

Teemu Mustonen

**VIRTUAALITODELLISUUDEN KEINOT LUODA JA
VANGITA ARVOA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2019

TIIVISTELMÄ

Mustonen, Teemu

Virtuaalitodellisuuden keinot luoda ja vangita arvoa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2019, 32 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja: Makkonen, Pekka

Virtuaalitodellisuus on luonut uuden markkinan kuluttajasektorilla, ja virtuaalitodellisuuspelejä, -sovelluksia sekä -laitteita ostetaan enemmän kuin koskaan. Uusi teknologia ja virtuaalimaailmat kiehtovat kuluttajia, jotka voivat nykypäivänä ostaa itselleen kohtuuhintaiset virtuaalitodellisuuslaitteet, mutta yrityssektorilla virtuaalitodellisuuteen on suhtauduttu varauksella. Suomessa toimii kymmeniä pelialan toimijoita, jotka suunnittelevat ja kehittävät pelejä ja sovelluksia virtuaalitodellisuuden käyttöön, mutta virtuaalitodellisuus on vielä yleisellä tasolla vieras käsite, eikä sen mahdollisuuksia tunneta hyvin. Teknologioilla on kuitenkin aina ollut kyky kehittää myös yritysten liiketoimintaa, ja alan tutkimus osoittaa, että myös virtuaalitodellisuudella voi olla paljon arvoa yrityksen liiketoiminnassa. Virtuaalitodellisuuden arvoa luovia ja vangitsevia keinoja yrityksen liiketoiminnassa voidaan arvioida vertailemalla alan tutkimuksia liiketoimintamalleihin, joita on tietojärjestelmätieteen näkökulmasta tutkittu viimeisen 15 vuoden ajan. Tässä kandidaatin tutkielmassa tarkastellaan kirjallisuuskatsauksen keinoin, millä tavoin virtuaalitodellisuus voi luoda ja vangita arvoa yrityksen liiketoiminnassa. Tutkielman tavoitteena on vakiinnuttaa virtuaalitodellisuuden sekä liiketoimintamallien määritelmiä sekä käsitteitä, sekä koota yhteen tutkimuksia, jotka osoittavat, millä tavoin virtuaalitodellisuudesta voidaan hyötyä yrityksen liiketoiminnassa. Tutkielma osoittaa liiketoimintamallin vertailussa, että virtuaalitodellisuus voi luoda ja vangita arvoa useilla eri keinoilla, ja yritysten tulisi kiinnittää entistä enemmän huomioita virtuaalitodellisuuteen ja sen mahdollisuuksiin liiketoiminnan arvon luojana sekä vangitsijana.

Asiasanat: arvo, liiketoimintamalli, virtuaalimaailma, virtuaalitodellisuus, yhdistetty todellisuus

ABSTRACT

Mustonen, Teemu

Virtual reality creating and capturing value

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2019, 32. pp

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Makkonen, Pekka

Virtual reality has created a new market in the consumer sector and consumers buy virtual games, applications and devices more than ever before. It is possible to purchase a virtual reality device for a reasonable price, and this had lead to many consumers trying for themselves how the new technology operates. There are dozens of small to medium sized enterprises in Finland that design and develop virtual reality games and applications, but it seems that enterprises don't recognize the possibilities of virtual reality in general. Technology has always benefitted businesses in some way and the research on virtual reality shows that virtual reality can benefit businesses aswell. It is possible to evaluate how virtual reality creates and captures value when it is compared to the concept of business model. This bachelor's thesis is written in the form of a literature review and it aims to examine how virtual reality can create and capture value for businesses. Furthermore, it aims to establish the definitions and concepts based around virtual reality and business models and show how virtual reality can benefit businesses. The literature review shows that virtual reality can create and capture value when compared to the concept of business model, and therefore every enterprise should ponder how their business can benefit from virtual reality.

Keywords: business model, mixed reality, value, virtual reality, virtual world

KUVIOT

KUVIO 1 Virtuaalinen läsnäolo ja sen tekijät (Steuer, 1992 mukaan).....	10
KUVIO 2 Todellisuus-virtuaalisuus (Milgram & Kishino, 1994 mukaan).....	12
KUVIO 3 HoloLens ja liiketunnistus (Chaconas & Höllerer, 2018 mukaan).....	13
KUVIO 4 Hierarkian tasot (Osterwalder, Pigneur & Tucci, 2005, s. 5 mukaan).	16
KUVIO 5 Liiketoimintamallin pääelementit (Luoma, 2013 mukaan).....	17

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Matriisivertailussa virtuaalitodellisuus ja liiketoimintamalli.....	21
--	----

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KUVIOT
TAULUKOT

1	JOHDANTO	6
2	VIRTUAALITODELLISUUS.....	9
	2.1 Määritelmä	9
	2.2 Teknologia ja laitteet.....	12
3	LIIKETOIMINTAMALLI	15
	3.1 Määritelmä	15
	3.2 Liiketoimintamallin pääelementit	17
4	VIRTUAALITODELLISUUDEN KEINOT LUODA JA VANGITA ARVOA19	
	4.1 Virtuaalitodellisuuden soveltaminen liiketoimintaan.....	19
	4.2 Vertailu arvoa luovista ja vangitsevista keinoista.....	20
	4.3 Virtuaalitodellisuuden tulevaisuus.....	24
5	YHTEENVETO.....	27
	LÄHTEET	29

1 JOHDANTO

Virtuaalitodellisuudelle on syntynyt uusi markkina kuluttajasektorilla vuoden 2010 alkaneen nopean kehityksen jälkeen. Virtuaalitodellisuus tai lyhyemmin VR, virtuaalimaailmat ja uusi teknologia kiehtovat kuluttajia, jotka ovat vuodesta 2016 alkaen voineet ostaa itselleen kohtuuhintaiset laitteet virtuaalimaailmojen tutkimiseen (Polygon, 2016). Valve Corporation julkaisi vuonna 2018 Steam-sovellusalustan tilaston vuoden 2018 myydyimmistä virtuaalitodellisuuspeleistä eli VR-peleistä. Tilastot osoittavat, että yli kymmenen VR-peliä onnistui myymään platinaa eli yli miljoonaa kappaletta vuoden loppuun mennessä (Road to VR, 2018). Markkinakehitys on myös ollut lupaavaa VR-pelilaitteiden osalta. Valve Corporation julkaisi vuonna 2019 Steam-pelialustan tilaston, jonka mukaan kuukausittain yli 750 000 VR-laitetta yhdistetään tietokoneeseen VR-pelien pelaamiseksi. Tilasto osoittaa, että vuonna 2016 alkanut markkinakehitys on kasvanut lineaarisesti, eikä kehitykselle ole havaittavissa muutosta. (Road to VR, 2019.)

Virtuaalitodellisuus on saanut näkyvyyttä myös yritystoiminnassa. Suomessa on kymmeniä alan toimijoita, jotka suunnittelevat pelejä, sovelluksia sekä sisältöä VR-laitteille (Neogames, 2019). Air New Zealand -lentoyhtiö teki vuonna 2017 kokeilun Microsoftin HoloLens-laseilla. Matkustamolentohenkilökunta käytti Microsoftin hologrammilaseja asiakkaiden biometriseen tunnistamiseen, mikä auttoi henkilökuntaa luomaan henkilökohtaisempaa palvelua reaaliajassa (Tivi, 2017). Virtuaalitodellisuudesta on tullut monille yrityksille tuote, palvelu tai työkalu, mutta sen kaikkia mahdollisuuksia ei vielä tunneta riittävän hyvin yleisellä tasolla. Virtuaalitodellisuus ja sen tuomat uudet mahdollisuudet ovat vielä mysteeri useille eri alojen toimijoille, ja usein virtuaalitodellisuuteen erikoistuneet yritykset joutuvat itse perustelemaan, kuinka virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää asiakkaan liiketoiminnan eduksi (Yrittäjät, 2017). Virtuaalitodellisuus on vielä vuonna 2019 uusi teknologia, ja yritykset, jotka eivät ole perehtyneet tämän uuden teknologian ominaisuuksiin tarvitsevat lisää tietoa. Ehkä alan tutkimusta tarvitaan lisää, ja tutkimustuloksien täytyy olla konkreettisempia, jotta teknologia yritykset saadaan investoimaan uusiin laitteisiin ja ostamaan VR-sovelluskehittäjien palveluita.

Virtuaalitodellisuuden käyttö on erilaista kuluttajien ja yritysten välillä, ja yritykset tarvitsevat parempia laitteita, että voisivat hyötyä tulevaisuudessa virtuaalitodellisuuden tuomista mahdollisuuksista. Microsoftin HoloLens-lasit osoittavat, että virtuaalilasien teknologia on vielä muutostilassa, mutta on mahdollista, että Microsoftin Mobile World Congress 2019 -tilaisuudessa esitelmä seuraava hologrammilasien iteraatio HoloLens 2 on jo valmis kokonaisuus yritysten käyttöön otettavaksi. Laitteisto on muuttunut kevyemmäksi, käyttöjärjestelmää ja käyttökokemusta on paranneltu sekä laite käyttää yhdistettyä todellisuutta eli laseilla on mahdollista nähdä yhtäaikaaisesti virtuaalimaailman ja tämän maailman asioita (Microsoft HoloLens, 2019).

Teknologialla on aina ollut kyky kehittää yritysten liiketoimintaa tekemällä liiketoiminnan harjoittamisesta helpompaa, halvempaa tai joustavampaa. Menneiden vuosien aikana kehitystä on tehty esimerkiksi kommunikointitapojen monipuolistumisena. Asiakasta ei tarvitse mennä tapaamaan toiselle puolelle maapalloa, vaan heidät voi tavata videoneuvottelussa. Tiimit voivat kokoontua yhteiseen työskentelytilaan sekä jakaa työnsä pilvipalveluiden avulla huolimatta sijainnista. Virtuaalitodellisuutta ei kuitenkaan ole vielä hyödynnetty yritysten liiketoiminnan kehittämisessä VR-laitteiden varsin monipuolisesta saatavuudesta huolimatta. Aiheesta tehdyt tutkimukset käsittelevät virtuaalitodellisuuden mahdollisia sovelluksia esimerkiksi työharjoittelussa (Stepanova, Quesnel & Riecke, 2018), kaupunkisuunnittelussa (Vigier, Moreau & Siret, 2015), 3d-mallintamisessa tai tehdastilojen rakentamisessa (Back ym., 2010). Virtuaalitodellisuuden soveltuvuutta on myös tutkittu tuotanto- ja varastotilojen valvonnassa (Linn, Bender, Prosser, Schmitt & Werth, 2017) sekä videoneuvottelutilanteissa (Kantonen, Woodward & Katz, 2010).

