavuuden kehitys on ollut muita aloja selkeästi hitaampaa. Vähitellen etenkin isot ra-
kennusyritykset ovat kuitenkin alkaneet kokeilemaan erilaisia digitaalisia menetelmiä
tuottavuuden parantamiseksi ja halua merkittävämmälle työmaiden digitalisoimiselle löy-
tyy. (Mölsä 2018)

SXR:n kannalta olennaiset tietomallit on nähty liian pitkään pelkästään suunnittelijan työ-
kaluna ja edellytykset niiden hyödyntämiseen rakennustyömailla vaihtelevat runsaasti
(Alajoki 2016). Tietomallintamisen hyötyjä on kartoitettu omaperusteisessa asuinkerros-
talotuo-
tannossa sekä työmailla ja käytön kehittämistä on tutkittu rakennustuotannossa,

mutta silti parhaimmassakin tapauksessa käyttö saattaa rajoittua määrälaskennan tekemiseen mallin avulla (Simpanen 2018, Katajamäki 2017, Razaqi 2014). Rakennuksien tietomallinnusosaamisen kasvaessa edellytykset SXR:n käytölle kasvavat ja se voidaan nähdä yhtenä rakennuksien tietomallintamisen tuovana hyötynä (Lain 2017).

Rakentamisen jälkeen suoritetaan vastaanottotarkastus, jossa selvitetään, onko aikaansaatua tulos sopimusasiakirjojen mukainen. Kohde voidaan luokitella käyttöön otettavaksi, jos se vähäisiä viimeistelyitä lukuun ottamatta vastaa sopimuksia. Käyttöön oton tueksi urakoitsija kasaa rakentamisvaiheessa käyttö- ja huolto-ohjeen eli huoltokirjan, joka luovutetaan vastaanoton jälkeen. Huoltokirjaan kootaan kiinteistön hoidon, huollon- ja kunnossapidon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet sekä asukkaiden ja tilojen käyttäjille annettavat ohjeet. Käyttö- ja huolto-ohje toimii apuvälineenä hoito- ja huoltotyön järjestämisessä. (Junnonen & Kankainen 2016)

Rakennusalan liiketoiminta on perinteisesti keskittynyt elinkaaren alkuun suunnittelu- ja rakennusvaiheeseen. Tuotto kiinteistöstä saadaan kuitenkin käytön aikana ja kiinteistön ylläpito tarjoaa rakentamis- ja suunnitteluvaihetta merkittävästi suurempia liiketoimintamahdollisuuksia. (Lumme 2017) Rakennukset ovat täynnä järjestelmiä ja antureita, jotka keräävät tietoa, jota pitäisi pystyä hyödyntämään. Aikaisemmin ongelma on ollut tämän tiedon yhteen kerääminen yhteen paikkaan, mutta markkinoille tulevien neutraalien alustojen tarkoituksena on luoda turvallinen paikka datan keräämiselle ja jakamiselle (Ilmarinen 2018).

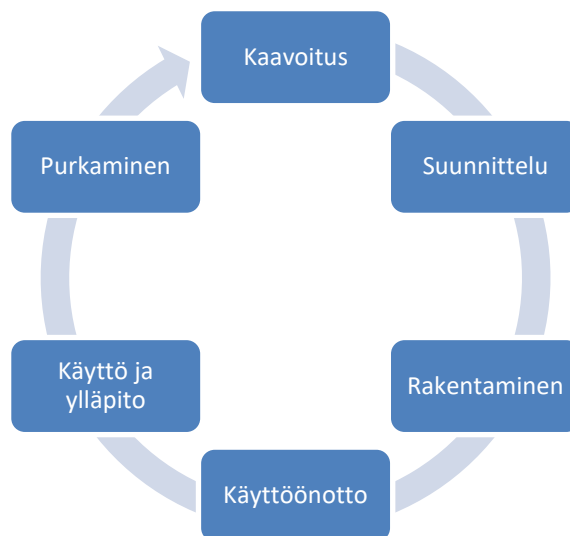
Fyysisistä objekteista tehty reaaliaikainen digitaalinen malli eli digitaalisten kaksonen antaa tietoa fyysisen vastakappaleen tilasta, helpottaa reagointia muuttuvissa tilanteissa, parantaa operaatioita ja lisää arvoa (Panetta 2017, Fruhlinger & Shaw 2019). Kaksonen mahdollistaa aikaisemmin erillisinä olleiden järjestelmien yhdistämisen ja sen avulla uusien käsityksien luomisen, työnkulun optimoinnin sekä prosessien etävalvomisen (Monteith 2019). Huoltotoimenpiteitä pystytään ennakoimaan paremmin, jolloin vikatilanteiden ja rikkoutumisien estämisellä laitteiden käyttöikä sekä arvoa voidaan kasvattaa. Huoltoon kuluva aikaa voidaan vähentää, kun tiedetään tarkalleen, mitä ollaan menossa tekemään. (Shetty 2017) Digitaalisen kaksonen ratkaisujen on laskettu alentavan ylläpito kustannuksia 88 senttiä rakennusneliömetriä kohden vuodessa (Dyton 2018). Digitaaliset kaksoiset tarjoavat alustan, jonka päälle älypalveluiden kehittäjät pystyvät luomaan palvelunsa eri datalähteitä hyödyntäen. (Ilmarinen 2018)

Rakennuksen purkaminen vaikuttaa maisemaan ja MRL 127 § (1999) mukaan rakennusta ei saa purkaa ilman lupaa, jos rakennus on asemakaava-alueella tai alueella, jolla on voimassa rakennuskielto asemakaavan laatimiseksi. MRL 139 § (1999) mukaan purkaminen ei saa haitata kaavoituksen toteuttamista tai tarkoittaa ympäristöön sisältyvien perinne-, kauneus- tai muiden arvojen hävittämistä, mutta suojeltukin rakennus voidaan purkaa rakennuksen huonon kunnan, ympäristövaarallisuuden ja liikenteen uudelleen järjestymisen takia (Saukkoriipi 2013).

Väestörekisterikeskuksen rakennus- ja huoneistorekisterin mukaan vuosien 2000 ja 2012 välisenä aikana Suomessa purettiin luvanvaraisesti 50 818 rakennusta. Purkamisen syistä uudisrakentaminen oli suosituin vaihtoehto 40 % jakaumalla, muu syy melkein yhtä suosittu ja lopuissa tapauksissa kyseessä oli tuhoutuminen. Syyt eivät anna kovin hyvää kuvaa siitä, missä kunnossa purettavat rakennukset ovat olleet, mutta uudisrakentamisen suosio ja toimistorakennuksien 39 vuoden keski-ikä kertovat siitä, että kiinteistöt eivät pääse usein lähellekään niiden suunniteltua käyttöikää liiketaloudellisista syistä. (Huuhka & Lahdensivu 2016)

2.2 Muodostettu prosessimalli

Tulevaisuudessa SXR muokkaa kiinteistön elinkaaren prosesseja ja sen sisäisiä toimintoja, mutta tämän prosessimallin on tarkoitus olla vain yksinkertaistettu näkemys, jonka avulla on helpompi hahmottaa SXR:n hyötyjä. Malli ei ole kiinteistökehityslähtöinen, koska siitä puuttuu hankkeisiin liittyvä idealähtöisyys ja analysointi, eikä se myöskään ole elinkaariajattelun mukainen, koska materiaaleihin, kierrätykseen ja energiaan siinä ei oteta kantaa. Prosessia ei sidota aikajanaan vaan se toimii kuusivaiheisena kehänä, joka palaa lopulta alkupisteeseen. (Kuva 3)



Kuva 3. Muodostettu kiinteistön elinkaaren prosessimalli

Malli ei ota kantaa uudis- ja korjausrakentamiseen, mutta uudispuolella sen käyttö on luontevampaa. Kaikki suunnittelu on sijoitettu yhden vaiheen alle ja purkaminen on mukana vahvistamassa kiertokulkuajattelua. Todellisuudessa suunnittelusta voidaan siirtyä takaisin kaavoitukseen, suunnittelu ja rakentaminen voivat tapahtua samanaikaisesti ja purkaminen jää täysin välistä, jos kiinteistöä aletaan jalostamaan ja prosessi käynnistyy uudelleen kaavoituksesta. Rakentamisprosessien suurimmiksi hukkiksi on tunnistettu kommunikointi sekä tarpeeton liikkuminen (Manninen 2012). SXR:ä hyödyntävän prosessimallin yhdeksi tavoitteeksi voidaan asettaa näiden hukkiin poistaminen tai ainakin vähentäminen.

3. SOSIAALINEN LAAJENNETTU TODELLISUUS

3.1 Laajennettu todellisuus

3.1.1 Virtuaalitodellisuus

Jason Jerald (2015) on antanut virtuaalitodellisuudelle määritelmän ”tietokoneella luotu digitaalinen ympäristö, joka voidaan kokea ja jonka kanssa voidaan olla vuorovaikutuksessa todellisen ympäristön tapaan.” Virtuaalisen ympäristön tavoitteena on osallistuttaa käyttäjä täysin ja saada hänet unohtamaan todellinen maailma. (Jerald 2015) Bailenson (2018) käsittää virtuaalitodellisuuden on paradoksina, koska aivot käsittelevät sitä melkein aitona, mutta se ei sisällä sääntöjä. Oikein hyödynnettynä VR (Jerald 2015):

- tarjoaa kokemuksia, jotka ovat mahdottomia toteuttaa oikeassa maailmassa
- parantaa työtehokkuutta, koulutusta ja opetusta
- vähentää tuotannon kustannuksia.

Virtuaalitodellisuuden kolme tekijää ovat immersio, läsnäolo ja vuorovaikutus (Mütterlein 2018). Chenyan et al. (2017) mukaan immersio on monimutkainen ilmiö, joka vaatii usean tason neuropsykologista osallistamista kuten esimerkiksi huomiota, aistimuksia ja tunteita. Immersio voidaan jakaa neljään tyyppiin (Chenyan et al. 2017):

1. avaruudellinen
2. tunteellinen
3. kognitiivinen
4. aistinvarainen

Läsnäolo muodostuu virtuaalisen kehon omaksi tunnistamisesta, ympäristön muiden ihmisten huomaamisesta ja vuorovaikutuksesta heidän kanssaan. Tunteen voimakkuuteen vaikuttavat lisäksi kenen kanssa vuorovaikutus tapahtuu ja kuinka merkitykselliseksi sekä uskottavaksi sisältö koetaan. Vuorovaikutuksella tarkoitetaan ympäristön kanssa vuorovaikutusta. Vuorovaikutus sekä läsnäolo edesauttavat immersiota, joka vaikuttaa VR-kokemuksesta saatavaan mielihyvään. (Mütterlein 2018)

Tekijät vaikuttavat yhdessä ihmisen VR-havaintoihin eivätkä voi esiintyä yksitellen (Bailenson, J. et al. 2008, Mütterlein 2018). VR-havainnot muodostuvat ihmisen viiden aistin simuloimisesta, mutta yleensä virtuaaliset ympäristöt simuloivat vain näkö- ja kuuloaistiteja HDM-näyttölaitteilla sekä kuulokkeilla. Hajuaistin stimuloinnin on todettu vaikuttavan läsnäolon tunteeseen ja yritykset kehittäävät ratkaisuja sitä varten, mutta haju ja maku ovat vaikeita toteuttaa eivätkä ne vaikuta immersioon yhtä vahvasti kuin tuntoaisti. (McClelland 2017, Soo 2016, Baus & Bouchard 2016)

Girvanin (2018) mukaan maailma muodostuu kolmesta ideasta:

1. jaettu tila, joka on asutettu ja muokattu asukkaidensa toimesta
2. kokemukset ja niiden tulkinta välittyvät fyysisten vartaloidemme ja reaktioidemme toimesta eivätkä ole ennalta määrättyjä
3. liikumme jaetussa tilassa fyysisten kehojemme avulla ja vuorovaikuttamalla objektien ja muiden ihmisten kanssa rakennamme jaetun ymmärryksen sen hetkestä maailmasta.

Virtuaalimaailma on simuloitu ympäristö, joka vastaa kolmen idean muodostamaa maailman viitekehystä. Materiaalisesta ja fyysisestä maailmasta sen erottaa käyttäjälle tarjolla olevat erilaisten teknisten ominaisuuksien tuottamat kokemukset, eritoten avattaret. (Girvan 2018) Läsnaolon tunteeseen vaikuttavaa sosiaalista virtuaalitodellisuutta ei ole vielä tutkittu laajasti, mutta Osku Torron blogisarjassa se koostuu viidestä eri kokonaisuudesta (Torro 2018a):

1. avattaret
2. virtuaalinen tila
3. virtuaaliset objektit
4. verbaalinen viestintä
5. nonverbaalinen viestintä.

Virtuaaliympäristössä avatar määritellään havaittavaksi digitaaliseksi representaatioksi, jonka käytös kuvastaa tietyn ihmisen tyypillisesti reaaliajassa suorittamia asioita (Bailenson, J. & Blascovich 2004). Avatar on ihmisen hahmo ja sillä on ominaisuuksia, jotka voidaan jakaa kolmeen luokkaan. Muotorealismilla tarkoitetaan hahmon tunnistettavuutta esimerkiksi ihmisen ja eläimen väliltä muun muassa ulkonäön ja pituuden perusteella. Fotorealismi käsittää resoluution sekä tekstuurit ja käyttäytymisen realismi kuvaa hahmon liikkumista ja käyttäytymistä. (Torro 2018b, Bailenson, J. N. et al. 2006) Avatarilla liikutaan virtuaalisessa tilassa, jonka koko voi vaihdella mikroskooppisesta useampaan universumiin. Painovoimalla ja mittakaavalla ei ole vaikutusta ja esimerkiksi rakennuksen tietomallia on mahdollista käsitellä painottomana sekä pienoismallin kokoisena.

BIM on täynnä objekteja, jotka sisältävät paljon tietoa rakennuksesta, mutta virtuaaliset objektit voivat myös olla yksinkertaisia 2D-laatikoita. Avattaret, virtuaalinen tila ja sen objektit muodostavat yhdessä interaktiivisuuden, jolla tarkoitetaan esimerkiksi rakennuksen tietomallin ympärillä käytävää vuorovaikutusta. (Torro 2018c) Verbaalinen vuorovaikutus on puhetta ja tekstiä. Läsnaolo, luottamuksen rakentaminen ja tunteisiin vaikuttaminen on helpompaa puheen välityksellä, mutta tekstipohjainen viestintä on se, joka jää talteen, ellei puhetta varta vasten nauhoiteta. Nonverbaalinen viestintä vastaavasti on muun muassa ilmeitä, asentoja, katseita ja eleitä. (Torro 2018d)

Tässä tutkimuksessa VR on Jeraldin (2015) määritelmän mukainen digitaalinen ympäristö, joka muodostuu immersion, läsnaolon ja vuorovaikutuksen tekijöistä. Tekijöihin

vaikuttamalla muokataan käyttäjän VR-kokemusta ja olennainen osa kokemuksen tason muodostumista ovat VR-lasit. Käyttötapauksissa virtuaaliympäristöissä on useampi henkilöitä ja sosiaalisen virtuaalitodellisuuden kokonaisuudet ovat olennaisia vuorovaikutuksen ja sovelluksien kannalta.

3.1.2 Lisätty todellisuus

Virtuaalitodellisuudesta poiketen lisätty todellisuus sallii täyden oikean maailman tietoisuuden ja tehostaa ihmisen käsitystä sekä vuorovaikutusta sen kanssa virtuaaliobjektien avulla. Virtuaaliobjektit voivat olla esimerkiksi tekstiä, videoita, ääntä tai 3D-malleja. Objektien tarkoituksena on esittää informaatiota, jota ihminen ei muuten pystyisi havaitsemaan ja täten auttaa ihmistä toteuttamaan tehtäviä oikeassa maailmassa. (Azuma, R. T. 1997)

Ensimmäisen kerran lisätyn todellisuuden termiä käytettiin 1990, kun Boeingin tutkijat Thomas Caudell ja David Mizell yrittivät löytää keinoja lentokoneiden johtojen kasaamisen helpottamiseksi (Caudell & Mizell 1992, Berryman 2012). Neljä vuotta myöhemmin Milgram määritteli AR:ä virtuaalijatkumolla, mutta ensimmäinen laajempaa tunnustusta saanut AR:n määritelmä saatiin 1997, kun R.T. Azuma määritteli todellisuuden kolmen ominaisen piirteen avulla (Milgram et al. 1994, Azuma, R. T. 1997):

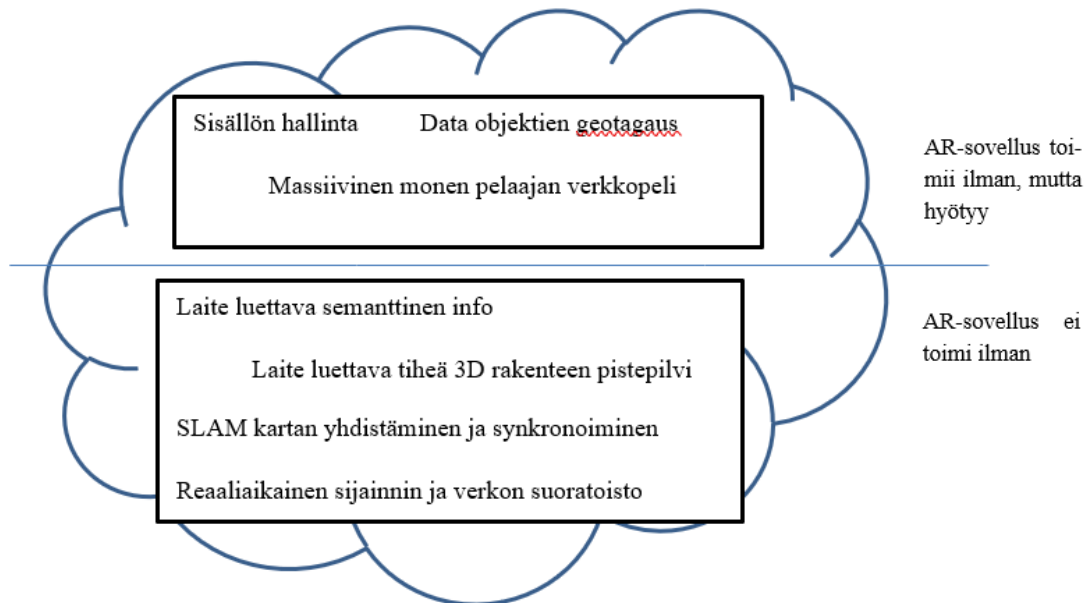
1. yhdistää todellista ja virtuaalista
2. vuorovaikutteinen reaaliajassa
3. rekisteröity kolmeen ulottuvuuteen.

Järjestelmä kuuluu AR -kategoriaan, jos se täyttää kaikki kolme vaatimusta. Azuman määritelmää pidetään valtaosin parhaana, koska se ei rajoita käytettävää teknologiaa (Azuma, R. T. 1997). Täysin mukautuva Azumankaan määritelmä ei kuitenkaan ole. Esimerkiksi elokuvissa käytettävät erikoistehosteet eivät täytä määritelmän vaikutuksia, koska ne eivät ole vuorovaikutteisia reaaliajassa ja Snapchat -sovelluksen todellisuutta suodattavat kerrokset eivät kaksiuotteisina kuulu joukkoon.

Azuman mukaan (2001) AR voidaan virtuaalitodellisuuden tavoin yhdistää jokaiseen ihmisen viiteen perusaistiin, mutta vielä reilu viisi vuotta sitten tutkimukset keskittyivät todellisen ja virtuaalisen informaation yhdistämiseen (Wang et al. 2013). Digitaalisten apulaisten kuten Sirin kehittyminen ja äänikomentojen yleistyminen ovat kuitenkin joltaneet siihen, että kaikkien viiden aistin hyödyntämisen tutkimukset ovat alkaneet ja vähitellen AR-kokemuksista saadaan entistä kokonaisvaltaisempia (Sardo et al. 2018, Murphy 2017).

Sosiaalinen lisätty todellisuus (SAR) ei ole valmis teknologia (Miesnieks 2018). Olemassa on etäohjaussovelluksia, joissa huoltomiehiä ohjataan fyysisesti eri sijainnista, mutta tämä tapahtuu yleensä videopuhelujen avulla eikä laitteilla ole tarvetta tarkastella

samaa heijastettua objektia. Sijainnin sekä kerätyn datan jakaminen ovat pakollisia edellytyksiä useamman pelaajan moninpeli AR-sovelluksen toimimiselle (Kuva 4), mutta nykyiset sijainnin seurannan ja muutoksen ratkaisut kuten GPS eivät pysty luomaan sulavaa käyttäjäkokemusta. (Miesnieks 2018) Teknologiayritykset pyrkivät kuitenkin selvittämään ongelman esimerkiksi luomalla ratkaisun sisätilanavigointiin yhdistämällä erilaisia merkitsemättömiä paikannusjärjestelmiä.



Kuva 4. Lisätyn todellisuuden sosiaalisen sovelluksen toiminnan edellyttämät asiat (Miesnieks 2018)

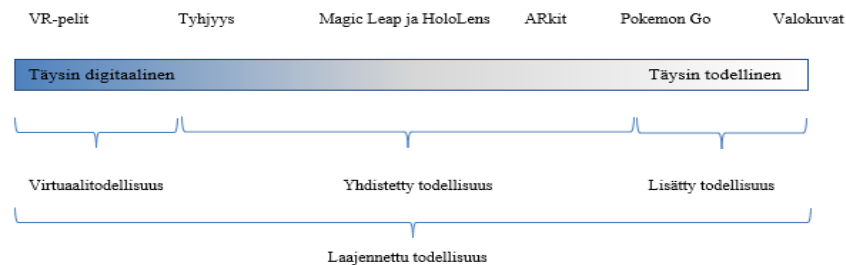
AR on järjestelmä, joka vaatii pilvipalvelun tai toisen koneen toimiakseen kunnolla. Mobiililaitteiden ja HMD -näyttölaitteiden teho ei ole itsessään tällä hetkellä riittävä, joten ne lähettävät dataa prosessoitavaksi. AR-sovelluksien yleistyminen ja lisääntyvä prosessoinnin määrä johtavat suurempaan verkon kuormitukseen sekä parempien verkkoyhteyksien tarpeeseen. (Braud et al. 2017) Etenkin kaupungeissa 5G -verkon toimintaa voidaan pitää edellytyksenä AR -järjestelmien toimimiselle (Srivastava 2018).

AR on teknologia, joka tarjoaa yrityksille mahdollisuuden vaikuttaa koko arvoketjunsä toimintoihin asiakkaiden palvelemisesta työntekijöiden koulutukseen ja tuotesuunnitteluun sekä tuotantoon (Porter & Heppelmann 2017). Tässä tutkimuksessa käytetään Azuman (1997) AR-määritelmää, mutta sitä mukautetaan sallimalla kaksiulotteiset virtuaaliobjektit. Kiinteistöstä kerättyä dataa ei ole pakko esitellä kolmiulotteisena ja tällöin laajennetaan SAR:n mahdollisten käyttötapauksien määrää.

3.1.3 Yhdistetty todellisuus

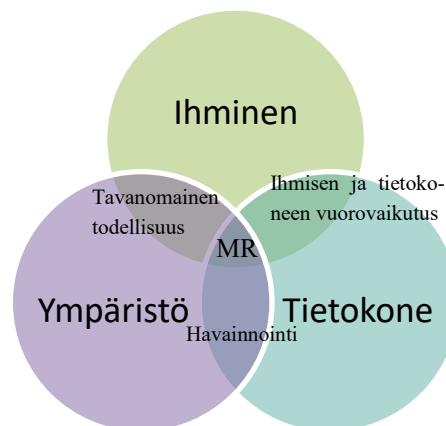
Milgram ja Kishino määrittivät yhdistetyn todellisuuden ympäristöksi, jossa virtuaalijatkumon ääripäiden välillä virtuaaliset ja oikeat objektit ovat samanaikaisesti näkyvillä näytöllä (Milgram & Kishino 1994). Tämän määritelmän ja virtuaalijatkumon (Milgram et al. 1994) mukaan MR sisältää AR:n ja lisätyn virtuaalisuuden (AV) sekä osittain virtuaalisen ympäristön. Määritelmän heikkoutena on kuitenkin todellisen maailman objektien kanssa vuorovaikuttamisen vähäinen painotus. Jos paikannus ei ole käytössä, lisätty todellisuus ei ole liitoksissa oikean maailman kanssa ja virtuaalitodellisuus ei ole lisättyä todellisuutta, kun olet immersiiivisesti virtuaalimaailmassa.

Selkeämpi ajattelutapa saadaan nykyaikaistamalla Milgramin ja Kishinon virtuaalijatkumo lisäämällä sinne virtuaalitodellisuus (Kuva 5). Tällöin VR, AR ja MR ovat omat kokonaisuutensa.



Kuva 5. Mukautettu nykyaikainen virtuaalijatkumo (Lodola 2018)

Rajapintojen tunnistaminen ja niiden esille tuominen VR:n, AR:n ja MR:n välillä on hankalaa ja teknologia muovaa kehittyessään ihmisten käsityksiä eri todellisuuksista. Yksinkertaisimmillaan yhdistetty todellisuus on kuitenkin oikean ja virtuaalisen maailman yhdistämistä (Kuva 6), jonka lopputuloksena syntyy uusia ympäristöjä, joissa fyysiset ja digitaaliset objektit sijaitsevat sekä ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa samanaikaisesti.



Kuva 6. Yhdistetyn todellisuuden muodostuminen (Brandon et al. 2018)

Tämän tutkimuksen yhdistetyn todellisuuden määritelmänä toimii nykyaikaistettu virtuaalijatkumo. Microsoftin HoloLens -näyttölaitteen tekniset ominaisuudet määrittelevät MR-laitteiden suuntautumisen ja sen, mitä niiltä odotetaan. Käyttötapaukset perustuvat siihen, mitä HoloLensilla voidaan nyt ja tulevaisuudessa tehdä, mutta varsinainen sosiaalisuuden käsittely on rajoittunutta.

3.2 Vuorovaikutus

3.2.1 Viestintä

Laajennetun todellisuuden laitteiden avulla tapahtuva kommunikointi on tietokonevälitteisestä viestintää (CMC), jonka Herring määritteli 1996 tarkoittamaan tietokonelaitteistojen välittämää ihmisten välistä viestintää (Herring 1996). Määritelmä kattaa nykyään myös mobiililaitteet, jotka niiden sisältämän teknologian takia voidaan luokitella tietokoneiksi.

Mittleman ja Briggs määrittelivät virtuaaliselle työlle neljä eri tasoa: 1. Virtuaalityö tapahtuu samaan aikaan samassa paikassa, 2. samaan aikaan eri paikassa, 3. eri aikaan eri paikassa ja 4. eri aikaan samassa paikassa (Mittleman & Briggs 1999). Tasoihin vaikuttavat niihin liittyvät ulottuvuudet, jotka Vartiainen, Kokko ja Hakonen jakavat neljään osaan (Vartiainen et al. 2004):

1. paikka
 - i. samassa sijainnissa tai eri puolilla maapalloa
 - ii. työskentelypaikka voi vaihtua
2. aika
 - i. samalla tai eri aikavyöhykkeellä
3. diversiteetti
 - i. työntekijöiden taustat
4. viestintämenetelmät
 - i. kasvotusten tai viestintäteknologioiden avulla.

Ulottuvuuksien mukaan yksinkertaisimmillaan virtuaalinen työ on kasvotusten järjestetystä kokouksesta kerätyn muistion jakamista esimerkiksi sähköpostin välityksellä. Tulevaisuuden toimistolla ei kuitenkaan välttämättä ole fyysistä sijaintia. XR mahdollistaa työntekijöiden uudenlaisen yhteistyön, poistaa etäisyyksien ongelmat ja tuo ihmisiä yhteen uudenlaisessa hajautetussa työympäristössä. (Codrea-Rado 2018)

Yhteiskuntatieteissä vuorovaikutuksella tarkoitetaan henkilöiden tai ryhmien sosiaalista kanssakäymistä sekä tapaa, jolla he vaikuttavat ja vastaavat toistensa toimintaan (Saaristo 2015). Virtuaalimaailmoissa tapahtuva vuorovaikutus on välineellistä viestintää ja silloin puhutaan synkronisesta sekä asynkronisesta vuorovaikutuksesta (Sun et al. 2014). Molemmat tavat ovat paikasta riippumattomia, mutta synkroninen on samanaikaisesti ja

asynkroninen eriaikaisesti tapahtuvaa viestintää (Shore 2016). XR:ssä synkroninen vuorovaikutus on henkilöiden käymää reaaliaikaista keskustelua sekä tiedon prosessoimista ja asynkroninen esimerkiksi 3D-malleihin tallennettujen kommenttien lukemista ja vastaamista. Synkronisuus on suoraan yhteydessä virtuaalisen työn aika ulottuvuuteen. (Sun et al. 2014)

Short et al. (1976) sosiaalisen läsnäolon teorian mukaan läsnäolo vaihtelee viestintävälineiden kesken. Läsnäolon tunne on suurimmillaan kasvokkaisessa viestinnässä ja pienee viestintävälineiden lähettämien sosiaalisten vihjeiden vähentyessä (Short et al. 1976). Sosiaalisilla vihjeillä tarkoitetaan esimerkiksi verbalisia, visuaalisia ja tekstipohjaisia vihjeitä. Kasvokkain tapahtuvassa vuorovaikutuksessa käytettävissä on enemmän aisteja, joten viesti on helpompi välittää ja ymmärtää kuin virtuaalisessa työympäristössä (Vartiainen et al. 2004).

