

Aleksanteri Rönkä

**ESINEIDEN INTERNETIN HAASTEET
LIIKETOIMINTAMALLIEN NÄKÖKULMASTA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2020

TIIVISTELMÄ

Rönkä, Aleksanteri

Esineiden internetin haasteet liiketoimintamallien näkökulmasta

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2020, 28 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatintutkielma

Ohjaajat: Luoma, Eetu; Halttunen, Veikko

Älykkäät, internetiin yhteydessä olevat esineet ovat arkipäiväistyneet yhteiskunnassamme ja täten esineiden internet on nykyään myös keskeinen tutkimusaihe informaatioteknologian alalla. Tutkimuksia on kuitenkin tehty vahvasti teknologiavetoisesti ja liiketoiminnallinen aspekti on jäänyt vähemmälle huomiolle. Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena oli tunnistaa tekijöitä, jotka vaikeuttavat esineiden internetin kaupallistamista liiketoimintamallien ja -ekosysteemien näkökulmasta. Tärkeimmät havaitut haasteet liittyvät esineiden internetin puutteelliseen standardointiin, teknologioiden kehittymättömyyteen ja yhteensopimattomuuteen sekä konkreettisen hyödyn mitattavuuteen. Tutkielma toteutettiin soveltaen systemaattisen kirjallisuuskatsauksen viitekehystä, mikä on suunniteltu tietojärjestelmätieteiden tutkimusta varten. Johdannon jälkeiset luvut keskittyivät olennaisten käsitteiden määrittelyyn ja esittelyyn, minkä jälkeen synteasiluvussa pyrittiin löytämään vastaus tutkimuskysymykseen.

Asiasanat: esineiden internet, liiketoimintamallit, pilvipalvelut, ekosysteemi

ABSTRACT

Rönkä, Aleksanteri

Challenges of Internet of Things from the Viewpoint of Business Models

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2020, 28 pp.

Information Systems Science, Bachelor's Thesis

Supervisors: Luoma, Eetu; Halttunen, Veikko

Intelligent and interconnected things have become mundane in our society and thus Internet of Things is a crucial subject of interest in the field of information technology. Studies concerning the matter have been conducted focusing on technology, but the business aspect has been left aside. The goal of the thesis was to identify the factors that hinder commercializing Internet of Things from the point of view of business models and business ecosystems. In this thesis it was discovered that the most significant challenges are related to inadequate standardization, undeveloped and incompatible technologies as well as the problematic measurement of the benefits. The thesis was carried out by applying the framework of systematic literature review which is designed for the field of information systems. The chapters following the introduction focus on defining fundamental concepts after which the synthesis chapter is dedicated to discovering the answer for the research question.

Keywords: Internet of Things, business models, cloud computing, ecosystem

KUVIOT

KUVIO 1 Esineiden internetin arkkitehtuuri	10
KUVIO 2 Liiketoimintakartta.....	15

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

1	JOHDANTO	6
2	ESINEIDEN INTERNET	8
2.1	Visio	8
2.2	Arkkitehtuuri.....	9
2.3	Avainteknologiat	11
2.4	Sovelluskohteet nyt ja tulevaisuudessa.....	12
3	LIIKETOIMINTAMALLIT JA EKOSYSTEEMIT DIGITAALISESSA LIIKETOIMINNASSA	14
3.1	Liiketoimintakartta.....	15
3.2	Digitaalisen liiketoiminnan ekosysteemit	16
4	HAASTEET ESINEIDEN INTERNETIN KAUPALLISTAMISESSA	18
4.1	Taustaa	18
4.2	Asiakkaiden näkökulma	18
4.3	Arvolupausten näkökulma	19
4.4	Infrastruktuurin näkökulma	20
4.5	Taloudellisen toteutuksen näkökulma	21
4.6	Digitaalisen ekosysteemin näkökulma.....	21
5	YHTEENVETO	23
	LÄHTEET.....	25