Alan tutkimuksen tutkimustulokset osoittavat, että virtuaalitodellisuudelle on useita eri sovelluskohteita, mutta tutkimus ei kerro, kuinka yritykset voisivat hyödyntää virtuaalitodellisuutta osana yrityksen omia liiketoimintamalleja. Liiketoimintamalleja on tutkittu tietojärjestelmätieteen näkökulmasta viimeisen 15 vuoden aikana, ja tämän kandidaatin tutkielman osalta tärkeintä on ymmärtää, mitä liiketoimintamallit ovat (Osterwalder, Pigneur & Tucci, 2005; Al-Debei & Avison, 2010) ja kuinka yritys voi hyötyä niistä (Doganova & Eyquem-Renault, 2009). Tämän kandidaatin tutkielman tavoite on koota yhteen virtuaalitodellisuuteen ja liiketoimintamalleihin liittyvää tutkimusta, ja analyyttisen vertailun avulla paremmin ymmärtää, kuinka virtuaalitodellisuus voi kehittää yritysten liiketoimintaa. Tutkimusongelma, johon tutkielma pyrkii vastaamaan on: "Millä keinoin virtuaalitodellisuus voi luoda ja vangita arvoa yrityksen liiketoiminnassa?"

Tämä kandidaattitutkielma on kirjoitettu kirjallisuuskatsauksena, ja se on jaettu pääsisällöltään kolmeen osaan. Ensimmäinen osa käsittelee virtuaalitodellisuutta ja sen kehitystä, käsitteen määrittelyä, virtuaalitodellisuuteen tarvittavaa laitteistoa sekä nykyteknologian mahdollistamia käytännönsovelluksia. Tämän osan luettuaan lukijalla tulisi olla hyvä käsitys siitä, mitä virtuaalitodellisuus on ja kuinka sitä voidaan hyödyntää. Toinen osa käsittelee yritysten liiketoimintamalleja. Luvussa käsiteltäviä asioita ovat liiketoimintamallien käsitteis-

tö, määrittely sekä kuvaus. Ensimmäisen ja toisen luvun tarkoitus on valmistella lukija kolmanteen käsittelyosaan, jossa tarkastellaan, kuinka virtuaalitodellisuus voi edistää yritysten nykyisiä liiketoimintamalleja. Kolmas osa yhdistää ensimmäisen ja toisen osan käsitteet ja asiat toisiinsa, ja tutkii, voiko virtuaalitodellisuus tuottaa yrityksille uutta arvoa. Käsittelyosan lopussa tarkastellaan, kuinka virtuaalitodellisuuden teknologian kehitys vaikuttaa tulevaisuuteen, ja minkälaisissa asioita on odotettavissa.

Tutkielman lähteet on kerätty pääasiassa Jyväskylän yliopiston julkaisuarkistosta sekä IEEE Xplore ja Google Scholar -tietokannoista. Lähteenä käytetään myös artikkeleiden lähdeluetteloiden viittauksia, ja niistä löytynyttä tietoa. Kaikissa arkistoissa ja tietokannoissa käytettiin etsinnän hakusanoina: *virtual reality, vr, mixed reality, hololens, business model, virtuaalitodellisuus, yhdistetty todellisuus ja liiketoimintamalli*. Muut lähteet ja viittaukset ovat peräisin julkisesta mediasta eli erinäisistä joukkotiedotusvälineistä ja sosiaalisesta mediasta. Median artikkeleiden, videoiden ja uutisten etsintään käytettiin hakukoneena Google-hakukonetta, ja etsinnän hakusanoja olivat: *virtual reality, vr, mixed reality, hololens, mobile world congress*.

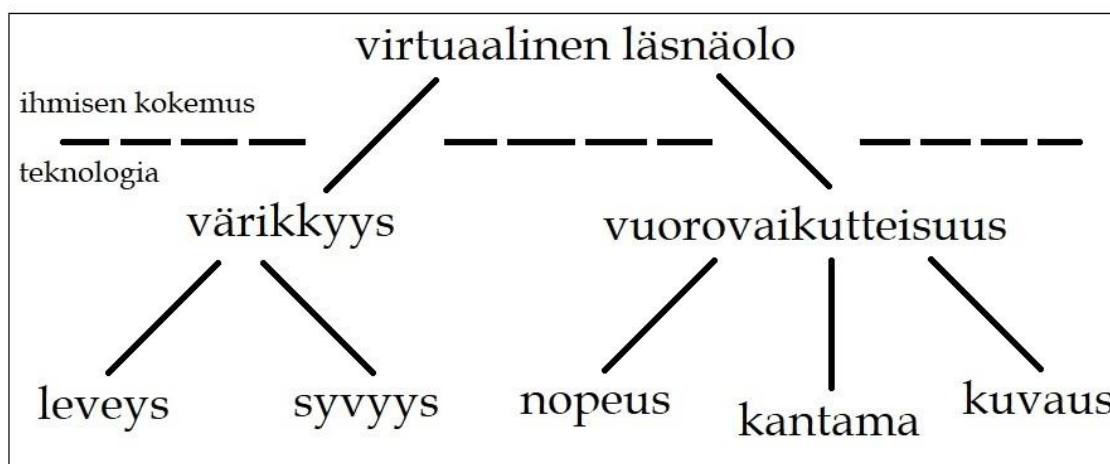
2 VIRTUAALITODELLISUUS

Tämä luku käsittelee virtuaalitodellisuutta, ja siihen liittyviä laitteita. Ensimmäisessä alaluvussa tarkastellaan virtuaalitodellisuuden määritelmiä sekä käsitteitä. Aiheesta kirjoittaa kattavasti Sherman ja Craig (2018), jotka päivittävät omaa määritelmäänsä vuosittain. Alaluku tarkastelee myös virtuaalitodellisuuden eri käsitteitä, kuvailee sen teorian sekä pohtii, mitä virtuaalitodellisuus todella tarkoittaa. Toinen alaluku käsittelee virtuaalitodellisuutta teknologian näkökulmasta, sekä virtuaalitodelliseen mahdollistavia teknisiä laitteita. Alaluvun alussa tutustutaan lyhesti myös lisätyn todellisuuden ja yhdistetyn todellisuuden käsitteisiin. Luvun lopussa lukijalla tulisi olla hyvä käsitys siitä, mitä virtuaalitodellisuus tarkoittaa, ja minkälaisia teknologioita sekä laitteita sitä varten on olemassa.

2.1 Määritelmä

Arkisessa käsityksessä virtuaalitodellisuus voi tarkoittaa eri asioita eri henkilöille. Massamedia on käyttänyt jo vuosikymmeniä ilmaisua virtuaalitodellisuus tai lyhyemmin VR, niin kuin sen ensimmäisen kerran lyhensi VR-tuotteiden valmistaja Jaron Lanier vuonna 1989. Arkisessa median muokkaamassa käsityksessä virtuaalitodellisuus on tarkoittanut erilaisia teknologisia laitteita, ja tämän käsityksen myötä on ollut helppo ajatella, että virtuaalitodellisuudessa on aina kyse koneesta tai laitteesta. Nämä määritelmät yleensä käsittelevät tietokoneen kykyä tuottaa reaaliaikaista animaatiota. Vuonna 1992 Steuer haastoi perinteiset käsitykset virtuaalitodellisuuden määritelmästä, ja hän tarkoitti, että virtuaalitodellisuudessa ei ole käsitteellisesti kyse teknologisesta laitteesta. Hän kuvaili virtuaalitodellisuutta ympäristöksi, joka on aito tai keinotekoinen, ja jonka sisällä voi kokea olevansa läsnä. Tämä määritelmä poikkesi tuon ajan muista määritelmistä, sillä se ei ottanut ollenkaan kantaa, minkälaisesta laitteesta virtuaalitodellisuudessa on kyse. (Steuer, 1992, s. 74-78.)

Kielitoimiston sanakirjan (2019) määritelmä virtuaalitodellisuudelle on: "tietokonesimulaation tuottamien aistimusten avulla luotu keinotekoinen ympäristö, keino-, lume-, tekotodellisuus." Kielitoimiston ja Steuerin määritelmille on yhteistä maininta ympäristön keinotekoisuudesta. Steuer ei kuitenkaan omassa määritelmässään koskaan ilmaissut, että virtuaalitodellisuuden täytyisi olla tietokoneen tuottama simulaatio. Toisaalta Steuer kuvailee tarkkaan, kuinka teknologian eri muuttujat vaikuttavat ihmisen kokemukseen. Hän jakaa teknologiset tekijät kahteen ryhmään: värikkyys ja vuorovaikutteisuus (kuvio 1). Värikkyteen vaikuttaa, kuinka aidolta kokemus tuntuu. Mitä enemmän aistimuksia, sitä leveämpi kokemuksen värikkyys on. Mitä aidompi tai voimakkaampi aistimus, sitä syvempi värikkyys on. Teknologisten tekijöiden toinen tekijä on Steuerin mukaan vuorovaikutteisuus. Vuorovaikutus perustuu ympäristön kykyyn toimia reaaliajassa, ja reagoida osallistujan toimintaan. Ympäristö on vuorovaikutteinen, jos se reagoi nopeasti osallistujan toimintaan, tarjoaa monipuolisen kantaman asioita sekä kuvaa osallistujan toimintaa antamalla palautteen. Steuerin mallissa kaikki nämä teknologiset tekijät muokkaavat osallistujan eli tässä tapauksessa ihmisen kokemusta ja tunnetta virtuaalisesta läsnäolosta keinoympäristön sisällä. (Steuer, 1992, s. 79-87.)



KUVIO 1 Virtuaalinen läsnäolo ja sen tekijät (Steuer, 1992 mukaan).

Virtuaalitodellisuuden määritelmää on kehitetty Steuerin määritelmän jälkeen useaan otteeseen. Nykyisen määritelmän virtuaalitodellisuudesta on antanut Sherman ja Craig (2018), jotka käsittelevät virtuaalitodellisuutta, ja siihen liittyviä ilmiöitä ja käsitteitä. He jakavat virtuaalitodellisuuden kokemuksen viiteen eri avaintekijään, joita ovat osallistujat, sisällöntuottajat, virtuaalimaailmat, immersio sekä vuorovaikutteisuus. Shermanin ja Craigin malli muistuttaa vieläkin joiltakin osiltaan Steuerin mallia virtuaalisesta läsnäolosta. Steuer kuvasi käytännössä immersiota ja vuorovaikutteisuutta, joiden rinnalle on nykyisessä mallissa tullut muita tekijöitä. Tärkeää on myös huomata, ettei Shermanin ja Craigin malli lajittele ihmisen kokemusta ja teknologiaa eri puolille, vaan kaikki avaintekijät vaikuttavat omalla tavallaan kokonaisuuteen. (Sherman & Craig, 2018, s. 6-11.)