Nykyteknologialla videokonferenssi on lähellä luonnollista kanssakäymistä, mutta läsnäolon tunne ei silti ole sama kuin fyysisesti samassa tilassa tapahtuvassa viestinnässä. VR-maailmassa kasvojen pienien ilmeiden ja eleiden mallinnus on vielä hankalaa, mutta se nähdään yhtenä SVR:n seuraavista kehitysaskeleista. Infrapunakameroiden käyttöä on tutkittu suun, leuan sekä silmien liikkeiden tunnistamisessa ja Google julkaisi marraskuussa 2018 patentin, jonka mukaan silmien liikkeitä seuraamalla pystytään koneoppimisen avulla luomaan kuva ihmisen ilmeistä. (Sud et al. 2019, Karev 2018)

3.2.2 Ihmisten virtuaalinen vuorovaikutus

Yhteistyön virtuaaliympäristö (CVE, collaborative virtual environment) on digitaalinen järjestelmä, joka mahdollistaa maantieteellisesti erossa olevien yksilöiden vuorovaikutuksen tietoverkkojen kautta (Yee et al. 2009). Yhteistyön virtuaaliympäristön pohjalta Bailenson et al. (2004) muodostivat muunnellun sosiaalisen vuorovaikutuksen tutkimusparadigman (TSI), jonka he esittelivät vuosituhannen alussa. Sen mukaan VR mahdollistaa sosiaalisen vuorovaikutuksen rikastamisen, suodattamisen ja muuntelemisen. Paradigman kolmea tärkeää kategoriaa ovat (Bailenson, J. et al. 2004):

1. minäkuva
2. aistikapasiteetti
3. asiayhteys.

Yhteistyön virtuaaliympäristössä minäkuvat muodostetaan yleensä avattarilla, jonka ulkonäköä ja katseita muokkaamalla voidaan vaikuttaa vuorovaikutuksen tapahtumiseen (Bailenson, J. et al. 2004). Esimerkiksi esityksen pitäjän avattaren silmät on mahdollista ohjelmoida pitämään katsekontakti jokaisen osallistujan kanssa. Näin esityksen kuuntelijat saadaan ajattelemaan, että esittäjä katsoo häneen, vaikka todellisuudessa asia ei näin olekaan. Bailenson et al. (2005) tutkimuksessa esittäjä luki suostuttelevan tekstin kahdelle

kuuntelijalle erilaisissa muunnellun katseen tilanteissa. Tuloksien mukaan naiset hyväksyivät suostuttelevan viestin virtuaalisesti lisätyn katseen tilanteissa useammin kuin muissa katsetilanteissa. Miehet vastaavasti muistivat tekstistä enemmän asioita kuin naiset. (Bailenson, J. et al. 2005)

Virtuaaliympäristöissä ihmisten on mahdollista muuttaa minäkuvaansa radikaalisti (Yee et al. 2009). Proteus-efektillä tarkoitetaan tilannetta, jossa ihminen päättää kyvyistään avattarin ulkonäön perusteella sekä mukauttaa asenteita ja käytöstään niiden mukaisiksi (Yee & Bailenson 2007). Yee & Bailensonin (2007) tutkimuksessa viehättävämmän avattarin saaneet olivat intiimimpiä kumppaninsa kanssa ihmistenvälisissä tehtävissä ja pidemmän avattarilla toimineet itsevarmempia väittelytilanteissa. Jatkotutkimuksessa selvisi lisäksi, että virtuaaliympäristössä tapahtuneen Proteus-efektin vaikutukset siirtyivät seuraavaksi tapahtuneeseen kasvokkain vuorovaikutukseen (Yee et al. 2009).

Vuorovaikutuksen osapuolet voivat hyödyntää yhteistyön virtuaaliympäristöä, joka pysyy keskittymään tietyn tyyppisiin käyttäytymisiin ja koostamaan niistä vain yhdelle vuorovaikuttajalle näkyvän koosteen. Kouluttaja voi taata katsovansa jokaista koulutettavaansa suunnilleen yhtä pitkän aikaa ja huomata jos koulutettavien katseesta välittyy epä-tietoisuus. Tällöin aistikapasiteettia kasvatetaan ja sosiaalista vuorovaikutusta rikastetaan. Aistien tekemiä havaintoja voidaan myös suodattaa esimerkiksi poistamalla puhujalle tyypilliset ei toivotut tavat kuten kynän naputtelu. (Bailenson, J. et al. 2004)

Vuorovaikutuksen asiayhteydessä on mahdollista muokata esimerkiksi henkilöiden sijaintia, aikaa sekä automatisoida poissaolon aikana tapahtuvia reaktioita. Henkilöt ovat mielellään tiettyssä sijainnissa muihin nähden ja yhteistyön virtuaaliympäristössä jokaiselle on tiettyyn pisteeseen asti mahdollista suoda hänen haluamansa sijainti. Ajassa voidaan siirtyä taaksepäin ja avattarille on mahdollista ohjelmoida ilmeitä ja eleitä siksi aikaa, kun henkilö ei ole läsnä. Aikajanaa muutettaessa ja poissa ollessa ei olla enää vain maantieteellisesti erossa vaan yhteistyön virtuaaliympäristön määritelmä muuttuu hetkelisesti täysin erossa tapahtuvaksi vuorovaikutukseksi. TSI:a hyödyntävä järjestelmä on tehokkaimmillaan hyödyntäessään kaikkien kategorioiden yhdistelmää. (Bailenson, J. et al. 2004)

Henkilöt toimivat tietokonevälitteisessä vuorovaikutuksessa anonyymeinä, jos he eivät ole ennen nähneet eivätkä tavanneet toisiaan. Anonymiteetti antaa ihmisille mahdollisuuden ilmaista mielipiteitään vapaammin tietokonevälitteisessä vuorovaikutuksessa kuin todellisessa elämässä, missä uhka julkisesta paheksunnasta on suurempi (Bargh et al. 2002). Liiketoiminnassa ja yritysten projekteissa anonymiteetti ei ole vapaammista mielipiteistä huolimatta haluttua, koska itsestä kertominen on tärkeää suhteiden muodostumiselle ja ylläpitämiselle (Krapu & Louramo 2003). Käyttäjälähtöisessä suunnittelussa ja kommenttien keräämisessä anonymiteettiä olisi kuitenkin järkevää hyödyntää, jotta ihmiset saadaan mahdollisimman avoimesti kertomaan mielipiteensä.

3.3 Pelillistäminen

Ihmiset nauttivat pelaamisesta ja heidän kiinnostuksensa taso nousee, kun kyse on peleistä ja siksi pelien positiivisia puolia on koetettu hyödyntää muillakin aloilla (Lieberoth 2015). Hyödyntämisellä tarkoitetaan pelillistämistä, joka on pelisuunnittelun elementtien ja pelien periaatteiden soveltamista peleistä poikkeaviin konteksteihin (Robson et al. 2015, Huotari & Hamari 2012). Pelillistämisen tekniikoita ovat muun muassa palkintojen esimerkiksi pisteiden ja arvomerkkien jakaminen, erilaisten tasojen ja merkityksellisten vaihtoehtojen luominen, tarinan kertominen ja vuorovaikutuksen salliminen muiden pelaajien kanssa. (Spacey 2015) Tekniikoilla koitetaan vaikuttaa ihmisten haluihin tai muokata olemassa olevia tehtäviä pelien kaltaisiksi.

Pelien haasteet kiehtovat ihmisiä ja niiden sisäiset palkinnot tuovat hyvänolon tunnetta. Ryan & Decin (2000) itseohjautuvuusteorian mukaan omaehtoisuus, kyvykkyys ja yhteistöllisyys ovat kolme psykologista perustarvetta, jotka tyydyttyinä tuottavat tehostettua motivoituneisuutta ja ovat yhteydessä pelillistämisen hyötyihin (Ryan & Deci 2000). Omaehtoisuudella tarkoitetaan ihmisen vapautta päättää omista tekemisistään. Vapautuneessa tilassa motivaatio kumpuaa sisältä eikä ulkoisilla pakotteilla ole vaikutusta. Pelillistäminen antaa käyttäjälle kontrollin tunteen ja mahdollisuuden ohjata omaa kokemustaan, mutta pitää kuitenkin huolen siitä, että haluttu viesti saadaan toimitettua perille.

Ihmiset tekevät mielellään asioita, joissa he suoriutuvat hyvin, mutta liian vähäisiä haasteita kohdatessaan ihminen tylsistyy ja tarpeettoman suurien haasteiden edessä muuttumme ahdistuneiksi (Sankalia 2010). Oikea määrä haastetta johtaa tilanteeseen, jossa tunnemme pystyvämme hyödyntämään kaiken osaamamme emmekä välttämättä tarvitse muita motivaatiotekijöitä. Pelien vaikeustasot sekä pisteet vahvistavat käyttäjiä ja saavat heidät tuntemaan itsensä samaan aikaan haastetuiksi ja kyvykkäiksi. Ihminen haluaa kuulua joukkoon ja kokea, että hänestä välitetään. Moninpeleissä voit kuulua joukkueeseen, joka pyrkii yhteiseen tavoitteeseen ja kavereiden kanssa pelaaminen sekä kilpaileminen toimivat vahvoina motivaattoreina.

Pelillistämisen yksinkertaisena tavoitteena voidaan ajatella hauskuuden ja työn yhdistämistä, mutta tutkitut ja todetut hyödyt ovat tätä yksityiskohtaisempia. Käyttäjien osallistamisen ja sitouttamisen parantamisessa luodaan haluttuun kontekstiin pelillistämisen ratkaisu, jossa käyttäjälle annetaan jotain hänelle hyödyllistä ja mielenkiintoista, jotta hän jatkaa vuorovaikutusta (Hamari 2017). Flow on tila, jossa ihmisen tietoisuuteen saapuva informaatio on tasapainossa minä tavoitteiden kanssa (Csikszentmihalyi 1990). Flow-tilan hyödyntäminen sekä oppimisen ja immersion parantaminen ovat ymmärrettävissä esimerkiksi kielten opiskeluun tarkoitettujen sivustojen avulla (Hamari et al. 2015). Uuden kielen opiskelu saattaa tuntua hankalalta tai vastenmieliseltä ja siksi flow-tilaan ei päästä. Pelillistämisen tarjoamat tehtävien jaottelut, tuloslistat ja palkinnot antavat saavutettavaa, helpottavat flow-tilaan pääsemistä ja täten parantavat oppimista.

Tuottavuutta parannettaessa hyödynnetään immersiota, osallistamista ja sitouttamista (Zichermann & Cunningham 2011). Pelillistämisen avulla työntekijät saavat säännöllistä tunnustusta työstään, mikä johtaa tyytyväisempiin työntekijöihin ja parempiin asiakaskokemuksiin. Asiakkaita voidaan osallistuttaa erilaisilla markkinoinnin tempauksilla, joihin on yhdistetty pelillistämisen elementtejä ja näin heidät saadaan sitoutumaan paremmin yritykseen. Saatavien hyötyjen on todettu vaihtelevan yksilöiden ja asiayhteyksien välillä. Nautinto ja hyödyllisyys vähenevät käytön kasvaessa, naiset saavat miehiä suurempia sosiaalisia etuja ja iän kasvaessa pelillistämisen helppokäyttöisyys laskee. (Hamari 2014)

3.4 Teknologiatutkimukset

Virtuaalitodellisuuden käsite muodostettiin 1960-luvulla ja ensimmäiset kaupalliset VR tuotteet tulivat markkinoille 80-luvun loppupuolella (Krueger et al. 1985, Sutherland 1965, Cipresso et al. 2018). Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana tutkijat ovat tutkineet teknologian prosesseja, vaikutuksia ja käyttösovellutuksia tuottaen tuhansittain tieteellisiä tutkimuksia. Cipresso et al. (2018) keräsivät Web of Science Core Collection tieteellisestä tietokannasta kaikki VR:ä ja AR:ä käsittelevät artikkelit ja suorittivat niille klusterianalyysin. Analyysin mukaan tutkimukset ovat muuttuneet ajan myötä ja nykyään käsitellään teknologian kehitystä ja muutoksia pääkäyttökohteiden alueella keskittyen erityisesti VR:n tulevaisuuden odotettuun kapasiteettiin, kasvuun ja haasteisiin. (Cipresso et al. 2018)

Teknologian hyväksyntä malli (TAM) on alkujaan kehitetty selittämään käyttäjien tietokoneiden ja tietojärjestelmien omaksunta käyttäytymistä työpaikoilla (Davis, F. D. 1989). TAM on ollut yksi vaikutusvaltaisimmista ja eniten käytetyistä viitekehyksistä selittämään käyttäjän hyväksyntää ja uutta teknologiaa sen julkaisemisen jälkeen (King & He 2006). TAM olettaa, että yksilön hyväksyntäpäätökseen vaikuttaa se, kuinka vahvasti hän uskoo tietyn järjestelmän parantavan hänen työtehoaan tai olevan helppokäyttöinen (Davis, F. D. 1989). Hyväksyntä mallia on kuitenkin kritisoitu sen yleisyyden vuoksi (Bagozzi 2007). Rauschnabel (2017) on esimerkiksi väittänyt, että tutkijoiden tulisi karkean hyödyllisyyden sijaan ennemminkin tunnistaa asiayhteydelle tai teknologialle ominaisia utilitaristisia tekijöitä.

XR teknologian tieteidenväliset käyttösovellukset ovat johtaneet hajautuneeseen tutkimustyöhön ja vain osittaisten näkemysten viemiseen käytännön sovellutuksiin (Chuah 2018). Chuahin (2018) kirjallisuusanalyysin mukaan yksityisellä sekä yritysten tasolla on paljon XR:n käyttöä ajavia tekijöitä ja niiden ennakkotapauksia on ehdotettu loppukäyttäjille. Yritysten tason tekijöitä ei kuitenkaan ole käytännön tasolla empiirisesti tutkittu, mikä jättää tilaa tulevaisuuden tutkimuksille. Yksittäisen käyttäjän osalta teknologian hyväksymisen muodostamat koettu hyöty ja nautinto ovat kaksi tutkituinta tekijää. (Chuah 2018)

Puettavat laitteet ovat nousseet esiin nopeasti kehittyvinä teknologioina, joilla on potentiaalia muuttaa ihmisten elämäntyyliä sekä parantaa heidän hyvinvointia, päätöksiä sekä käyttäytymistä (Kalantari 2017). Laajennettu todellisuus muuttaa tapaa, jolla ihmiset käsittelevät fyysiset ja virtuaaliset ympäristöt aina observoinnista immersioon asti (Chuah 2018). Suuresta potentiaalista huolimatta teknologian mahdollisuudet ovat kuitenkin epäselviä tehden sen käyttöönotosta odotettua ja valtavirtateknologioita kuten älypuhelimia hitaampaa (Cranmer et al. 2016, Kalantari 2017).

3.5 Laitteistot

3.5.1 VR-lasit

Teknillisesti laitteet, joita käytetään virtuaaliympäristöissä ovat tärkeässä osassa onnistuneiden virtuaalikokemusten luomisessa. Laitteet voidaan jakaa sisääntulo- ja ulostulolaitteiksi. Sisääntulolaitteet mahdollistavat käyttäjän virtuaaliympäristön kanssa vuorovaikuttamisen esimerkiksi liikkeen seurantalaitteiden avulla ja siirtävät fyysisen maailman liikkeitä virtuaaliympäristöön. Ulostulolaitteet vastaavasti sallivat käyttäjän nähdä, haistaa ja koskea kaikkea mikä tapahtuu virtuaaliympäristössä. Visuaalisten laitteiden taso voi vaihdella vähintään immersiiivisistä monitoreista aina VR-laseihin ja CAVE ratkaisuihin. (Burdea et al. 1996, Burdea & Coiffet 2003)

VR-lasit voidaan jakaa tietokoneeseen liitettäviin sekä itsestään toimiviin näyttölaitteisiin (Taulukko 1). Tietokoneeseen liitettävät VR-lasit tarvitsevat toimiakseen tukiasemat, jotka seuraavat käyttäjän liikettä ja eleitä tai vaihtoehtoisesti toimivat ilman niitä näyttölaitteen suorittaessa seurannan.

Taulukko 1. Erilaiset VR-lasit ja niiden luokittelu

Itsestään toimivat	Tietokoneeseen liitettävät	
	Tukiasemattomat	Tukiasemalliset
Oculus Go	Oculus Rift S	Oculus Rift
Lenovo Mirage Solo	Samsung HMD Odyssey+	HTC Vive
HTC Focus	HP Reverb	Valve Index
Oculus Quest	HTC Vive Cosmos	Varjo VR-1

Steamin laitteisto- ja ohjelmistokyselyjen (2019) mukaan Oculus Rift ja HTC Vive ovat muutaman vuoden olleet kansainvälisten markkinoiden käytetyimmät tietokoneeseen liitettävät VR-lasit. Vuoden 2019 aikana markkinoille on kuitenkin tullut ja tulee uusia tuotteita, jotka mahdollisesti muokkaavat kyselyjen tilannetta.

Suomalaisen Varjon VR-1 on yrityskäyttöön tarkoitettu näyttölaite, joka on kalliimpi kuin kilpailijansa ja vaatii toimiakseen tehokkaan pelitietokoneen, mutta sen sisältämää

teknologiaa voidaan pitää virtuaalitodellisuuden edistysaskeleena. Bioninen näyttö tarjoaa ihmissilmän tasoisen resoluution, jonka avulla yksityiskohdat, tekstuurit ja värit saadaan esitettyä oikean maailman tarkkuudella. (Ohannessian 2019) Tukiasemattomat VR-lasit mahdollistavat paikkasitomattomamman toiminnan, kun niitä käytetään tarvitsee ainoastaan kannettavan tietokoneen.

Tietokoneeseen liitettävien VR-lasien vastakohta ovat itsestään toimivat näyttölaitteet. Oculus Go on kolmea vapausastetta (DoF) hyödyntävä viihdekäyttöön tarkoitettu laite. 3DoF tarkoittaa, että käyttäjä ei pysty liikkumaan x-, y- ja z-akselien suuntaisesti vaan toimii paikallaan ja voi ainoastaan pyörittää päätään virtuaalillassa. Mirage, Focus ja Quest vastaavasti mahdollistavat liikkumisen jokaisella kuudesta vapausasteesta. Focusin ja Miragen ohjaimet ovat 3DoF luokkaa, jolloin ne sopivat vain asioiden osoitteluun, mutta Questin 6DoF ohjaimet mahdollistavat esimerkiksi kurkottamisen ja virtuaalisten objektien siirtelyn. Oculus on yhteisöpalvelu Facebookin omistama ja yrityksen toimitusjohtaja Mark Zuckerberg on sanonut, että Quest saattaa päätökseen Oculusin ensimmäisen sukupolven tuotteet. Langattoman toiminnan, ohjaimien ja täydellisen sijainnin seurannan yhdistäminen yhteen tuotteeseen luo Zuckerbergin mielestä perustan seuraavan sukupolven VR:lle. (Robertson 2018)

VR:ltä on puuttunut kaksi teknologian massa adoptoinnin peruselementtiä, kätevyys ja kontrolli. Kätevyys muodostuu saatavuudesta ja lähestymisen helppoudesta. Saatavilla on oltava monia eri vaihtoehtoja ja niiden käyttöönotto sekä käyttöliittymä täytyy olla helppo omaksua. (Pettey 2018) Käyttöönotto on helpottunut itsestään toimivien VR-laitteiden tullessa markkinoille ja niiden kehittymistä voidaan pitää yhtenä edellytyksenä massa adoptoinnin tapahtumiselle. Käytön lisäksi lähestymiseen vaikuttavat markkinatutkimuksen mukaan laitteistojen tekniset rajoitukset, iso koko ja hinnat, jotka ovat laskeneet, jos markkinoiden kalleimpia tuotteita ei oteta huomioon (Coie 2018, Deneen 2018).

Kontrollilla tarkoitetaan käyttäjän saamaa immersiiivisyyden tunnetta hänen astuessaan VR-maailmaan. Ihmisen täytyy saada käsitys, että hän kontrolloi tapahtumia. Työelämän optimitilanteessa VR-lasit käynnistetään, laitetaan päähän ja niillä aloitetaan tekemään töitä yhtä automaattisesti kuin esimerkiksi tietokoneella. Jo ensimmäisten VR-lasien tullessa myyntiin valmistajilla oli tiedossa, että ihmisten saaman ensivaikutelman täytyy olla hyvä kestävän markkinan luomiseksi (Handrahan 2014). Tällä hetkellä lasit eivät kuitenkaan vielä täytä käyttäjien odotuksia immersion tasosta. Esimerkiksi liikkumisen sulavuuden ja eleiden tulee kehittyä. (Pettey 2018) VR:n käytön haasteita ovat myös sen mahdollisesti aiheuttama pahoinvointi, organisaation adoptoinnin haasteet ja VR kokemuksen kontrolloinnin vaikeudet (Nuutinen 2017).

Haasteista huolimatta VR-laitteiden medianäkyvyys on nousussa ja uusien laitteiden tullessa markkinoille ihmisten yleinen tietous kasvaa sekä asenteet muuttuvat. Videopelien jakelualusta Steamin laitteisto- ja ohjelmistokyselyn mukaan marraskuussa 2018 alustan

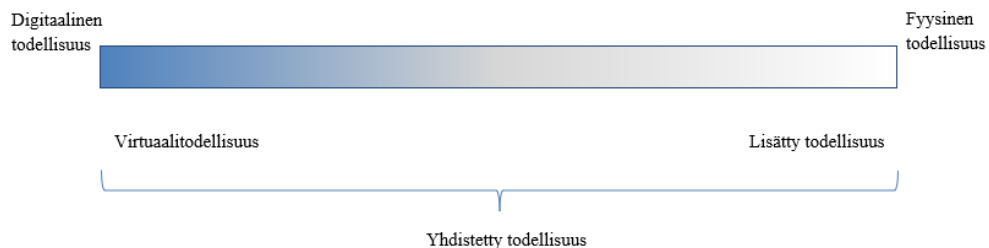
käyttäjistä 0,78 %:lla oli tietokoneeseen kytkettynä VR-lasit. Road to VR -sivuston mukaan tämä tarkoitti noin 700 000 käyttäjää, mikä tarkoittaa 276 % enemmän kuin puolitoista vuotta aikaisemmin. (Lang 2019) Helmikuussa 2019 sama prosenttilukema oli 0,89 %, joten kasvua on tapahtunut entisestään.

3.5.2 AR-lasit ja MR HMD

Laitteiston osalta mobiililaitteet kuten älypuhelimet tai tabletit ovat AR:n käytössä huomattavasti HMD -näyttölaitteita edellä ja todennäköistä on ollut, että yrityksille ilmestyy käyttöön välimalleja, jotka mahdollistavat puhelimen tai tabletin avulla esimerkiksi kommenttien liittämisen näytölle ja sitä kautta kuvaan, ennen kuin markkinoille tulee näyttölaitteita, jotka pystyvät tekemään vastaavan asian (Jalo et al. 2018). Vuonna 2011 teetetyt kyselytutkimuksen mukaan AR:n mobiilisovelluksien käyttöä varjosti vielä niiden hyödyttömyys ja epäluotettavuus, mutta Pokemon GO:n kaltaisten sovelluksien julkaiseminen on johtanut mobiililaitteilla käytettävien AR-sovelluksien yleistymiseen (Veldman 2018, Olsson & Salo 2011).

Tunnettuja alustoja ja työkaluja ovat ARKit ja ARCore, jotka mahdollistavat omien AR kokemusten luomisen sekä niiden tallentamisen kirjastoon (Lima 2018). Alustojen merkittävin hyöty on se, että ne poistavat katselukulman seurannan sekä virtuaalisten objektien käsittelemisen ongelmat, joiden toimivuutta ja kehittämistä on tutkittu vuosituhannen alusta lähtien (Kato et al. October 2000, Lee et al. November 2008, Unuma & Komuro 2017).

Näyttölaitteiden jaottelusta laajemman tekee Microsoftin yhdistetyn todellisuuden spektrin käsitys, joka poikkeaa tässä tutkimuksessa käytetystä virtuaalijatkumosta. Yrityksen ajattelutapa on sijoittaa sekä AR että VR yhdistetyn todellisuuden spektrin sisälle ääripäiksi ja MR:n alijoukoiksi (Kuva 7).



Kuva 7. Microsoftin yhdistetyn todellisuuden spektri (Brandon et al. 2018)

Ajattelutavan mukaan vuorovaikutukseksi todellisen ympäristön kanssa riittää, että näyttölaite pystyy tunnistamaan ympäristönsä ja ilman erillisiä liikkeentunnistimia siirtämään ihmisen liikkumisen virtuaalimaailmaan. Määritelmän mukaan VR käyttöön tarkoitetut Windows Mixed Reality (WMR) -näyttölaitteet ovat yhdistetyn todellisuuden näyttölaitteita, koska ne tunnistavat ympäristön ja näyttävät todellisen maailman sijainnin tunnis-

tamiseen tarkoitettujen kameroiden kautta. Määritelmän heikkoutena on Milgram & Kishinon (1994) tapaan se, että vuorovaikutusta todellisen maailman objektien kanssa ei tuoda tarpeeksi esille. Microsoftin käsitystä ei kuitenkaan voida jättää huomioimatta ja siksi AR-lasit sekä MR-näyttölaitteet voidaan jakaa kolmeen luokkaan (Taulukko 2).

Taulukko 2. Erilaisia AR-laseja ja MR-näyttölaitteita

AR-lasit	MR HMD	WVR HMD
ODG R9 Vuzix Blade	Microsoft HoloLens 2 Magic Leap	Samsung HMD Odyssey+ HP Reverb

HoloLens 2 HMD:n FoV on suurempi kuin edeltäjällään ja hologrammien käsittely sulavampaa, koska laite tunnistaa paremmin ihmisen kädet eikä erillisille eleille ole enää vastaavalla tavalla tarvetta. Näyttölaitte on kuitenkin tarkoitettu puhtaasti yrityskäyttöön (Bradley 2019). HoloLensista Microsoftilla vastaava Alex Kipman on todennut, että näyttölaitte ei vielä tarjoa tarpeeksi immersiota, mukavuutta ja arvoa, jotta hän haluaisi luoda siitä kuluttajatuotteen (Sherr 2019).

HoloLens 2 HMD:n julkaisun yhteydessä Microsoft julkisti myös HoloLensin personointi ohjelman, joka mahdollistaa näyttölaitteen muokkaamisen yrityksen omiin tarpeisiin. Ohjelmassa on mukana muun muassa rakennusalan ohjelmistokehittäjä Trimble, joka on jo ehtinyt julkaisemaan oman XR10 ratkaisunsa. XR10 on työmaakäyttöön tarkoitettu suojakypärä, johon HoloLens 2 liitetään. (Giret 2019) Kypärä mahdollistaa rakennuksien tietomallien sijoittamisen fyysisten rakennuksien päälle ja täten suunnitelmien ja toteutuksen vertailun. HoloLens 2 ja XR10 ovat kalliita verrattuna AR-älylaseihin kuten Vuzix Blade, mutta laitteiden tarkoitusperät ovat toisistaan poikkeavat. HoloLens 2 ja sen personoitavat ratkaisut on tarkoitettu yritysten vaativampaan käyttöön, mutta Blade, silmälasien kaltaisella muotoilullaan on suunnattu myös kuluttajille.

Nykyisessä kehitysvaiheessa HMD -näyttölaitteet kilpailevat mobiililaitteita vastaan ja niiden kehittyessä viimeiseksi ratkaistavaksi haasteeksi muodostuu sosiaalisen hyväksynnän saaminen (Azuma, R. et al. 2001, Rauschnabel, P. 2019). Näyttölaitteiden tulee ensinnäkin olla sen näköisiä, että niitä kehdataan käyttää julkisesti, mutta sekään ei välttämättä riitä. Googlen 2013 julkaisema, silmälasien muotoinen lisättyä todellisuutta hyödyntävä Glass HMD sai osakseen paljon kritiikkiä, koska ihmiset eivät tykänneet ajatuksesta, että muiden käyttämät lasit kuvaisivat heitä julkisesti (Warman 2013, Arthur 2013). Kritiikki oli niin laajaa, että Google joutui lopettamaan lasien tuotannon kaksi vuotta lasien julkaisun jälkeen. Yksityisyydensuojan aiheuttama vastustus ei katoa, mutta sen ylitse voidaan kenties päästä. Jos ihmisten halu sosialisoitua AR:n kautta kasvaa riittävän suureksi, he voivat unohtaa yksityisyyden samalla tavalla kuin sijainnin jakamisen, koska tavoittelevat sokeasti jotain tiettyä hyödykettä.

3.6 Tapaustutkimukset

Kiinteistö- ja rakentamisalalla on tarvetta lisätyökaluille, koska esimerkiksi tietomallintaminen itsessään ei välttämättä johda yhtenäiseen ja laadukkaaseen suunnitteluun (Strandman 2018). Tietomallien sisältämän tiedon esittämiseen on monenlaisia keinoja. Virtuaaliodellisuus visualisoi tietoa ja rakennusalalla VR voi toimia yhteistyön ja yhteistoiminnan kehittämisen tukijana, jos sen avulla luodaan fasilitoituja ja tavoitteellisia tilaisuuksia. Pelkän virtuaalimallin tarkastelun ympärille on esimerkiksi mahdollista luoda työpajamuotoisia tilaisuuksia, jotka parantavat yhteistyötä ja kommunikointia. Kommentteja ja palautetta keräämällä toimintaa voidaan asettaa tavoitteita toiminnan kehittämiseksi jatkossa. (Strandman 2018)

Kiinteistö ja rakennusalalla virtuaaliodellisuutta hyödynnetään jo kaikissa suunnitteluvaiheissa, koska teknologia säästää rahaa ja aikaa sekä vähentää riskejä. Virtuaaliodellisuus on työkalu suunnitelmien ilmaisuun, esitykseen, markkinointiin ja myyntiin. Teknologia auttaa tekemään päätöksiä, löytämään virheitä ja ymmärtämään tilojen suhteita niiden luonnollisessa mittakaavassa. (Lorne 2019, Sharifi 2018, Nuutinen 2017) Nuutisen (2017) arkkitehtuurista suunnittelua käsittelevän tutkimuksen mukaan VR:n käyttö parantaa suunnitteluprosessia ja yhteistyötä asiakkaiden, suunnittelijoiden ja projektiryhmän välillä. Vaikka uuden teknologian käyttöönotto voi aiheuttaa epävarmuutta ja häiriöitä, se voi myös monipuolistaa suunnittelijoiden työmahdollisuuksia (Nuutinen 2017).

Käyttäjäkokenuksella on merkittävä vaikutus tehokkaaseen tuotesuunnitteluun ja kehitykseen etenkin, kun tuotteen halutaan vastaavan asiakkaan tarpeita (Song et al. 2018). Asiakkaat haluavat nähdä mitä he ovat ostamassa ja kiinteistöjen medianäkyvyyden kasvattaminen esimerkiksi virtuaalikierroksien avulla on saanut aikaan korkeampi myyntihintoja (Benefield et al. 2011). Tilojen esittely voidaan toteuttaa ennen kuin rakennus on valmis ja se tarjoaa paremman asiakaskokemuksen kuin perinteiset markkinoinnin keinot (Sharifi 2018, Debika 2018).