1 JOHDANTO

Tutkielman aiheena on esineiden internetin (*engl. Internet of Things*) haasteet liiketoimintamallien ja liiketoiminnan ekosysteemien näkökulmasta. Esineiden internetin visioon kuuluu, että kaikki internetiin liitettävissä olevat laitteet tullaan myös liittämään siihen ja täten fyysinen ja virtuaalinen maailma yhdistyisivät. Laitteiden ei kuitenkaan välttämättä tarvitse olla tietokoneita, sillä suurimmalle osalle laitteista riittää kommunikaatio, joka on yhdensuuntaista, eli ne vain lähettävät keräämäänsä dataa eteenpäin. (Fleisch, 2010.) Tärkeimpiin esineiden internetin mahdollistaviin teknologioihin kuuluvat RFID-teknologia, jonka avulla laitteet voidaan tunnistaa etänä radioverkon avulla, sekä sensoriteknologia (Chen, Xu, Liu, Hu & Wang, 2014). Esineiden internetin arkkitehtuuria voidaan havainnollistaa useilla erilaisilla malleilla, mutta yhteistä näille malleille ovat usein pohjakerros, jossa on datan keräämiseen tarvittava laitteisto sekä ylin kerros, jonka avulla mallinnetaan sovelluksia (Al-Fuqaha, Guizani, Mohammadi, Aledhari & Ayyash, 2015). Esineiden internetin sovelluskohteita ovat esimerkiksi älykaupungit, teollisuus, terveydenhuolto, älykodit sekä logistiikka ja liikkuminen.

Liiketoimintamalli määrittää sen, miten yritys pystyy tuottamaan asiakkailleen lisäarvoa ja hyötymään lisäarvon tuottamisesta taloudellisesti (Teece, 2010). Termi on verrattain tuore, mutta käytännössä yritykset ovat soveltaneet jonkinlaista liiketoimintamallia jo siitä saakka, kun liiketoimintaa on alettu harjoittamaan ja voittoa tavoittelemaan. Digitaalisessa liiketoiminnassa ongelmaksi on muodostunut tiedon hinnoittelu, mutta perinteisten liiketoimintamallien soveltajat ovat jo jääneet digitalisaatiota hyödyntävien yritysten jalkoihin (Teece, 2010). Digitaalinen liiketoiminnan ekosysteemi tarkoittaa puolestaan sitä, että kaikki tiedonkäsittelyyn kykenevät entiteetit yhdessä, digitaalisia työkaluja hyödyntäen, pyrkivät luomaan lisäarvoa jonkin teknologian ympärille (Nachira, Dini & Nicolai, 2007).

Tutkielman aihe on tärkeä siitä syystä, että esineiden internet on ollut tärkeä teema informaatioteknologian alalla jo usean vuoden ajan, mutta termiä itsessään ja sen mahdollisuuksia liiketoiminnan kehittämiseen ei ole osattu vielä täysin määritellä ja hyödyntää (Fleisch, 2010). Esineiden internet on ollut

tulevaisuuden megatrendilistauksissa jo viime vuosikymmenen alusta saakka ja se esiintyy terminä arkikeskusteluissa tiuhaan. Termi on kuitenkin laaja-alainen, eikä sen määritelmästä ole vielä konsensusta. Digitalisaation aalto pyyhkäisee yli erilaisten toimialasektoreiden ja vauhdittaa palveluiden ja tuotantoprosessien digitoitumista. Myös esineiden internet liittyy digitalisaation ilmiöön. Tutkielman tehtävä on tunnistaa kirjallisuuden perusteella haasteet, jotka vaikeuttavat esineiden internetin kaupallistamista liiketoimintamallien ja digitaalisten ekosysteemien näkökulmasta. Päämäärän saavuttamiseksi tulee määritellä mahdollisimman tarkasti keskeisimmät käsitteet: esineiden internet, liiketoimintamalli ja digitaalinen ekosysteemi.

Tutkielma tehdään kirjallisuuskatsauksena soveltaen (Okoli & Schabram, 2010) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen viitekehystä informaatioteknologian alalla ja lähteinä käytetään pääosin vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita, jotka on julkaistu arvostetuissa alan julkaisuissa. Lähdekirjallisuus on suurimmalta osin englanninkielistä ja esineiden internetin nopeasta kehityksestä johtuen, lähteet pyritään valitsemaan siten, että ne olisivat pääsääntöisesti julkaistu 2010-luvulla. Tiedonhaussa hyödynnetään koottuja tietokantoja, kuten Google Scholaria, AIS Electronic Libraryä (AISeL) ja IEEE Xplore:n digitaalista kirjastoa. Hakulausekkeet rakentuvat esineiden internetin englanninkielisen lyhenteen "IoT" ympärille. Muita tärkeitä hakutermejä ovat esimerkiksi "challenges", "business model", "ecosystem" ja "value proposition". Sekä esineiden internetiä, että varsinkin liiketoimintamalleja on akateemisesti tutkittu kattavasti, joten lähdemateriaalia riittänee onnistuneen kirjallisuuskatsauksen suorittamiseksi. Kummatkin tärkeimmistä käsitteistä ovat kuitenkin laveita, joten lähdeaineisto voi osoittautua hajanaiseksi.