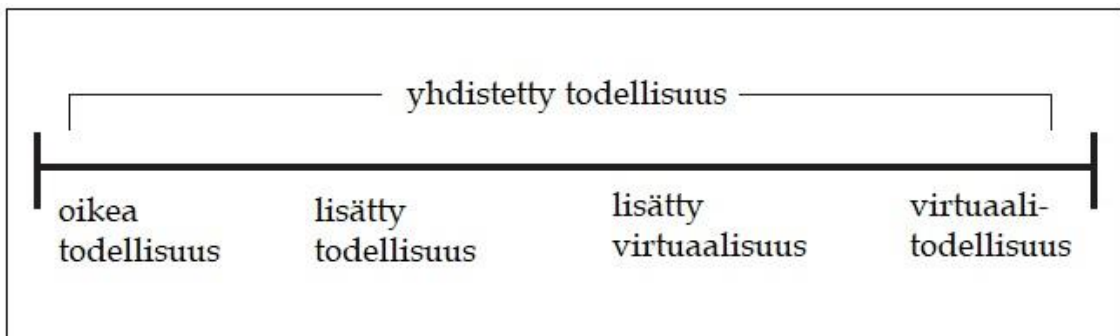
Shermanin ja Craigin mallissa osallistujat ovat yleensä henkilöitä, jotka käyttävät virtuaalitodellisuutta esimerkiksi viihteelliseen tai työkäyttöön, mutta kokeita on tehty myös erilaisilla eläimillä. Virtuaalitodellisuus tapahtuu osallistujan mielen sisällä, joten voidaan väittää, että se on kaikkein tärkein tekijä virtuaalisen kokemuksen syntymiselle. Sisällöntuottajat ovat henkilöitä, jotka tuottavat osallistujille sisältöä, jotta he voivat kokea uusia asioita virtuaalitodellisuuden sisällä. Sherman ja Craig toteavat, että osallistujat ja sisällöntuottajat ovat keskenään vuorovaikutuksessa, mutta eivät koskaan tapaa sanan varsinaisessa merkityksessä. Virtuaalitodellisuuden kehys on virtuaalimaailma, joka asettaa esimerkiksi kolmiulotteiset rajat osallistujien virtuaaliolomukselle. Virtuaalimaailma on myös sisällöntuottajien tuottamaa sisältöä ja on heidän tehtävänsä huolehtia, että virtuaalimaailmassa on asioita, jotka osallistujat voivat esimerkiksi nähdä tai koskettaa. Sherman ja Craig tarkentavat, etteivät he tarkoita virtuaalimaailmalla ainoastaan sisältöä, joka toistetaan VR-laitteella. Tämä on mielenkiintoinen huomio, sillä Steuer (1992) teki saman huomautuksen aikanaan koskien virtuaalitodellisuutta. (Sherman & Craig, 2018, s. 6-11.)

Virtuaalitodellisuus voi olla samanaikaisesti immersiiivinen kokemus fyysisesti ja psyykkisesti. Osallistujalla on kokemus siitä, että hän on jossain muualla, kun hän aistii ympärillään olevan virtuaalimaailman. Hän voi nähdä sen omin silmin, kuulla sen omin korvin, ja oikeilla laitteilla ja teknologialla, jopa liikkua sen sisällä käyttäen omaa liikettään. Fyysinen immersio on mahdollista silloin, kun virtuaalimaailma luo ärsykeitä tai aistimuksia, jotka osallistujan keho tulkitsee aidoiksi tai vähintään uskottavaksi. Psyykkinen immersio on mahdollista, kun osallistuja uppoutuu kokemukseensa, uskottelee itselleen sen todellisuuden ja osallistuu osaksi sitä. Tästä syystä virtuaalitodellisuus ei rajoitu ainoastaan tietokonesimulaatioihin, vaan sillä voidaan myös tarkoittaa mielikuvitusmaailmoja tai kaunokirjallisuudesta syntyviä maailmoja. Virtuaalitodellisuuden viides avaintekijä on vuorovaikutus tai toisin sanoen interaktiivisuus. Sherman ja Craig toteavat, että virtuaalimaailmassa täytyy pystyä tekemään jotain, jotta se olisi enemmän kuin valokuva tai elokuva. Interaktiivisuutta voi olla esimerkiksi muiden ihmisten tai tekoälyn kanssa keskustelu virtuaalimaailman sisällä tai fysiikkapelimoottori, joka antaa osallistujalle mahdollisuuden leikkiä 3d-mallinnusten avulla. Tärkeintä vuorovaikutuksen syntymiseksi on tunne siitä, että osallistuja voi vaikuttaa virtuaalimaailman sisällä oleviin asioihin tavalla tai toisella. (Sherman & Craig, 2018, s. 6-11.)

Sherman ja Craig antavat loppujen lopuksi hyvin samanlaisen määritelmän virtuaalitodellisuudelle kuin Kielitoimisto (2019). Heidän määritelmänsä mukaan virtuaalitodellisuus rakentuu tietokonesimulaatiosta, joka pystyy aistimaan osallistujan sijainnin ja toiminnan simulaatiossa, sekä muuttamaan tai vaihtamaan osallistujalle lähetettäviä aistimuksia, niin että tämä kokee olevansa psyykkisesti läsnä simulaation sisällä. Määritelmä onnistuu myös sisältämään kaikki nykyiset VR-laitteet, ja tästä syystä tämä tutkielma käyttää tätä määritelmää kaikissa tulevissa käsittelyosioissa.

2.2 Teknologia ja laitteet

Microsoft esitteli Mobile World Congress 2019 -tilaisuudessa HoloLens 2 -laseja, jotka yhdistävät virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden elementtejä toisiinsa. Tästä yhdistelmästä käytetään nimitystä yhdistetty todellisuus, joka tulee englanninkielien sanoista *mixed reality*. (Microsoft HoloLens, 2019.) Edellisessä alaluvussa on käsitelty virtuaalitodellisuuden määritelmiä, mutta lisätty todellisuus ja yhdistetty todellisuus vaativat omat määritelmänsä. Lisätty todellisuus täydentää oikeaa maailmaa virtuaalisilla esineillä. Virtuaaliset esineitä pystyy tarkkailemaan samaan aikaan oikean maailman asioiden kanssa, eikä osallistuja koe ympäristön muuttuvan, vaan se täyttyy uusista asioista. (Azuma, Baillet, Behringer, Feiner, Julier & MacIntyre, 2001.) Yhdistetty todellisuus yhdistää todellisen maailman ja virtuaaliset maailmat toisiinsa. Lisätyn todellisuuden tavoin osallistuja säilyttää ympäristönsä eli kokee olevansa oikeassa maailmassa, mutta hän voi samanaikaisesti olla yhteydessä tai kosketuksissa virtuaalimaailmihin. Milgram ja Kishino ovat havainnollistaneet, kuinka nämä eri käsitteet eroavat toisistaan, ja minkälainen suhde niillä on (kuvio 2). Vasemmalla on todellisuus eli se maailma, jonka aistimme päivittäin, ja oikealla on virtuaalisuus eli yksinkertaistetusti ilmaistuna tietokonesimulaatio (Milgram & Kishino, 1994.)

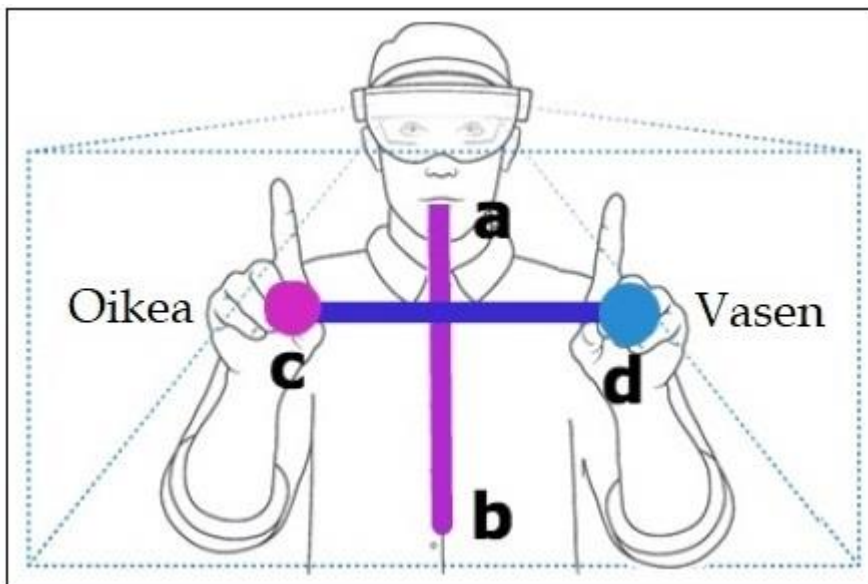


KUVIO 2 Todellisuus-virtuaalisuus (Milgram & Kishino, 1994 mukaan).

Microsoftin HoloLens 2 on hyvä esimerkki laitteesta, josta voi olla hyötyä yritysten toiminnan kannalta. Microsoft esitteli helmikuussa 2019 uusia liikekumppaneita, joiden suunnitelmana on ottaa HoloLens 2 käyttöön sen valmistuessa. Esiteltyjen liikekumppaneiden joukossa on sovellusvalmistajat Bentley Systems ja PTC sekä elektroniikkavalmistaja Philips. Yhdistettyä todellisuutta hyödyntävän laitteen käyttökohteina on suunniteltu esimerkiksi 3d-mallintamista, rakennussuunnittelua sekä laitteen käyttöä kirurgisten toimenpiteiden apuvälineenä. Liikekumppaniesittelyissä kerrottiin, että Microsoft liikekumppaneineen tähtää edellä lueteltujen esimerkkien kaltaisiin toteutuksiin, joiden mahdollistajana toimii HoloLens 2. Tutkielman kirjoituksen aikana Microsoft on esitellyt lasejaan livenä, ja kuinka virtuaalisten 3d-mallien kanssa voi olla vuorovaikutuksessa samaan aikaan, kun käsittelee oikeaa esinettä. (Micro-

soft HoloLens, 2019.) Tulevaisuus näyttää, millainen työkalu HoloLens 2 voi olla. Toisaalta nykyinen tutkimus antaa jo suuntaa siitä, kuinka yritykset voivat hyödyntää HoloLens -laseja toiminnassaan.

Chaconas ja Höllerer (2018) tutkivat HoloLens-lasien ensimmäistä mallia, ja kuinka laite voidaan saada tunnistamaan käsiliikkeitä. Kaksikko päätyi rakentamaan kordinaatiston, jonka akselien leikkauspiste riippuu laitteen käyttäjän katseen suunnasta (kuvio 3). Leikkauspiste ja käsien välinen etäisyys auttaa laitetta laskemaan, missä oikea ja vasen käsi on, ja mitä laitteen käyttäjä tekee käsillään. HoloLens tunnistaa kamerallaan, milloin käyttäjä osoittaa sormellaan tai milloin hänellä on pinssiote. Kun laite tunnistaa käden eri asennot toisistaan, HoloLens pystyy toimimaan varsin monipuolisesti. Chaconas ja Höllerer onnistuivat luomaan toiminnot 3d-esineen kiertämiselle, pyörittämiselle, liikuttamiselle sekä skaalamiselle. Eri toimintoihin vaadittavat liikkeet muistuttavat älypuhelimella tehtäviä sormiliikkeitä, mutta HoloLens tarvitsee kaksi kättä samoihin liikkeisiin, joihin älypuhelinikäyttäjä käyttää kahta sormea. Tutkimuksessa ilmeni, että HoloLensilla oli usein ongelmia liikkeiden tunnistamisessa, ja laitteiston sensoreja pitäisi kehittää, jotta käyttäjäkokemus paranisi ja tunnistusvirheiden määrä laskisi. Chaconas ja Höllerer ovat kuitenkin luottavaisia, että suunta on oikea. (Chaconas & Höllerer, 2018.)