Debikan (2018) suorittaman asuinkiinteistöjen markkina-analyysin ja kiinteistövälittäjien sekä asunnon ostajien palautteen perusteella AR ja VR voivat tehostaa kuluttajien tiedonhakua ja vähentää ostovaihtoehtojen arviointiin kulutettavaa aikaa. Teknologioiden muotoiluominaisuuksien lisääntyessä ne voivat myös kasvattaa vaihtoehtojen arvioinnista ostoon siirtyvien kohteiden määrää, mutta vain jos ne tuntuvat realistisilta ja tarjoavat tarpeeksi laadukkaita kokemuksia. Digitaaliset teknologiat nähdään muuttuvan välttämättömyyksiä osallistavissa myyntikonteksteissa ja niiden innovatiivinen käyttö voi toimia kilpailuetuna kauppaedustajille. (Debika 2018)

3.7 Yritysten käytännön SXR-sovellutuksia

3.7.1 Pelillistäminen

Ikean Place hyödyntää hyvin vaihtoehtoja pelillistämisen keinona. Sovelluksessa jokaiselle tuotteelle on oma 3D-malli, jonka voi heijastaa oikeassa mittakaavassa ja siten nähdä, kuinka se sopisi huoneeseen. Sovelluksen nopean luomisen mahdollisti yrityksen täysin kattava 3D-tuotekatalogi, joiden vajavaisuus ja puuttuminen ovat haasteena, kun ratkaisua koetetaan kopioida kiinteistö- ja rakentamisalan muihin potentiaalisiin käyttökohteisiin (Reynolds 2018).

Tulevaisuudessa kaupunkien avoimet 3D-mallit tarjoavat toimivan alustan monenlaisten pelillistämisen ratkaisujen luomiselle (Virtanen et al. 2018). Kaupunkisuunnittelun kannalta mielenkiintoinen sovellus on VR-rakennuspeli Skytropolis. Pelissä rakennetaan virtuaalimaailmassa kaupunki tyhjälle maaston alueelle resurssien sallimissa rajoissa. Virtuaaliobjekteille näkyy hinnat, joita pelaa pystyy vertailemaan. Reaaliaikaisten kustannustietojen puuttuminen nykyisistä suunnitteluohjelmistoista on suunnittelijoiden kannalta hankalaa. Yhteyden avulla eri vaihtoehtoja pystyttäisiin vertailemaan ja analysoidaan, mutta nyt se ei ole mahdollista. Sovelluksien yhdistäminen kaupunkien 3D-malleihin voisi luoda hyvän kokeilurikkaan alustan kaupunkisuunnittelijoiden käyttöön.

Kiinteistöjä ja rakentamisalan XR-maailmoissa pelillistäminen on vahvasti liitoksissa tietomallien käyttämiseen. Enscape ja IrisVR Prospect renderöivät rakennuksien tietomalleja automaattisesti virtuaalimalleiksi, mutta pelillistämisen ratkaisuja sovellukset hyödyntävät vielä vähäisesti. Päivän- ja vuodenaika ovat vaihdettavissa, yksittäisiä tasoja pystytään piilottamaan, leikkauksia voidaan tehdä vapaasti ja virtuaalitalan ylläpitäjä voi liikuttaa tilan muita henkilöitä mukanaan, mutta muuta ei vielä voida tehdä. Suomalainen 3D Talo julkaisi helmikuussa oman Design Space -sovelluksen, johon tietomallit voidaan viedä melkein yhtä nopeasti ja muihin sovelluksiin verrattuna etuna on virtuaaliobjektien liikuttaminen sekä luotujen objektien vieminen takaisin suunnittelumalliin. Objektien sisältämää tietoa ei kuitenkaan pystytä muokkaamaan ja siirtämään mallien välillä.

Unityn kaltaisten pelimoottoreiden avulla kokemuksia pystytään muokkaamaan immerssiivemmiksi ja omaehtoisemmiksi lisäämällä malleihin vuorovaikutuksia. Voiko käyttäjä avata ovia ja ikkunoita, pudottaa ja siirrellä esineitä ja näyttävätkö materiaalit aidoilta. Kokemuksen taso voi heijastua ihmisen motivaatioon käyttää VR-laseja. BIM datan vieminen, sen säilyttäminen ja virtuaalimallin tekeminen Unitylla on kuitenkin erittäin työlästä verrattuna esimerkiksi Enscapeen.

Unitylla luotavien toiminnallisuuksien tekeminen pitäisi olla vaivattomampaa ja siihen perustuu Unityn ja ohjelmistokehittäjä Autodeskin loppusyksystä 2018 julkaisema uusi yhteistyö. Yhteistyön tarkoituksena on mahdollistaa BIM datan suora vieminen suunnit-

teluohjelmistosta Unityyn ja Unity projektien reaaliaikainen muokkaaminen usean käyttäjän välillä. Esimerkiksi vuorovaikutteisten kohde-esittelyjen tekeminen helpottuu suunnittelun eri vaiheissa ja pelimoottorilla tehtäviin vuorovaikutuksen ratkaisuihin voidaan panostaa enemmän. (Gauthier & Manel 2018) Yhteistoimivuudet on tarkoitus julkaista syksyllä 2019 ja ne perustuvat suomalaisyhtiö Tridifyn pilvipohjaisesti toimivaan automaattioratkaisuun (Lain 2018). Tulevaisuudessa pilvipalvelun käyttämisen pitäisi mahdollistaa myös datan tuominen virtuaalimalleista takaisin suunnittelumalleihin. Tällöin suunnittelijoiden käytössä olisi suoraan virtuaalimalleihin liitetyt kommentit eikä niitä jouduttaisi etsimään muualta. Unityn ja Autodeskin ratkaisu helpottaa pelillistämisen ratkaisujen hyödyntämistä, mutta Skyropoliksen kaltaista VR-pelisuunnittelumaailmaa joudumme vielä odottamaan.

3.7.2 Osallistaminen ja kommunikointi

Rakennusprojekteissa tehokas kommunikointi osapuolten välillä ja tarkat suunnitelmat ovat tärkeitä osia projektien etenemisen kannalta ja asiakaslähtöisyys eli käyttäjien sekä asukkaiden osallistaminen on edellytys halutunlaisen lopputuotteen aikaansaamiseksi. Amerikkalainen McCarthy Building Companies rakensi vuonna 2012 ensimmäisen CAVE-tilansa ja jo vuotta myöhemmin se hyödynsi VR-laseja Los Angelesin Martin Luther King monipalvelukeskuksen kriittisen hoidon laitoksen suunnittelussa. Lääkärit ja hoitajat antoivat virtuaalisessa hoitotilassa palautetta siitä, mihin esimerkiksi hoitovälineet tulisi olla sijoitettuna. Projektissa McCarthy käytti VR-laseja CAVE-tilan sijasta, koska heidän mielestään ne tarjosivat käyttäjille paremman immersion ja mahdollisuuden siirrellä objekteja tarkasti haluamiinsa paikkoihin. VR:n käytön aloittamisen ja esille tuomisen jälkeen yritys alkoi saamaan nopeampia projektihyväksyntöjä, enemmän positiivisia vuorovaikutuksia asiakkaiden kanssa ja korkeampaa asiakastyytyvyyttä. (Gaudiosi 2015)

Muutoksien tekeminen ja hyväksyntäkiertojen läpikäyminen projektien suunnitteluvaiheissa on suuri kustannuserä. Remontoinnin ja uudisrakentamisen yhdistävässä sairaalaprojektissa McCarthy ratkaisu tähän oli kaiken suunnittelun tekeminen samalla sovelluksella, Autodesk Revitillä. Suunnittelijat näkivät reaaliaikaisesti, mitä muut olivat tehneet ja pystyivät antamaan välitöntä palautetta. Tarkemmat ominaisuudet luotiin 3ds Max sovelluksella ja sen jälkeen rakennuksen tietomalli vietiin VR maailmaan pelimoottori Unreal Enginellä. Menetelmällä suunniteltiin kolme huonetta, jotka esiteltiin kolmena peräkkäisenä päivänä sidosryhmille. Osapuolilla oli mahdollisuus tarkastella mallia oman aikataulunsa mukaan ja McCarthy virtuaalisen suunnittelun ja rakentamisen tiimi muokkasi virtuaalimallia esittelyjen aikana. Esittelyistä saatiin palautetta ja kolme päivää niiden jälkeen yrityksellä oli rahoitus sekä sidosryhmien hyväksyntä.

Ennen Revit ja VR-ratkaisun aloittamista McCarthy oli kuluttanut seitsemän viikkoa fyysisen mallin tekemiseen, mikä oli kustantanut 80 000 \$ eikä ollut tullut valmiiksi. Koko

VR-kokemuksen toteuttaminen kustansi 36 900 \$ - alle puolet fyysisen kopion kesken-eräisestä hinnasta. Rakennusvaiheen ongelmien välttämiseksi yritys hyödynsi yhdistettyä todellisuutta ja DAQRIn näyttölaitetta. Työryhmä latasi Autodeskin pilvipalvelu BIM 360 Docsista rakennuksen tietomallin näyttölaitteeseen, jolloin laitteen käyttäjät näkivät työmaalla, miten remontin muutokset mahtuvat olemassa olevaan tilaan. DAQRIn avulla yritys huomasi suunnitelmien epäjohtomukaisuudet ja pystyi reagoimaan niihin ennen laitteistojen asennusta. (Vella 2019)

Asukkaiden osallistamista ja virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää myös kaupunki-suunnittelussa. Yhdysvaltojen Minneapolisissa virtuaalitodellisuuteen luotiin sosiaalinen ympäristö, jossa käyttäjät pystyivät jakamaan ideoitaan kehitettävään tilaan. Kaupunki näki, että virtuaalisen alustan luominen oli parempi ratkaisu kuin perinteinen kommenttien pyytäminen jo tehtyihin suunnitelmiin. Alkuvuodesta Helsingin kaupunki järjesti pop up -pisteen, jossa kaupungin asukkaat pääsivät tutustumaan kaavoitettavan alueen virtuaalimalliin VR-laseilla ja osoittamaan mallissa mistä he kulkevat esimerkiksi töihin, mihin kannattaisi sijoittaa suojatie sekä mistä yleisesti tykkäävät ja mistä eivät. Data kerättiin talteen, mutta sitä ei vielä käytetty kaavasunnittelun tukena. Pop up -pisteellä käytössä ollut virtuaalimalli oli mallinnettu hyvin karkeasti, joten se ei tarjonnut kovinkaan hyvää immersiota.

3.7.3 Koulutus ja perehdytys

Laajennettu todellisuus antaa keinot todellisuudesta poikkeavien asioiden luomiseen ja siksi koulutusta on jo pidemmän aikaa pidetty yhtenä potentiaalisimmista teknologian käyttökohteista. Luennot voidaan järjestää virtuaalitulassa, jolloin niihin on mahdollista osallistua interaktiivisesti myös etänä. Mahdollisuus, jota suoratoisto ja videotallenteet eivät välttämättä tarjoa. Käytännön asioiden opetus helpottuu ja vaaratilanteiden läpikäymiseen saadaan uudenlainen näkökulma, kun vahingot voidaan virtuaalisesti demonstroida. Pohjois-Amerikkalaisen rautakauppa Lowen Holoroom How To on työkalujen ja työvaiheiden opettelu virtuaalisovellus. Holoroomissa asiakkaat saavat tuntumaa tuotteeseen, jota ovat ostamassa tai oppivat esimerkiksi mitä työvaiheita kuuluu kylpyhuoneen laatoitukseen. Sovellusta voidaan käyttää myös työntekijöiden kouluttamiseen.

Suomalaisen Leonidaksen kehittämä Tarkka-työturvallisuussovellus on työturvallisuuden kouluttamiseen tarkoitettu helppokäyttöinen virtuaaliympäristö, joka kasataan erikseen jokaiselle asiakkaalle. Sovellus sisältää testejä, simulaatioita, vaaratilanteiden havainnoinnin harjoittelua ja sillä on mahdollista seurata ketkä työntekijät ovat saaneet työturvallisuuskoulutuksen. Virtuaaliympäristössä turvallisuusasioiden läpikäyminen on turvallista ja kustannustehokasta. Vaaratilanteista saadaan muokattua todentuntuisempia kuin diaesityksissä, kun sirkkelin leikkaama sormi tuntuu oikeasti katkeavan omasta kädestä.

Lääketieteellisessä koulutuksessa XR avaa mahdollisuudet laadukkaampaan käytännön koulutukseen, kun esimerkiksi leikkauksia pystytään harjoittelemaan virtuaalipotilailla ja ihmisen anatomian opiskelusta saadaan interaktiivisempaa. 2015 Western University of Health Sciences Kaliforniassa oli ensimmäinen amerikkalainen lääketieteellistä opetusta tarjoava koulu, joka hyödynsi virtuaalitodellisuutta opetuksessaan. Huhtikuussa 2017 Nebraskan yliopiston lääketieteellinen keskus rakennutti täysin VR ja AR opetuskäyttöön tarkoitettun osaston ja vuotta myöhemmin Kanadaan avattiin maan ensimmäinen lääketieteen virtuaalikoulutuskeskus. (Dietsche 2017, Hu-Au 2018) Koulut ovat selkeästi nähneet teknologiasta saatavat hyödyt ja erilaisia sovelluksia on rakennettu paljon. Los Angelesin lastensairaalassa opiskelijat vastaavasti pääsevät kokemaan harvinaisia, mutta korkean riskitason tilanteita, jotka perustuvat oikean elämän tilanteisiin. Hoitajat jakavat potilaan oireita, vanhemmat rukoilevat lapsensa hengen puolesta ja oppilas on pakotettu tekemään päätöksiä sekunnin murto-osassa. Sosiaalisuutta hyödynnetään ja tilanteista pyritään tekemään mahdollisimman todenmukaisia ja immerssiiviä.

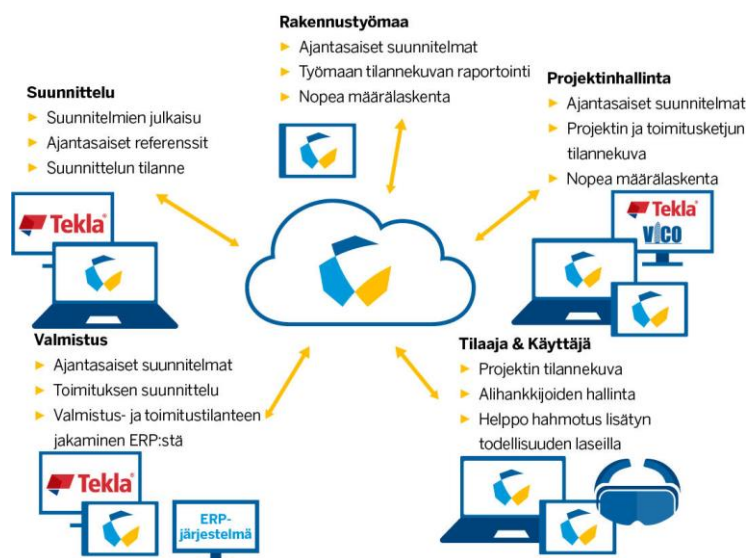
Perehdyttämisessä yksinkertainen esimerkkiratkaisu on IT-yhtiö Tiedon rekrytoinnin VR-apuväline. Työntekijöiden rekrytointi voi olla hankalaa, jos he eivät pääse ennalta tutustumaan työympäristöön ja toimintakulttuuriin. Tiedon VR-ratkaisussa potentiaalinen työntekijä tutustuu kerroksittain yrityksen Espoon pääkonttoriin ja näkee tiimejä esittelemässä työtään. Virtuaalitodellisuus avaa ovet paikkoihin, joihin ulkopuolisilla ei ole normaalisti mitään asiaa ja tulevaisuudessa yritys aikoo rakentaa vastaavia VR-elämyksiä myös asiakkailleen. (Korpimies 2019)

3.7.4 Etätuki ja työnohjaus

Jalon et al. mukaan lähitulevaisuudessa potentiaalisin vuorovaikutteisen AR:n ratkaisu on erilaisen neuvonnan järjestäminen ja tulevaisuudessa ratkaisut jalostuvat, kun tietomallit ja niiden käyttö kehittyy (Jalo et al. 2018). Etäohjauksen ratkaisut perustuvat pääasiallisesti lisättyyn ja yhdistettyyn todellisuuteen, koska niiden avulla ohjaus pystytään sitomaan oikeaan maailmaan. Toimivia tuotteita on ollut jo muutaman vuoden olemassa ja yksi edistyneimmistä on Thyssenkruppin oma etäohjaussovellus.

2014 yritys vei yhteistyössä Microsoftin kanssa kaikkien hissiensä sensoridatan Microsoftin pilvipalvelu Azureen. Vuotta myöhemmin yritys esitteli IoT pohjaisen MAX-palvelun, maailman ensimmäisen ennakoivan huoltojärjestelmän. Nykyään ratkaisu on liitetty yli 125 000 yrityksen hissiin Saksassa, Yhdysvalloissa, Espanjassa, Etelä-Koreassa, Brasiliassa ja tänä keväänä palvelu laajenee myös Ranskaan. MAX toimii HoloLensien käytön pohjana etäohjauksessa ja kertoo huoltohenkilökunnalle tarkalleen, missä vika tai tarkistettava osa sijaitsee. (Nagpal 2017) Yritys hyödyntää yhdistettyä todellisuutta myös porrashissien mitoituksessa. HoloLensin mittatyökalulla mitataan olemassa olevat portaat ja tieto lähetetään pilvipalveluun, josta tuotantolinja saa välittömästi tiedot hissin rakentamista varten. (O'Brien 2017)

Työohjauksessa Trimble Connect on pilvipohjainen alusta, joka on tarkoitettu tietomallien ja piirustuksien reaaliaikaiseen tarkasteluun työmaalla. Alusta on saatavilla verkko-, tietokone-, mobiili- sekä MR-versiona ja se yhdistää projektien eri osapuolia ja vaiheita. (Kuva 8) Connect on sovellus, jota Trimblen uusi XR10 suojakypärä hyödyntää. Työohjauksessa toteutuman seuranta MR-laseilla helpottuu, mutta alusta toimii kuitenkin vain Tekla-tuoteperheen sovelluksien kanssa.



Kuva 8. Trimble Connect for Tekla tiivistettynä

Etenkin työohjauksen ratkaisuja on rajoittanut MR-näyttölaitteiden taso sekä paikannusteknologian toimivuus. Tietomalleja ei ole saatu sijoitettua tarpeeksi hyvin paikalleen, jotta esimerkiksi toteutuman seuranta onnistuisi. HoloLens 2 on kuitenkin askel Jalon mainitsemaa ratkaisujen jalostumista kohti.

3.7.5 Markkinointi

Markkinoinnin VR-ratkaisuja luodessa on tärkeää miettiä, kuinka asiakkaalle tuotetaan arvoa. Millainen on asiakkaan perspektiivi ja kuinka sen ympärille luodaan mielikuvittellinen tarina. (Håkansson 2018) VR tarjoaa mahdollisuuden elää mainoksien tarinat eikä vain olla passiivinen sivustakatsuja. Tarinoiden immersiiivisyys voi herättää tunteita, ihminen voidaan saada matkustamaan kohteisiin ja kokemaan mennyt tai tuleva. (Rogers 2018) Mahdollista on, että nykyisten ja tulevien XR-ratkaisujen kautta ihmiset muodostavat brändeistä ja yksittäisistä tuotteista aikaisempaa vahvempia käsityksiä.

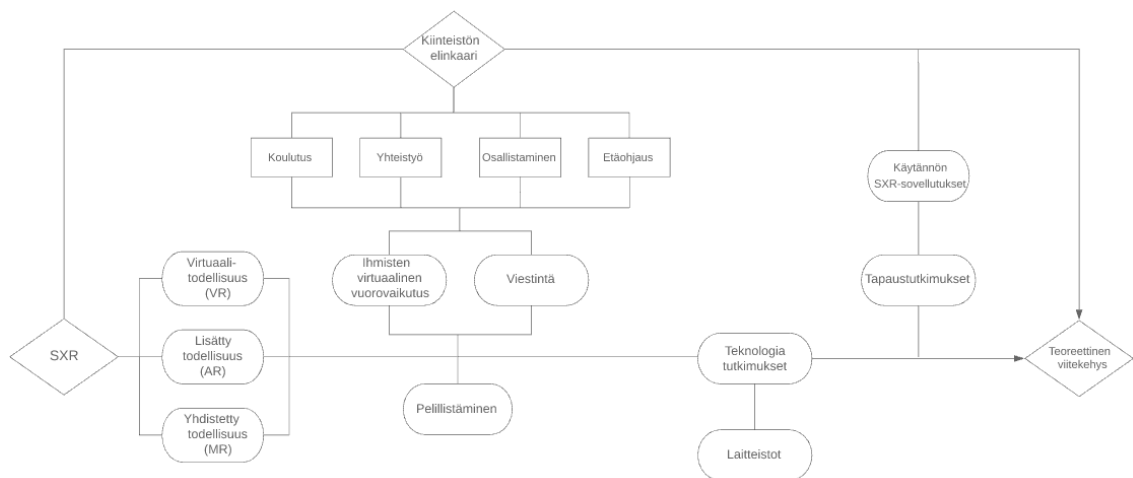
Boursin käytti vuonna 2015 markkinointikampanjassaan immersiiivistä 360-animaatiovideota, joka Oculus Rift VR-laseilla vei katsojan kiertoajelulle jääkaapin tuotteiden läpi. Kokemusta tehostettiin ääniraidalla, liikkuvalla tuolilla ja viileää ilmaa puhaltavilla tuuletinilla. Reilut kolme vuotta sitten VR oli vielä erittäin uutta teknologiaa, mutta kampanjan jälkeisessä kyselyssä 62 % vastaajista koki oppineensa uutta Boursista ja 74 % näki harkitsevansa merkin tuotteita todennäköisemmin tulevaisuudessa. Ihmiset eivät

vain keskittyneet uuteen teknologiaan ja markkinointitapa osoitti toimivuutensa. (Davis, B. 2016) Kiinteistö- ja rakentamisalalla VR-markkinointi on keskittynyt asuntojen esittelyyn. Esimerkiksi SRV on esitellyt Living Lab tiloissaan Helsingissä As Oy REDIn Loiston virtuaalimallia, jota pystyi tarkastelemaan VR-lasien ja ohjainten avulla. Kerroksissa oli mahdollista liikkua ja pintojen materiaaleja sai vaihtaa. (Strandman 2018) Usean henkilön samanaikaista oloa virtuaalituloissa ei ole kuitenkaan vielä hyödynnetty.

Samat markkinoinnin säännöt pätevät AR:n kanssa. Mikä on asiakkaan kannalta hyödyllistä, viihdyttävää sekä käytännöllistä (Häkansson 2018). Lisätyn todellisuuden käyttäminen voi vaikuttaa pakotetulta, jos sitä käytetään vain teknologian olemassaolon takia ja huonosti toteutettu markkinointitempaus vie huomion pois yrityksen tuotteista ja palveluista. Itse AR-kokemuksen ei tule tarvita omaa kampanjaa toimiakseen. (Scholz 2018) Pokemon GO:n menestyksestä opittiin se, että ihmisten liikkumis- ja ostotottumuksiin pystytään vaikuttamaan AR-sovelluksilla. Tutkimukset paljastivat Yhdysvalloissa Pokemon GO:n kasvattaneen sovelluksen sisäisten kokoontumispaikkojen lähellä sijaitsevien pienyrityksien myyntiä 2 000 dollarilla viikossa. (Stalians 2016) Käytännöllisiä ratkaisuja ovat Ikean Place, Sayduck ja Wayfairin, Targetin sekä Amazonin sovellukset, joilla yritysten tuotteita voi heijastaa haluamiinsa paikkoihin oikean kokoisina.

3.8 Teoriaosuuden yhteenveto

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys pohjautuu sosiaalisen laajennetun todellisuuden isoon kokonaisuuteen sekä kiinteistön elinkaareen (Kuva 9). Elinkaarelle muodostettiin prosessimalli, jonka vaiheet käytiin SXR:n käyttökkenaarioita ajatellen digitaalisella näkökulmalla yksitellen läpi. Erytishuomiota kiinnitettiin rakennuksien tietomallintamiseen, jonka ympärille SXR:n käyttö kiinteistö- ja rakentamisalalla vahvasti perustuu. Kyseessä ei ole kiinteistökehittämisen tai elinkaariajattelun mukainen valmis malli vaan yksinkertaistettu versio, jonka tarkoitus on helpottaa ymmärtämään SXR:n yhteyttä kiinteistön elinkaareen.



Kuva 9. Teoreettisen viitekehysten muodostuminen

Tieteellisessä tutkimuksessa on tärkeää määritellä käsitteet, jotta lukija tietää mistä puhutaan eikä tapahdu väärinkäsityksiä. Laajennetulla todellisuudella on erilaisia määritelmiä ja tutkimuksen alkuun tuotiin esille, mistä teknologioista XR tässä tutkimuksessa koostuu ja mitkä ovat sen osateknologioiden määritelmät. Tutkimuksen asiayhteyden takia käsiteltiin lisäksi teknologioiden sosiaalista puolta ja moninpeliympäristöjä, vaikka niille ei vielä ole yhtä selkeitä määritelmiä.

Vuorovaikutuksessa käsiteltiin virtuaalisen ympäristön sisällä pitämää viestintää. XR-laitteilla kommunikointi on yksinkertaisimmillaan tietokonevälitteistä viestintää, mutta virtuaalisen työn tasojen, niiden ulottuvuuksien ja välineellisen vuorovaikutuksen käsitteiden ymmärtäminen luovat paremman kuvan teknologian sosiaalisen puolen käytön hyödyistä ja mahdollisuuksista. Vuorovaikutusta virtuaalimaailmoissa on tutkittu paljon ennen nykykäsitusten mukaisien virtuaalilasien markkinoille tuleamista ja teorit kuten Proteus-efekti ja TSI luovat ajatuksia virtuaalimaailmoissa toimimiselle. Vuorovaikutus on yhteydessä kiinteistön elinkaareen sosiaalisuuteen liittyvien kokonaisuuksien kautta.

Pelillistämisen käsittelyn tarkoituksena oli osittain vuorovaikutuksen tapaan selvittää, kuinka laajennetussa todellisuudessa voidaan menetelmää hyödyntää. Terminä pelillistäminen ei ole yleisesti kovinkaan tunnettu, vaikka sen sisältämät keinot ovat vahvasti läsnä ihmisten jokapäiväisissä elämässä. Pelillistämisen käytön ymmärtäminen avaa uusia mahdollisuuksia XR:n käyttötapauksille ja siksi se kuuluu osaksi tutkimuksen teoreettista viitekehystä.

Teknologiaturkimukset kertoivat, kuinka XR:n tutkiminen on muuttunut ajan kuluessa ja nimesivät mahdollisuuksien epäselvyyden odotettua hitaamman teknologian adoptoinnin syyksi. Aiheeseen liittyvien yleisten tutkimuksien läpi käymisellä pohjustettiin seuraavaa laitteistojen kappaletta. Näyttölaitteiden nykytilanteen ja kehityksen esittely auttavat käyttöskenaarioiden käyttöön viemisen miettimistä. Teknologialle voi olla olemassa käyttökohteita, mutta nykyteknologia ei pysty tarjoamaan haluttua ja silloin on tarpeellista tietää koska tavoiteltuun tilanteeseen mahdollisesti päästään.

Käsitellyt tapaustutkimukset vastaavasti valittiin kiinteistön elinkaarelta antamaan alaan liittyviä ajatuksia XR:n käytöstä eri käyttöskenaarioissa. Yrityksien käytännön SXR-sovellutuksien kartoituksen tarkoituksena oli luoda pohja kiinteistö- ja rakentamisalan skenaarioiden keksimiselle ja kehittämiseksi. Mikä on lähtötaso ja mihin voimme pyrkiä. Käyttötapaukset poikkeavat toisistaan ja sosiaalisen aspektin implementointia on toteutettu vähän.

Teoreettisen viitekehysten mukaisesti SXR koostuu tässä tutkimuksessa laajennetun todellisuuden eri teknologioista, vuorovaikutuksen virtuaalimaailmihin liittyvistä asioista, pelillistämisen keinoista ja XR:n laitteista. Teknologia- ja tapaustutkimukset sekä käytännön sovellutukset kuuluvat viitekehykseen ja liittyvät SXR:yn, mutta ne eivät määrittele sitä.

4. TUTKIMUKSEN METODIIKKA

4.1 Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa tutkija tekee johtopäätöksiä omien havaintojensa pohjalta ja on osa tutkimusta eikä toimi sivustaseuraaajana. Tutkimuksessa pyritään ymmärtämään SXR-tekniologiaa ja etsimään sille potentiaalisimpia käyttökohteita mahdollisimman vähillä ennako-oletuksilla. Tutkimusaineisto kerätään todellisessa kontekstissa ja tilanteessa. Kerätty aineisto tiivistetään, ryhmitetään ja jälleenrakennetaan narratiivin luomista varten. Tutkimusstrategia on siis laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus (Saunders et al. 2009). Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkijan tekemät havainnot ovat tärkeämpiä kuin itse kerätty data. Tiedonkeruutekniikoita ovat esimerkiksi haastattelut, havainnointi ja kirjoitettu teksti kuten raportit (Saunders et al. 2009).

Tieteellisessä tutkimuksessa tiedon tuottaminen perustuu päätelmiin, jotka voidaan jakaa erilaisiin päättelytapoihin. Tapoja ovat esimerkiksi induktio, deduktio ja abduktio. Induktiivisessa päättelyssä lähdetään liikkeelle yksittäisistä havainnoista, joiden pohjalta pyritään tuottamaan havaintoja selittävä teoria tai yleistys (Saunders et al. 2009). Päättelytavalla saavutetuista johtopäätöksistä ei voida koskaan olla täysin varmoja, koska otanta ei yleensä ole riittävän suuri. Esimerkiksi mustien joutsenien löytyminen kumosi käsityksen kaikkien joutsenten valkoisuudesta. Deduktiivisessa päättelyssä tuotetaan yleisen teorian pohjalta yksittäistapauksia koskevia ennustuksia, joilla teoriaa testataan perusteellisesti. Abduktiossa pyritään päättelemällä saatavilla olevan todistusaineiston parhaaseen mahdolliseen selitykseen. (Saunders et al. 2009) Teoriaosiossa käsiteltiin kiinteistön elinkaarta sekä kartoitettiin XR:n tähänastista tilaa ja esiteltiin pelillistämisen keinoja. Käsiteltyjen asioiden pohjalta ei kuitenkaan luoda yrityksille ehdotettavia toimenpiteitä, joita empiirisen osion aikana lähdetäisiin testaamaan. Tästä syystä tutkimuksen lähestymistapa vastaa abduktiivista eli teoriaohjaavaa lähestymistapaa.