Tutkielma rakentuu käytännössä kolmen sisältöluvun varaan. Ensimmäisessä sisältöluvussa esitellään esineiden internetiä ilmiönä ja käsitteenä, sen historiaa, arkkitehtuuria ja käytännön sovellutuskohteita. Toisessa, liiketoimintamalleja ja digitaalista ekosysteemiä käsittelevässä luvussa tarkastellaan liiketoimintamallien historiaa, vaihtoehtoisia määritelmiä sekä esitystapoja. Luvussa keskitytään pääosin sveitsiläisen teoreetikon Alexander Osterwalderin kehittämään liiketoimintakarttaan ja sen neljään kulmakiveen: asiakkaisiin, arvolupaukseen, infrastruktuuriin ja taloudelliseen toteutukseen. Yhdeksi näkökulmaksi on otettu mukaan myös digitaalisen liiketoiminnan ekosysteemi. Liiketoimintakartta valikoitui tarkemman tarkastelun kohteeksi siitä syystä, että sen toimii pohjana useille eri liiketoimintamalleille, joita hyödynnetään digitaalisessa liiketoiminnassa (Ju, Kim & Ahn, 2016). Kolmannessa, synteasiluvussa näiden kulmakivien ja ekosysteemiajattelun kautta pyritään löytämään tärkeimmät haasteet, jotka vaikeuttavat esineiden internetin kaupallistamista.

2 ESINEIDEN INTERNET

Tiettävästi Kevin Ashton esitteli ensimmäisenä termin ”esineiden internet” vuonna 1999 Procter & Gamble yhtiölle tekemässään esitelmässä, joka liittyi toimitusketjujen hallinnoinnin tulevaisuuteen (Ashton, 2009). Informaatioteknologian alalla ei ole toistaiseksi löydetty konsensusta esineiden internetin määritelmästä ja täten käytettyjä määritelmiä on useita. International Telecommunication Unionin (ITU, 2005) määritelmän mukaan esineiden internet tarkoittaa sitä, että kaikki arkiset objektit, jotka voidaan verkostoida ja liittää tietokantoihin, tullaan lopulta verkostoimaan ja liittämään erinäisiin tietokantoihin, kuten tietokoneet. Fleisch (2010) täsmentää ITU:n määritelmää siten, että esineille voidaan luoda tietokoneen ominaisuuksia, mutta ne eivät varsinaisesti ole tietokoneita vaan ennemminkin älykkäitä esineitä. Suurin osa esineiden internetiin kuuluvista laitteista on sellaisia, joiden kanssa ihminen ei voi suoraan kommunikoida, vaan laitteet lähettävät yksisuuntaisesti dataa esimerkiksi pilvipalveluun (Fleisch, 2010).

Myöhemmin määritelmä on pyritty saamaan kommunikaatioprotokollista riippumattomaksi ja käyttäjakeskeiseksi. Gubbi, Buyya, Marusic ja Palaniswami (2013) määrittelevät esineiden internetin olevan aistivien ja aktivoivien laitteiden välillä oleva yhteys, jonka kautta informaatiota voidaan välittää eri alustoille. Kyseinen määritelmä mahdollistaa innovatiivisen soveltamisen, mutta vaatii toimiakseen saumatonta aistimista ja data-analytiikkaa pilvilaskennan avulla, joka toimii samalla myös yhtenäisenä viitekehyksenä (Gubbi, Buyya, Marusic & Palaniswami, 2013).