KUVIO 3 HoloLens ja liiketunnistus (Chaconas & Höllerer, 2018 mukaan).

Teknologia ja laitteet, kuten Microsoftin HoloLens 2 kehittyvät vuosi vuodelta. Sherman ja Craig (2018) ovat tehneet havaintoja virtuaalitodellisuuden kehityksestä, ja siitä mihin teknologian kehitys on menossa. Virtuaalitodellisuuden tutkimus kiinnittää entistä enemmän huomiota käyttäjään liittyviin tekijöihin, käyttökokemukseen (Chaconas & Höllerer, 2018) sekä aiempaan tutkimukseen. Laitteiden hinta ja saatavuus rajoittaa vielä tutkimuksen määrää, sillä jokaisella yrityksellä, yliopistolla tai oppilaitoksella ei ole varaa sijoittaa lyhyin väliajoin uusiutuviin laitteisiin. Virtuaalitodellisuus on herättänyt lyhy-

essä ajassa kiinnostusta, mutta sitä ei ole vielä ehditty tutkia riittävästi. Virtuaalitodellisuuden kehityksessä on Shermanin ja Craigin mukaan useita trendejä. Laitteista täytyy saada kevyempiä, jotta niiden käyttömukavuus paranee. Kun laitteista tehdään täysin langattomia ja lisättyä todellisuutta lisätään, laitteet muuttuvat helpommin kannettaviksi. Virtuaalitodellisuuden lisääntyminen kotiviihteessä auttaa teknologiaa leviämään, ja auttaa saatavuuden ja hinnan kanssa. Laitteiston sensoreista on saatava parempia ja laitteiston tulee kehittyä tilanteeseen, jossa muita laitteita ei tarvita. Tutkielman kirjoittamisen aikana suurin osa markkinoilla olevista VR-laitteista toimii tietokoneen ja VR-lasien avulla. Jos trendien kehitys jatkuu tulevaisuudessa, voimme odottaa virtuaalitodellisuuden olevan yhtä arkinen laite kuin tietokone tai älypuhelin. (Sherman & Craig, 2018, s. 441-448.)

3 LIKETOIMINTAMALLI

Tässä luvussa käsitellään yritysten liiketoimintamalleja. Ensimmäinen alaluku määrittelee, mitä liiketoimintamalli käsitteenä tarkoittaa, ja jakaa sen käsitteellisesti hierarkiaan. Määrittelyn tukena viitataan aikaisempaan alan tutkimukseen (Osterwalder, Pigneur & Tucci, 2005; Al-Debei & Avison, 2010; Luoma 2013). Liiketoimintamallin käsittelyosan toisessa alaluvussa tutustutaan Luoman (2013) malliin liiketoimintamallin pääelementeistä. Tarkastelemme myös, miksi liiketoimintamallit ovat tärkeitä (Magretta, 2002), mitä liiketoimintamalleilla voi tehdä (Doganova & Eyquem-Renault, 2009) ja kuinka niistä on hyötyä yritystoiminnan suunnittelussa (Baden-Fuller & Morgan, 2010).

3.1 Määritelmä

Liiketoimintamallin käsite käy hyvin laveaksi, jos sitä tarkastellaan eri alojen näkökulmasta. Eri aloilla on vaihteleva näkemys siitä, mitä sanalla tarkoitetaan, mutta on olemassa määritelmiä, jotka onnistuvat antamaan määritelmälle kohdennetun kehyyksen. Osterwalder, Pigneur ja Tucci (2005) määrittelevät liiketoimintamallin käsitteelliseksi työkaluksi, joka sisältää esineitä, konsepteja ja niiden välisen suhteen yrityksen asettamiin tavoitteisiin. Konseptien ja suhteiden kuvaaminen auttaa yritystä ymmärtämään, mitkä tekijät luovat tai vangitsevat arvoa. Tämä liiketoimintamallin käsite on tarpeeksi lavea kattamaan eri alojen, kuten tietotekniikan, strategian ja hallinnon määritelmät käsitteelle. Toisaalta määritelmä on kuvaava, ja sen voi erotella muista alan käsitteistä ilman sekaannusta. Liiketoimintamallin käsite on esiintynyt ensimmäisen kerran vuonna 1957, mutta tästä huolimatta se on vielä uusi käsite. Käsitteen käyttö on yleistynyt merkittävästi tieteellisissä teksteissä vasta vuosituhaten vaihteessa samaan aikaan, kun informaatio- ja tietojärjestelmätiede on alana kasvanut. (Osterwalder ym., 2005, s. 4.)

Liiketoimintamallin käsitteellinen määrittely on kuitenkin vain yksi osa käsitteen kokonaista ymmärtämistä. Liiketoimintamallista voi puhua eri hier-

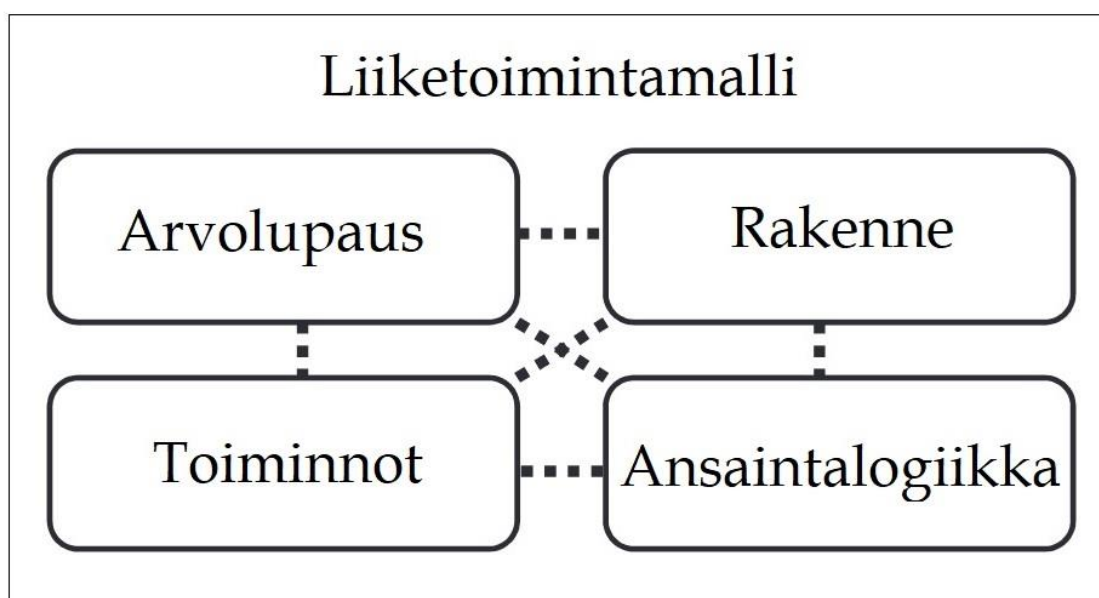
arkioissa, kuten Osterwalder, Pigneur ja Tucci ovat esittäneet (kuvio 4). Ryhmä jakaa hierarkian kolmeen kategoriaan, joiden muoto voi vaihdella määritelmistä listoihin tai abstrakteista malleista käytännön tason esimerkkeihin. Yksi kategoria ei ole toisia parempi selittämään liiketoiminnan käsitettä, vaan ne auttavat täydentämään toinen toistaan. Edellisessä kappaleessa käsiteltiin liiketoimintamallin käsitteen ensimmäinen kategoria eli sen määritelmä. Tähän kategoriaan luetaan kaikki abstraktit esitykset liiketoimintamalleista, esimerkiksi Luoman (2013) konsepti liiketoimintamallin pääelementeistä. Toinen kategoria sisältää luokitteluja ja vertailuja eri liiketoimintamallien välillä. Tällä tasolla pyritään tunnistamaan liiketoimintamalleille tyypillisiä piirteitä. Ensimmäinen ja toinen hierarkian taso toimii konseptin tasolla, kun taas kolmas taso tutkii liiketoimintamalleja esimerkkien ja oikean maailman tapausten tasolla. Tällä tasolla on tyypillistä tutkia olemassa olevien yritysten liiketoimintamalleja, esimerkiksi tarkastella Amazonin liiketoimintamallien kehitystä 10 vuoden aikavälillä. (Osterwalder ym., 2005, s. 5-6.)

<p>1.</p> <p>liiketoimintamallin konsepti</p>	<p>MÄÄRITELMÄ - mikä on liiketoiminta?</p> <p>METAMALLI - mitä elementtejä kuuluu liiketoimintamalleihin?</p>
<p>2.</p> <p>liiketoimintamallin tyyppi</p>	<p>TYYPPIEN LUOKITTELU - mitkä liiketoimintamallit muistuttavat toisiaan?</p> <p>ALAMETAMALLIT - mitkä piirteet ovat yleisiä?</p>
<p>3.</p> <p>Amazonin liiketoimintamalli</p>	<p>ESIMERKKITAPAUKSET</p> <p>MALLINNETUT TAPAUKSET</p> <p>OIKEAN MAAILMAN YRITYS</p>

KUVIO 4 Hierarkian tasot (Osterwalder, Pigneur & Tucci, 2005, s. 5 mukaan).

Al-Debei ja Avison (2010) esittävät liiketoimintamalleille yhtenäistä mallia, joka koostuu useista eri osa-alueista. Se koostuu liiketoimintamallin eri ulottuvuuksista, toiminnoista ja periaatteista, mitkä jakaantuvat entistä yksityiskoh-

taisempiin käsitteisiin. Malli on hyödyllinen, jos haluaa tarkastella liiketoimintamalleja hyvin yksityiskohtaisella tasolla, mutta tämän tutkielman kannalta olemme kiinnostuneita liiketoimintamallin pääelementeistä sekä mallinnetuista ja esimerkkitapauksista. Liiketoimintamallin pääelementit voi jakaa useisiin pieniin osiin, mutta Luoma (2013) jakaa ne neljään tekijään: arvolupaus, rakenne, toiminnot sekä ansaintalogiikka (kuvio 5). Tämä malli on paljon käytännöllisempi, sillä se ei vaadi kymmenien eri käsitteiden selittämistä, mutta se silti antaa tarpeeksi kontekstia liiketoimintamallin konseptitason käsittelyyn. Pääelementtien käsitteiden määrittelystä on tieteellistä erimielisyyttä, joten seuraavassa alaluvussa käymme läpi, mitä tämä tutkielma tarkoittaa Luoman liiketoimintamallin pääelementeillä. (Luoma, 2013.)



KUVIO 5 Liiketoimintamallin pääelementit (Luoma, 2013 mukaan).