Ajallisesti tutkimus toteutettiin poikkileikkauksena, sillä tutkimuksen puitteissa ei ole mahdollista seurata pitkittäistutkimuksellisesti todettujen käyttökohteiden toimivuutta ja niistä saatavia hyötyjä. Tavoitteena on selvittää, mikä on haastatteluiden aikana yrityksen käsitys laajennetusta todellisuudesta ja sen mahdollisuuksista. Muutokset, arvonn tuotto ja kehitys ovat varsinaisessa SXR-hankkeessa tarkkailtavia asioita. Primääridatasta puhuttaessa tarkoitetaan itse kerättyä aineistoa ja sekundääridatalla valmiin lähtöaineiston hyödyntämistä. (Saunders et al. 2009) Tässä tutkimuksessa empiirisen osion primääridatan tiedonkeruu toteutetaan haastatteluiden ja työpajojen avulla. Tiedonkeruun tarkoituksena on ensinnäkin kerätä validia ja luotettavaa aineistoa tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi ja toisekseen työpajoissa luoda osallistujille havainnollistetumpaa kuvaa XR:n tilanteesta. Haastatteluiden ideoinnissa hyödynnetään sekundääridatana hankevalmistelua ohjanneista työpajoista kerättyä aineistoa.

Saunders et al. (Saunders et al. 2009) jakavat haastattelut aineiston keruu- ja analyysime- todina avoimiin haastatteluihin, puolistrukturoituihin haastatteluihin ja strukturoituihin haastatteluihin. Strukturoiduissa haastatteluissa haastateltava vastaa ennalta määritettyihin monivalintakysymyksiin haluamallaan tavalla. Strukturoidut haastattelut ovat pääasiassa tarkoitettu määrällisen datan keräämiseen ja siksi ne eivät saisi poiketa toisistaan haastateltavien kesken. Avoimet haastattelut ovat muodoltaan vapaampia, eikä haastattelijalla ole käytössään ennalta kasattua kysymyslistaa. Haastattelija kuitenkin tietää, mitä aihealueita hän aikoo käydä läpi. Puolistrukturoiduissa eli teemahaastatteluissa haastattelijalla on lista läpikäytävistä kysymyksistä ja teemoista, mutta kysymyksen järjestystä voidaan muuttaa tai osa kysymyksistä jättää kokonaan pois haastattelukontekstista riippuen. Avoimilla ja puolistrukturoiduilla haastatteluilla kerätään laadullista dataa. Tässä tutkimuksessa haastatteluiden tutkimusmenetelmänä käytetään puolistrukturoituja haastatteluita ja työpajoissa on käytössä avoimet haastattelut.

Teemahaastatteluihin päädyttiin strukturoitujen haastatteluiden sijaan, koska kyseessä on uuden aihealueen tutkiminen ja haastateltavien piti pystyä vastaamaan vapaasti ja mahdollisimman laajasti. Monivalintakyselyssä olennaisten asioiden huomiotta jäämisen mahdollisuus olisi ollut suurempi ja erilaisille toimijoille yleispätevän monivalintakyselyn rakentaminen erittäin haasteellista. Haastateltavat toimivat kiinteistön elinkaaren erivaiheilla ja teemahaastattelua voidaan tarvittaessa muotoilla haastateltavan suhteen. Esille nousseista mielenkiintoisista aihealueista voidaan myös tarvittaessa esittää jatkokysymyksiä. Laajempien vastauksien vastatessa useampiin kysymyksiin teemahaastattelu mahdollistaa teemojen käsittelyn niiden esille tulemisjärjestyksen mukaan. Haastatteluissa avointa metodologiaa ei käytetty, koska se olisi tehnyt kohdeyrityksien vastauksien vertailemisesta ja yhteneväisyyksien löytämisestä hankalaa. Sovelluskokeiluissa sitä kuitenkin käytettiin, koska tilaisuudet olivat vapaamuotoisempia ja keskittyivät teknologian esittelyyn.

4.2 Haastatteluiden ja työpajojen toteutus

Sekundääridatana käytettävät hankevalmistelun ensimmäiset työpajat järjestettiin keväällä 2018. Työpajojen aikaan tutkija suoritti muita opintojaan ja ei ollut vielä osana hankekonsortiota, mutta sai tutkimustaan varten työpajojen materiaalin käyttöönsä. Työpajoja järjestettiin kaksi kappaletta. Ensimmäinen työpaja järjestettiin Helsingissä 16.3.2018. Kutsu työpajaan lähetettiin 80:lle kiinteistö- rakennusalan ja virtuaaliodellisuuden asiantuntijalle ja heistä tilaisuuteen ilmoittautui 30. Tilaisuudessa käytiin läpi SVR:n tilannetta, kokeiltiin sosiaalista vuorovaikutusta virtuaalitullassa ja ideoitiin teknologian mahdollisia käyttökohteita. Käyttökohteille muodostettiin sidosryhmät ja kokonaisuudet sijoitettiin karkeasti asuntogryndauksen aikajanelle. Tapahtuma toimi suuntaa antavana tilaisuutena tutkimusryhmälle.

Toinen työpaja järjestettiin Helsingissä 11.4.2018 ja sinne kutsut lähetettiin 100:lle henkilölle, mutta lopulta tilaisuuteen ilmoittautui vain 21 henkilöä. Työpajojen välisenä aikana tutkimusryhmä mietti tarkemmin hankkeen toteutustapaa sekä teki diaesityksen SVR:n käyttökohteista. Diaesityksen pohjalta työpajassa järjestettiin äänestys kehityskelpoisimmista käyttökohteista ja käytiin ohjattua keskustelua SVR:n mahdollisuuksista ja kehittämistarpeista eri toimijoiden näkökulmasta. Äänestyksessä jokainen työpajan osallistuja jakoi mielestään kehityksen kannalta potentiaalisimmalle käyttötarkoitukselle kolme pistettä, 2. potentiaalisimmalle kaksi ja 3. potentiaalisimmalle yhden. Pisteitä oli rajallisesti käytössä ja skenaarion jääminen pisteittä ei tarkoittanut ratkaisun toimimattomuutta.

Äänestyksen ja ideariihien tulokset julkaistiin työpajojen yhteenvedossa, joka toimii tämän tutkimuksen ensimmäisen tulososion lähdeaineistona. Kevään 2018 työpajoissa käsiteltiin kuitenkin ainoastaan sosiaalista virtuaalitodellisuutta ja tutkijan tehtäväksi jäi SAR:n sekä sosiaalisen yhdistetyn todellisuuden (SMR) käyttötapauksien miettiminen sekundääridatan sekä syksyn aikana luetun teorian pohjalta. Käyttökohteita miettiessä työpajojen tuloksiin suhtauduttiin kriittisesti ja koetettiin etsiä asioita, joihin SAR ja SMR pystyvät, mutta SVR ei. Kehitetyt SAR- ja SMR-ratkaisut ovat liitoksissa osallistamiseen, markkinointiin sekä työnohjaukseen ja etätukeen (Taulukko 3). Työpajojen tuloksien, kerätyn teorian ja itse kehitettyjen käyttökohteiden pohjalta tutkija muodosti syksyn 2018 aikana käyttökohteille yhtenäistävät kokonaisuudet. Kokonaisuuksista tutkija teki diaesityksen, jota käytettiin haastatteluiden tukena.

Taulukko 3. SAR:n ja SMR:n käyttökohteita

Kokonaisuus	Käyttökohte	Tarkoitus ja tavoitteet
Käyttäjien ja asukkaiden osallistaminen	Virhe- ja puutelistan tekeminen	Tarkempi palaute virheistä ja puutteista
Markkinointi	Alustaratkaisut	Virtuaalinen tavaratalo
	Tilamuutokset	Vaihtoehtojen hahmottamisen helpottaminen
	Tyhjien tilojen markkinointi	Tilan täyttäminen ja kutsuvammaksi tekeminen
Työnohjaus ja etätuki	Työmaavalvonta	Toteuman vertailu ja kommenttien liittäminen työmaalla Etävalvonnan suorittaminen
	Työmaan sisäinen yhteydenpito	Ohjauskeskustelut ja kommentit, joita voidaan tarkastella myöhemmin.

Kutsuja haastatteluihin ja työpajoihin lähetettiin kevään 2018 työpajojen osallistujille, jotka oli todettu potentiaalisiksi osallistujiksi SXR-hankkeeseen. Heidän lisäksi kutsuja lähetettiin myös uusille kohdeyrityksille. Tavoitteena oli, että osallistujia saataisiin haa-

littua mahdollisimman kattavasti kiinteistön elinkaaren eri vaiheilta. Tarkoitus oli haastetella pääasiassa yritysten digitalisaatiosta jollain tasolla vastaavia tai siitä tietäviä henkilöitä. Digitalisaatiosta ja teknologiasta kiinnostuneiden ajatusmaailma on sellainen, että he pystyvät hahmottamaan paremmin uusia mahdollisuuksia sekä haasteita.

Kolme työpajaa järjestettiin ennen haastatteluita ja haastattelut vuoden 2019 alkupuolella. Yhtä työpajaa lukuun ottamatta sekä haastattelut että työpajat järjestettiin yritysten tiloissa. Työpajoissa oli mukana yhden tai kahden yrityksen edustajia, tutkimusryhmä sekä kahdessa SVR-alustan tarjoaja. Haastatteluissa oli yhtä poikkeusta lukuun ottamatta tutkijan lisäksi mukana yksi tutkimusryhmän jäsen. Työpajat ja haastattelut nauhoitettiin tutkijan toimesta. Menetelmätyypit, yritysten tai organisaatioiden toimialat, osallistujien tittelit sekä tilaisuuksien päivämäärät on koottu taulukkoon kokonaisuutta hahmottamaan (Taulukko 4).

Taulukko 4. Yhteenvedo haastatteluista ja sovelluskokeiluista

Menetelmä	Toimiala	Osallistujat	Päivämäärä
Työpaja	Rakennuttami- nen/Kiinteistö- omistaja, Kam- puskehittäjä	Toimitusjohtaja, Arkkitehti, Kehi- tysjohtaja	26.11.2018
Työpaja	Kiinteistöomis- taja, Asiantunti- jaryitys	Arkkitehti, Pro- jekti-insinööri, Customer Ser- vice Advisor x 2	4.12.2018
Työpaja	Suunnittelu/Ra- kennuttaminen	Teknologiajoh- taja, Ohjelmis- toinsinööri	19.12.2018
Haastattelu	Kaavoitus	Urban Planner, Tiimipäällikkö	17.1.2019
Haastattelu	Kaupunkisuun- nittelu	Arkkitehti, Vuo- rovaikutussuun- nittelija	31.1.2019
Haastattelu	Kaupunkisuun- nittelu	Tietomallikoordi- naattori	28.1.2019
Haastattelu	Suunnittelu- ja konsultointiyri- tyys	Service Mana- ger	11.1.2019
Haastattelu	Insinööritoimisto	Kehityspäällikkö	11.1.2019
Haastattelu	Insinööritoimisto	Projektipäällikkö	24.1.2019
Haastattelu	Suunnittelupal- velut	BIM-konsultti	6.2.2019
Haastattelu	Rakennusalan konserni	BIM/VDC Mana- ger	9.1.2019
Haastattelu	Liikelaitos	2 x Tietomalliasi- antuntija	11.1.2019
Haastattelu	Kiinteistösijoit- taja	Kehitysjohtaja, Kiinteistökehi- tysjohtaja	23.1.2019

Työpajat olivat avoimempia tilaisuuksia, joissa päätarkoituksena oli SVR-tekniikan esittely. Ensimmäisessä työpajassa testattiin aluksi InsiteVR sovellusta Oculus Go VR-laseilla. Tarkoituksena oli esittää mihin itsestään toimivat halvemmat VR-lasit pystyvät tällä hetkellä. Laseja oli käytössä useammat, joten kaikki osallistujat pääsivät samaan ai-

kaan virtuaalimaailmaan. Tämän jälkeen vaihdettiin HTC Vive-laseihin ja IrisVR Prospect Pro sovellukseen, jota osallistujat pääsivät kokeilemaan yksi kerrallaan. Sekä In-siteVR:ssä että Iris Prospectissa liikuttiin saman rakennuksen tietomallin ympärillä. Näin saatiin vertailupintaa tietokoneen avustuksella ja itsestään toimivien lasien välille. Demojen jälkeen suoritettiin tutkijan vetämä avoin haastattelu, jossa käytiin läpi demoista syntyneitä ensivaikutelmia, mahdollisia käyttökohteita ja käyttöönoton haasteita sekä kysyttiin, muuttiko kokeilu suhtautumista teknologiaan.

Kahdessa jälkimmäisessä työpajassa keskustelu aloitettiin SXR-hankkeen läpikäymisestä ja myymisestä. Tämän jälkeen vuorossa oli SVR-alustan kokeileminen. Yksi yrityksen edustaja kerrallaan meni virtuaalimaailmaan, jossa vastassa oli fyysisesti toisessa sijainnissa oleva alustan tarjoajan työntekijä. Tämä henkilö ohjeisti alustan kokeilijaan ohjaimien käyttämisessä ja liikkumisessa. Kaikkien halukkaiden kokeiltua tilaisuus vedettiin pikaisesti yhteen ja mietittiin kuinka yritys voisi mahdollisesti osallistua SXR-hankkeeseen. Jälkimmäisissä työpajoissa tutkija toimi ennemminkin observoijana ja esitti tarvittaessa kommentteja sekä kysymyksiä. Jokaisen työpajan yhteydessä keskusteltiin lisäksi yleisesti saatavilla olevista ja tulevista näyttölaitteista, erilaisista sovelluksista sekä nimenomaan sosiaalisen vuorovaikutuksen tarjoamista mahdollisuuksista. Kuinka SVR esimerkiksi vertautui yrityksen nykyisiin toimintatapoihin.

Haastatteluissa oli käytössä haastattelurunko (liite A), jonka mukaan haastattelut toteutettiin. Ensimmäisissä haastatteluissa rungosta jaettiin kopio haastateltaville, mutta niiden jälkeen runko oli tarvittaessa vain tutkijan käytössä. Aluksi haastatteluissa käytiin läpi yrityksen nykytilannetta XR-tuntemuksen sekä mahdollisesti jo käytössä olevien ratkaisujen kautta. Tarvittaessa kysymyksiä muokattiin ja kysyttiin esimerkiksi tarkemmin yrityksen XR-historiasta ja olemassa olevista ratkaisuksista. Nykytilan läpikäymisen jälkeen otettiin esille alkuvuodesta 2019 valmiiksi saatu käyttötapausten diaesitys. Esityksessä käyttötapauksessa olivat jaettu kiinteistöjen elinkaaren taustavaikuttajien mukaan. Nämä taustavaikuttajat on kerätty taulukkoon ja niiden kohdalle on laitettu merkintä, jos ne vaikuttavat prosessimallin eri vaiheissa. (Taulukko 5).

Taulukko 5. Taustavaikuttajien liittyminen kiinteistön elinkaareen

Taustavaikuttaja	Kaavoitus	Suunnittelu	Rakentaminen	Käyttöönotto	Käyttö ja ylläpito
Etäohjaus			X		X
Markkinointi	X	X	X	X	X
Koulutus		X	X	X	X
Osallistaminen	X	X	X		
Yhteistyö		X	X	X	

Vaikuttajat ovat limittäisiä toistensa kanssa. Etenkin osallistamista voitaisiin ajatella yhteistyön alavaikuttajana, mutta SXR:n kannalta ne on hyvä pitää omina kokonaisuuksinaan. Rakentamisen aikana kaikki viisi taustavaikuttajaa ovat mukana, kun muun muassa urakoitsija, suunnittelijat ja valvoja toimivat yhteistyössä, työmaalla suoritetaan koulutuksia ja perehdytyksiä, rakennettavaa kiinteistöä markkinoidaan ostajille, alueen asukkaita osallistutetaan kertomalla heille rakentamisen etenemisestä ja työvaiheiden suorittamisessa neuvotaan etänä. Suunnittelussa sekä käytössä ja ylläpidossa taustavaikuttajat ovat myös vahvasti läsnä. Vaihtelevuuksista huolimatta kaikille elinkaaren vaiheille ja niiden taustavaikuttajille yhteistä on se, että SXR tulee vaikuttamaan niihin muokkaamalla niitä ja luomalla uusia yhteyksiä. Haastatteluissa kokonaisuudet ja niiden sisältämät käyttötapaaukset käytiin dia kerrallaan läpi.

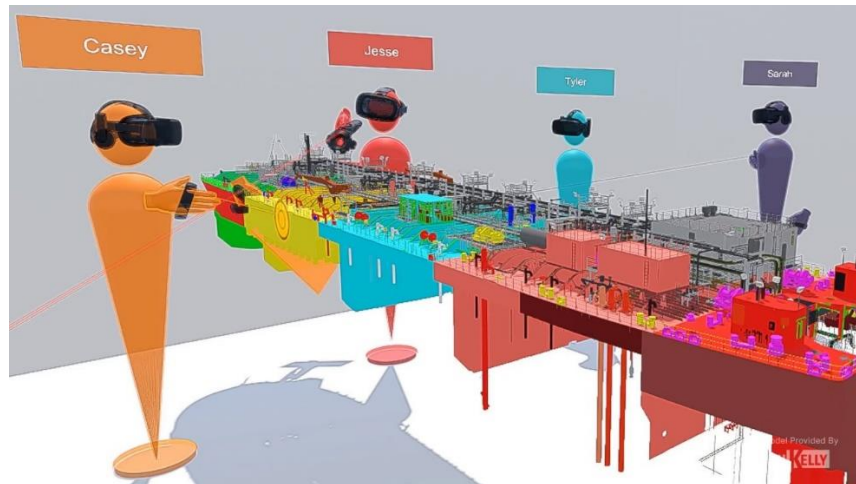
Käyttötapaauksien kautta oli tarkoituksena hakea yrityksiltä lisäideoita sekä tuoda mahdollisia käyttötarkoituksia yritysten tietoon. Läpikäymisen painotusta muokattiin tarvittaessa yrityksen toimialan mukaiseksi. Esityksen aikana haastateltavilta kysyttiin mielipiteitä käyttötarkoituksiin liittyen. Mitkä vaikuttavat toimivimmilta, mitä haasteita niissä on ja kenelle niistä on eniten hyötyä (liite A). Kaikkien diojen jälkeen kysyttiin mitkä kokonaisuuksista vaikuttivat haastateltavan yrityksen kannalta potentiaalisimmilta sekä mietittiin yrityksen mahdollisuuksia osallistua SXR-hankkeeseen. Erona kevään 2018 työpajan äänestykseen oli kysymyksen muotoilu. Työpajassa tiedusteltiin suurimman kehityspotentiaalin käyttöskenaarioita, mutta haastatteluissa mietittiin yleisesti potentiaalisimpia käyttökohteita eikä otettu kantaa teknologian tämän hetkiseen hyödyntämisen tasoon.

5. TUTKIMUKSET TULOKSET

5.1 Käyttökohteet

5.1.1 Käyttäjien ja asukkaiden osallistaminen

Rakennushankkeissa epäonnistutaan usein viestinnässä loppukäyttäjälle. Kiinteistöä tehdään sen loppukäyttäjää varten ja koko hanke voidaan määritellä epäonnistuneeksi, jos käyttäjä ei ole tyytyväinen lopputulokseen. XR:n avulla tavoitteena on helpottaa suunnitelmien hahmottamista ja tehdä kaupunkisuunnitteluun osallistumisesta mielenkiintoisempaa. Keskustelua voidaan käydä BIM kokonaisuuden ympärillä tai liikkua sen sisällä. Virtuaalimaailmassa suunnitelmaratkaisut esittäminen muuttuu konkreettisemmaksi ja ymmärrettävämmäksi. (Kuva 10)



Kuva 10. Kohteen esittelyä asiakkaille IrisVR Prospect Pro:ssa

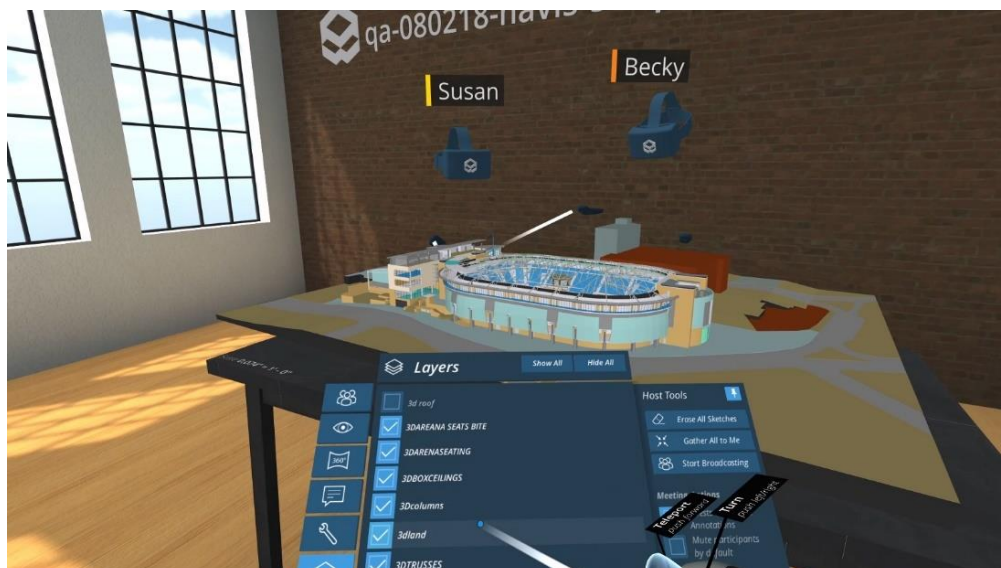
Jälkimmäisessä työpajan äänestyksessä osallistamiseen liittyviä ratkaisuja olivat kaavakehitys sekä tilaohjelman laadinta ja tilojen suunnittelu. Kaavakehityksen virtualisoinnin tähdätään valituksien määrän vähentämiseen ja mielipiteiden määrän kasvattamiseen sekä monipuolistamiseen. Kun ihmiset eivät osaa tulkita piirustuksia, heidän ensimmäinen reaktionsa on vastustava. MR:n avulla rakennuksien vaikutuksia maisemiin pystytään arvioimaan maastossa ja VR:llä asukas voidaan viedä useiden kerroksien korkeuteen. Tällöin ihmiset tietävät tarkalleen, mitä ollaan rakentamassa ja väärinymmärryksien sekä sitä mukaa myös valituksen määrä vähenee. Esimerkiksi kaupunginosien ja muiden isompien kokonaisuuksien kaavakehityksessä SXR mahdollistaa vaihtoehtojen visualisoinnin. Mielipiteitä kysyttäessä ihmiset eivät joudu hahmottamaan ideoita päässään vaan voivat suoraan kommentoida suuntaa antavia vaihtoehtoja virtuaalimaailmassa.

Hyödyntämällä uutta teknologiaa nuorien osallistaminen helpottuu. Virtuaalilasien yleistyessä nuorempi sukupolvi omaksuu niiden käytön ensimmäisenä ja siksi tärkeää on luoda kaavakehityksen alusta, joka kiinnostaa heitä. Ratkaisussa täytyy painottaa nuorten vuosikymmenien elämistä nyt tehtävien ratkaisujen kanssa. Läpinäkyvyyden lisäämisellä ja pelillistämistä hyödyntämällä kiinnostavuutta saadaan nostettua entisestään. Palkintojen saaminen kyselyihin vastaamisesta ja tuloslistojen pitäminen ovat yksinkertaisia keinoja vaikuttaa mielenkiintoon. Työpajassa kaavakehitys nähtiin kehityskelpoiseksi kohteeksi ja se sai 20 pistettä.

SXR:ä hyödyntävällä tilaohjelman laadinnalla ja tilojen suunnittelulla vaikutetaan olennaisesti loppukäyttäjälle viestinnän parantamiseen. Vaihtoehtojen luominen ja virtuaalikerrokset, joissa liikutaan ohjatusti isompien alueiden välillä ja alueiden sisällä itsenäisesti ovat vain kaksi esimerkkiä monista ratkaisuista, joita osallistamisen ympärille on mahdollista luoda. Käyttäjien ja asukkaiden mielipiteet tarkentuvat ja tavallisesti hiljaisemmat ihmiset saavat paremman mahdollisuuden osallistua, kun kommentteja voi hiljaisesti liittää virtuaalimalliin. Suunnitelmien läpikäyminen systematisoituu, kun VR-kokemuksen fasilitaattori luo selkeän käsikirjoituksen 3D-mallissa liikkumiselle. Ratkaisu ei ollut 12 pisteellään yhtä suosittu kuin kaavakehitys, mutta sen hyödyt kuitenkin tunnistettiin.

5.1.2 Yhteistyö ja kommunikointi

Suuri osa kiinteistö- ja rakentamisalan ongelmista on viestintään liittyviä. Kommunikointiketjut ovat pitkiä, epäselvyyksiä ilmenee ja konkreettinen linkitys reaaliaikaisiin suunnitelmiin puuttuu. Kulkeminen paikkakunnalta toiselle kuluttaa aikaa ja aiheuttaa kuluja. Paikkariippuvuuden poistaminen on yksi tärkeimmistä asioista, joihin SXR tarjoaa ratkaisun. Hankkeen osapuolien ei ole tarpeellista kokoontua fyysisesti samaan paikkaan, kun he voivat olla samassa virtuaalitallassa 3D-mallin ympärillä keskustelemassa. Tasoja voidaan piilottaa ja niiden sisältämiä tietoja tarkastella (Kuva 11). Uusien ratkaisujen myötä BIMin muuttaminen virtuaalimalliksi ei kadota esimerkiksi IFC-malleihin syötettyä dataa, mikä mahdollistaa objektien metatietoihin liittyvän yhteistyön. Kommentteja pystytään liittämään haluttuihin kohtiin ja kommentteista saadaan tulostettua raportteja. Teknologia ei vielä mahdollista kommenttien linkittämistä suunnittelumalleihin, mutta kyseisen esteen poistuessa kommunikointi selkeytyy merkittävästi.



Kuva 11. Yhteistyö InsiteVR:n virtuaalimaailmassa

Työpajassa eniten pisteitä saanut SXR:n käyttökohde oli suunnittelun ohjaus virtuaalissa Big Roomissa. 29 pisteellään ratkaisu oli ylivoimainen ykkönen, mikä kertoo siitä, että tilaisuudessa läsnäolleet asiantuntijat arvostivat erityisesti paikkasidonnaisuuden poistumista ja mahdollisuutta työskennellä rakennuksen tietomallin ympärillä tai sen sisällä 1:1 mittakaavassa. Työpajassa puhuttiin myös suunnittelutyökalujen viemisestä virtuaalimaailmaan, mutta 3D-objektien käsittelyn mittatarkkuuksiin liittyvät ongelmat estävät sen toteutumisen ainakin lähitulevaisuudessa. Suoranaista tarvetta kaiken suunnittelun viemiselle VR-maailmaan ei edes ole, koska nykyiset mallinnussovellukset ovat riittäviä ja VR toimii lähinnä niiden lisätyökaluna. Objektien liikuttaminen ja skenaarioiden luominen ovat kuitenkin ominaisuuksia, jotka jollain tasolla on tarpeellista saada virtuaalimaailmaan.

Työpajoissa omaksi kokonaisuudeksi nousi suunnitelmien yhteensovittaminen, joka sai 11 pistettä. Yhteensovittamisen virtualisoiminen on ehkä tällä hetkellä Suomessa kiinnostava ajatus, mutta entä jos kaikki suunnittelijat tekisivät työnsä samalla alustalla. Tällöin sovittamiselle ei ole tarvetta, mutta toiminta edellyttää kaikkien suunnittelijoiden sitoutumista yhteen ohjelmistoon. muokkaus-oikeuksia voidaan jakaa ja tiettyjä objekteja kuten esimerkiksi kantavia rakenteita voidaan lukita, jolloin niihin ei ole mahdollista tehdä muutoksia ilman lupaa. Yhteistoiminnassa ei siis synny suuria ongelmia, jos pelisäännöt ovat selvät. Ratkaisun pistemäärä onkin yllättävän suuri, kun yhteissuunnittelu otetaan huomioon ja mietitään, millaiset käyttökohteet jäivät pienemmälle pistemäärälle.

Työmaakokous oli 19 pisteellään yhteistyön ja kommunikoinnin ratkaisusta toiseksi eniten ääniä saanut käyttöskenaario. Virtuaalinen työmaakokous poistaa paikkasidonnaisuuden ja mahdollistaa kokouksesta poissaolleille läpi käytyjen asioiden observoinnin äänitteen muodossa. Kokouksiin voidaan luoda erilaisia vuorovaikutusskenaarioita, joissa roolit on jo valmiiksi jaettu. 3D-objektit sijaitsevat pöydille ja niihin on mahdollista mennä

liikkumaan 1:1 mittakaavassa. 2D-materiaali avautuu seinille ja optimitilanteessa esimerkiksi detaljit ja leikkauskuvat ovat linkitettyinä 3D-malliin. Tarvittaessa urakoitsijan edustaja voi työmaalla liikkua ongelma-kohtien luokse MR-näyttölaitteella ja muut näkevät hänen näkymänsä virtuaalitalan seinillä.