2.1 Visio

Kuten määritelmiä, myös useita erilaisia visioita on esitetty liittyen esineiden internetiin. Vastoin yleistä oletusta, esineiden internet ei ole yksittäinen uusi teknologia, vaan joukko erilaisia kehityssuuntia, joiden tavoitteena on yhdistää fyysinen ja virtuaalinen maailma (Asghar, Negi & Mohammadzadeh, 2015). Roman, Najera ja Lopez esittävät (2011), että kaikilla fyysisillä asioilla tulee olemaan myös virtuaalinen ulottuvuutensa, mutta nykyisin esineiden internetin

konseptiin usein liitetään ajatus myös siitä, että niin fyysiset kuin myös abstraktit objektit tulevat verkottumaan kaikki saumattomasti keskenään (Uckelmann, Harrison & Michahelles, 2011). Verkottuminen tulee tapahtumaan sulauttamalla älykästä teknologiaa kaikkialle ja kaikkeen. Älykkäisiin teknologioihin voidaan laskea mukaan esimerkiksi radiotaajuinen etätunnistaminen (RFID) sekä jatkuvasti kehittyvä sensoriteknologia. (Chen ym., 2014.) Johtuen esineiden internetiin kytketyksi tulevista miljardeista laitteista ja eksponentiaalisesti kasvavasta datan määrästä, tarvitaan perinteisen TCP/IP-protokollan korvaajaksi kehittyneempiä protokollia (Khan, R., Khan, Zaheer & Khan, 2012).

Esineiden internetin odotetaan tuovan tehokkuutta sekä mullistavan olemassa olevia liiketoiminta-aloja. Täysin uudet innovaatiot ja sovellukset, mitkä hyödyntävät sensoridataa, pakottavat aloillaan perinteiset toimijat kilpailuun. Esineiden internetin mahdollisia käytännön sovelluskohteita ovat esimerkiksi kodit, liikenne, terveydenhuolto, yhteiskunta ja ympäristö (Gubbi ym., 2013). Tulevaisuudessa esineiden internet tullaan mahdollisesti jakamaan teolliseen esineiden internetiin (IIoT) ja kuluttajien esineiden internetiin (CIoT), sillä niiden välillä vallitsee merkittäviä eroja esimerkiksi liiketoimintamallien sekä teknologioiden näkökulmasta. Siinä missä kuluttajien esineiden internet pyrkii parantamaan kuluttajien elämänlaatua säästämällä rahaa ja aikaa, teollisuuden esineiden internetin tarkoituksena on yhdistää informaatioteknologia ja operatiivinen teknologia sekä parantaa data-analytiikan, sensoreiden ja älylaitteiden palveluiden laatua. (Palattella ym., 2016.)

2.2 Arkkitehtuuri

Olemassa olevilla ja tulevaisuuden esineiden internetin sovelluksilla on erilaisia vaatimuksia arkkitehtuurin suhteen. Vaatimukset voivat liittyvät esimerkiksi skaalautuvuuteen, järjestelmien yhteensopivuuteen, tietoliikenteen luokitteluun ja priorisointiin, joustavuuteen ja tietoturvaan (Yaqoob ym., 2017). Tyypillisesti esineiden internetin arkkitehtuuri esitetään kerrosmallina. Yhteisiä tekijöitä lähes kaikissa esitetyissä arkkitehtuurimalleissa ovat pohjakerros sekä ylin kerros. Pohja- eli havainnointikerros pitää sisällään datan hankkimiseen ja tuottamiseen keskittyvän laitteiston, kuten esimerkiksi aistivat sensorit. Ylimmässä kerroksessa ovat puolestaan palvelut tai sovellukset, jotka hyödyntävät sensorien keräämää dataa. Malleja on esitetty useita erilaisia, mutta tässä alaluvussa keskitytään näistä malleista kolmeen käytetyimpään (kuvio 1), joita ovat viiden ja kolmen kerroksen mallit sekä palvelukeskeinen malli (Al-Fuqaha ym., 2015).

Liiketoimintakerros	Sovelluskerros	Sovelluskerros
Sovelluskerros	Verkkokerros	Palvelukerros
Väliohjelmistokerros		
Verkkokerros		
Havainnointikerros	Havainnointikerros	Havainnointikerros
a)	b)	c)

KUVIO 1 Esineiden internetin arkkitehtuuri; a) viiden kerroksen malli, b) kolmen kerroksen malli, c) palvelukeskeinen malli (Al-Fuqaha ym., 2015; Lin ym., 2017)