3.2 Liiketoimintamallin pääelementit

Luoma (2013) jakaa liiketoimintamallin pääelementit neljään tekijään, joita ovat arvolupaus, rakenne, toiminnot sekä ansaintalogiikka. Arvolupaus tunnistaa asiakassegmentin ja sille tarjotut tuotteet sekä palvelut. Arvolupausa pohtiessa yrityksen täytyy esimerkiksi tietää, kuka asiakas tai käyttäjä on, ja minkälaisia tuotteita, teknologioita tai palveluita hän ostaa, käyttää tai kuluttaa. Asiakas ja tuote ovat käsitteitä, jotka voivat muuttua radikaalisti riippuen yrityksestä. Arvolupaus on mahdollisesti suurin vaikuttava tekijä liiketoimintamallin muutoksiin, sillä asiakas, tuote ja palvelu ovat jokaisen yrityksen toiminnan keskipisteessä. Useimmat liiketoimintamallien suunnitelmat myös saavat alkunsa arvolupauksesta, joten sen ymmärtäminen yrityksen alkutaipaleelta asti on äärimmäisen tärkeää. (Luoma, 2013).

Rakenne viittaa yrityksen rakenteeseen, ja sen eri osa-alueiden jakoon. Osa-alueet ovat yrityksen arvot, pätevyys osakkaiden kanssa sekä resurssinhallinta. Yrityksen toiminnan tehokkuus riippuu paljon näiden osa-alueiden hallitsemisesta, ja esimerkiksi resurssinhallinnan onnistuminen johtaa yleisellä tasolla parempaan ja kilpailukykyisempään hinnoitteluun sekä suurempaan tuotteiden määrään. Toiminnot kuvaa, kuinka yritys suunnittelee toimintansa ja käyttää hyödyksi henkilöstön osaamista sekä fyysistä ja rahallista pääomaansa hyödyksi. Magretta (2002) kuvailee, että yrityksen toiminnoilla tarkoitetaan niitä aktiviteetteja, joilla yritys luo tai myy jotain. Neljäs pääelementti on ansaintalogiikka, ja Magretta (2002) määrittelee, että sillä tarkoitetaan keinoja, jolla yritys tekee rahaa tai toisin sanoen, kuinka yritys arvostaa tuottamaansa arvoa. Ansaintalogiikka kattaa kaikki rakenteelliset keinot, joilla yritys voi ansaita rahaa riippumatta siitä, onko kyseessä tuotteen suoramyynä tai kuukausittainen palvelumaksu. (Luoma, 2013.)

Tässä tutkielmassa hyödynnetään liiketoimintamallin hierarkian ensimmäistä ja kolmatta tasoa virtuaalitetodellisuuden arvoa luovien ja vangitsevien keinojen tarkasteluun. Ensimmäisellä tasolla virtuaalitetodellisuuden keinoja luoda ja vangita arvoa tarkastellaan Luoman (2013) liiketoimintamallin pääelementtien mukaan. Toisin sanoen tämä asetelma luo tilanteen, jossa etsitään vastauksia kysymyksiin siitä, kuinka yritys voi hyödyntää virtuaalitetodellisuutta omassa toiminnassaan, tarjonnassaan asiakkaille, palvelukehityksessä, osakkaiden viestinnässä ja rahan ansaitsemisessa. Hierarkian kolmatta tasoa hyödynnetään erilaisten esimerkkien mallintamisessa. Useat tutkimukset on tehty ongelmanratkaisukeskeisesti, ja niiden joukosta löytyy paljon virtuaalitetodellisuuden esimerkkitalanteita, joita voidaan hyödyntää yritysten toiminnan kehityksessä.

4 VIRTUAALITODELLISUUDEN KEINOT LUODA JA VANGITA ARVOA

Tämä luku käsittelee virtuaalitodellisuuden keinoja luoda ja vangita arvoa yrityksen liiketoiminnan näkökulmasta. Ensimmäinen alaluku käsittelee, minkälaisia ongelmia virtuaalitodellisuudella voidaan ratkaista, ja millä tavoin virtuaalitodellisuutta pitäisi soveltaa yrityksen liiketoiminnassa (Sherman & Craig, 2018). Toinen alaluku vertailee arvoa luovia ja vangitsevia keinoja liiketoimintamallin kehityksessä. Vertailun tukena on matriisi, joka osoittaa virtuaalitodellisuuden arvoa luovat tai vangitsevat keinot oikealla puolella, ja liiketoimintamallin pääelementit vasemmalla (Luoma, 2013; Magretta, 2002). Luvun viimeinen alaluku pohtii, minkälaisia muutoksia virtuaalitodellisuus kokee tulevaisuudessa lyhyellä ja pitkällä aikavälillä (Tachibana & Fujimoto, 2018; Faidley ym., 2004; Bowman & McMahan, 2007; Sherman & Craig, 2018).

4.1 Virtuaalitodellisuuden soveltaminen liiketoimintaan

Virtuaalitodellisuutta soveltaessa ongelmaan tai liiketoimintaan on tärkeä ymmärtää, kuinka se toimii. Virtuaalitodellisuus on luonteeltaan interaktiivinen, ja sen hyödyt jäävät olemattomiksi, jos virtuaalitodellisuusympäristö ei ole vuorovaikutteinen. Elokuvan katsominen ei muutu kokemuksena paremmaksi, jos osallistuja katsoo elokuvaa virtuaalimaailman sisällä, mutta ei pysty vaikuttamaan, mistä suunnasta tai kuinka kaukaa hän elokuvaa katsoo. Kokemus jää myös varsin tylsäksi virtuaalitodellisuuden näkökulmasta, jos osallistuja ei voi keskeyttää elokuvaa säätämällä virtuaalimaailman kaukosäädintä tai keskustella elokuvasta toisen virtuaalimaailmaan osallistuvan henkilön kanssa (Sherman & Craig, 2018, s. 733.)

Virtuaalitodellisuus ei tee kirjasta tai elokuvasta mielenkiintoisempaa, mutta se voi tehdä esimerkiksi videopelien pelaamisesta immersiiivisemmän kokemuksen. On tärkeää ymmärtää, että virtuaalitodellisuus on ilmaisuväline, eli sillä voi luoda kokemuksia tai aistimuksia, millä on keino ilmaista mielipi-

teitä sekä herättää tunteita ja ajatuksia muissa ihmisissä (Kielitoimiston sanakirja, 2019), ja sen vahvuuksia ovat immersio ja interaktiivisuus. Muut ilmaisuvälineet eivät kykene luomaan samanlaisia kokemuksia kuin virtuaalitodellisuus, vaikka videopelit jakavatkin monia piirteitä virtuaalitodellisuuden kanssa. Tästä samasta syystä videopeleistä on tullut yksi virtuaalitodellisuuden tärkeimmistä soveltamisen kohteista, sillä virtuaalitodellisuus auttaa tekemään videopeleistä entistä immersioisempia ja interaktiivisempia kokemuksia kuin on aikaisemmin onnistuttu luomaan. (Sherman & Craig, 2018, s. 734.) Virtuaalitodellisuus onkin luonut oman videopeligenrensä eli VR-pelit, joista on tullut viime vuosien aikana erittäin suosittu videopelien muoto (Road to VR, 2019).

Virtuaalitodellisuudellakin on omat rajoituksensa esimerkiksi sen interaktiivisuuden puolesta. Tekstidokumenttien kirjoittaminen virtuaalitodellisuudessa on mahdollista ja myös erittäin interaktiivista toimintaa, mutta sama onnistuu tehokkaammin ja vaivattomammin perinteisellä tietokonenäppäimistöllä virtuaalisen näppäimistön sijaan. On myös hyvin samantekevää katsellaanko tekstidokumenttia tietokoneen näytöltä vai virtuaalimaailman sisällä. Toisaalta virtuaalitodellisuudesta tulee hyödyllinen työkalu, jos työryhmän eri jäsenet voivat osoittaa, siirrellä ja muokata tekstidokumentteja virtuaalisella taululla samaan aikaan muiden työryhmän jäsenten kanssa. (Sherman & Craig, 2018, s. 734.)

Seuraava alaluku kokoaa useita eri virtuaalitodellisuuden sovelluksia erilaisiin yrityksen liiketoiminnan ongelmiin ja perustelee, millä tavoin virtuaalitodellisuus voi luoda ja vangita arvoa. Tarkastelussa on esimerkiksi virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen työharjoittelussa, ja kuinka se luo uudenlaista rakenteellista arvoa (de Haan, Richards & Dignum, 2017; Anglin, Saldana, Schmiesing & Liew, 2017), sekä virtuaalinen työympäristö, jossa työryhmä voi samanaikaisesti työskennellä yhdessä ja hyötyä toistensa osaamisesta parantaen yrityksen liiketoiminnallisia toimintoja (Burns, Easter, Chadwick, Smith & Rosengrant, 2014).

4.2 Vertailu arvoa luovista ja vangitsevista keinoista

Virtuaalitodellisuuden arvoa luovien ja vangitsevien keinojen vertailu toteutetaan neljässä kategoriassa, joita ovat liiketoiminnan pääelementit: arvolupaus, rakenne, toiminnot sekä ansaintalogiikka (Luoma, 2013). Keinot esitellään edellä mainittujen kategorioiden järjestyksessä, ja ne asetetaan kategorioidensa mukaisesti matriisitaulukkoon (taulukko 1). Joissakin tapauksissa yksittäinen keino voidaan laskea kuuluvan useampaan kuin yhteen kategoriaan, ja näissä tapauksissa asiasta mainitaan erikseen. Tässä tutkielmassa on hyödynnetty arvoa luovien ja vangitsevien keinojen löytämiseksi alan tieteellistä kirjallisuutta, ja kirjallisuus on valikoitu sen mukaan, kuinka tutkimuksessa on onnistuttu todentamaan virtuaalitodellisuuden hyötyjä liiketoiminnan eri osa-alueilla. Tutkimuksia, joissa ei ole löydetty arvoa luovia tai vangitsevia keinoja, ei käsi-

tellä tässä tutkielmassa, mutta jatkotutkimuksen kannalta olisi arvokasta tehdä niistäkin lyhytmuotoinen kirjallisuuskatsaus.

TAULUKKO 1 Matriisivertailussa virtuaalitodellisuus ja liiketoimintamalli.

Liiketoimintamallin pääelementti (Luoma, 2013)	Virtuaalitodellisuuden keino luoda tai vangita arvoa
Arvolupaus	<ul style="list-style-type: none"> • transformatiivinen tuote tai palvelu (Stepanova ym., 2018). • uusi myyntitilanne asiakkaalle (Holopainen, Mattila, Parviainen, Pöyry & Tuunanen, 2019, s. 1734). • mukaansatempaava esittelytilaisuus (Holopainen ym., 2019, s. 1734-1735).
Rakenne	<ul style="list-style-type: none"> • työharjoittelu ja motoristen taitojen opettelu (Anglin, Saldana, Schmiesing & Liew, 2017). • yhteiset interaktiiviset koulutustilaisuudet (Marcelino, Silva, Gruber & Bilessimo, 2012; Thanh, 2018; Vesisenaho ym., 2019). • hankalien asioiden kommunikointi (Back ym., 2010 mukaan). • videoneuvottelu (Kantonen ym., 2010; Pazour, Janeczek & Hlavacs, 2018).
Toiminnot	<ul style="list-style-type: none"> • uusi myyntitilanne ja mainos (Holopainen ym., 2019, s. 1734). • tuotteen markkinointi ja myynti asiakkaalle (Back ym., 2010 mukaan). • rakentaminen ja suunnittelu (Vigier ym., 2015; Back ym., 2010; Sampaio, Gomes, Gomes, Santos & Rosário, 2011; Li, 2010). • tuotantoa kehittävät ympäristöt (Linn ym., 2017; Guhl, Tung & Kruger, 2017; Puljiz, Stöhr, Riesterer, Hein & Kröger, 2019; Cardoso ym., 2013).
Ansaintalogiikka	<ul style="list-style-type: none"> • virtuaalitodellisuuden tuotteet ja palvelut (Road to VR, 2018). • tuotteiden myynnin apuväline (Holopainen ym., 2019).