Lupavaihe sai äänestyksessä seitsemän pistettä. Pohdinnoissa käytiin läpi rakennusvalvonnan ja rakennusliikkeen välistä keskustelua lupavaiheessa. Tehokkaampi hyväksyntäprosessi tuo selkeitä etuja, mutta toiminnan tyyppi on mietittävä tarkkaan. Käyttökohteenä tontin hankinta jäi kahteen pisteeseen. Arkkitehdin, kehittäjän ja viranomaisten SXR-yhteistyötä tässä vaiheessa ei nähty potentiaalisiksi. Ratkaisussa vuorovaikutus tapahtuisi kaupungin kaavan 3D-mallin ympärillä ja etuina voidaan pitää kommunikaation selkeyttä. Ongelmana yhteistyön kannalta ainakin vielä on kaavojen muuttaminen tietomallimuotoon. Urakoiden kilpailutuksessa mahdollisuuksia nähtiin vielä vähemmän ja se jäi täysin ilman pisteitä. Pisteytyksen jälkeisissä keskusteluissa esille nostettiin kaavarunkosuunnitelmavaihe, joka nähtiin erittäin tärkeänä ja potentiaalisena ratkaisuna yhteistyön kannalta. Mitä aikaisemmin yhteistyö saadaan aloitettua ja muutokset tehtyä kaava-suunnitelmaan, sitä enemmän säästetään.

5.1.3 Työnohjaus ja etäohjeistus

Työmaalla toimimisen kannalta SXR mahdollistaa käsien vapautumisen muuhun työkentelyyn. Näyttölaitteilla voidaan ottaa mittoja, ohjata työntekijä huoltoa vaativan tilan tai laitteen luokse, päästä piirustuksiin käsiksi ja verrata suunniteltua toteutuneeseen heijastamalla rakennuksen tietomalli MR-lasien kautta. Turha liikkuminen piirustuksien luo tai niitä etsimään poistuu, kun suunnitelmat voidaan tarkastaa virtuaalisesti mestan luona. Ohjaustilanteissa laitteet heijastavat ohjaajaan kommentit ja piirtämät asiat eikä ohjaajalla ole välttämätöntä olla näyttölaitetta käytössään (Kuva 12).



Kuva 12. Etäohjeistus videopuhelupohjaisesti MR:ä hyödyntäen

Työpajoissa ainoat työnohjauksen ja etäohjeistuksen ratkaisut olivat valvonnan suorittaminen sekä lisä- ja muutostyöt. Valvonta jäi kolmeen pisteeseen ja lisä- ja muutostyöt eivät saaneet pisteitä, joten sen hyötyjä ei nähty potentiaalisina kehityskohteina. Työmaakokouksien tapaisesti keskustelua olisi mahdollista käydä virtuaalitullassa rakennuksen tietomallin ympärillä ja tarvittaessa urakoitsijan edustaja heijastaa näkymäänsä seinälle. Muutostöiden havainnollistaminen olisi kuitenkin hankalaa, koska valmiita vaihtoehtoja ei ole visualisoitu ja virtualisointi ei sitä kautta tuo merkittäviä lisähyötyjä.

5.1.4 Koulutus ja perehdytys

Äänestyksessä koulutukseen ja perehdyttämiseen liittyvistä SVR-käyttökohteista eniten ääniä sai työturvallisuus koulutus kahdeksalla pisteellään. Hätkähdyttävien kokemusten luominen sovelluksilla nähtiin edistysaskeleena verrattuna perinteisiin valkokankaalta tai näytöltä katsottaviin videoihin ja diaesityksiin. Virtuaalitodellisuudessa vaaroihin havahdutaan toisella tavalla, kun onnettomuudet pystytään visualisoimaan. Kuudella pisteellä työvaiheiden simulointi oli käyttökkenaarioista toiseksi suosituin. Työmaakopeille on mahdollista asentaa VR-järjestelmä, jossa simuloituja vaiheita päästään tarkastelemaan ja muistelemaan, jos jotain pääsi unohtumaan. Keskustelua voidaan käydä ja simulaatioon jättää kommentteja. Virheiden tapahtumisen todennäköisyys pienenee etenkin vaikeammassa kohteissa.

Ylläpidon koulutusta ei pidetty vastaavalla tavalla arvossa ja se sai vain kaksi pistettä. Monet ylläpidettävät asiat ovat jo entuudestaan tuttuja yrityksille, mutta taloteknisten ratkaisujen kehittyessä uutta opittavaa syntyy koko ajan. Sosiaaliselle virtuaalitodellisuu-delle ei nähty kehityspotentiaalia asukkaidenkaan perehdyttämisessä ja se ei saanut pisteitä.

5.1.5 Markkinointi ja palvelualustat

Asuntoon sijoittaminen aiheuttaa huolien, toiveiden ja epäilyn tunteiden sekoituksia. Kiinteistövälittäjälle, rakennusyrityksille ja sisustussuunnittelijoille on erittäin tärkeää esitellä tuotteensa niin, että mahdolliset huolien ja epäilyksien tunteet vähentyvät. Harvojen ihmisten mielikuvitus- ja hahmotuskyky on riittävä kuvittelemaan asunto pohjapiirustuksen tai betonisen tilan näkemisen perusteella omaksi kodiksi. Muuttamisen halua ei ilmene ja kaupat voivat jäädä syntymättä. Potentiaalsiin muuttokohteisiin olisi mukava päästä rauhassa tutustumaan ja pohtimaan erilaisia vaihtoehtoja. Työmaata ei tarvitse edes olla perustettu, kun havainnollistavaa markkinointia aletaan suorittamaan AR:llä, MR:llä (Kuva 13) tai VR:llä.



Kuva 13. Kiinteistön esittelyä Microsoft HoloLensin avulla

Työpajoissa ennakkomarkkinointi ja asunonäyttö eivät saaneet yhtään pisteitä. Kiinteistöjen markkinoinnissa hyödynnetään jo virtuaalitodellisuuden ratkaisuja ja siksi niiden kehityspotentiaalia ei nähty muiden ratkaisujen kaltaisena. Äänestyksen jälkeisissä keskusteluissa esille nousi kuitenkin alue- ja kiinteistökehityskohteiden markkinointi kansainvälisille sijoittajille, joten paikkasidonnaisuuden poistumisen tuomat edut tunnustettiin. SVR on tarkoitettu tilanteisiin, joissa rakentamista ei ole aloitettu, asiakas ei pääse paikanpäälle tai kun halutaan luoda asiakkaalle erittäin visuaalinen kuva kohteesta.

5.1.6 Yhteenveto

Kevään 2018 ensimmäisen työpajan viesti oli selvä, suurin SVR:n potentiaali on rakennuksien suunnittelussa. Paikkasidonnaisuus poistuu ja kommunikointi selkeytyy. Työpajoissa eniten ääniä saaneet SVR:n käyttökohteet olivat suunnittelun ohjaus virtuaalisessa Big Roomissa, kaavakehitys sekä työmaakokoukset, jotka kaikki ovat vahvasti yhteydessä suunnitteluun. Kolme potentiaalisinta ratkaisua ovat erossa muista ja niiden jälkeen viisi seuraavaksi eniten pisteitä saanutta käyttökohdetta muodostavat oman kokonaisuutensa. Loput skenaarioista saivat hajaääniä tai eivät ääniä ollenkaan. Nähdyn kehityspotentiaalim mukaan käyttökohteet voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan (Kuva 14).

Heikko	Hyvä	Korkea
0-5	6-15	16-30
<ul style="list-style-type: none"> • Ennakkomarkkinointi (0) • Asunonäyttö (0) • Asukkaiden perehdytys (0) • Lisä- ja muutostyöt (0) • Urakoiden kilpailutus (0) • Ylläpidon koulutus (2) • Tontin hankinta (2) • Valvonta (3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Työvaiheiden simulointi (6) • Lupavaihe (7) • Työturvallisuuskoulutus (8) • Suunnitelmien yhteensovittaminen (11) • Tilaohjelman laadinta ja tilojen suunnittelu (12) 	<ul style="list-style-type: none"> • Työmaakokoukset (19) • Kaavakehitys (20) • Virtuaalinen Big Room (29)

Kuva 14. SXR:n käyttökohteiden kehityspotentiaali pisteiden mukaan

SXR-sovelluksissa sidosryhmät ovat hyvinkin samanlaiset kuin perinteisissä toimintamalleissa. Muodostetussa kiinteistön elinkaaren prosessimallissa suunnitteluvaiheen sidosryhmä on laajin mahdollinen, koska käyttöskenaarioita on monenlaisia. Vähintään yhtä laaja sidosryhmä on kyseessä myös rakentamisen vaiheessa, johon työmaakokoukset olennaisena osana kuuluvat. Muissa vaiheissa sidosryhmien koko on pienempi, mutta kaikissa on edes jollain tavalla mukana vähintään kolme eri osapuolta. (Taulukko 6)

Taulukko 6. SXR-sidosryhmät kiinteistön elinkaari-prosessin vaiheissa

Prosessin vaihe	Arkkitehti	Suunnittelijat	Käyttäjät/asukkaat	Urakoitsijat	Tilaaaja/Rakennuttaja	Viranomaiset
Kaavoitus	X		X			X
Suunnittelu	X	X	X	X	X	X
Rakentaminen	X	X	X	X	X	X
Käyttöönotto			X	X	X	
Käyttö/ylläpito			X	X	X	

Tehdyn kokonaisuus jaottelun mukaan yhteistyön ja kommunikoinnin ratkaisut saivat eniten pisteitä. SVR poistaa paikkasidonnaisuuden ja selkeyttää kommunikointia esimerkiksi kohdennettavien ja säilytettävien kommenttien avulla, jolloin ratkaisulla on selkeitä hyötyjä. Pelillistäminen on vahvasti mukana työnohjauksessa ja koulutuksessa, kun esimerkiksi työvaiheita halutaan simuloida tai luoda skenaarioita, joissa saa epäonnistua. Visualisointi ja ymmärrettävyys ovat kaksi keskeistä käsitettä, kun puhutaan osallistamisen ja markkinoinnin käyttökohteista. 1:1 kohteessa liikkuminen ja virtuaalisen pienoismallin tarkastelu antavat selkeämmän kuvan kohteesta kuin 2D-piirustukset ja tällöin mielipiteiden antaminen helpottuu.

5.2 Hyödyntämisen nykytilanne

5.2.1 Teknologian käyttö

SXR-tekniikan hyödyntämisessä valtaosa yrityksistä on samassa tilanteessa. Erilaisia näyttölaitteita ja sovelluksia on kokeiltu, mutta ratkaisut eivät ole edenneet tuotteistukseen tai sitten niitä on käytetty vain demoamistarkoitukseen. Vaihtoehtoja on saatettu käydä läpi jo useampi vuosi, mutta niiden toimivuus ei ole voittanut perinteisiä tapoja. Käyttöskenaarioiden luominen on ollut työlästä verrattuna niistä saatavaan hyötyyn ja esimerkiksi esittelyssä CAVE-ratkaisut ovat ainakin vielä nähty toimivammiksi. Valtaosaan kuuluvista omien demojen luoneiden ja vain ratkaisuja kokeilleiden yritysten määrät jakautuvat tasan.

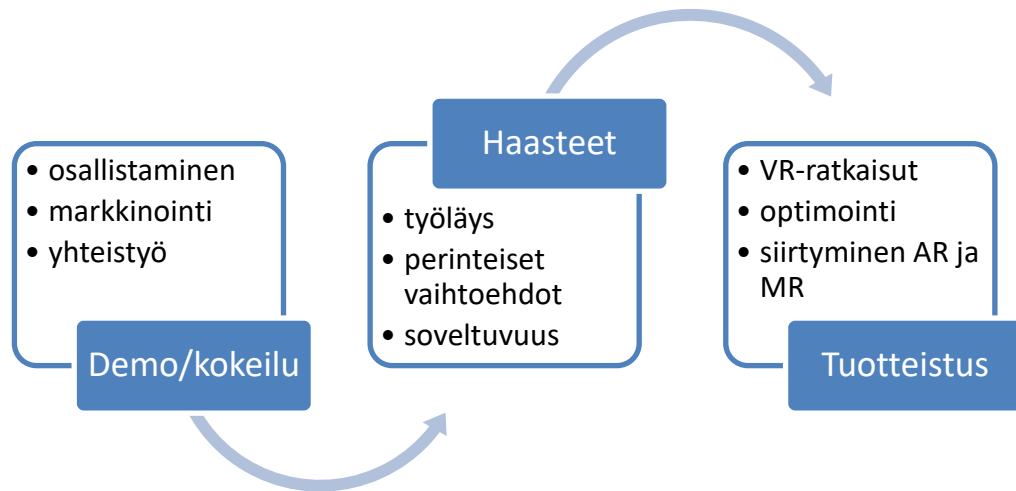
Kokeiluja suorittaneet olivat tutustuneet pelikoneen vaativiin VR-laseihin, itsestään toimiviin Oculus Go -laseihin ja muutamat Microsoft HoloLensiin. Ratkaisut olivat olleet rakennuksen tietomalliin liikkumaan pääsemistä, visualisoitujen kohteiden tarkastelua ja

pelien pelaamista. Useamman henkilön virtuaalituloja ei kuitenkaan oltu kokeiltu. Syitä tuotteistamattomuuteen ovat olleet ratkaisujen huono soveltuvuus sekä helppokäyttöisyyden puuttuminen. Pelikone ja siihen liitettävä lasit sekä useat monimutkaiset ohjelmistot eivät ole käytännöllinen ratkaisu.

Omia ratkaisuja kokeilleiden ja käyttöön asti vieneiden skenaariot olivat kaikki toteutettu virtuaalitodellisuuden avulla ja ne liittyivät pääpiirteittäin osallistamisen yläluokkaan. Esittelyratkaisuja oli luotu tulevaisuuteen liittyvien mielipiteiden keräämiseen erilaisilla vaihtoehdoilla tai ilman niitä. Rakennuksien tietomalleja oli viety virtuaalimaailmaan suunnittelijoiden ja käyttäjien tarkasteltavaksi hahmotus ja visualisointia ajatellen. Virtuaalimallien tekeminen oli kuitenkin nähty työlääksi prosessiksi, mikä esti laajemman käyttöönoton. Yksi yritys oli suorittanut VR-fasilitointeja asiakkailleen, mutta ongelmana perinteiseen CAVE-ratkaisuun verrattuna oli ollut ihmisten vähäinen uskallus kokeilla. Kun käytössä on vain yhdet VR-lasit, jännitys nousee ryhmän keskellä suureksi. Kukaan ei halua nolata itseään ja vastahakoisuus kasvaa, kun kyseessä on ylempi johtohenkilö.

Ratkaisuna vastahakoisuuteen voisi olla useamman henkilön pääseminen virtuaalitalaan samaan aikaan ilman pelikonetta toimivilla laseilla. Yhteistyötäkin on jo kokeiltu ratkaisuilla, joissa arkkitehti ja urakoitsija tarkastelevat samaa virtuaalimallia sekä keskustelevat rakentamisen toteutuksesta. Skenaario oli osoittautunut toimivaksi, koska uuden teknologian ihmettelystä oltiin päästy hyvin nopeasti varsinaiseen työhön ja työjärjestyksien miettimiseen. Sovelluksista Enscape on todettu toimivaksi ja kevyeksi, koska sen avulla virtuaalimallien tekeminen on suhteellisen nopeaa ja tehokasta. Osallistaminen on vienyt voiton muista ratkaisuista, koska sosiaaliset virtuaalitalat ovat vasta viimeisen vuoden aikana tulleet kunnolla markkinoille ja yritykset eivät ole ehtineet paneutua niihin. Isommissa organisaatioissa on lisäksi tilanne, että tietyissä hankkeissa on saatettu kokeilla eri XR-laitteita, mutta niistä ei ole yleisesti raportoitu ja kaikki eivät siksi täysin tiedä missä mennään.

Haastateltujen henkilöiden yleinen tietous VR-laseista oli hyvällä tasolla ja melkein kaikki olivat kuulleet Oculus Go -laseista, mikä kertoo teknologian näkyvyyden kasvamisesta. Tietämys AR-laseista oli heikompaa, mutta MR-näyttölaitteista HoloLens oli tuttu. VR-sovelluksien suhteen ajatus rakennuksien tietomallien viemisestä virtuaalimaailmaan, mutta tietous yksittäisistä sovelluksista vaihteli. Etenkään sovellukset, jotka tarjoavat automaattisia moninpeliympäristöjä eivät olleet tuttuja. AR:ssä ja MR:ssä varsinaisia valmiita sovelluksia ei ole kuin etäohjauksen puolella ja niistä haastatteluissa ei oikeastaan edes keskusteltu. Osalla yrityksistä oli paljonkin laseja ostettuina, mutta ne eivät olleet käytössä. Yritykset haluavat toimivia käyttökohteita ja tietoutta sovelluksista, jotta he pääsevät hyödyntämään teknologiaa. Suuri osa yrityksistä pyrkii ylitse pääsemään ratkaisujen kehittämisen haasteet ja siirtymään tilanteeseen, jossa heillä on VR:n ratkaisut mietittynä ja niiden käyttöä voidaan alkaa optimoimaan (Kuva 15).



Kuva 15. Siirtyminen VR-ratkaisujen kokeilemisestä tuotteistukseen

Poikkeuksina hyödyntämisen enemmistöön ovat toimijat, jotka eivät ole tunnistaneeet SXR:n hyötyjä ja ne, joiden mielestä heillä on jo mietittynä VR:n käyttökohteet. CAVE on ratkaisu, joka tuo välitöntä vastinetta rahoille ja siksi jotkut yritykset ovat selkeästi panostaneet niihin. SXR:n hyötyjä ei ole nähty, koska toimivia sovelluksia ei ole tullut vastaan tai hyötyjä ei ole haluttu nähdä suurien investointien takia. Kaavoituksessa tilanne on selkeämpi, koska digitalisaatiossa se on muita kiinteistön elinkaaren vaiheita jäljessä ja esimerkiksi yleiskaavan tasolla on vielä hyvin vähän edes tietomallintamista. Vastakohta käyttökohteiden olemattomuudelle ja tunnistamattomuudelle on niiden selkeä tunnistaminen. Haastatelluista yrityksistä XR-tekniikan tutkimisessa ja hyödyntämisessä yksi yritys oli muita edellä. Haastattelun alkuun kuultu kommentti kertoi, kuinka heillä muista poiketen on jo tiedossa, miten hyödyntää VR:ä:

” [...] me ollaan ikäänku mielestämme löydetty se sellanen, mite me voidaan hyödyntää VR:ä. Elikkä meil on tietynlaiset työkalut, joilla meidän suunnittelijat pystyy helposti toteuttamaan VR-ratkasuja.”

Yritys on muun muassa vienyt laseja työmaakoppeihin kokeiltaviksi ja käyttänyt niitä sairaalahankkeessa. Työmaalla työmiehet pääsivät virtuaalimallissa liikkumaan rakennettavan kohteen sisällä ja tarkastelemaan, miltä suunnitelmat näyttävät 1:1 maailmassa. Sairaalahankeessa pyydettiin kommentteja tulevilta käyttäjiltä leikkaussalin kalustuksen sijainneista. Lisäksi rakennusalan toimija on suorittanut kaksi vuotta kestäneen kehityshankkeen, jossa tutkittiin moninpelejä VR:ä. Hankkeen lopputuloksena ei ollut valmista tuotetta, mutta toimiva prototyyppi. Näiden lisäksi on kokeiltu paljon erilaisia moninpeleliympäristöjä ja räätälöity sovelluskehittäjien kanssa yhteistyössä sopivia demoja. Varsinaisessa VR käytössä yrityksellä on Enscape sovellus, joka mahdollistaa virtuaalimallien tekemisen ja tarkastelemisen nopeasti. Enscape on ollut ratkaisuna toimiva, kun suuremmille toiminallisuuksille ei ole ollut tarvetta. Toiminallisuuksia haluttaessa seuraavaksi askeleeksi on ajateltu Tridifyn kaltaisten ratkaisujen hyödyntämistä. AR:n toimintamallit eivät yrityksellä kuitenkaan yllä aivan samalle tasolle, kuin VR:llä:

”Seuraava mielenkiinnon kohde on sitte se, et toi AR:ä o vielä vähän sellasta uutta. Siihe ei oikeen löydy valmiita ratkasuja. Eikä myöskään oikeen niinku sellasii niinku järkevästi toimivia laitteita [...] Tavallaan se niinku Use case puuttuu sieltä, et kenelle me oikeen sellasta palvelua tarjotaan. No huoltomies, et kiinteistöhuolto on yks semmonen, mihin sitä vois ajatella.”

Yritys on kokeillut HoloLensia ja omistaa yhden Vuzixen AR-lasit, mutta niiden teknologia ei ole vielä ollut halutulla tasolla. Vuzix lasilla on toteutettu prototyyppi, jossa huoltomies voi hologrammien kautta tarkastaa esimerkiksi lämpötilan ja kosteuden sekä lähettää ilmoituksen. Varsinaista tuotetta ei kuitenkaan ole olemassa. Digitaalisia kaksosia on luotu ja kiinteistön tuottamaa dataa visualisoitu 3D-muotoon. Rajoittava tekijä tähän asti on kuitenkin ollut teknologia ja mahdollisesti HoloLens 2 avaa uusia mahdollisuuksia.

5.2.2 Asenteet

Työpajojen ja haastatteluiden yleinen viesti oli se, että SXR on mielenkiintoista, mutta siihen suhtaudutaan tietyllä varauksella. Sovelluskokeiluissa toisen henkilön kanssa vuorovaikuttaminen nähtiin luonnollisena ja herättelevänä kokemuksena. Kokeilijat huomasivat, kuinka sulavaa kommunikointi on, vaikka vuorovaikutuksen kohteena ollut avatar olikin vain robotti. Tuntui kuin olisi toisen kanssa samassa tilanteessa. VR-laitteiston käyttäminenkin ei ollutkaan hankalaa, kun toisessa päässä oli ihminen neuvomassa ja kahdessa kokeilussa ohjaimiin ei ollut liitetty liikkumisen lisäksi muita toiminnallisuksia. Yksi sovelluskokeilussa kuultu kommentti oli:

”Tää on oikeesti helppokäyttöinen, vaikka en ole mikään tekniikkaihminen”

Käyttäjäpalautteen keräämisessä työkalujen implementoiminen ohjaimiin ei ole tarpeellista, jos palautteen antaminen on mahdollista esimerkiksi osoittamalla objektia ja äänittämällä kommentti. Monipuolisemmat kokemukset voidaan jättää niitä tarvitseville. Virtuaalisen pienoismallin käsittelyn monimuotoisuus nähtiin hyötynä fyysiseen pienoismalliin verrattuna. Mittasuhteiden muuttaminen ja leikkauksien tekeminen ovat huomattavia etuja. 1:1 virtuaalimallissa liikkuminen oli sulavaa ja vaikka tekstuureihin ei oltu panostettu, saatiin kokemus tuntumaan todentuntuisealta.

”Tilakokemus on varsin luonnollinen [...] eli se mikä työmaalla tällä hetkellä on”

Sosiaalisen XR:n nykytilanteen kokemisella ja siitä kuulemisella oli herätteleviä vaikutuksia niille, joille teknologia ja sovellukset eivät olleet täysin tuttuja. Mielipiteet muuttuivat kiinnostukseen, mutta tietty varautuneisuus säilyi. Millaisia ovat tuotteet, joista on hyötyä yritykselle tai asiakkaalle niin, että niistä kannattaa maksaa. Haastatteluissa mie-

tittiin kulujen jakautumista eri sidosryhmien välille ja asioiden viemistä virtuaalimaailmisiin. Etenkin pörssiyrityksien tulee miettiä tarkkaan investointien suuntaaminen kehitystoiminnassa. Kaikkea ei tarvitse ja kannata viedä virtuaalimaailmaan.

Yrityksillä on käynnissä omia kehityshankkeita, joista ei julkisesti puhuta kilpailun ollessa kovaa. Kehitystoiminnan läpinäkyvyys olisi edullista koko kiinteistö- rakennusalan digitalisaation kannalta, mutta sen saavuttaminen on hankalaa. Teknologian käytön teollinen tutkiminen ja kehittäminen herättikin kiitosta haastateltavien joukossa. Uudet sidosryhmät ja keskustelun avaaminen ohjaavat väyliä tehokkaammalle kehitystoiminnalle.

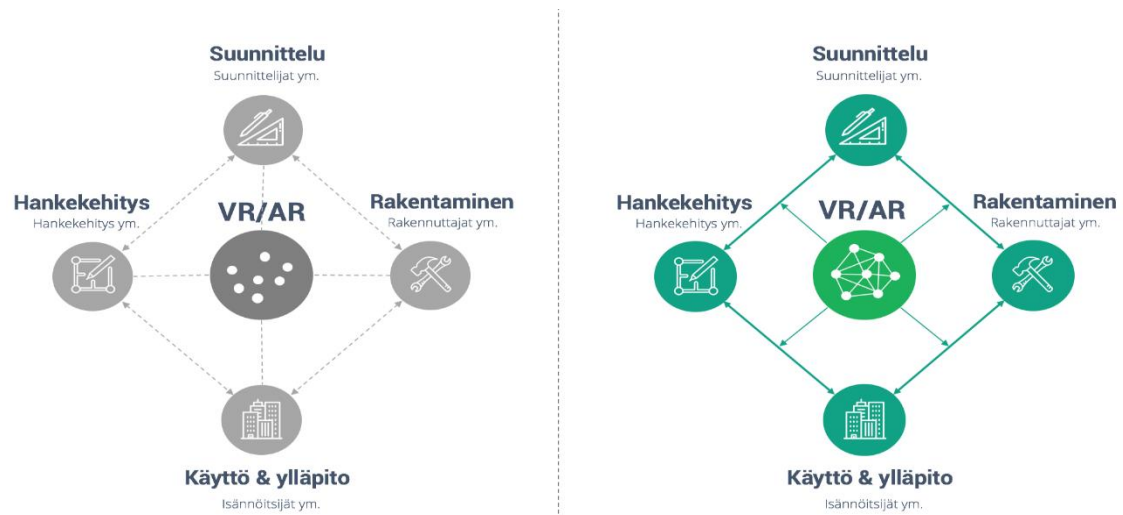
VR:n käytön helpottaminen on keskeinen tavoite ja edellytys. Autodeskin ja Unityn yhteistyö oli kiinnostuksen kohteena melkein kaikissa haastatteluissa. Rakennuksien tietomallien saaminen virtuaalisiksi nopeasti, menettämättä sen sisältämää dataa poistaa paljon aikataulullisia ongelmia ja vähentää sovellusasiantuntevuuden tarvetta. Pelillistämisen ratkaisujen luomiselle jää enemmän aikaa ja kustannuksissa säästetään. Itsestään toimivat VR-laitteet poistavat pelikoneiden tarpeen ja madaltavat käyttöönoton kynnyksiä. Laseja voidaan liikuttaa paikasta toiseen ja niiden hinta on alhaisempi. Kaikki on saatavilla yhden käyttöliittymän takana. Yhteistyö ja osallistaminen helpottuu, kun voidaan käyttää useampia laitteita.

Yksikään yritys ei ollut käyttökohteiden esittelyn jälkeen lähdössä ostamaan XR-tekniologiaa ja luomaan tuotetta. Paikkasitomaton vuorovaikutus on mielenkiintoista, mutta ratkaisut täytyy silti miettiä läpi. Tieto tulevista laitteistoista ja niiden tasoista kiehtoi ja laajempaa kokeilua haluttaisiin suorittaa. Osalle haastateltavista käyttökohteet ovat jo selviä, mutta teknologian kehittymistä hyödynnettävälle tasolle odotetaan. Asenteita mietittäessä pitää myös muistaa, että haastateltavat olivat teknologia orientoituneita ihmisiä ja heidän mielipiteensä eivät välttämättä vastaa koko kiinteistö- rakennusalan ja yksittäisten yritysten suhtautumista teknologiaan.

5.2.3 Kehitystrendit

SXR teknologia muokkaa kiinteistön elinkaaren prosesseja ja rooleja sekä luo uusia liiketoimintamalleja ja työpaikkoja. Tietomalleihin verrattuna teknologian ja sen käyttökohteiden kehittäminen on luonnollista. 3D-objekteilla työskentely ja tiedon lisääminen malliin poikkesivat radikaalisti perinteisestä 2D piirtämisestä ja toivat mukaan jotain täysin uutta. XR on lisätyökalu, jonka toiminta kiinteistö- ja rakentamisalalla keskittyy olemassa olevan teknologian, rakennuksien tietomallien ympärille. Big Room työskentely on yleistynyt ja eri suunnittelualojen tietomalleista tehdään yhdistelmämallia, joilla varmistetaan suunnitelmien yhteensopivuus. XR:ä on kuitenkin vielä tähän asti käytetty vain yksittäisten toimijoiden ratkaisuihin.

Sairaalahankkeissa ja kiinteistöjen visualisoinneissa käyttäjät ovat mukana ja osallistuvat, mutta toiminta voidaan rinnastaa työpajoihin, koska yleensä vain yksi henkilö on samanaikaisesti virtuaalitulassa. Sosiaalisuus muokkaa toimintaa yhdistämällä sidosryhmien jäseniä sekä kokonaisiä sidosryhmiä kiinteistön elinkaaren aikana. SXR voi olla alusta, jossa vuorovaikutus tapahtuu prosessin eri vaiheissa. Yksittäisen yrityksen kokeilut eivät välttämättä poistu, mutta toiminta voidaan sitouttaa saman reaaliaikaisen rakennuksen tietomallin ympärille. (Kuva 16) Suunniteltu malli tallennetaan pilvipalveluun, josta sitä hyödynnetään esimerkiksi ylläpidon tukena.



Kuva 16. Miten sosiaalisuus muuttaa XR:n hyödyntämistä (Kankaanpää, 2018)

Rakennusalan toimijoiden välisessä vuorovaikutuksessa visuaalisille ratkaisuille ei yleensä ole tarvetta. Suunnittelussa mietitään rakenteiden yhteensovittamista ja käydään läpi eri vaihtoehtoja sekä objektien tietoja. Visuaalisesti riittää, että rakenteet ovat hahmotettavasti ja tekstuurit kuvastavat materiaaleja. Halvemman hinnan ja helpomman käytettävyyden vuoksi on todennäköistä, että langattomat näyttölaitteet yleistyvät etenkin suunnittelijoiden keskuudessa ja pelikoneisiin liitettäviä laseja käytetään pääasiassa, kun halutaan luoda korkean tason visualisointeja asiakkaille. Kehitys etenee itsestään toimivien näyttölaitteiden suuntaan ja teho kapasiteetin kasvaessa niitäkin voidaan käyttää visuaalisten ratkaisujen esittelemiseen. AR:n yleistyminen kiinteistö- ja rakentamisalalla on epätodennäköistä, koska monet käyttökohteista vaativat yhteistoimintaa oikean maailman objektien kanssa. Tulevaisuudessa käyttöön tulee myös langattomia XR-laseja, mutta niiden julkaisuajankohtaa on vaikea arvioida, vaikka esimerkiksi VR-1 hyödyntää sekä VR:ä että MR:ä.