Viiden kerroksen malli pitää sisällään havainnointi-, verkko-, väliohjelmisto-, sovellus- sekä liiketoimintakerrokset (Bandyopadhyay & Sen, 2011) Havainnointikerrokseen (*engl. objects layer tai perception layer*) kuuluvat laitteet, jotka tuottavat hyödynnettävää dataa. Laitteet voivat mitata erilaisia suureita, kuten lämpötilaa, kiihtyvyyttä, kosteutta, tärinää jne. Havainnointikerros siirtää kerätyn datan verkkokerrokselle (*engl. network layer*), joka puolestaan hallitsee datapaketteja ja välittää tiedon väliohjelmistokerrokselle (*engl. middleware layer*) käyttäen eri teknologioita, kuten esimerkiksi matkapuhelinverkkoa tai infrapunaa. Väliohjelmistokerros käsittelee dataa ja siirtää sitä sovelluskerrokselle (*engl. application layer*) sovelluksen tarvitsemassa muodossa. (Al-Fuqaha ym., 2015.) Sovelluskerros tarjoaa asiakkaille heidän tarvitsemiaan korkealaatuisia älypalveluita, liiketoiminta-alasta riippumatta (Al-Fuqaha ym., 2015; Khan ym., 2012). Päällimmäisenä on liiketoimintakerros (*engl. business layer*), joka hallitsee palveluita ja toimintoja, jotka tapahtuvat alemmilla kerroksilla. Liiketoimintakerroksella tapahtuvat esimerkiksi datan visualisointi ihmisille ymmärrettäväksi informaatioksi, järjestelmän valvonta sekä liiketoimintamallien rakennus (Al-Fuqaha ym., 2015).

Yleisesti hyväksytty ja tyypillisin jaottelu kuitenkin keskittyy ainoastaan kolmeen kerrokseen; havainnointi-, verkko- ja sovelluskerrokseen (Al-Fuqaha ym., 2015; Lin ym., 2017; Yaqoob ym., 2017). Kolmen kerroksen malli on myös kohdannut kritiikkiä, sillä Al-Fuqahan ym. (2015) mukaan malli ei esimerkiksi pysty viiden kerroksen mallin tapaan käsittämään verkkokerroksen alle kaikkia esineiden internetin arkkitehtuuriin vaadittavia teknologioita. On myös kiistanalaista, voidaanko sovelluskerrokselle osoittaa liiketoimintakerroksen tehtäviä, kuten datan visualisointia (Lin ym., 2017)

Palvelukeskeisessä mallissa (*engl. Service-oriented Architecture*) on komponentteja, jotka voidaan suunnitella yhdistämään eri palveluita rajapintojen ja protokollien avulla. Palvelukeskeisen mallin kerrokset ovat kuten kolmen kerroksen mallissa, mutta havainnointi- ja sovelluskerroksen välissä on myös viiden kerroksen mallissa yhtenä osana oleva väliohjelmistokerros, josta käytetään useammin tässä mallissa kuitenkin nimeä palvelukerros. (Lin ym., 2017)

2.3 Avainteknologiat

Esineiden internetin vision toteutuminen vaatii laitteiden kokonaisvaltaista verkottumista. Onkin olemassa useita erilaisia teknologioita ja toteutustapoja, joiden rinnakkaiskäytöllä tämä visio on mahdollista saavuttaa. Tässä aluvuussa tullaan käsittelemään tärkeimpiä esineiden internetin mahdollistavia teknologioita. Teknologiat voidaan luokitella esimerkiksi edellisessä aluvuussa esitellyn kolmen kerroksen mallia mukaillen havainnointi- ja tunnistusteknologioihin, kommunikaatioteknologioihin sekä muihin teknologioihin, johon kuuluvat muun muassa palvelu- ja laskentateknologiat.