Arvolupauksen näkökulmasta virtuaalitodellisuus voi olla monia asioita. Virtuaalitodellisuudesta voi tehdä tuotteen tai palvelun, kuten kymmenet suomalaiset pelialan toimijat ovat tehneet (Neogames, 2019). Tuotteena tai palve-

luna virtuaalitodellisuus voi olla hämmästyttävä, suurta ihastusta herättävä transformatiivinen tai toisin sanoen ihmistä muuttava (Kielitoimisto, 2019) kokemus, joka jättää jälkensä syvälle. (Stepanova ym., 2018.) Tällaiset kokemukset ovat ainutlaatuisia, ja niitä on hankala kuvailla sanoin, mutta niistä voi olla paljon hyötyä mainoksissa ja sosiaalisessa vuorovaikutuksessa asiakkaan kanssa. Sen sijaan, että asiakas vain katsoisi mainoksen, hän voi kokea sen kolmiulotteisessa ympäristössä, ja esimerkiksi kävellä Fuji-vuoren kivistä rinnettä ja nähdä vuoren rinnettä pitkin virtaavan puron, jonka vettä hänelle ollaan myymässä. Autokaupassa myymälän sijaan asiakas voi istua myyjän kanssa uudessa täysin varustellussa mersussa, jota ei ole todellisuudessa vielä tehtaalla rakennettu. Myyjän kertomuksen sijaan asiakas voi kokea tuotteen myyjän kanssa yhdessä, ja sillä on paljon vaikutusta myyntitilanteen vuorovaikutukseen, rentouteen sekä asiakkaan kokemaan arvoon (Holopainen ym., 2019, s. 1734).

Toimintojen näkökulmasta virtuaalitodellisuuden on havaittu olevan myös erinomainen demonstraatioväline myynti- ja esittelytilaisuuksiin. Vuorovaikutus asiakkaan ja edustajan välillä on arvokasta toimintaa kummallekin osapuolelle, sillä kokemus on jaettu, ja asiakkaaseen pystytään vaikuttamaan laajasti virtuaalitodellisuuteen sisäänrakennetun immersion ja interaktiivisuuden avulla. Asiakkaan kokemuksesta on helpompi tehdä hauska ja mieleenpainuva, ja myyjä pääsee viettämään entistä enemmän aikaa asiakkaan kanssa. Asiakkaan kokemus välittyy myös sivustakatsoville asiakkaille, jotka kiinnostuvat jakamaan saman hauskan ja mieleenpainuvan kokemuksen yhdessä muiden kanssa. (Holopainen ym., 2019, s. 1734-1735.) Tämän tutkielman kirjoittamisen aikana virtuaalitodellisuuden tuotteiden ja palveluiden kysyntä kasvaa suurta vauhtia, ja esimerkiksi vuonna 2018 yli kymmenen VR-peliä onnistui myymään platinaa (Road to VR, 2018).

Liiketoimintamallin rakenteen näkökulmasta virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää esimerkiksi työharjoittelussa. Henkilöstön pätevyyttä ja osaamista erilaisissa työtehtävissä voidaan harjoitella ennen kuin taitoja testataan oikeassa tilanteessa, ja esimerkiksi vaarallisten ja hankalasti harjoiteltavien työtehtävien harjoittelu tulee mahdolliseksi. Virtuaalitodellisuudessa voidaan toistaa tilanteita, joissa todellisuudessa ei ole varaa tehdä virheitä. Virtuaalitodellisuusharjoittelusta on etenkin hyötyä, kun harjoitellaan motorisia taitoja, kuten koneen ohjaamista. (Anglin ym., 2017.) Valitettavasti kaikenlainen oppiminen ei ole aina normaalitilanteeseen verrattuna tehokkaampaa virtuaalitodellisuudessa, sillä virtuaalitodellisuuden laitteisto, käyttöliittymä tai ympäristö voi häiritä osallistujaa (de Haan ym., 2017). Motorisia taitoja harjoitellessa häiriötekijöitä ei havaittu, ja todennäköisin syy siihen on ympäristön immersion ja vuorovaikutuksen voimakkuus (Steuer, 1992, s. 79-87).

Virtuaalitodellisuus mahdollistaa useiden osallistujien yhdenaikaisen kokemuksen samassa ympäristössä eli virtuaalimaailmassa. Kansainvälisen organisaation henkilöstö sijaitsee fyysisesti ympäri maailmaa eri paikoissa, mutta virtuaalitodellisuudessa he voivat kaikki harjoitella samoja taitoja yhdessä. Yhdenmukaisten toimintatapojen opettelusta tulee helppoa, kun hen-

kilöstö jakaa koulutustilaisuuksissa ajatuksia eri ryhmien tai osastojen välillä. Tämän jälkeen he voivat vertailla ja valita parhaimmaksi katsotun toimintatavan, eikä kellään jää mitään epäselväksi, kun koulutustilaisuus käydään hyvin konkreettisella tasolla virtuaalitodellisuuden ansioista. (Marcelino ym., 2012.) Etäopetustilanteet muuttuvat interaktiivisiksi, sillä kouluttaja ja opetettava voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään samalla, kun opetettava harjoittelee (Thanh N. T., 2018). Yhteistyön ja yhteisen kokemuksen lisääntyminen koulutustilaisuuksissa kehittää henkilöstön osaamista enemmän ja tekee siitä osallistujille merkityksellisempää kuin tilanteissa, joissa jokainen opettelisi asioita itselleen (Vesisenaho ym., 2019). Samasta syystä virtuaalitodellisuutta tulisi hyödyntää työskentelyssä muiden osakkaiden kanssa. Asiakaspalaverin aikana voitaisiin esimerkiksi esitellä rakenteilla olevan tehtaan rakenteita ja koneiden sijoittelua sen sijaan, että yritettäisiin kuvailla se (Back ym., 2010).

Liiketoimintamallin rakenteille tuo arvoa myös virtuaalitodellisuuden keino tuoda ihmiset yhteen videoneuvottelun muodossa. Osakkeenomistajille voidaan esitellä liiketoimintaa, uusia tuotteita ja tuotantotiloja saman neuvottelun aikana, eikä ympäristöä tai näkymää tarvitse vaihtaa. Ympäristöä voidaan muokata tarpeen mukaan, ja halutessa se voi näyttää vaikka normaalilta kokoushuoneelta. Jos osallistujilla on HoloLens-lasit, he voivat jakaa useamman todellisuuden samanaikaisesti, ja havaita osan osallistujista virtuaalihahmoina ja toiset oikeassa todellisuudessa. (Kantonen ym., 2010; Pazour ym., 2018.)

Toimintojen osalta virtuaalitodellisuus on myös loistava työkalu uuden luomiseen esimerkiksi 3d-mallintamisessa, kaupunkisuunnittelussa (Vigier ym., 2015), tehdassuunnittelussa (Back ym., 2010), rakentamisessa (Sampaio ym. 2011; Li, 2010) tai tehdasvalvonnan toteuttamisessa (Linn ym., 2017). Virtuaalitodellisuutta on myös testattu robottien liikeratojen rakentamisessa, sillä kaikilla roboteilla ei ole sensoreita, joilla itse rakentaa uusia liikeratoja uusiin tuotantotiloihin siirtyessä (Guhl ym., 2017; Puljiz ym., 2019). Virtuaalitodellisuus mahdollistaa myös uusia keinoja valvontaan, simulointiin sekä koneiden ja laitteiden läpinäkyvyyden parantamiseen. Huoltohenkilön ei tarvitse välttämättä astua enää vaaralliseen valvontatilaan, kun hän voi tarkistaa tilanteen valvontatiloihin asennetun kameran sekä virtuaalilasien avulla. Lisäksi koneiden huollosta tulee helpompaa, kun huoltohenkilö voi simuloida virtuaalitodellisuudessa koneen eri toimintoja sekä osia, ja tarvittaessa jopa nähdä koneen läpileikkauksen. Simulaatio voi samanaikaisesti ehdottaa seuraavaa tehtävää koneen huoltamiseksi, ja esimerkiksi osoittaa rikkinäiseen osaan koneen sisällä. (Cardoso ym., 2013.)

Ansaintalogiikan näkökulmasta ja edellä esitettyjen perusteluiden mukaan on tärkeää todeta, että virtuaalitodellisuuden tuotteilla ja palveluilla tulee olemaan tulevaisuudessa paljon kysyntää. Virtuaalitodellisuus voi tuottaa arvoa monilla tavoilla, ja riippuu yrityksestä, kuinka se muuttaa virtuaalitodellisuuden tuottaman arvon rahaksi. Virtuaalitodellisuus voi itsessään olla tuote tai palvelu, joka myydään esimerkiksi kuluttajatuotteena, ja VR-pelit ovat hyvä esimerkki onnistuneesta tuotteesta (Road to VR, 2018). VR-sovelluksia voi kuitenkin kehittää myös yrityskäyttöön esimerkiksi myynnillisiin tehtäviin tai

mainoksiin, ja niiden tehtävä voi olla auttaa yritystä myymään jo olemassa olevaa tuotetta tai palvelua (Holopainen ym., 2019, s. 1734). Virtuaalitodellisuus ei voi ratkaista jokaisen yrityksen ansaintalogiikkaa koskevia kysymyksiä, mutta se voi edistää yrityksen nykyisiä liiketoimintamalleja.

4.3 Virtuaalitodellisuuden tulevaisuus

Ensimmäisessä luvussa todettiin, kuinka virtuaalitodellisuus on yhä uusi ja kehittyvä teknologia. Virtuaalitodellisuus ei ole pystynyt vastaamaan kaikkiin sille asetettuihin vaatimuksiin ja odotuksiin sen vielä lyhyen elinkaaren aikana (Sherman & Craig, 2018, s. 441-448), mutta tilastot osoittavat, ettei kiinnostus ole hiipuvaan suuntaan, vaan päinvastoin, sillä VR-pelilaitteita myydään enemmän kuin koskaan (Road to VR, 2019). Virtuaalitodellisuuden tulevaisuus riippuu paljon ensimmäisessä luvussa kuvatuista trendeistä: laitteiden tulee muuttua langattomiksi, kevyiksi ja älypuhelimien tavoin sisältää kaikki tarvittavat komponentit ja ominaisuudet yhdessä paketissa (Sherman & Craig, 2018, s. 441-448.)