Maankäyttö- ja rakennuslakia ollaan uudistamassa, mutta sen SXR:ä tukeva muutos ei ole vielä ajankohtainen. Kaupungeille toimitetaan tietomalleja jo omakotitaloistakin, mutta malleja pitäisi ensin vaatia selkeillä kriteereillä ennen kuin laajennetun todellisuuden käyttöä voidaan alkaa miettimään. Teknologian viranomaisyhteistyöhön viemiseen nähtiin haastattelussa mahdollisuus, mutta sitä ei millään tavalla tunnustettu nopeaksi

prosessiksi. Kaavoituksessa SXR on potentiaalinen työkalu valitusprosessin kehittämiseksi ja nopeuttamiseksi. Konkreettisia muutoksia joudutaan kuitenkin vielä odottamaan jonkun aikaa.

5.3 Käyttökohteiden ja SXR:n toimivuus

5.3.1 Haasteet

Teknologian sekä yritysten kannalta SXR:n haaste on sen liiketoiminnallinen lisäarvo. SXR:n tulee kehittyä tasolle, jolla sitä voidaan tehokkaasti hyödyntää. Kolmen tekijän; immersion, läsnäolon ja vuorovaikutuksen yhdistäminen helppokäyttöisyyteen ei ole helppoa. XR:n tuoma lisäarvo pitää olla moninkertainen mobiililaitteisiin verrattuna, jos käyttökokemus ei ole mukava. Langattomat näyttölaitteet ovat askel helppokäyttöisyyden suuntaan, mutta niiden heikompi teho vaikuttaa negatiivisesti kolmen tekijän tasoon. Yritysten vastaavasti täytyy päästä yli uuden teknologian hohdosta ja selvittää, kuinka he aikovat käyttää teknologiaa ennen kuin se saavuttaa kypsyyden vaiheen. Voidaanko kustannuksia alentaa, kuka maksaa ja mistä, tehostaako teknologia prosesseja tai vähentääkö se virheiden mahdollisuutta. Ratkaisujen miettiminen, käyttöönotto ja toiminnallisuuden analysointi vaativat ammattitaitoa, jotta teknologiasta saadaan suurin hyöty irti.

Miten esimerkiksi osallistaminen linkitetään liiketoimintaan. Kaupunkisuunnittelussa ihmisillä on taipumus olla kiinnostuneita vain heitä itse koskettavista asioista ja uuden teknologian käyttäminen ei välttämättä tuo siihen muutosta. Suunnittelussa tulee miettiä, kuinka paljon ja millaista palautetta halutaan. Onko mielipiteiden keräämisessä pelkätään kyse loppukäyttäjistä vai voidaanko sitä hyödyntää eri tasoihin tuotekehityksiin. Osallistamisessa kokemukset täytyy muokata niin luonteviksi, että ihmiset uskaltavat käyttää teknologiaa. Virtuaalitodellisuuden hyöty menee hukkaan, jos ihmiset eivät uskalla kokeilla laitteita mahdollisuuden saadessaan. Laitteiden yleistymisen kuluttajapuolella vaikuttaa niiden käyttöön työympäristössä. Kotona uusia asioita on helpompi kokeilla, kun ei ole pelkoa itsensä nolaamisesta muiden edessä. SXR yhdistää monenlaista osaamista ja ratkaisujen toteuttamista varten täytyy löytää oikeat henkilöt.

Rakennuksien tietomallien sisältämän tiedon ja sen formaattien käsittelyyn liittyy monenlaisia haasteita sopimustasolta lähtien. Kuka pääsee käsiksi tietoon ja missä muodossa. Digitaalisten kaksosten luomiseen on olemassa keinot, mutta yhdenmukaisten kaksosten tekeminen on koko kiinteistö- ja rakentamisalan haaste. Kiinteistöjen omistajille voi olla paikallisesti tallennettuna rakennuksien tieto- tai virtuaalimalleja, joiden tiedostomuodot poikkeavat toisistaan. Asiakkaiden pyytäessä mallia sen tiedostomuoto ei sovikaan heidän käyttöönsä ja silloin alkaa selvittely muokkaamisesta. Tiedostojen yhteen paikkaan ja sieltä käyttöön saamisen hankaluus vaihtelee eri toimijoiden kesken. Kiinteistöt sisältävät ja tuottavat käytön aikana paljon dataa. Tuohon dataan käsiksi pääseminen ei ole helppoa. Vaikka omistat kiinteistön, et automaattisesti omista sen laitteiden tuottamaa

tietoa. Haasteena on neutraalien alustojen saaminen käyttöön. Digitaalinen kaksonen tulisi viedä alustalle ja antaa palvelujen tarjoajien tuottaa sisältönsä alustalle kaksosen päälle. Tällöin data on samassa paikassa ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi ylläpidossa tai kerätä hyödynnettäväksi parametrisessa suunnittelussa.

Virtuaalimalleissa haasteena on tiedon kulkeminen molempiin suuntiin. Tridifyn ratkaisu auttaa pitämään virtuaalimallit melkein reaaliaikaisina ja on poistamassa tiedon katoamisen ongelman mallien konvertoimisesta, mutta virtuaalimaailmassa tuotettu uusi tieto ei vielä kulkeudu halutulla tavalla takaisin suunnittelumalliin. Loppukäyttäjien, tilaajan tai urakoitsijan mielipiteiden saaminen olisi hyödyllistä suunnittelijoiden, mutta myös SXR:n yleistymisen kannalta. Asiakas ei välttämättä ole valmis maksamaan pelkästään VR:n käytöstä, mutta myös suunnittelijoiden saadessa hyötyä kustannuksia on mahdollista jakaa.

Haasteena ovat lisäksi tilanteet, joissa on käytössä useampia rakennuksien tietomalleja. Tehdäänkö näissä tapauksissa yhdistelmämalli, joka vieään virtuaalimaailmaan vai käytetäänkö esimerkiksi arkkitehdin natiivimallia. Rakennuksien nopeampi vieminen mahdollistaa pelimoottorilla tehtävien ratkaisuihin kulutettavan ajan kasvattamisen, mutta haasteena on vielä sulava ja mittatarkka virtuaaliobjektien liikuttaminen. Kun suunnittelun tai rakentamisen aikaisessa kokouksessa tulee vastaan muutettava asia, olisi käytännöllistä, että erilaisista vaihtoehdoista keskustellaan virtuaalimaailmassa liikuttamalla objekteja eikä visualisoimalla niitä mielessä. Askel tähän suuntaan on vaihtoehtojen luominen valmiiksi ennen kokouksia, mutta se ei poista koko ongelmaa.

Julkisella puolella tarvittavien päätöksien määrä on suuri ja byrokratia on haaste sekä hidaste. Viranomaisille voidaan toimittaa rakennuksien tietomalleja, mutta SXR:llä toteutuvan vuorovaikutuksen toteuttaminen tuntuu kaukaiselta ajatukselta, vaikka teknologialle on käyttökohteita. Kaavakehityksessä yhteistoiminta olisi virtuaalimaailmassa sulavampaa ja lupia haettaessa kohteen näkeminen 1:1 mittakaavassa auttaisi tilanteen hahmottamisessa. Yleiskaavan taso on liian karkea SXR:n hyödyntämiseen, mutta asema-kaavojen käsittelyssä teknologialle on käyttöä.

Virtualisoiminen auttaa ihmisiä hahmottamaan suunniteltua, mutta haasteeksi muodostuu mallien tarkkuus. Yksityiskohtaista visualisointia käytettäessä on mahdollista, että ihmiset käsittävät mallinnetun lopputuloksena, vaikka kyseessä on vain suuntaa antava ratkaisu. Täytyykö luoda vaihtoehtoja, jotta mielipiteisiin ei vaikuteta liian ohjailevasti tai tyytyä esimerkiksi tekstuuriin häivyttämiseen ja palikkaratkaisuihin. Kaupunkien täytyy myös miettiä, kuinka kyselytilaisuudet fasilitoidaan. Suurella osalla väestöstä ei vielä ole kotonaan VR-laseja ja mobiililaitteiden kaltaiseen yleistymiseen menee aikaa. Vaihtoehtoksi jää lasien oleminen julkisella paikalla, jossa niiden käyttöä valvoo jatkuvasti yksi henkilö. Ratkaisu on kuitenkin paikka- sekä aikasidonnainen ja VR toisi mukaan vain havainnollistamisesta saatavan hyödyn.

5.3.2 Mahdollisuudet

SXR:n kahdeksi selkeimmäksi mahdollistavuuden tekijäksi nousivat paikkasidonnaisuuden poistaminen ja viestinnän parantaminen. Kaikissa haastatteluissa esitellyissä teknologian käyttökohteissa vuorovaikutuksessa olevat henkilöt voivat fyysisesti olla eri sijainneista. Virtuaalinen Big Room, työnohjaus ja asuntomarkkinointi – etäisyydet fyysisten sijaintien välillä vaihtelevat, mutta kaikissa säästetään aikaa. Paikasta toiseen kulkemista ei tarvita ja työnteosta saadaan tehokkaampaa, koska ehditään tekemään muita asioita.

Fyysisessä läsnäolossa on kuitenkin omat hyötynsä ja esimerkiksi virtuaalisen Big Roomin ei tarvitse täysin korvata perinteistä Big Room työskentelyä. Samaan tilaan voidaan kokoontua, kun sille on erityistä tarvetta. Kiinteistösijoituskohteiden markkinoinnin kautta on helppo ymmärtää, kuinka SXR mahdollistaa ja parantaa maailmanlaajuista liiketoimintaa. Kansainvälisiin sijoittajiin saadaan toisenlainen yhteys, kun kohteita voidaan esitellä visuaalisesti virtuaalimaailmassa. Kansainvälisyyttä on mahdollista tuoda mukaan myös muille kiinteistön elinkaaren vaiheille ja mikään ei estä oman toimivan tuotteen luomista ja sen viemistä ulkomaille.

Rakennushankkeissa viestintä on välillä puutteellista ja epäselvää tai sitten sitä ei tapahdu ollenkaan. SXR mahdollistaa vuorovaikutuksen tehostumisen sekä selkeytymisen. Projekteissa laadukkaita kommentteja halutaan saada tilaajalta, loppukäyttäjältä tai urakoitsijalta mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja se ei onnistu kuin tuottamalla virtuaalimalleja. Eri mittasuhteet helpottavat rakennuksien tietomallien tarkastelua ja 1:1 mallit kertovat pistorasioiden ja monitorien paikat sekä kertovat miltä tilan koko käytännössä tuntuu. Monimutkaisiinkin asioihin saadaan tarkkaa palautetta, kun maallikot hahmottavat suunnitelmat paremmin. Kommentit voidaan liittää virtuaalimalleihin ja ne säilyvät siellä myöhemmin tarkasteltavina eli sekä synkroninen että asynkroninen vuorovaikutus on mahdollista.

Erittäin suuri hyöty saavutetaan, kun kommentit ovat yhteydessä suunnittelumalleihin ja suunnittelijoille ei synny epäselvyyttä siitä, mitä asioita ollaan käyty läpi ja mikä kuuluu mihinkin. Virheiden tekemisen todennäköisyys pienenee. Saman näkymän ympärillä on helpompaa käydä läpi vaihtoehtoja ja yhteisymmärrys saavutetaan nopeammin. Kaavakehityksessä yhteistyö saadaan nopeammin aloitettu, jos ensimmäinen tapaaminen on jo virtuaalimaailmassa. Lupaprosessit nopeutuvat, kun viranomaisille voidaan visualisoida, mihin ollaan pyrkimässä. SXR tuo mukanaan uudenlaisia kommunikoinnin toimintamalleja, jotka vähentävät sähköpostin ja keskustelupalstojen tarvetta

Sosiaalinen laajennettu todellisuus antaa syyn rakennuksien tietomalleihin panostamiseen. Tietomallien monipuolisempi hyödyntäminen on mahdollista teknologian kautta ja mallintamiseen kulutettu aika muodostuu kannattavaksi panostukseksi. Siirrytään arvon luonnista arvon rahastamiseen ja konkreettisiin hyötyihin. Teknologia avaa paljon uusia mahdollisuuksia ja kansainväliset markkinat ovat avoimia uusille toimijoille. Ratkaisut

tulisi vain kehittää riittävän nopeasti oikeilla sidosryhmillä ennen kuin maailmalta tulee iso tekijä, joka valtaa markkinat.

5.3.3 Potentiaalisimmat ratkaisut

Haastatteluissa yritysten potentiaalisimpia käyttökohteita mietittiin kokonaisuusien pohjalta, koska niiden hahmottaminen on helpompaa. Pääpaino oli yritysten kannalta potentiaalisimmissä ratkaisuisissa, mutta vaihtelevasti käytiin läpi myös yleisesti toimivimpia kokonaisuuksia. Potentiaalisten ratkaisujen nimeämisen määrälle ei annettu vaatimuksia ja melkein puolet yrityksistä koki kaikki kokonaisuusien koskettavan heidän toimintaansa jollain tavalla sekä näki jokaisessa omat hyötynsä (Taulukko 7).

Taulukko 7. Potentiaalisimmat SXR-käyttökohteiden kokonaisuudet

Osallistaminen	Yhteistyö ja kommunikointi	Koulutus ja perehdytys	Etätuki ja työn-ohjaus	Markkinointi ja palvelualueet	Kaikki
4	4	0	3	2	4

Osa tapauksista on enemmän kumppaneiden vastuulla, mutta yhteistyössä yritys kuitenkin hyödyntää ja hyötyy siitä. Haastattelun puitteissa käyttökohteiden potentiaalinen analysointi oli hankalaa ja selkeästi toimivinta ratkaisua ei välttämättä osattu nimetä. Yritysten toimialat ovat laajoja ja yksittäiset skenaariot eivät erottaudu. Vaadittaisiin lisää lähtötietoa ja tekijät, joiden mukaan lisäarvoa mitataan. Epätietoisuus kertoo kuitenkin vastaavasti SXR:n laajasta potentiaalista.

Työpajojen tapaan käyttäjien ja asukkaiden osallistaminen sekä yhteistyö ja kommunikointi olivat eniten kiinnostusta herättäneet kokonaisuudet. Kaikki yritykset näkivät vähintään toisen näistä kahdesta potentiaalisimpana käyttöskenaariona. Kaupungeille luonnollista on sen asukkaiden osallistaminen kaavoitukseen ja yleisesti kaupunkisuunnitteluun. Tärkeyden tiedostamisesta kertoo yhdessä haastattelussa kuultu kommentti:

”Tää mitä sä puhut tässä, nii tää on kaikki semmonen mitä mitä mä oon niinku törmänny ja miettiny”

Mielenkiintoa on ja potentiaali tunnustetaan epäilemättä. Kiinteistöjen omistajat sekä rakennuttajat haluavat ottaa loppukäyttäjät mahdollisimman aikaisessa rakennusprojekteja mukaan. Laadukkaiden mielipiteiden keräämiseen SXR on kehittyessään ainut oikea ratkaisu, koska se mahdollistaa esimerkiksi CAVE-ratkaisuihin verrattuna monipuolisemmat työskentelytavat. Suunnitteluyrityksille yhteistyön ja kommunikoinnin näkeminen potentiaalisena käyttökohteena on luonnollista, koska he joutuvat vuorovaikuttamaan monen eri tahon kanssa ja välillä parhaimpaan lopputulokseen pääseminen on tuskaista. Rakennuksien yhdistelmämallien tekeminen on turha prosessi, joka pitäisi pystyä korvaamaan yhteisellä alustalla toimimisella. Haastatteluissa tietomallikoordinaattorina toimineen henkilön kommentti aiheeseen liittyen oli:

”Mun tärkein tehtävä on käytännössä tehdä mut työttömäksi, et se o niiku se tavote koko hommalla, mut tää on tämmönen välimallin ratkasu.”

Suunnittelijoiden lisäksi myös kiinteistöjen omistajat sekä rakennuttajat näkivät vuorovaikuttamisen skenaarioiden potentiaalin. Selkeämpi viestittely projektien eri vaiheissa johtaa sulavampaan etenemiseen, mikä on hyödyllistä sidosryhmän muidenkin osapuolien kannalta. Suunnittelijoiden on helpompi ymmärtää muiden ajatuksia ja vastavuoroisesti suunnitelmat hahmottuvat toisille osapuolille paremmin. Eri suunnittelualojen välinen yhteistyö nähdään kohtuullisen toimivana, mutta sidosryhmän kasvaessa asioita joudutaan selittämään välillä kahteenkin kertaan sähköpostilla, mikä on hidasta. Virtuaali-maailmassa kaikki näkisivät saman asian ja pystyisivät reaaliaikaisesti keskustelemaan siihen liittyen.

Etätuen ja työohjauksen potentiaalin näkivät kaikista kiinnostuneiden lisäksi vain kolme yritystä ja heidän mielipiteensä jakautuivat kahden tarkan käyttökohteen välille. Huollettavien tilojen ja asioiden löytäminen sekä piirustuksiin helposti käsiksi pääseminen nähtiin suurena potentiaalina huoltomiesten työskentelyn kannalta. Tien heijastaminen hologrammeilla näyttölaitteiden kautta ja rakennuksen tietomalliin käsiksi pääseminen alustan vähentäisivät huoltotyöhön kuluva aikaa ja tekisivät siitä tehokkaampaa. Piirustuksia ei joutuisi etsimään ja huoltoon tai korjauksiin vaikuttava data olisi visuaalisesti kerättyä yhteen sijaintiin. Kiinteistöjen omistajat pääsevät eroon paperisista arkistoistaan ja toiminta auttaa heitäkin. Työmailla valvonnan toteuttaminen olisi vastaavasti helpompaa, jos toteumaa pystyttäisiin vertaamaan suunnitelmien ja rakennetun välillä. Lisäkustannuksia aiheuttavilta virheiltä olisi todennäköisempää säästyä, kun suunnitelmien epäkohdat tai virheet rakentamisessa huomataan aikaisessa vaiheessa. Valvontaraportit saataisiin linkitettyä rakennuksen tietomalliin eivätkä ne toimisi irrallisina kokonaisuuksina. Tarvittaessa edistymistä, puutteita sekä urakoitsijan reagoitua voitaisiin seurata alustalta.

Kaikki potentiaalisina nähneiden yritysten joukossa oli kiinteistöjen omistajia, mikä johti heidän mielenkiintoonsa perehdyttämistä kohtaan. Kiinteistöjen muuttuessa teknisemmiksi asukkaiden perehdyttämisen merkitys korostuu ja SXR on keino asian parantamiseksi. Omistajien lisäksi yksikään muu yritys ei nähnyt kokonaisuutta potentiaalisimpana ratkaisuna. Tähän suurena syynä on se, että urakoitsijoita ei ollut antamassa mielipiteitään työturvallisuuteen ja työmaaperehdyttämiseen liittyen.

Markkinoinnin ja palvelualustat kaksi yritystä näki selkeästi potentiaalisimpana kokonaisuutena. Toinen yrityksistä suorittaa kiinteistöjen ja asuntojen markkinointia siksi he näkivät markkinoinnin heille kaikista potentiaalisimpana käyttökohteena. Ratkaisun toteuttamista pitää kuitenkin vielä miettiä erityisesti sosiaalisuuden ja etämarkkinoinnin osalta. Insinööritoimistolla mielenkiinto suuntautui ennemminkin palvelualustan tuottamiseen. Kaupunkisuunnittelua tekeväälle yritykselle palvelualustojen luominen olisi luonnollinen lisä osallistamisen ja vuorovaikutuksen parantamisen ohelle.

6. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

6.1 Johtopäätökset

6.1.1 SXR:n kokonaisuus

Sosiaalisuus ja vuorovaikutus ovat laajennetun todellisuuden teknologioiden seuraavat askeleet, joiden käytön ja toimivuuden tutkiminen on vasta aloitettu, mutta kiinteistö- ja rakentamisala on osoittautumassa yhdeksi niiden potentiaalisimmista käyttökohteista. Kiinteistöjen elinkaarella tunnistettuja ongelmia ovat kaavoitusprosessin vanhanaikaisuus, kommunikoinnin kankeus ja loppukäyttäjien vajanainen osallistaminen. Kiinteistöjä tehdään niiden käyttäjiä varten ja kaupunkeja suunnitellaan sen asukkaita ajatellen. Sidosryhmien välinen vuorovaikutus pitäisi olla selkeää ja tarkkaa, jotta virheitä ja hidasteilta säästyttäisiin.

SXR on potentiaalisesti näiden ongelmien poistaja tai vähentäjä. Se tarjoaa alustan, jossa vuorovaikutus tapahtuu rakennuksien tietomallien ympärillä yhdessä paikassa konkreettisia asioita tarkastellessa. SXR:n käytön ymmärtäminen tarvitsee kiinteistön elinkaaren prosessimallin muokkaamista yksinkertaisempaan muotoon. Suunnittelu ajatellaan yhtenä kokonaisuutena, koska se tulee pääosin tapahtumaan samassa tilassa ja yhdistää sidosryhmää yhä aikaisemmassa vaiheessa. Rakentaminen, käyttöönotto ja käyttö sekä ylläpito jaetaan omiksi kokonaisuuksiksi. SXR on uusi teknologia, mutta se ei kuitenkaan muokkaa toimintatapoja samalla tavalla kuin esimerkiksi tietomallit ovat tehneet. Virtuaalimaailmat toimivat olemassa olevien tehtävien lisätyökaluina ja ovat vahvasti linkitettyjä rakennuksien tietomalleihin, joiden käyttäminen ei itsessään välttämättä johda yhtenäiseen ja laadukkaaseen suunnitteluun.

VR:n ja AR:n tutkimukset ovat olleet hajautuneita ja vain osa on johtanut käytännön sovellutuksiin. Teknologioiden mahdollisuudet ovat epäselviä ja käyttöönotto siitä syystä odotettua hitaampaa. Yritykset tarvitsevat selkeää tietoa hyödyistä eivätkä vain ehdotuksia käyttökohteista. Kiinteistö- ja rakentamisalalla virtuaalitodellisuutta hyödynnetään suunnitteluvaiheissa, koska teknologia säästää rahaa ja aikaa sekä vähentää riskejä. VR on työkalu suunnitelmien ilmaisuun, esitykseen, markkinointiin ja myyntiin. Teknologian muille käyttökohteille täytyy määrittää vastaavat hyödyt ja ottaa huomioon sosiaalisuus, jotta käyttöönottoa saadaan vauhditettua.

Virtuaalimaailmassa paikkasitomattomasti sekä synkroninen, että asynkroninen vuorovaikutus on mahdollista. Kyseessä on reaaliaikaista keskustelua tai kommenttien jättämistä myöhemmin tarkasteltavaksi. Passiivinen tutustuminen muihin henkilöihin onnistuu, kun avattariin liitetään lyhyt esittely henkilöstä. Vuorovaikutuksen virtuaalimaail-

maan siirtämistä voidaan epäillä videopuhelujen olemassa olon takia. Virtuaalimaailmoissa vuorovaikutus on kuitenkin luonnollisempaa kuin neuvotteluhuoneissa paikallaan istuminen. Teknologian kehittyessä käyttäjien ilmeitä pystytään mallintamaan ja tavallisesti hiljaisemmat henkilöt voidaan saada osallistumaan paremmin keskusteluun.

Yhteistyön virtuaalisissa ympäristöissä vuorovaikutusta pystytään rikastamaan ja tehostamaan. Minäkuvia, aistikapasiteettia, aistiyhteyksiä, vuorovaikutusta ja ympäristöä muokataan käyttökontekstin mukaan. Luodaanko avattarille valmiit paikat 3D-mallin ympärille, kuljetaanko kootusti yhtä reittiä vai annetaanko heidän liikkua vapaasti ja kuinka puheenvuorot jaetaan ovat asioita, jotka VR-sovelluksen fasilitaattorin tai ylläpitäjän tulee ratkaista. Nähtäväksi jää mukautuvatko ihmiset avatarien keskellä vuorovaikutuksen tilanteeseen, joka on erilainen kuin esimerkiksi kasvokkain tapahtuva vuorovaikutus vai mennäänkö kohti tilannetta, jossa kommunikointi on sulavampaa ja antoisampaa kuin fyysisesti samassa tilassa kommunikointi. Avatarien takana toimiminen voi helpottaa ihmisiä ilmaisemaan mielipiteitään ja näkyvät profiilitiedot luomaan suhteita, mutta mahdollisuus on myös tilanteille, joissa kasvokkain tapahtuvissa vuorovaikutuksissa äänessä ollut henkilö ei tunne virtuaalimaailman vuorovaikutusta omakseen.

Pelillistäminen tarjoaa SXR:lle vaihtoehtoja erityisesti osallistamiseen. Vaihtoehtojen läpikäyminen, osallistumisesta saatavat palkinnot ja tuloslistat kiehtovat ihmisiä sekä tuovat hyvänolon tunnetta. Pelillistämällä voidaan antaa ihmiselle omaehtoisuuden tunne, mutta ohjata häntä oikean viestin suuntaan ja vaikuttaa kokemuksen mukavuuteen. Usean henkilön virtuaalitulat vahvistavat ihmisen ryhmään kuulumisen tunnetta ja motivoivat häntä suoriutumaan. Skenaarioita on loputtomasti ja ne voidaan kaikki suoraan yhdistää laajennetun todellisuuden virtuaalimaailmoihin. Kiinteistö- rakennusalaalla pelillistämisen etuja ei vielä hyödynnetä kovinkaan mittavasti, vaikka niiden potentiaali on merkittävä. Kyseessä saattaa olla ongelma kahden tieteenalan risteyttämisestä tai sitten pelillistäminen on vain niin uusi asia, että sitä ei olla vielä omaksuttu.

6.1.2 SXR-teknologia ja -sovellukset

Teknologian suhteen laajempi käyttöönotto on tapahtumassa seuraavan vuoden aikana. Itsestään toimivista VR-laseista on tulossa kehittyneempiä versioita, Varjon VR-1 vie lasien resoluution uudelle tasolle ja HoloLens 2 mahdollistaa MR:n laajemman hyödyntämisen edeltäjänsä verrattuna. MR:n kehittyminen johtaa tilanteeseen, jossa virtuaalisuuden ja oikean maailman rajoista muodostuu häilyvät. Mahdollista on, että MR ja VR yhdistyvät ja toimivat yksillä XR-laseilla, jolloin vaihto todellisuuksien välillä mahdollistuu. Nähtäväksi jää yleistykö kaiken yhdistäväksi termiksi MR vai XR. Kyse on paljon siitä, kuinka ihmiset näkevät eri todellisuudet. Onko kyseessä todellisen ja kaiken virtuaalisen yhdistäminen vai laajentaako virtuaalisuus ihmisen käsitystä todellisuuksista.

Sovelluksiin on viimeisen vuoden aikana tulleet moninpeliympäristöjä ja rakennuksien tietomallien muuntaminen virtuaalimalleiksi onnistuu suoraan suunnitteluohjelmien liitännäisillä, jos monimuotoisuudelle ja omille toimivuuksille ei ole tarvetta. Ollaan tilanteessa, jossa teknologia on kehittynyt sille tasolle, että kiinteistö- ja rakentamisalan yrityksillä on kiire miettiä, kuinka he sitä käyttävät, jos haluavat pysyä kehityksen kärjessä.

Osallistamisessa virtuaalitodellisuutta on jo hyödynnetty rakennusalalla etenkin sairaalahankkeissa, joissa on ollut tärkeää selvittää, mihin hoitohenkilökunta haluaa leikkaushuoneissa sijoittaa laitteistonsa. Ongelmana on kuitenkin vielä ollut vain yksien VR-lasien käyttäminen ja ihmisten uskallus käyttää laseja ryhmäpaineen alla. SVR laskee uskaltamiseen vaadittavaa kynnystä, koska kaikki käyttävät laseja samaan aikaan ja kukaan ei seuraa suoritusta näytöltä tai valkokankaalta. Rauha tutustua ja opiskella omaan tahtiin mahdollistuu. Kaupunkisuunnittelussa hankaluutena on osallistamisen fasilitointi, koska ihmisillä ei ole omia VR-laseja ja mielipiteiden keräys jouduttaisiin järjestämään fyysisesti samassa tilassa, mikä vie täysin pois teknologialla saavutettavan paikkasitomattomuuden. Asukkaiden ajatuksien keräämiseen VR:ä on kuitenkin jo kokeiltu ja seuraava askel on sen käyttäminen päätöksien lähtötietona.

Kommunikoinnissa ensimmäisten pilvipohjaisten yhdellä suunnitteluovelluksella tehtävien hankkeiden suorittaminen on askel SXR:n suuntaan. Kommentointi on sidottua yhden rakennuksen tietomallin ympärille ja ratkaisuihin päästään nopeammin. Virtuaalimaailma tuo vuorovaikutukseen lisäominaisuutena havainnollistamisen ja tulevaisuudessa myös vaihtoehtojen tutkimisen. 1:1 mittakaavassa asioihin kiinnitetään paremmin huomiota ja törmäystarkastelujen suorittaminen sekä suunnitteluvirheiden huomaaminen helpottuu. Toiminta pyörii tietomallintamisen ympärillä ja SXR on tässäkin vain lisätyökalu. Työmaaperehdytykset voidaan liittää tieto- tai 3D-malleihin suorittamalla virtuaalikierron työmaakopissa olevalla laitteistolla vastaavan henkilön kanssa. Nykytilannetta ei välttämättä voida täysin mallintaa, mutta vaihtoehto olisi kuitenkin parempi kuin aikaa vievän työmaan läpikävelemisen kokonaan välistä jättäminen.

Markkinoinnissa SXR:n käytössä täytyy pitää huoli siitä, että teknologiaa ei käytetä vain sen olemassa olon takia. Ihmisten huomion tulee keskittyä markkinoitavaan asiaan eikä XR:n ihmettelyyn. Teknologian uutuudenhohto katoaa ajan kanssa ja sitä mukaa myös sen tehokkuus, jos hyödyntäminen ei ole toimivaa. Kiinteistö- ja rakentamisalalla VR:ä hyödynnetään kiinteistöjen ennakkomarkkinoinnissa, mutta etämarkkinointia ei ole vielä suoritettu. SXR tuo mukanaan monenlaisia vaihtoehtoja, joista yrityksiä tulee osata valita ne, jotka tuottavat heille lisäarvoa. Tiettyjen sosiaalisen laajennetun todellisuuden ratkaisujen hyödyntäminen työtehtävissä on jo nyt mahdollista, mutta niiden laajamittainen käyttöönotto vaatii ammattitaitoa.

6.1.3 Käyttömahdollisuudet SXR:lle

Sosiaalisen laajennetun todellisuuden kiinteistön elinkaaren käyttömahdollisuuksien kysymykseen vastattiin kevään 2018 työpajoista saadun aineiston, teoriakatsauksen ja haastatteluiden avulla. Ensimmäisessä työpajassa pohdittiin SVR:n käyttöä ja kehitettiin mahdollisia käyttökkenaarioita. Toisessa työpajassa järjestettiin pisteytys, jossa osallistujat antoivat pisteitä skenaarioista mielestään kolmelle kehityspotentiaalisimmalle. Pisteytyksen kolme suurimman kehityspotentiaalin ratkaisua olivat virtuaalinen ”Big Room”, kaa-vakehitys ja työmaakokoukset. Jokainen näistä kuuluu yhteistyön ja kommunikoinnin, mutta osittain myös osallistamisen kokonaisuuksiin, jotka yhdessä keräsivät selkeästi enemmän pisteitä kuin etätuki, koulutus sekä markkinointi. Yhteistyön ja kommunikoinnin selkeyttäminen sekä havainnollistamalla saavutettava parempi osallistuttaminen ovat selkeitä hyötyjä, mutta silti markkinoinnin vähäinen suosio oli yllättävää. Kiinteistöjen VR-markkinointia tapahtuu jo nykyään, mutta kehityspotentiaalia on kansainvälisen markkinoinnin lisäksi kotimaisessa kiinteistöväilyksessä.

Asunonäyttöjen suorittaminen SVR-maailmassa poistaa paikkaan ja aikaan liittyviä rajoituksia. Kohteeseen pääsee tutustumaan rauhassa itsenäisesti ja tiettyinä aikoina paikalla on myyjä vastaamassa kysymyksiin. Kommentteja ja kysymyksiä voidaan liittää virtuaalimalliin ja kiinteistöväilyttäjä vastailee niihin sekä valmistautuu niiden pohjalta myyntitilaisuuksiin. Pääsy virtuaalimaailmaan mahdollistetaan esimerkiksi lehti-ilmoituksiin laitettavilla QR-koodeilla, nettisivustojen linkeillä tai sähköpostikutsuilla. Kiinteistöväilyttäjien ei tarvitse liikkua kiireisellä aikataululla paikasta toiseen ja ulkopaikkakuntalaisien ei tarvitse järjestää aikatauluun näyttöjen mukaan. Haasteita käyttökkenaarion kannalta ovat VR-lasit, rakennuksien tietomallit ja esimerkiksi 360-kuvauksella tuotetut 3D-mallit, jotka eivät ole vielä riittävän yleisiä käyttöä varten. Ratkaisun siirtyessä markkinoille perinteiset näytöt pysyvät sen rinnalla ainakin alkuvaiheen ajan ja luultavasti pidempäänkin, vaikka vielä ei tarkkaan tiedetä, kuinka nopeasti VR-lasit yleistyvät.

Työpajoissa puhuttiin SVR:n käyttökohteiden kehityspotentiaalista ja osa kohteista ei saanut äänestyksessä ollenkaan pisteitä. Yrityksen kannalta potentiaalisimmat käyttökohteet olisi toisenlaisena kysymyksenä voinut muokata tuloksia hajautuneemmiksi. Heikko kehityspotentiaali ei tarkoita vähäisiä hyödyntämismahdollisuuksia. SXR-tekniikan kehittyessä vauhdilla sen pidemmän aikavälin hyötyjä voi olla vaikea hahmottaa ja ajatukset keskittyvät nykytilanteessa potentiaalisilta tuntuviin käyttökohteisiin. Rakennusalan toiminta muuttuu merkittävästi teknologioiden kehittyessä ja SXR:n käytölle syntyy uusia mahdollisuuksia.

Haastatteluita varten tutkija muodosti käyttökohteille kokonaisuudet ja jakoi ratkaisut niihin. Lisätyn ja yhdistetyn todellisuuden ratkaisujen puuttumisen takia tutkija muodosti niitä itse teorian avulla täydentämään SVR:n käyttötapauksia. SMR on kytköksissä rakennuksen digitaaliseen kaksoseen rakennusvaiheessa ja ylläpidossa. Työmaalla seurataan toteumaa ja huoltojen aikana voidaan esimerkiksi paikantaa kohteita. Käyttökohteet

ovat monipuolisia ja sosiaalisuus tuo teknologioihin uuden ulottuvuuden. Kokonaisuudesta muodostettu diaesitys toimi hyvänä työvälineenä käyttökohteiden läpikäymiseen. Asiasta vähemmän tietävän on helpompi hahmottaa käyttökkenaarioita, kun ne on jaoteltu tarkoitusten mukaan.

Haastattelujen lopuksi haastateltavilta kysyttiin heidän mielestään potentiaalisimmat käyttökohteet ja vaikka osa näki kaikki kokonaisuudet potentiaalisiksi, osallistaminen sekä yhteistyö ja kommunikointi nousivat silti merkittävimmiksi kokonaisuuksiksi. Jakautuminen oli tasaisempaa kuin työpajoissa, mikä kertoo siitä, että SXR:n käytölle on laajamittaisia mahdollisuuksia kiinteistö- ja rakentamisalalla ja SAR:n sekä SMR:n mukaan ottamisella on vaikutusta potentiaalın näkemiseen. SAR ja SMR käyttökohteiden mukana oleminen työpajojen äänestyksessä olisi voinut muuttaa merkittävästi sen tuloksia esimerkiksi sisäpaikannuksen nykyisestä kehityspotentiaalista johtuen.

Haastatteluissa ei ollut mukana kiinteistöjen ylläpitäjiä tai urakoitsijoita, mutta heidän poissaolonsa vaikutusta on vaikea arvailla. Ylläpitäjille olisi luonnollista tunnistaa etätuen ja urakoitsijoille koulutuksen sekä perehdyttämisen potentiaali, mutta urakoitsijatkin ovat suorittaneet kohteiden markkinointia VR:llä ja vuorovaikuttamisen ollessa tärkeätä koulutus ei välttämättä mahdu kolmen potentiaalisimman joukkoon. Työpajojen ja haastatteluiden tulokset vertautuvat hyvin keskenään XR:n muiden teknologioiden mukaan ottamisesta huolimatta. Vastaus tutkimuskysymykseen on, että käytölle on monipuolisia mahdollisuuksia, mutta niiden potentiaali vaihtelee hieman. Käyttäjien ja asukkaiden osallistuttaminen sekä kommunikointi ja yhteistyö sisältävät käyttökohteista suurimman potentiaalın ja koulutuksessa sekä perehdyttämisessä SXR:lle on vähiten käyttökkenaarioita.

6.1.4 SXR:n hyödyntämisen nykytilanne

Vastausta yritysten teknologian hyödyntämisen nykytilanteeseen etsittiin haastatteluiden sekä 2018 loppuvuoden työpajojen avulla ja kysymys jaettiin kolmeen osaan. Ensimmäinen tavoite oli selvittää millaista XR-teknologiaa ja -sovelluksia yritykset käyttävät sekä ovat kokeilleet. Haastatteluissa ja työpajoissa esille nousi se, että suurin osa yrityksistä on hyvin samanlaisessa tilanteessa. Monenlaisia VR-laseja ja -sovelluksia on kehitetty ja pilottihankkeita järjestetty, mutta tuotteistukseen tai laajamittaisempaan käyttöön asti ratkaisut eivät ole edenneet. AR:n ja MR:n osalta tietämys ja käyttö on vähäisempää, mutta lähes kaikki olivat kuitenkin kuulleet Microsoftin HoloLensistä.

Teknologioiden sosiaalisen puolen hyödyntämisestä yrityksillä oli hyvin vähän tietoa ja nykytilanteesta kuuleminen sekä työpajoissa sen kokeminen yllätti osan haastateltavista. Poikkeustapauksia kuitenkin löytyi ja yksi yritys erityisesti oli mielestään jo löytänyt heille sopivat VR:n käyttökohteet sekä tehnyt teknologian moninpeliympäristöihin liittyneen kahden vuoden kehityshankkeen, josta varsinaista tuotetta ei kuitenkaan syntynyt. Yleisesti yritysten laitteistotietämys on hyvällä tasolla ja VR-laseja on hankittu, mutta

sovelluksien osalta tilanne on toinen. Tietämättömyys erilaisista sovelluksista johtaa siihen, että yritykset eivät tiedä kuinka laseja voitaisiin hyödyntää ja siksi ne päätyvät varastoihin pölyyntymään.

Nykytilanteen selvittämisessä toinen tavoite oli asenteiden kartoittaminen SXR:ä kohtaan. Asiaa ei suoraan kysytty työpajoissa läsnäolleilta tai haastateltavilta vaan heidän kaikkien vastauksiensa perusteella muodostettiin kuva suhtautumisista. Tilaisuuksien viesti oli, että teknologia nähdään mielenkiintoisena, mutta siihen suhtaudutaan varauksella, koska selkeät käyttötarkoitukset eivät ole vielä tiedossa. Työpajoissa SVR:ä kokeilemaan päässeet kokivat laitteiston käyttämisen helppona, koska ohjaimiin ei oltu liitetty monimutkaisia toiminnallisuuksia. Virtuaalisesti samassa tilassa olevan henkilön kanssa vuorovaikuttaminen tuntui luonnolliselta, vaikka hän olikin fyysisesti toisessa sijainnissa. Samanlaiset kokemukset olisivat ehkä lisänneet haastateltavienkin innostuneisuuden tasoa ja vähentäneet varautuneisuutta. Pelkkä käyttökohteiden näkeminen diaesityksessä ei saanut yrityksiä edustajia selkeästi innostumaan tilanteesta ja osittain syynä siihen voi olla epäilevyys moninpeilyympäristöjen nykyistä toimivuutta kohtaan lisäarvon tuottamisen lisäksi. Tietoutta uusista mahdollisuuksista pitäisi pystyä lisäämään radikaalisti.

Kehitystrendeihin liittyvät ajatukset olivat kolmas nykytilanteen taustoitettava asia. Haastattelussa kehityksen näkemiselle oli varsinainen kysymys, mutta mielipiteitä saatiin monipuolisesti myös työpajoista. Tähän asti vain yksittäiset toimijat ovat käyttäneet XR-teknologiaa omiin ratkaisuihin, mutta sosiaalisuuden myötä teknologia muuttuu alustaksi, jossa sidosryhmät tekevät yhteistyötä. Rakennuksien tietomallit ovat keskeinen osa tätä kehitystä, koska kiinteistö- ja rakentamisalalla vuorovaikutus tapahtuu lähes poikkeuksetta niiden ympärillä. Esimerkiksi digitaaliset kaksoset kiinnostavat yrityksiä, mutta niiden tekemiseen ei vielä ole yhtenäistä ohjesääntöä ja tilaajat eivät tiedä mitä ovat pyytämässä, kun puhuvat kaksosesta. Digitaalisen kaksonen on oltava olemassa, jotta palveluita voidaan rakentaa sen päälle ja XR:ä hyödyntää laajemmassa mittakaavassa.

Virtuaaliodellisuuden osalta itsestään toimivat lasit eivät vielä tällä hetkellä pysty visualisoimaan rakennuksien tietomalleja yhtä tarkasti kuin pelitietokoneisiin yhteydessä olevat lasit. Itsestään toimivat lasit kehittyvät, mutta alkuun on potentiaalista, että niitä käyttävät vain suunnittelijat, jotka eivät tarvitse yhtä tarkasti visualisoituja malleja. Pelitietokoneita voidaan vastaavasti käyttää esittelykäytössä, kun asiakkaalle halutaan tarjota mahdollisimman visuaalinen ja immersiiivinen kokemus. Kehitys etenee matalan kynnyksen käyttöönottoa sekä helppokäyttöisyyttä kohden ja sen takia itsestään toimivat näyttölaitteet toimivat kehityssuuntana.

6.1.5 SXR:n käytön hyödyt ja esteet

Teknologian ja käyttökohteiden haasteita ja mahdollisuuksia käytiin läpi haastatteluissa diaesityksen avulla ja SXR:n yleisesti sekä haastatteluissa että työpajoissa. Tiedonkeräys tilaisuuksien perusteella teknologian suurimmat mahdollisuudet jakautuvat vuorovaikutuksen selkeyttämisen ja paikkasidonnaisuuden poistamisen välille. SXR:ssä vuorovaikutus tapahtuu kiinteistö- ja rakentamisalalla yhdellä pilvipohjaisella alustalla ja kommentit liitetään virtuaaliseen rakennuksen tietomalliin. Erillisille sähköpostiviesteille tai keskustelualustoille ei ole tarvetta ja virheiden mahdollisuuden todennäköisyys pienenee. Asiakkaiden palaute tarkentuu havainnollistamisen keinojen kohentuessa ja lopputuote vastaa paremmin toivottua.

Paikkasitomattomuus poistaa suunnittelu- ja työmaakokouksiin kulkemisen aiheuttamat kustannukset ja lisää tehokkaan työajan määrää. SXR:n mahdollistaa rakennusprojektien kansainvälistymisen ja suomalaisen osaamisen maailmalle viemisen. Suunnittelijat voivat olla eri puolilta maapalloa ja hankkeita voidaan johtaa täysin uudella tavalla. Kaksi esille nousutta mahdollisuutta korreloivat osallistamisen sekä yhteistyön ja kommunikaation käyttökkenaarioiden kokonaisuuksien kanssa ja vain vahvistavat käsitystä niiden suurimmasta potentiaalista.

Ennen mahdollisuuksien hyödyntämistä SXR:llä, siihen liittyvillä teknologioilla ja yrityksillä on ratkaistavina useita haasteita. SXR-teknologian täytyy kehittyä tasolle, jossa helppo käyttöönotettavuus vastaa laadukasta virtuaalitodellisuuden kolmen pilarin tasoa. Huonoja kokemuksia tarjoavaa teknologiaa ei voida käyttää, vaikka sille olisi käyttökohteita. SXR:n kehittyessä teknologia- ja kiinteistö- sekä rakennusalan yrityksiä tulee ratkaista siihen liittyvät muut haasteet (Taulukko 8).

Taulukko 8. SXR käyttökohteiden ja toimivuuden haasteet sekä edellytykset

Virtuaalimallien luominen	Tieto ja tiedostomuodot	Liiketoiminnallinen liisääro	Viranomaiset
<ul style="list-style-type: none"> työläys vaihtoehtoratkaisut objektien liikuttaminen. 	<ul style="list-style-type: none"> tiedon kulkeminen molempiin suuntiin tiedostomuotojen yhtenäistäminen dataan käsiksi pääseminen. 	<ul style="list-style-type: none"> kustannuksien jakaminen perinteisiin menetelmiin vertailu helppokäyttöisyys. 	<ul style="list-style-type: none"> byrokratia vanhanaikaisuus fasilitointi.

Virtuaalimallien osalta haasteellista on ollut niiden rakentaminen ja BIMin sisältämä tieto. Rakennuksien tietomalleja on jouduttu työstämään erilaisilla pelimoottoreilla ja visualisointiohjelmilla, jotta niistä saadaan virtuaalilaitteilla katsottavia. Työ on voinut viedä viikon visualisoinnin tasosta riippuen eikä ole mahdollistanut nopeita esittelyitä

asiakkaille. Nykyään virtuaalimallien tekemiseen on suunnitteluohjelmiin liitettäviä lisäosia, jotka tekevät mallit automaattisesti, mutta ratkaisujen tulee monipuolistua, jotta niistä saadaan irti enemmän hyötyä. Pelimoottoreilla ja visualisointiohjelmilla suunnittelumalleja virtualisoitaessa rakennuksien tietomalleihin sidottu tieto on kadonnut. Nykyään tuo tieto pystytään osittain säilyttämään, mutta virtuaalimalliin tehtyjä lisäyksiä ja muutoksia ei usein pystytä tuomaan takaisin suunnittelumalliin. Suunnittelijoiden kannalta on tärkeää, että hankkeen muilta osapuolilta ja asiakkailta saatu palaute voidaan tuoda suoraan virtuaalimallista eikä erillisen tietokannan kautta.

Kiinteistö tuottaa käytön aikana paljon dataa, jota kiinteistön omistaja ei välttämättä omista tai saa käyttöönsä. Neutraalien alustojen avulla palvelujen tarjoajien tuottama data olisi samassa paikassa ja sitä voitaisiin hyödyntää ylläpidossa, mikä on yksi digitaalisen kaksosen edellyttämistä asioista. Palveluiden saaminen samalle alustalle on kuitenkin työlästä, koska yritykset eivät automaattisesti halua muuttaa toimintakonseptiaan ja yhteensovittaminen vie aikaa.

Yrityksien tulee miettiä vähentääkö teknologian käyttö kustannuksia, tehostaako se prosesseja ja kuinka syntyvät kulut sekä tuotot jaetaan. Lisäarvo voi olla tekijä, jota ei välttämättä edes pystytä kunnolla mittaamaan. Kokouksiin kulkemattomuudesta saatavat säästöt voidaan laskea ja prosessien tehostumisen selvittämiseen on menetelmiä, mutta vuorovaikutuksen selkeytymiseen ja tavallisesti hiljaisempien henkilöiden parempaan osallistumiseen ei ole kyselyjä parempaa lukuarvoa. Tehokas käyttöönotto ja laajempaan käyttöön vieminen vaatii sekä oman alan ammattitaitoa että tietotaitoa. SXR:llä on paljon haasteita ja siksi kiinteistö- ja rakentamisalan toimijoiden varautuneisuus teknologiaa kohtaan on ymmärrettävää. SXR:n laajan käyttöönoton ja yleistymisen voidaan ajatella tapahtuvan, kun haasteiden neljän kokonaisuutta on ratkaistu ja ollaan tilanteessa, jossa:

1. virtuaalimallien luominen on helppoa
2. tieto ei katoa, kulkee molempiin suuntiin ja on standardoitua
3. SXR tuottaa liiketoiminnallista lisäarvoa
4. viranomaisyhteistyö mahdollista.

Empiirisen osion tulokset vastaavat pitkälti luetussa teoriassa vastaan tulleita asioita. Sosiaalinen laajennettu todellisuus on laaja kokonaisuus, johon kiinteistö- ja rakentamisalan konteksti tuo omat mahdollisuutensa ja haasteensa. Kyseessä ei ole pelkästään yksinkertainen usean henkilön VR-, AR- tai MR-ympäristö, vaan vuorovaikutus sekä pelillistämisen vaikuttavat vahvasti teknologioilla luotaviin kokemuksiin. XR kykenee aikaisemmin mahdottomina pidettyjen asioiden toteuttamisen, mutta sitä ei tule käyttää vain sen olemassaolon takia. Kiinteistö ja rakentamisala on tietyissä SXR:n käyttökokonaisuuksissa edelläkävijä ja ottamalla tunnistettu potentiaali käyttöön on sillä mahdollisuus myös pyysyä sellaisina. Kiinteistön elinkaaren prosessimalli kehittyy digitalisaation myötä ja SXR

toimii tulevaisuudessa keskeisenä työkaluna tietomallipohjaisessa kiinteistöjen elinkaaren johtamisessa. Maankäyttö- ja rakennuslakia uudistettaessa tulisi jo nyt miettiä, kuinka SXR vaikuttaa kiinteistön elinkaaren toimintatapoihin.

6.2 Tutkimuksen arviointi

Reliabiliteetti ja validiteetti ovat väyliä empiirisen tutkimuksen luotettavuuden ja onnistumisen arviointiin. Reliabiliteetilla eli luotettavuudella tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta. Satunnaisesti valittujen tutkijoiden pitäisi päästä samalla aineistolla ja menetelmillä samaan lopputulokseen. Validiteetilla eli pätevyydellä vastaavasti tarkoitetaan, kuinka hyvin valitut tutkimusmenetelmät soveltuivat kyseessä olleeseen mittaustarkoitukseen. Käsitteet on kehitetty määrällisen tutkimuksen arviointiin, mutta Hirsjärvi et al. mukaan kuvaamalla laadullisen tutkimuksen toteutuksen tarkkaan, voidaan sen luotettavuutta parantaa. (Hirsjärvi et al. 2007)

Tässä tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja niiden toteutus on kuvattu systemaattisesti, mutta puolistrukturoitujen ja avoimien haastattelumenetelmien käyttäminen vähentää luotettavuutta. Teemahaastattelut ja avoimet haastattelut ovat ainutlaatuisia ja edes alkuperäisen haastattelun tekijä ei välttämättä toteuttaisi uutta haastattelua vastaavalla tavalla. Työpajojen kopioiminen on erityisesti hankalaa, koska tilaisuuksissa monet asiat tapahtuvat nopeiden reagoitien seurauksena ja niitä on vaikea jäljentää. Toinen tutkija voi käsittää lähtöaineiston eri tavalla ja esittää sen haastattelussa poikkeavasti, mikä muuttaa haastateltavien suhtautumista ja sitä mukaa kerättyä aineistoa.

Haastattelut eivät välttämättä ole keskenään täysin verrannollisia, koska haastateltavien kysymyksien ja käsitteiden ymmärrys saattaa vaihdella (Hirsjärvi et al. 2007). Yli puolissa haastatteluista paikalla oli useampi henkilö ja vaikka he pääasiallisesti olivat saman yrityksen edustajia, saattaa se silti vaikuttaa lopputulokseen. Ryhmätilanteissa muiden näkökulmien mukaileminen on luontevaa ja negatiivisia asioita ei välttämättä haluta sanoa. Haastattelutilanteissa sosiaalisesti hyväksyttäviin vastauksiin tukeudutaan helposti. (Hirsjärvi et al. 2007)

Teknologian käytön nykytilanteen ja potentiaalin kartoittamiseen haastattelut soveltuvat hyvin ja siltä osin tutkimusta voidaan pitää pätevänä. Uutta teknologiaa tulee markkinoille jatkuvasti ja tutkimus muuttuu nopeasti vanhanaikaiseksi, mutta tämän hetkisen tilanteen se kartoittaa ja antaa ajatuksia tulevaisuuden suhteen. Haastatteluja ei saatu suoritettua eri osapuolien osalta niin laajasti, kun olisi haluttu. Kiinteistön ylläpidon ja urakoinnin yritykset jäivät täysin puuttumaan ja heidän mielipiteensä olisivat olleet tärkeitä sekä ehkä muuttaneet potentiaalisimpien ratkaisujen tuloksia.

Haastatteluihin osallistuneet olivat mahdollisesti SXR-hankkeeseen osallistuvista yrityksistä ja pääasiassa teknologia orientoituneita, vaikka joissain haastatteluissa tuli puheeksi,

että toinen henkilö olisi ehkä osannut vastata kysymyksiin paremmin. Tuloksien soveltuvuuteen koko kiinteistö- ja rakentamisolalle täytyykin siis suhtautua varauksellisesti. Tutkimuksen aineistoa analysoitiin rauhassa, joten lopputulokset tuskin muuttuisivat toisella kerralla. Tutkijan oma tausta ja mielenkiinto kyseessä olevaa teknologiaa kohtaan voivat kuitenkin vaikuttaa tutkimuksen suorittamiseen ja lopputuloksiin, mikä vähentää tutkimuksen objektiivisuutta.

Kiinteistö- ja rakentamisolalla rakennuksien tietomallintamisen on keskeinen osa SXR:n käyttötapauksia ja painotuksellisesti sitä olisi voitu käsitellä tutkimuksen teoriaosuudessa enemmän. Tuomalla esimerkiksi esille tietomallien käytön hyötyjä ja prosesseja oltaisiin pystytty pohjustamaan paremmin SXR:n kaltaisen lisätyökalun etuja. Lisäksi alan kommunikointia ja vuorovaikutusta sekä niiden ongelmia avaamalla oltaisiin saatu perusteluita syitä teknologian käytölle. Yleisesti tutkimusta voidaan silti pitää onnistuneena, koska tutkimuskysymyksiin saatiin vastattua ja SXR:lle löydettiin paljon käyttökohteita kiinteistö- ja rakentamisolalta.

6.3 Jatkotutkimukset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää SXR-teknologian käytön nykytilanne sekä sen potentiaalisimmat käyttökohteet kiinteistö- ja rakentamisolalla. Tavoite saavutettiin, mutta vain yksi yritys totesi, että heillä on virtuaalitodellisuuden osalta ratkaisut mietittyinä ja muiden teknologioiden osalta kenelläkään ei ollut varmuutta. Mietittyjä käyttökohteita on monenlaisia ja seuraava askel on niiden tarkempi tutkiminen yritysten toiminnassa. Siirrytään Rauschnabelin (2017) mukaisesti teknologian karkeiden hyötyjen tutkimisesta konkreettisten käyttöskenaarioiden tutkimiseen.

Ratkaisuja voidaan lähestyä eri näkökulmista. Yksi potentiaalisimmista tutkimuskohdeista on skenaarioiden arvontuotto. Mitkä tekijät johtavat uuden teknologian ihmettelytilanteesta yli pääsemiseen ja vievät laajennetun todellisuuden laajamittaiseen käyttöön. Syntyykö hyöty kustannuksien vähentämisestä, kuten McCarthyn sairaalatapauksessa, nopeuttaako teknologia olemassa olevia prosesseja vai onko kommunikoinnin selkeytyminen tärkeintä. SXR:n arvo voi muodostua useista eri tekijöistä ja ne sekä niiden vaikutukset pitäisi saada kartoitettua. Miten suuri vaikutus esimerkiksi paikkasidonnaisuuden poistumisella on käytännössä.

Kommunikoinnin ja yhteistoiminnan muuttuminen on erillinen tutkimuskohde. Virtuaalimaailmojen vuorovaikutuksesta on vielä yleisesti hyvin vähän tutkimustietoa ja rakennuksien tietomallien ympärillä työskentely on täysin oma kokonaisuutensa. Miten vuorovaikutus muuttuu, kun ihmisten omakuvana on avatar ja passiivinen henkilöihin tutustuminen mahdollistuu. Kuinka tilaisuudet fasilitoidaan tietomallin ympärille. Suoritetaanko liikkuminen kootusti vai annetaanko ihmisille täysi vapaus liikkua ja kerätään kaikki tarvittaessa yhteen. Jaetaanko puheenvuoroja kokouksien tyyppisesti vai luotetaanko siihen, että kommunikointi pysyy selkeänä. Selkeyttääkö kommenttien jättäminen malleihin

vuorovaikutusta synnyttämättä ongelmia ja saadaanko ihmisiä osallistumaan paremmin. Kysymyksiä on monenlaisia ja hyvin moniin niistä saadaan vastaukset vain kokeilemalla. Vuorovaikutuksen tutkiminen ei kuitenkaan ole kiinteistö ja rakennusalalle ominaista ja suurempi hyöty saadaan, kun näiden asioiden tutkiminen suunnataan esimerkiksi tietojohdamisen asiantuntijoille.

Teknologian käyttöönotto ja siihen liittyvät strategiat muodostavat oman tutkimuskokonaisuuden. VR-laseista on tehokkaampia versioita, jotka liitetään tietokoneeseen ja itsestään toimivia, jotka ovat pikkuhiljaa yleistymässä. AR-lasit ovat kevyitä hieman silmälasia kookkaampia, mutta niiden toimivuutta pitää verrata mobiililaitteisiin. HoloLens 2 on uusin ja toimivin MR-näyttölaite. Vaihtoehtoja on hyvinkin paljon ja yrityksen pitäisi tietää, mitkä laitteistot sopivat juuri heidän käyttöönsä ja missä vaiheessa niitä kannattaa ostaa, koska uusia tuotteita tulee jatkuvasti markkinoille. Tämän tiedon selviämisen jälkeen olennaista on vielä, kuinka paljon lasia ostetaan. Riittääkö työmailla esimerkiksi XR10 mestareiden käyttöön ja muut tyytyvät mobiililaitteisiin. Käytettävät sovelluksetkin pitää lisäksi miettiä ja sen jälkeen ongelmana on vielä käyttöönoton prosessin muokkaaminen mahdollisimman helpoksi tehokkaaksi. Strategioiden optimoiminen vaatii ammattitaitoa ja siihen on hyvä keskittää tutkimustoimintaa.

Neljäs mahdollinen tutkimusnäkökulma on SXR:n prosessien- ja toimintamallien muokkaamisen tutkiminen kiinteistö- ja rakentamisalalla. Miten teknologia muuttaa rooleja? Liitetäänkö laajennetun todellisuuden tehtävät olemassa oleville työnimikkeille vai syntyykö uusia vastuualueita ja poistuuko joitain kokonaan. Kasvavatko prosessien sidosryhmät, kun SXR tuo mukaan pelillistämistä ja vahvaa liittymistä pelimoottoreihin? Sidosryhmien toimiminen tulee lisäksi optimoida. Millaisilla hankekonsortioilla päästään esimerkiksi tehokkaimmin haluttuun lopputulokseen? Useita mainituista tutkimusnäkökulmista käydään varsinaisessa SXR-hankkeessa nopeasti sprinttien avulla läpi. Sprintit mahdollistavat perinteisiin menetelmiin vertailun, mutta pidemmän aikavälin tarkastelua ei tulla suorittamaan. Hankkeen aikana ilmenee kuitenkin varmasti uusia näkökulmia, jotka toimivat hyvinä pohjina jatkotutkimuksien suorittamiselle.

LÄHTEET

, Steamin laitteisto- ja ohjelmistokysely: February 20192019-last update. Available: <https://store.steampowered.com/hwsurvey> [March 10, 2019].

, 2018 XR Global Revenue Forecast, Fall Edition2018-last update. Available: <https://artillery.co/artillery-intelligence/forecasts/2018-xr-global-revenue-forecast-fall-edition/> [Jan 14, 2019].

KIRA-foorumi 2018: Murroksesta muutokseen. 2018.

, SuperData Projects Oculus Quest Sales to Surpass One Million Units Next Year; Mobile Augmented Reality Market on Pace to Hit \$2B By End of 2018Oct 19, 2018-last update. Available: <https://www.superdataresearch.com/xrupdate/> [Jan 14, 2019].