Langattomia ja kevyitä virtuaalilaseja on jo olemassa ja prototyyppien testit ovat olleet positiivisia kokemuksia (Faidley ym., 2004), mutta niitä on vielä tutkielman kirjoittamisen aikana huonosti saatavilla. Tutkimus- ja kehitystyö kuitenkin osoittaa, että virtuaalitodellisuuslaitteiden muutos langattomiksi ja kevyiksi ei ole enää ongelma (Faidley ym., 2004), vaan laitteiden saatavuuden lisääntyminen riippuu täysin laiterakentajista sekä laitteiden jälleenmyyjistä. Laitteiden saatavuuden parantuessa ja hintojen halpuuntuessa jokainen voi hankkia itselleen virtuaalitodellisuuslaitteet, jolloin sisällöntuottajilla on hyvä syy ryhtyä luomaan sisältöä sitä kuluttaville osallistujille (Sherman & Craig, 2018, s. 441-448).

Virtuaalitodellisuuden soveltamista lukuisiin käyttökohteisiin vaikeuttaa sensoreiden ja liiketunnistuksen epätarkkuus. Ensimmäisessä luvussa esitellyt HoloLens-lasit kärsivät monista ongelmista liiketunnistuksen kanssa, mikä puolestaan vaikuttaa osallistujan käyttäjäkokemukseen. (Chaconas & Höllerer, 2018.) Jos laitteet eivät pysty tuottamaan osallistujalle palautetta nopeassa ajassa, osallistuja kokee, ettei virtuaaliympäristö ole kovin vuorovaikutteinen ja toimiva (Steuer, 1992, s. 79-87). Virtuaalitodellisuuden sensoreiden toimivuuden on havaittu myös heikentyvän, kun käyttökohdeympäristö muuttuu haasteellisemmaksi. Kun sensoreiden toimivuutta on testattu vedessä, on havaittu, että sensorit muuttuvat entistä epätarkemmiksi ja epäluotettavammiksi (Costa, Guo & Quarles, 2017). Edellä mainituista syistä johtuen, virtuaalitodellisuuden kehitys on riippuvainen sensoreiden kehityksestä. Kun laitteet toimivat tarkasti ja luotettavasti, on niiden käyttökokemuksin arvokasta toimintaa.

Virtuaalitodellisuuden kehittyessä entistä yleishyödyllisemmäksi teknologiaksi VR-pelit jatkavat nopeaa kehitystään. Viime vuosien aikana VR-pelien osalta on tehty suuria harppauksia kuvaresoluution ja näytön päivitysnopeu-

den osalta. Pelimoottoreista on tullut entistä hienostuneempia ja yhteensopivimpia virtuaalitodellisuuden osalta, ja entistä useampi peli tarjoaa tuen VR-laitteille (Steam, 2019). Tulevaisuudessakin virtuaalimaailmat tulevat seuraamaan muiden videopelien graafista kehitystä entistä realistisemmaksi ja teknologisesti kehittyneemmäksi, kunnes emme kykene enää erottamaan virtuaalimaailmaa tavallisesta maailmasta pelkällä nopealla vilkaisulla. Pelimoottorit kehittyvät vuosi vuodelta paremmiksi jäljittelemään todellisuutta, ja tutkimuksen osalta on tehty myös erilaisia testejä pohtien, kuinka voidaan luoda fotorealista virtuaalimaailmoja. Yhdistelemällä useita oikeassa maailmassa otettuja valokuvia, kokoamalla niistä suuri tietokanta ja yhdistelemällä niitä toisiinsa algoritmien avulla on saatu hyviä tuloksia. Tämä tekniikka ei kuitenkaan vielä tämän tutkielman kirjoittamisen aikana onnistu tuottamaan korkealaatuisia ja fotorealista virtuaalimaailmoja, vaan algoritmeja joudutaan kehittämään, jotta algoritmien laskenta-aika lyhenisi huomattavasti. Tietokantaan talletettujen kuvien suuren määrän vuoksi nykyiset algoritmit eivät kykene käsittelemään annettua dataa tarpeeksi nopeasti (Tachibana & Fujimoto, 2018.)

Virtuaalitodellisuuden immersiiivisyyden mahdollisuuksia ei ole vielä tutkittu tarpeeksi, ja tulevaisuuden tutkimusaiheet tulevat keskittymään entistä enemmän virtuaalitodellisuuden immersiiivisyyden ymmärtämiseen sekä soveltamiseen. Immersiiivisyyttä on hyödynnetty onnistuneesti esimerkiksi koulutuksessa ja terapiaharjoituksissa, mutta tutkimus osoittaa, että muitakin hyötyjä on olemassa. Bowman ja McMahan (2007) ovat tutkineet jo vuosia virtuaalitodellisuuden immersiiivisyyden potentiaalisia hyötyjä. Virtuaalitodellisuudella on kyky hyödyntää ihmisen avaruudellista hahmottamiskykyä, sillä ihmisen aivot ovat erittäin taitavia ymmärtämään 3d-tiloja. (Bowman & McMahan, 2007.) Tulevaisuuden tutkimus voi löytää uusia tapoja hyödyntää tätä ominaisuutta aivoissamme, ja tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi edellisessä luvussa käsitellyn tehdassuunnittelun tavoin, missä ongelmia voidaan ratkoa vain kävelemällä 3d-simulaation sisällä (Gebhardt ym., 2015).

Yksi nykypäivän ongelmista toimistotyöskentelyssä on informaatiotulva tai informaation jopa sotkun kaltainen määrä. Virtuaalitodellisuudella on mahdollisuus tuoda tähänkin ongelmaan ratkaisu, sillä informaatio voidaan organisoida ja jakaa järkevästi eri lokeroihin virtuaalimaailman sisällä. Sen sijaan, että informaatio on jaettu kymmenille eri välilehdille se voidaan säilyttää virtuaalisilla tableteilla tai virtuaalisilla näytöillä. (Bowman & McMahan, 2007.) Virtuaalimaailman sisällä nykyiset käyttöliittymät voivat saada ihmiselle intuitiivisesti ymmärrettävämmän muodon esimerkiksi kirjojen, kalentereiden ja ikkunoiden muodossa, ja järjestelmän avaamisen sijaan osallistuja voi astua huoneeseen, jossa järjestelmän eri toimintoja voi suorittaa. Eri huoneissa liikuttaessa voi tavata työryhmän muita jäseniä ja antaa neuvoa tai kysyä apua. Kun laitteisto kehittyy ja osallistujan näkökenttä kasvaa, osallistuja voi nähdä entistä enemmän ympärilleen ja käsitellä enemmän informaatiota (Bowman & McMahan, 2007).

Virtuaalitodellisuuden käyttö tulee tulevaisuudessa yleistymään, ja laitteista tulee yhtä arkisia työkaluja kuin tietokoneesta tai älypuhelimesta (Sherman & Craig, 2018, s. 441-448). Useista vielä ratkaisemattomista ongelmis-

ta huolimatta kehitys jatkuu, ja laitteista tulee kevyitä, langattomia (Faidley ym., 2004) sekä entistä immersioisempia (Bowman & McMahan, 2007; Tachibana & Fujimoto, 2018). Kun sensoreiden tarkkuuteen sekä luotettavuuteen liittyvät ongelmat saadaan ratkaistua (Chaconas & Höllerer, 2018), ja teknologian immersioisyyttä ymmäretään paremmin (Bowman & McMahan, 2007), virtuaalitodellisuudesta tulee jokaisen kodin, koulun ja työmaan yleislaite.

5 YHTEENVETO

Tämä kandidaatin tutkielma on käsitellyt virtuaalitodellisuutta, liiketoimintamalleja sekä virtuaalitodellisuuden keinoja luoda ja vangita arvoa yrityksen liiketoiminnassa. Tutkielman alussa tutustuttiin, millä tavoin virtuaalitodellisuus näkyy ihmisten joka päiväisessä elämässä tutkielman kirjoittamisen aikana, ja millä tavoin virtuaalitodellisuutta on hyödynnetty liiketoiminnassa. Ensimmäisessä käsittelyosassa käsiteltiin virtuaalitodellisuuden määritelmiä ja käsitteistöä, sekä esiteltiin virtuaalitodellisuuden viisi avaintekijää: osallistujat, sisällöntuottajat, virtuaalimaailmat, immersio ja interaktiivisuus. Samassa luvussa käsiteltiin todellisuuden ja virtuaalisuuden eri muotoja ja tutustuttiin teknologian sekä laitteiden näkökulmasta, kuinka virtuaalitodellisuutta käytetään. (Sherman & Craig, 2018.)

Toisessa käsittelyosassa esiteltiin liiketoimintamallin määritelmä Luoman (2013) mallin mukaan, ja sitä vertailtiin alan muuhun tutkimukseen ja määritelmiin (Osterwalder ym., 2005; Al-Debei & Avison, 2010). Luoman (2013) liiketoimintamallin pääelementtejä, joita ovat arvolupaus, rakenne, toiminnot sekä ansaintalogiikka, käsiteltiin tarkemmin, ja niitä käytettiin kolmannen käsittelyosan matriisivertailussa. Ennen vertailua luvun alussa todettiin, kuinka virtuaalitodellisuutta voidaan soveltaa liiketoimintaan, ja miksi sillä on kyky luoda tai vangita arvoa. Luvun lopussa pohdittiin virtuaalitodellisuuden tulevaisuutta, ja kuinka siitä tulee entistä tärkeämpi osa jokaisen yrityksen liiketoimintaa. (Sherman & Craig, 2018, s. 734.)

Johdannossa esitettiin kysymys, johon tämä tutkielma on pyrkinyt vastaamaan kirjallisuuskatsauksen keinoin mahdollisimman kattavasti. Tämä kysymys eli tutkielman tutkimusongelma kuuluu: " Millä keinoin virtuaalitodellisuus voi luoda ja vangita arvoa yrityksen liiketoiminnassa?" Virtuaalitodellisuuden arvoa luovina ja vangitsevina keinoina esitettiin liiketoimintamallin vertailussa useita eri keinoja. Arvolupauksen näkökulmasta voidaan todeta, että virtuaalitodellisuus voi olla parhaimmillaan äärimmäisen viehättävä tuote tai palvelu, ja sille voi luoda kokonaan uuden asiakaskunnan (Stepanova ym., 2018). Toisaalta virtuaalitodellisuus voi mahdollistaa jo olemassa olevien tuotteiden tehokkaamman mainonnan ja myynnin, sillä myyntitilanne ja

ostokokemus on vangitsevampi (Holopainen ym. , 2019, s. 1734). Joillekin yrityksille virtuaalitodellisuus voi johtaa uuteen ansaintalogiikkaan (Neogames, 2019). Liiketoimintamallin rakenteen näkökulmasta hyötyjä löytyy koulutuksesta (Anglin ym., 2017; Marcelino ym., 2012; Thanh, 2018; Vesisenaho ym., 2019) videoneuvotteluun (Kanttonen ym., 2010; Pazour ym., 2018). Toimintojen osalta mahdollisia hyötyjä on monipuolisessa rakennus- ja suunnittelutyössä (Vigier ym., 2015; Back ym., 2010; Sampaio ym. , 2011; Li, 2010) sekä tuotantoa ja robotiikkaa kehittävässä ympäristöissä (Linn ym., 2017; Guhl ym., 2017; Puljiz ym., 2019; Cardoso ym., 2013).