Kiinteistö- ja rakentamisala murroksen edessä – kaupungistuminen puhutti KIRA-foorumin puheenvuoroissa. 2017.

, KIRA-foorumi 2016: Kiinteistö- ja rakentamisala murroksessa – Peter Vesterbackan visioista potkua alalleNov 23, 2016-last update. Available: /Ajankohtaista/Tiedotteet1/2016/kiinteisto--ja-rakentamisala-murroksessa--peter-vesterbackan-visioista-potkua-alalle/ [Feb 3, 2019].

ALAJOKI, V., Mar 29, 2016-last update, Tietomallintaminen muutakin kuin koneohjausta. Available: <https://buildingsmart.fi/tietomallintaminen-muutakin-kuin-koneohjausta/> [Feb 22, 2019].

ARTHUR, C., 2013, Mar 06., Google Glass: is it a threat to our privacy?. *The Guardian*. ISSN 0261-3077.

AZUMA, R.T., 1997. A Survey of Augmented Reality. *mitpressjournals*, **6**(4), pp. 355-385.

AZUMA, R., BAILLOT, Y., BEHRINGER, R., FEINER, S., JULIER, S. and MAINTYRE, B., 2001. Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, **21**(6), pp. 34-47.

BAGOZZI, R.P., 2007. The Legacy of the Technology Acceptance Model and a Proposal for a Paradigm Shift. *Journal of the Association for Information Systems*, **8**(4), pp. 244-254.

BAIENSON, J., 2018. *Jeremy Bailenson: "Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It [...]"* | Talks at Google. Google.

BAIENSON, J., 2011. This is your mind online. *IEEE*, **48**(6), pp. 78-83.

- BAIENSON, J.N., YEE, N., MERGET, D. and SCHROEDER, R., 2006. The Effect of Behavioral Realism and Form Realism of Real-Time Avatar Faces on Verbal Disclosure, Nonverbal Disclosure, Emotion Recognition, and Copresence in Dyadic Interaction. *Presence*, **15**(4), pp. 359-372.
- BAIENSON, J., BEALL, A., LOOMIS, J., BLASCOVICH, J. and TURK, M., 2005. Transformed Social Interaction, Augmented Gaze, and Social Influence in Immersive Virtual Environments. *Human Communication Research*, **31**(4), pp. 511-537.
- BAIENSON, J., BEALL, A., LOOMIS, J., BLASCOVICH, J. and TURK, M., 2004. Transformed Social Interaction: Decoupling Representation from Behavior and Form in Collaborative Virtual Environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, **13**, pp. 428-441.
- BAIENSON, J. and BLASCOVICH, J., 2004. Avatars. *VHIL*, , pp. 64-68.
- BAIENSON, J., PATEL, K., NIELSEN, A., BAJCSY, R., JUNG, S. and KURILLO, G., 2008. *The Effect of interactivity on learning physical actions in virtual reality*.
- BARGH, J.A., MCKENNA, K.Y.A. and FITZSIMONS, G.M., 2002. Can you see the real me? Activation and expression of the “true self” on the internet. *The Society for the Psychological Study of Social Issues*, **58**(1), pp. 33-48.
- BAUS, O. and BOUCHARD, S., 2016. Exposure to an unpleasant odour increases the sense of Presence in virtual reality. *Virtual Reality*, **21**(2),.
- BENEFIELD, J., C. RUTHERFORD, R. and ALLEN, M., 2011. The Effects of Estate Sales of Residential Real Estate on Price and Marketing Time. *Journal of Real Estate Finance and Economics - J REAL ESTATE FINANC ECON*, **45**(4),.
- BERRYMAN, D.R., 2012. Augmented Reality: A Review. *Medical Reference Services Quarterly*, **31**(2), pp. 212-218.
- BRADLEY, A., 2019. *What HoloLens 2 says about the future of mixed reality*.
- BRANDON, B., SCHONNING, N. and ZELLER, M., Mar 21, 2018-last update, What is mixed reality?. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/mixed-reality> [Jan 26, 2019].
- BRAUD, T., BIJARBOONEH, F.H., CHATZOPOULOS, D. and HUI, P., 2017Future Networking Challenges: The Case of Mobile Augmented Reality, 2017, pp. 1796-1807.
- BURDEA, G. and COIFFET, P., 2003. *Virtual Reality Technology*. 2 edn.
- BURDEA, G., RICHARD, P. and COIFFET, P., 1996. Multimodal virtual reality: Input-output devices, system integration, and human factors. *International Journal of Human-Computer Interaction*, **8**(1), pp. 5-24.
- CADMAN, D. and TOPPING, R., 1999. *Property Development*. 4 edn. Spon.

- CAUDELL, T.P. and MIZELL, D.W., 1992 Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes, 1992, pp. 669 vol.2.
- CHENYAN, Z., PERKIS, A. and ARNDT, S., 2017 Spatial immersion versus emotional immersion, which is more immersive? *9th International Conference on Quality of Multimedia Experience*, 2017 2017, IEEE, pp. 1-6.
- CHUAH, S., 2018. Why and Who Will Adopt Extended Reality Technology? Literature Review, Synthesis, and Future Research Agenda. *SSRN Electronic Journal*, .
- CIPRESSO, P., GIGLIOLI, I.A.C., RAYA, M.A. and RIVA, G., 2018. The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Frontiers in psychology*, **9**, pp. 2086.
- CODREA-RADO, A., December 3, 2018-last update, XR will transform the workplace, starting with collaboration. Available: <https://www.raconteur.net/technology/xr-workplace-collaboration> [Apr 4, 2019].
- COIE, P., 2018. *2018 AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY SURVEY REPORT*. Perkins Coie.
- CRANMER, E., JUNG, T., DIECK, T. and MILLER, A., 2016. *Understanding the Acceptance of Augmented Reality at an Organisational level: The Case of Geevor Tin Mine Museum*.
- CSIKSZENTMIHALYI, M., 1990. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*.
- DAVIS, B., 2016. *The Boursin Sensorium: using Virtual Reality to sell soft cheese*.
- DAVIS, F.D., 1989. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, **13**(3), pp. 319-340.
- DEBIKA, S., 2018. Home sweet virtual home: The use of virtual and augmented reality technologies in high involvement purchase decisions. *Journal of Research in Interactive Marketing*, **12**(4), pp. 398-417.
- DENEEN, J., 2018-last update, AR and VR: Are Companies Prepared?. Available: <https://www.jabil.com/insights/blog-main/augmented-reality-virtual-reality-trends> [Apr 11, 2019].
- DIETSCH, E., 2017. *University of Nebraska Medical Center breaks ground on \$118.9 million VR training facility*.
- DYTON, J., 2018. *ThoughtWire Helps CRE Owners Enhance Tenants' Experience, Remotely Monitor Properties*.
- FRUHLINGER, J. and SHAW, K., Jan 31, 2019-last update, What is a digital twin? [And how it's changing IoT, AI and more]. Available: <https://www.network-world.com/article/3280225/internet-of-things/what-is-digital-twin-technology-and-why-it-matters.html> [Feb 20, 2019].

GAUDIOSI, J., August 25, 2015-last update, How this 150-year-old company uses virtual reality. Available: <http://fortune.com/2015/08/25/mccarthy-construction-vr/> [Mar 4, 2019].

GAUTHIER, A. and MANEL, A., 2018. *Unity and Autodesk: Powering immersive experiences with more efficient workflows ? Unity Blog.*

GIRET, L., 2019. *Here's some more info on that HoloLens 2 XR10 hard hat from Trimble.*

GIRVAN, C., 2018. What is a virtual world? Definition and classification. *Educational Technology Research and Development*, **66**(5), pp. 1087-1100.

HÅKANSSON, L., 2018. *Virtual and Augmented Reality in Marketing*, Haaga-Helia University of Applied Sciences Ltd.

HALMETOJA, E., Nov 30, 2017-last update, Rakentamisen tietomallinnuksen osaamisvaje on tilaajaorganisaatioissa - tilaaja ei tiedä mitä tilaa, työmaa ei saa mitä tarvitsee. Available: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/rakentamisen-tietomallinnuksen-osaamisvaje-on-tilaajaorganisaatioissa-tilaaja-ei-tieda-mita-tilaa-tyomaa-ei-saa-mita-tarvitsee-6690029> [Feb 20, 2019].

HAMARI, J., 2017. Do badges increase user activity? A field experiment on effects of gamification. *Computers in Human Behavior*, , pp. 469-478.

HAMARI, J., 2014. Demographic differences in perceived benefits from gamification. *Computers in Human Behavior*, , pp. 179-188.

HAMARI, J., SHERNOFF, D.J., ROWE, E., COLLER, B., ASBELL-CLARKE, J. and EDWARDS, T., 2015. Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behaviour*, , pp. 170-179.

HANDRAHAN, M., July 9, 2014-last update, Sony: "The first impression of VR has to be good". Available: <https://www.gamesindustry.biz/articles/2014-07-09-sony-the-first-impression-of-vr-has-to-be-good> [Apr 1, 2019].

HERRING, S.C., ed, 1996. *Computer-Mediated Communication: Linguistic, social, and cross-cultural perspectives*. John Benjamins Publishing Company.

HIRSJÄRVI, S., REMES, P. and SAJAVAARA, P., 2007. *Tutki ja kirjoita*. 13 edn. Tammi.

HOLOPAINEN, J., MATTILA, O., PARVINEN, P., PÖYRY, E. and TUUNANEN, T., 2019. Enabling Sociability When Using Virtual Reality Applications: A Design Science Research Approach, 2019, pp. 1728-1737.

HU-AU, E., 2018. *Virtual Reality for Education Posts*.

HUOTARI, K. and HAMARI, J., 2012 Defining Gamification - A Service Marketing Perspective *16th International Academic Mindtrek Conference 2012*.

HUUHKA, S. and LAHDENSIVU, J., 2016. A statistical and geographical study on demolished buildings. *Building Research and Information*, **44**(1), pp. 73-96.

ILMARINEN, V., August 8, 2018-last update, Platform of Trust – luottamuksen alusta. Available: <https://blogi.tilajavastuu.fi/platform-of-trust-luottamuksen-alusta> [Feb 20, 2019].

IRVINE, K., Oct 27, 2017-last update, XR: VR, AR, MR—What's the Difference?. Available: <https://www.viget.com/articles/xr-vr-ar-mr-whats-the-difference/> [Jan 15, 2019].

JALO, H., PIRKKALAINEN, H., TORRO, O., KÄRKKÄINEN, H., PUHTO, J. and KANKAANPÄÄ, T., 2018 How Can Collaborative Augmented Reality Support Operative Work in the Facility Management Industry? *Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K 2018)*, September 18-20, 2018 2018, pp. 41-51.

JERALD, J., 2015. *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Morgan & Claypool.

JOYCE, K., Mar 1, 2018-last update, AR, VR, MR, RR, XR: A Glossary to the Acronyms of the Future. Available: <https://www.vrfocus.com/2017/05/ar-vr-mr-rr-xr-a-glossary-to-the-acronyms-of-the-future/> [Jan 15, 2019].

JUNNONEN, J. and KANKAINEN, J., 2016. Rakennushanke. *Rakennuttaminen*. 5 edn. Helsinki, Suomi: Rakennustieto Oy, pp. 10-16.

KALANTARI, M., 2017. Consumers adoption of wearable technologies: literature review, synthesis, and future research agenda. *International Journal of Technology Marketing*, **12**(1), pp. 1.

KAREV, K., Jan 22, 2018-last update, Behold The Next Generation VR Technology: Part 1 - Facial Tracking. Available: <https://hackernoon.com/behold-the-next-generation-vr-technology-part-1-facial-tracking-cd839eaa6697> [Feb 26, 2019].

KATAJAMÄKI, H., 2017. *Rakennuksen tietomallintamisen hyötyjen kartoittaminen omaperusteisessa asuinkerrostalotuotannossa*, Tampereen teknillinen yliopisto.

KATO, H., BILLINGHURST, M., POUPYREV, I., IMAMOTO, K. and TACHIBANA, K., October 2000 Virtual object manipulation on a table-top AR environment, , Oct 5-6, 2000 October 2000, IEEE, pp. 111-119.

KEROSUO, H., PAAVOLA, S., MIETTINEN, R. and MÄKI, T., 2017. *Hankkeista opiminen - Tietomallintamisen johtaminen, organisointi ja koordinointi rakennushankkeissa*.

- KIIRAS, J. and TAMMILEHTO, S., 2014. *Kiinteistökehitys*. Helsinki, Suomi: Kiinteistöalan Kustannus Oy.
- KING, W.R. and HE, J., 2006. A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management*, **43**(6), pp. 740-755.
- KIVINIEMI, M., 2017. *Tietomallit ylläpitoon -esiselvitys*.
- KOETSIER, J., Apr 30, 2018-last update, VR Needs More Social: 77% of Virtual Reality Users Want More Social Engagement. Available: <https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2018/04/30/virtual-reality-77-of-vr-users-want-more-social-engagement-67-use-weekly-28-use-daily/> [Feb 16, 2019].
- KORPIMIES, A., January 20, 2019-last update, Virtuaalitodellisuuden kautta uusiin töihin – näin se onnistuu. Available: https://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/virtuaalitodellisuuden-kautta-uusiin-toihin-nain-se-onnistuu-6755656 [Mar 9, 2019].
- KRAPU, M. and LOURAMO, K., 2003. *Tietokonevälitteisen vuorovaikutuksen tutkimus - Nonverbaalisen viestinnän ja anonymiteetin tarkastelua*.
- KRUEGER, M.W., GIONFRIDDO, T. and HINRICHSEN, K., 1985. VIDEOPLACE— an Artificial Reality, 1985, ACM, pp. 35–40.
- LAIN, P., 2018. *Tridify & Unity collaborate to announce Automation Solution for AEC*.
- LAIN, P., 2017. *Tridify News - Virtual Reality (VR) Driving force behind BIM*.
- LANG, B., 2019. *To the 'VR is Dying' Crowd: There's More VR Users on Steam Than Ever Before*.
- LEE, M., GREEN, R. and BILLINGHURST, M., November 2008. 3D natural hand interaction for AR applications, , Nov 26-28, 2008 November 2008, IEEE, pp. 1-6.
- LIEBEROTH, A., 2015. Shallow Gamification: Testing Psychological Effects of Framing an Activity as a Game. *Games and Culture*, **10**(3), pp. 229-248.
- LIMA, A., 2018. *Augmented Reality - A Simple Technical Introduction*.
- LODOLA, A., 2018. *Mixed reality vs augmented reality: what's the difference? - Aniwaa blog*.
- LORNE, F., 2019. *How VR is Changing the Construction Industry*.
- LUMME, S., 2017. *ReCoTech - kasvuyritykset kohtaavat kiinteistö- ja rakennusalan*.
- MANNINEN, S., 2012. *Rakennusalan hukkien priorisointi ja eliminointi*, University of Oulu.

MCCLELLAND, C., Nov 13, 2017-last update, Why Touch is the Next Important Step for VR. Available: <https://www.iotforall.com/why-touch-is-important-for-immersive-vr/> [Jan 31, 2019].

MIESNIEKS, M., Jan 8, 2018-last update, Multiplayer AR—why it's quite hard. Available: <https://medium.com/6d-ai/multiplayer-ar-why-its-quite-hard-43efdb378418> [Jan 31, 2019].

MILES, M.E., BERENS, G. and WEISS, M.A., 2000. *Real Estate Development: Principles and Process*. 3 edn. Urban Land Institute.

MILGRAM, P. and KISHINO, F., 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, **E77-D(12)**, pp. 1321-1329.

MILGRAM, P., TAKEMURA, H., UTSUMI, A. and KISHINO, F., 1994. Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telem manipulator and Telepresence Technologies*, **2351**, pp. 1-3.

MITTLEMAN, D. and BRIGGS, R.O., 1999. Communication technologies for traditional and virtual teams. *Supporting work team effectiveness*, , pp. 246-270.

MÖLSÄ, S., May 23, 2018-last update, Näin digitalisaatio näkyy rakennustyömailla - asentaja katsoo suunnitelmat tabletilla ja konekusi saa mitat pistepilvestä . Available: <https://www.rakennuslehti.fi/2018/05/nain-digitalisaatio-nakyy-rakennustyomaililla-asentaja-katsoo-suunnitelmat-tabletilta-ja-konekusi-saa-mitat-pistepilvesta/> [March 30, 2019].

MONTEITH, M., 2019. *What Is Digital Twin Technology and Where Is it Really Headed?* .

MURPHY, A., Mar 21, 2017-last update, The Five Senses of Computing. Available: <https://loupventures.com/the-five-senses-of-computing/> [Jan 31, 2019].

MÜTTERLEIN, J., 2018The Three Pillars of Virtual Reality? Investigating the Roles of Immersion, Presence, and Interactivity, 2018, pp. 1407-1415.

NAGPAL, D., Nov 14, 2017-last update, Augmented Reality Helps Thyssenkrupp Stay Ahead of the Curve. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/augmented-reality-helps-thyssenkrupp-stay-ahead-curve-deepak-nagpal/> [March 14, 2019].

NUUTINEN, A., 2017. *Virtual creation - Architectural design with virtual reality*, Aalto-yliopisto.

O'BRIEN, A., Apr 21, 2017-last update, Thyssenkrupp Claims Up to 4x Faster Workflow with HoloLens. Available: <https://hololens.reality.news/news/thyssenkrupp-claims-up-4x-faster-workflow-with-hololens-0177209/> [Mar 14, 2019].

OHANNESSIAN, K., February 19, 2019-last update, Varjo VR-1 Shows Us Virtual Reality Through High-Res Lenses. Available: <https://uploadvr.com/varjo-vr-1-high-res-lens/> [Mar 10, 2019].

OLSSON, T. and SALO, M., 2011 Online user survey on current mobile augmented reality applications, , 26-29 Oct, 2011 2011, IEEE, pp. 75-84.

OY, E.P., 1999. *FINLEX® - Ajantasainen lainsäädäntö: Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999*. Rakennuslaki edn. Oikeusministeriö, Edita Publishing Oy.

PANETTA, K., Oct 3, 2017-last update, Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/> [Feb 20, 2019].

PERRY, T.S., 2016. Virtual reality goes social. *IEEE*, **53**(1), pp. 56-57.

PETTEY, C., Sep 6, 2018-last update, 3 Reasons Why VR and AR Are Slow to Take Off. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-reasons-why-vr-and-ar-are-slow-to-take-off/> [Jan 15, 2019].

PORTER, M.E. and HEPPELMANN, J.E., 2017. Why Every Organization Needs an Augmented Reality Strategy. *Harvard Business Review*, (6), pp. 46-57.

RAUSCHNABEL, J., 2017. *A Conceptual Uses & Gratification Framework on the Use of Augmented Reality Smart Glasses*. Springer.

RAUSCHNABEL, P., 2019. *Augmented Reality and Privacy Concerns / Risks*.

RAZAQI, O., 2014. *Tietomallien hyödyntäminen työmaalla*, Turun Ammattikorkeakoulu.

REYNOLDS, M., Mar 20, 2018-last update, How IKEA's future-living lab created an augmented reality hit. Available: <https://www.wired.co.uk/article/ikea-place-augmented-reality-app-space-10> [Jan 28, 2019].

RISULAHTI, J., 2016. *Tietomallipohjainen rakennesuunnittelu ja lähtötietojen selvitys korjausrakennuskohteessa*, Tampereen teknillinen yliopisto.

ROBERTSON, A., September 26, 2018-last update, Oculus Quest is a new, \$399 standalone VR headset shipping next year. Available: <https://www.theverge.com/2018/9/26/17906298/oculus-quest-santa-cruz-standalone-vr-headset-price-shipping> [Mar 10, 2019].

ROBSON, K., PLANGGER, K., KIETZMANN, J.H., MCCARTHY, I. and PITT, L., 2015. Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, **58**(4), pp. 411-420.

ROGERS, S., November 2, 2018-last update, Six Reasons Why Marketers And Brands Need VR. Available: <https://www.forbes.com/sites/solrogers/2018/11/02/marketers-and-brands-need-vr-heres-six-reasons-why/> [Mar 12, 2019].

RYAN, R.M. and DECI, E.L., 2000. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, , pp. 58-68.

SAARISTO, A.T., 2015-last update, Mitä sosiaalinen vuorovaikutus on?. Available: <https://docplayer.fi/6592-1-1-mita-sosiaalinen-vuorovaikutus-on-yleista.html> [April 1, 2019].

SANKALIA, J., 2010. *Csikszentmihalyi's Flow – Pleasure and Creativity*.

SARDO, J.D.P., PEREIRA, J.A.R., VEIJA, R.J.M., SEMIÃO, J., CARDOSO, P.J.S. and RODRIQUES, J.M.S., 2018. A Portable Device for Five Sense Augmented Reality Experiences in Museums. *WSEAS TRANSACTIONS ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT*, **14**, pp. 347-362.

SAUKKORIPI, E., 2013. *Rakennusten suojelelu kaavoituksella*, Seinäjoki University of Applied Sciences.

SAUNDERS, M., LEWIS, P. and THORNHILL, A., 2009. *Research methods for business students*. 5 edn. Prentice Hall.

SCHOLZ, J., May 31, 2018-last update, Augmented Reality Marketing: Moving From Gimmick to Strategy. Available: <https://www.searchenginejournal.com/augmented-reality-marketing-strategy/254765/> [Mar 12, 2019].

SHARIFI, S., August 24, 2018-last update, 3 Ways Virtual Reality in Construction is Shaping the Industry. Available: <https://connect.bim360.autodesk.com/virtual-reality-in-construction> [Mar 9, 2019].

SHERR, I., February 28, 2019-last update, Microsoft's HoloLens 2 isn't meant for you, but it could change your tech in the future. Available: <https://www.cnet.com/news/microsofts-hololens-2-isnt-meant-for-you-but-it-could-change-your-tech-in-the-future/> [March 6, 2019].

SHETTY, S., Jun 8, 2017-last update, How to Use Digital Twins in Your IoT Strategy. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-to-use-digital-twins-in-your-iot-strategy/> [Feb 20, 2019].

SHORE, J., 2016-last update, Synchronous vs. asynchronous communication: The differences. Available: <https://searchmicroservices.techtarget.com/tip/Synchronous-vs-asynchronous-communication-The-differences> [Apr 4, 2019].

SHORT, J., WILLIAMS, E. and CHRISTIE, B., 1976. *The Social Psychology of Telecommunications*. Wiley.

SIMPANEN, J., 2018. *Rakennuksen tietomallin hyödyntäminen ja käytön kehittäminen rakennustuotannossa*, Tampereen teknillinen yliopisto.

SONG, H., CHEN, F., PENG, Q., ZHANG, J. and GU, P., 2018. Improvement of user experience using virtual reality in open-architecture product design. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, **232**(13), pp. 2264-2275.

SOO, D., Aug 2, 2016-last update, A new age of VR involving all five senses. Available: <https://ispr.info/2016/08/02/a-new-age-of-vr-involving-all-five-senses/> [Jan 31, 2019].

SPACEY, J., December 20, 2015-last update, 39 Gamification Techniques. Available: <https://simplicable.com/new/gamification> [Mar 1, 2019].

SRIVASTAVA, S., 2018. *Mobile XR : The Future of Extended Reality (AR/VR/MR)*.

STALIANS, S., Aug 17, 2016-last update, How Small Businesses Are Profiting From Pokemon Go. Available: <https://revelsystems.com/blog/2016/08/17/how-small-businesses-are-profiting-from-pokemon-go-infographic/> [Jan 28, 2019].

STRANDMAN, J., 2018. *Virtuaalimallityöpajat rakennushankkeissa - Virtuaalitodellisuus yhteistoiminnan välineenä*, Aalto-yliopisto.

SUD, A., HICKSON, S., KWATRA, V. and DUFOUR, N., 2019. *Classifying Facial Expressions Using Eye-Tracking Cameras*. United States: .

SUN, L., FUKUDA, T. and RESCH, B., 2014. A synchronous distributed cloud-based virtual reality meeting system for architectural and urban design. *Frontiers of Architectural Research*, **3**(4), pp. 348-357.

SUTHERLAND, I.E., 1965 *The Ultimate Display*, 1965, pp. 506-508.

TORCHIA, M. and SHIRER, M., Dec 06, 2018-last update, Worldwide Spending on Augmented and Virtual Reality expected to Surpass \$20 Billion in 2019, According to IDC. Available: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44511118> [Jan 14, 2019].

TORRO, O., 2018a. *SVR-blogi #1: Sosiaalinen virtuaalitodellisuus (SVR) tulee pian — ja se mullistaa vuorovaikutuksen*.

TORRO, O., 2018b. *SVR-blogi #2: avatarit*.

TORRO, O., 2018c. *SVR-blogi #3: virtuaalinen tila ja virtuaaliset objektit*.

TORRO, O., 2018d. *SVR-blogi #4: verbaalinen ja non-verbaalinen vuorovaikutus*.

UNUMA, Y. and KOMURO, T., 2017. 3D Interaction with Virtual Objects in a Preciselyaligned View using a See-through Mobile AR System *ITE Transactions on Media Technology and Applications (MTA)*, **5**(2), pp. 49-56.

VARTIAINEN, M., KOKKO, N. and HAKONEN, M., 2004. *Hallitse hajautettu organisaatio: Paikan, ajan, moninaisuuden ja viestinnän johtaminen*. Helsinki: Talentum.

VEKKILÄ, J., RANDELL, A. and VUORIPURO, M., Nov 18, 2018-last update, Tutkimus: Osallistava suunnittelu paras keino ehkäistä kaavavalituksia. Available: <https://www.rakli.fi/ajankohtaista-raklista/uutinen/tutkimus-osallistava-suunnittelu-paras-keino-ehkaista-kaavavalituksia.html> [Jan 28, 2019].

VELDMAN, S., March 22, 2018-last update, The Wonders of Extended Reality | Accenture Insights. Available: <https://www.accenture-insights.nl/en-us/articles/extended-reality-a-new-window-digital-world> [Apr 1, 2019].

VELLA, S., January 15, 2019-last update, In only 3 days, McCarthy achieves full design buy-in on hospital project using 3ds Max and VR technology. Available: https://enterprisehub.autodesk.com/success-stories/in-only-3-days-mccarthy-achieves-full-design-buy-in-on-hospital-project-using-3ds-max-and-vr-technology?utm_source=None&utm_medium=social&utm_campaign=Bonfireshares&utm_content=0 [March 15, 2019].

VIRTANEN, J., JAALAMA, K., JULIN, A., HAHKALA, H., VAAJA, M.T. and HYYPPÄ, H., 2018. *Pelillistäminen, paikkatieto ja uusiutuva energia – energiankäytön seurannan ja visualisoinnin mahdollisuuksista – UAS Journal*.

WANG, X., KIM, M., LOVE, P.E.D. and KANG, S.J., 2013. Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in Construction*, **32**, pp. 1-13.

WARMAN, M., 2013, Apr 24,. Google Glass: we'll all need etiquette lessons. ISSN 0307-1235.

YEE, N. and BAIENSON, J., 2007. The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior. *Human Communication Research*, **33**(3), pp. 271-290.

YEE, N., BAIENSON, J. and DUCHENEAUT, N., 2009. The Proteus Effect: Implications of Transformed Digital Self-Representation on Online and Offline Behavior. *Communication Research*, **36**(2), pp. 285-312.

ZICHERMANN, G. and CUNNINGHAM, C., 2011. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. California: O'Reilly Media.

LIITE A:

Haastattelurunko

Käydään läpi ensin kolme kysymystä, joilla kartoitetaan SXR lähtö/nykytilanne:

1. Kuinka tuttu SXR on teille käsitteenä ja teknologiana?
2. Onko yrityksenne käytössä VR- tai AR-teknologiaa? Jos, niin minkälaista?
 - a. Jos ei, niin oletteko päässeet kokeilemaan erilaisia käyttöratkaisuja? (minkälaisia?)
 - b. Minkälaisia kokemuksia teknologian käyttämisestä on syntynyt?
3. Minkälaisia käyttöratkaisuja olette kehittäneet XR-teknologiallenne?
 - a. Millaisia yhteistyökumppaneita teillä on ollut XR-ratkaisun kehittämisessä?
 - b. Kuinka hyödyllisenä olette kokeneet XR-ratkaisut?
 - i. Millaisia hyötyjä ne ovat tarjonneet teille?
4. Miten arvelette XR-ratkaisujen yleistyvän yrityksessänne ja alalla yleisesti?
 - a. Tunnistatteko esteitä XR-ratkaisujen yleistymiselle?

Kysymyksiä jälkeen esitellään viisi käyttöskenaariota yleisellä tasolla diojen avulla:

- Käyttäjien osallistuttaminen
- Yhteistyö ja kommunikointi virtuaalimaailmassa
- Etäohjeistus
- Koulutus
- Virtuaalinen markkinointi

Jokaisen käyttöskenaarion aikana kysytään seuraavat kysymykset keskustelu tyylisesti. Käymällä jokainen kohta yksitellen läpi saatetaan törmätä hieman toistoon, mutta tällä tavoin kartoitamme tehokkaasti kaikki mahdollisuudet ja saamme luotua ajatuksia käyttöskenaarioiden välisistä linkityksistä.

5. Kuinka hyödyllisenä näette SXR:n tässä käyttöskenaariossa?
6. Millaisia hyötyjä SXR voisi tarjota eri osapuolille? Ketkä olisivat teille keskeisiä osapuolia tässä käyttötapauksessa?
7. Voisiko käyttötapausten logiikkaa hyödyntää jossain muussa yrityksenne toiminnossa?
8. Onko teknologialle mahdollisesti olemassa muitakin käyttösovellutuksia yrityksessänne ja alalla yleisesti ottaen? Tuleeko mieleen vastaavia use case tapauksia, joita tässä ei ole esitelty?
9. Mitä haasteita näette käyttötapausten käyttöönottoon liittyen?

Lopuksi kaikkien käyttöskenaarioiden läpikäymisen jälkeen yhteenveto kysymyksinä toimivat:

10. Mikä oli teidän mielestänne hyödyllisin käyttötapaus SXR:lle?
11. Olisitteko kiinnostuneita kehittämään teille yrityskohtaisen ratkaisun tähän käyttötapaukseen?
12. Näettekö jotain haasteita kehittämiseen liittyen?
13. Ketkä olisivat kehittämisessä teille parhaat yhteistyökumppanit?
14. Mikä on mielipiteenne teknologian mahdollisuuksista tuottaa hyötyä yrityksellenne?