Tämän kandidaatin tutkielman kokoaman tieteellisen tutkimuksen nojalla voidaan todeta, että virtuaalitodellisuudella on useita arvoa luovia ja vangitsevia keinoja yrityksen liiketoiminnassa. Nämä keinot ovat konkreettisia esimerkkejä, ne vastaavat liiketoimintamallin hierarkian kolmatta tasoa, ja niiden merkitys on perusteltu tässä tutkielmassa tieteellisten lähteiden avulla. Perustelun tukena on tehty vertailua liiketoimintamallin ensimmäisen eli konseptitason käsitteiden ja määritelmien sekä kolmannen tason esimerkkien välillä. Tutkielmassa on myös pyritty pysymään yhdenmukaisena kaikkien määritelmien ja käsitteiden osalta. Käytetyt lähteet ovat laadukkaita, ja ne on kirjoitettu asiantuntevalla otteella. Ne sisältävät mielenkiintoisia esimerkkejä ja tutkimuksia virtuaalitodellisuuden tutkimuksen eri vaiheista, ja ne onnistuvat käsittelemään virtuaalitodellisuuden onnistumisia ja epäonnistumia puolueettomasti. Tämän kandidaatin tutkielman tarkoitus on olla puolueeton samoin tavoin kuin tutkimukseen käytetty lähteistö on ollut.

Tutkielma on onnistunut vastaamaan tutkimusongelmaan hyvin, mutta useita jatkokysymyksiä ilmenee. Virtuaalitodellisuus on tutkimuskohteena vielä nuori, ja alan kirjallisuus ei ole yhtenäistä. Käsitteiden ja määritelmien vakiinnuttamiseksi joudutaan tekemään paljon työtä, jotta alan tutkimuksen kieli on yhdenmukaista ja ymmärrettävää myös aiheeseen perehtymättömälle. Sama ongelma on havaittavissa liiketoimintaa käsittelevässä tutkimuksessa, vaikka osa alan tutkijoista on pyrkinyt yhdenmukaistamaan määritelmiä ja käsitteitä (Luoma, 2013; Osterwalder ym., 2005). Muita jatkotutkimusaiheita ovat immersio, laitteiden sensorit sekä virtuaalimaailmojen interaktiivisuus. Virtuaalitodellisuuden immersiivisyyttä ei tunneta vielä tarpeeksi hyvin, mutta siihen liittyy suuria mahdollisuuksia (Bowman & McMahan, 2007). Lisäksi voidaan olettaa, että tulevaisuudessa virtuaalitodellisuuden vaatimusmäärittelyt yleistyvät, kun yhä useammat yritykset ottavat käyttöönsä uuden teknologian. Vaatimusmäärittelyiden avulla on mahdollista saada paljon uutta tietoa eri yritysten keinoista hyötyä virtuaalitodellisuudesta, ja virtuaalitodellisuuden keinoista luoda ja vangita arvoa.

Tulevaisuuden alan tutkimuksella ja teknologiaa tuotteena tai palveluna kehittäväillä ja myyville yrityksillä on tärkeä osa virtuaalitodellisuuden kehityksessä. Pitkällä aikavälillä virtuaalitodellisuus tulee olemaan yhtä arkinen väline kuin tietokone tai älypuhelin, joten uusista teknologioista kiinnostuneilla henkilöillä sekä yrityksillä kannattaa harkita virtuaalitodellisuuteen tutustumista. Virtuaalitodellisuus on tulevaisuuden teknologia.

LÄHTEET

- Al-Debei M. & Avison D. (2010). Developing a unified framework of the business model concept. *European Journal of Information Systems*, 19(3), 359-376.
- Anglin J., Saldana D., Schmiesing A. & Liew S. (2017). Transfer of a skilled motor learning task between virtual and conventional environments. *IEEE Virtual Reality*, 401-402.
- Azuma R., Bailiot Y., Behringer R., Feiner S., Julier S. & MacIntyre B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.
- Back M., Childs T., Dunnigan A., Foote J., Gattepally S., Liew B., . . . Vaughan J. (2010). The virtual factory: Exploring 3D worlds as industrial collaboration and control environments. *IEEE Virtual Reality Conference*, 257-258.
- Bowman D. A. & McMahan R. P. (2007). Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? *Computer*, 40(7), 36-43.
- Cardoso A., Lamounier E., Lima G., Oliveira L., Mattioli L., Júnior G., . . . Newton J. (2013). VRCEMIG: A virtual reality system for real time control of electric substations. *IEEE Virtual Reality*, 165-166.
- Chaconas N. & Höllerer T. (2018). An Evaluation of Bimanual Gestures on the Microsoft HoloLens. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces*, 1-8.
- Costa R., Guo R. & Quarles J. (2017). Towards usable underwater virtual reality systems. *IEEE Virtual Reality*, 271-272.
- de Haan J., Richards D. & Dignum F. (2017). Aiding learning efficiency in virtual worlds. *2017 23rd International Conference on Virtual System & Multimedia*, 1-8.
- Faidley G., Hero J., Lee K., Lwakabamba B., Walstrom R., Chen F., . . . Cruz-Neira C. (2004). Developing an integrated wireless system for fully immersive virtual reality environments. *Eighth International Symposium on Wearable Computers*, 178-179.
- Gebhardt S., Pick S., Voet H., Utsch J., al Khawli T., Eppelt U., . . . Kuhlen T. (2015). flapAssist: How the integration of VR and visualization tools fosters the factory planning process. *IEEE Virtual Reality*, 181-182.

- Guhl J., Tung S. & Kruger J. (2017). Concept and architecture for programming industrial robots using augmented reality with mobile devices like microsoft HoloLens. *2017 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, 1-4.
- Holo-Light. (24.2.2019). Microsoft Keynote HoloLens 2 at Mobile World Congress (MWC) 2019 [video]. Haettu osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=k5SMABo4jwM>
- Holopainen J., Mattila O., Parviainen P., Pöyry E. & Tuunanen T. (2019). Enabling Sociability When Using Virtual Reality Applications: A Design Science Research Approach. *In Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*, 1728-1737.
- Kantonen T., Woodward C. & Katz N. (2010). Mixed reality in virtual world teleconferencing. *IEEE Virtual Reality Conference*, 179-182.
- Kielitoimiston sanakirja. (2019). Kotimaisten kielten keskus. Helsinki. Haettu osoitteesta <https://www.kielitoimistonsanakirja>
- Li M. (2010). Notice of Retraction Applications of virtual reality technology in construction industry. *2010 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology*, V4-223-V4-227.
- Linn C., Bender S., Prosser J., Schmitt K. & Werth D. (2017). Virtual remote inspection – A new concept for virtual reality enhanced real-time maintenance. *2017 23rd International Conference on Virtual System & Multimedia*, 1-6.
- Luoma E. (2013). Examining Business Models of Software-as-a-Service Companies [sähköinen aineisto]. Haettu osoitteesta <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/42663>
- Magretta J. (2002). Why business models matter. *Harvard Business Review*, 80(5), 86-92.
- Marcelino R., Silva J. B., Gruber V. & Bilelissimo M. S. (2012). 3D virtual worlds using open source platform and integrated remote experimentation. *2012 9th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*, 1-2.
- Microsoft HoloLens. (24.2.2019). Microsoft HoloLens 2: Partner Spotlight with Bentley [video]. Haettu osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=pHjjqKLFMXM>
- Microsoft HoloLens. (24.2.2019). Microsoft HoloLens 2: Partner Spotlight with Philips [video]. Haettu osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=loGxO3L7rFE>

- Microsoft HoloLens. (24.2.2019). Microsoft HoloLens 2: Partner Spotlight with PTC [video]. Haettu osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=rQqyORw4yY8>
- Milgram P. & Kishino F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 12, 1321-1329.
- Neogames. (1.5.2019). Haettu osoitteesta <https://www.neogames.fi/tietoa-toimialasta/alan-toimijat/>
- Osterwalder A., Pigneur Y. & Tucci C. L. (2005). Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept. *Communications of the association for Information Systems*, 16(1), 1.
- Pazour P. D., Janecek A. & Hlavacs H. (2018). Virtual Reality Conferencing. *IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*, 84-91.
- Polygon (15.3.2016). Haettu osoitteesta <https://www.polygon.com/2016/3/15/11240842/playstation-vr-launch-date-price-ps4>
- Puljiz D., Stöhr E., Riesterer K. S., Hein B. & Kröger T. (2019). Sensorless Hand Guidance Using Microsoft HoloLens. *2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 632-633.
- Road to VR (28.12.2018). Haettu osoitteesta <https://www.roadtovr.com/valve-reveals-top-selling-vr-games-on-steam-2018/>
- Road to VR (5.1.2019). Haettu osoitteesta <https://www.roadtovr.com/2018-ends-with-a-record-number-of-vr-headsets-on-steam/>
- Sampaio A. Z., Gomes A. R., Gomes A. M., Santos J. P. & Rosário D. P. (2011). Collaborative maintenance and construction of buildings supported on Virtual Reality technology. *6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, 1-4.
- Sherman W. R. & Craig A. B. (2018). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann.
- Steam. (12.5.2019). Haettu osoitteesta <https://store.steampowered.com/vr/>
- Stepanova E. R., Quesnel D. & Riecke B. (2018). Transformative Experiences Become More Accessible Through Virtual Reality. *IEEE Workshop on Augmented and Virtual Realities for Good*, 1-3.
- Steuer J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93.

- Tachibana M. & Fujimoto T. (2018). Image montage for constructing photorealistic virtual world from different real scene images. *International Workshop on Advanced Image Technology*, 1-4.
- Thanh N. T. (2018). Virtual interactions and process of building interactive virtual lectures. *International Conference on Information Management and Processing*, 145-150.
- Tivi. (25.5.2017). Haettu osoitteesta <https://www.tivi.fi/uutiset/lentoyhtiotta-kayttoon-hololens-lasit/03e38e9b-af1d-3dfe-9c7a-7b9f9af358534>
- Vesisenaho M., Juntunen M., Häkkinen P., Pöysä-Tarhonen J., Fagerlund J., Miakush I. & Parviainen T. (2019). Virtual Reality in Education: Focus on the Role of Emotions and Physiological Reactivity. *Journal of Virtual Worlds Research*, 12(1).
- Vigier T., Moreau G. & Siret D. (2015). From visual cues to climate perception in virtual urban environments. *IEEE Virtual Reality*, 305-306.
- Yrittäjät (25.4.2017). Haettu osoitteesta <https://www.yrittajat.fi/uutiset/557529-digikonsultti-ihmetteleyritykset-taysin-pihalla-virtuaalitodellisuudesta>