Havainnointi- ja tunnistusteknologiat ovat esineiden internetin infrastruktuurin näkökulmasta katsottuna elintärkeitä. Kaikilla laitteilla tulee olla oma tunnisteensa, jotta niille voidaan osoittaa järjestelmätasolta tehtäviä ja jotta niiden tuottama data pystytään kohdentamaan oikeaan palveluun. (Al-Fuqaha ym., 2015) Merkittävimpiä teknologioita havainnointikerroksella ovat Radio Frequency Identification (RFID), Near Field Communication (NFC) sekä langattomat sensoriverkkoteknologiat (*engl. Wireless Sensor Networks, WSN*) (Atzori, Iera & Morabito, 2010; Li, Da Xu & Zhao, 2015). RFID-järjestelmät soveltuvat esineiden tunnistukseen ja ne koostuvat mikrosiruista sekä yhdestä tai useammasta lukijasta. Yksilöllisellä tunnisteella varustettu mikrosiru kiinnitetään objektiin, minkä jälkeen tavallisesti passiivinen siru voidaan aktivoita suorittamalla lukijan avulla kysely sirulle (Atzori ym., 2010). NFC on kommunikaatiostandardi, joka on rakennettu RFID-teknologian pohjalta. NFC-teknologia mahdollistaa saman objektin toimimisen sekä lukijana että luettavana siruna. Toisin kuin RFID-siruja, NFC-siruja ei voi lukea etänä radiosignaalien avulla ja täten NFC-teknologiaa pidetään myös tietoturvalisempänä. (Madlmayr, Langer, Kantner & Scharinger, 2008.) Kocakulakin ja Butunin (2017) mukaan langattomat sensoriverkot ovat eri solmukohtien muodostama verkosto, joka pystyy havainnoimaan sekä kontrolloimaan ympäristöään. Langaton sensoriverkko voidaankin muodostaa esimerkiksi useista RFID-siruista, joiden tuottama data kootaan solmukohtiin, joista se ohjataan puolestaan oikealle palvelulle.

Johtuen useista erilaisista teknologioista havainnointikerroksella, tarvitaan myös erilaisia tapoja kommunikoida kerättyä dataa eteenpäin sovelluskerrokselle. Perinteisten langallisten ja langattomien teknologioiden ongelma esineiden internetin viitekehyksessä on niiden kykenemättömyys

käsitellä dataa useista lähteistä kerralla, mikä aiheuttaa ruuhkautumista ja pakettien katoamista (Khan ym., 2012). Li ym. (2015) ehdottavat edellä mainittuun ongelmaan ratkaisuksi viidennen sukupolven matkapuhelinverkkoteknologiaa (5G), joka tulee lisäämään verkon kapasiteettia merkittävästi. Viidennen sukupolven matkapuhelinverkkojen odotetaan myös pienentävän vasteaikoja, mikä on välttämättömyys esimerkiksi itseohjautuvien autojen turvallisen toimivuuden takaamiseksi.

Esineiden internet -arkkitehtuurin sovelluskerros voi sisältää mitä moninaisimpia teknologioita, sillä myös käyttökohteita on käytännössä rajattomasti. Suuresta datamäärästä johtuen, sovellukset tulevat pääosin olemaan pilvipalvelupohjaisia. Pilvipalvelupohjaisten sovellusten ongelmia esineiden internetin kontekstissa ovat niin ikään pitkät vasteajat sekä välillä hukkuvat datapaketit. Tähän ongelmaan ratkaisuksi onkin ehdotettu reunalaskentaa (*engl. edge computing*), mikä tarkoittaa sitä, että datan prosessointi ja laskenta suoritetaan verkkokerroksen reunalla, lähellä datan lähdettä. On arvioitu, että noin 90% loppupisteiden tuottamasta datasta säilytettäisiin ja laskettaisiin paikallisesti pilvilaskennan sijasta (Chiang & Zhang, 2016). Esimerkiksi kaikkien kodin verkkoon kytkettyjen laitteiden keräämä data prosessoitaisiin kodin sisällä, jolloin myös tietoturva olisi korkeammalla tasolla sekä laskenta luotettavampaa. (Shi, Cao, Zhang, Li & Xu, 2016)

Älykkäiden objektien yksinkertaisuudesta ja käyttötavoista johtuen, niiden käyttöjärjestelmien tulisi olla kevyitä ja energiatehokkaita. Reaaliaikaista käyttöjärjestelmää, jossa ei ole puskurointiviiveitä, pyritään hyödyntämään esineiden internetissä. Esimerkiksi Contiki RTOS on reaaliaikainen käyttöjärjestelmä, jonka avulla tutkijat voivat simuloida ja emuloida esineiden internetin sovelluksia (Al-Fuqaha ym., 2015).

2.4 Sovelluskohteet nyt ja tulevaisuudessa

Esineiden internetiä voidaan ja tullaan hyödyntämään laajasti eri liiketoiminta-alueilla, sillä se tuottaa lisäarvoa tehokkuuden muodossa niin yrityksille kuin kuluttajillekin. Eri sovelluskohteet muodostavat erilaisia älykkäitä ympäristöjä (Ahmed, Yaqoob, Gani, Imran & Guizani, 2016). Tässä alaluvussa tullaan käsittelemään muutamia erilaisia käytännön tapoja soveltaa esineiden internetiä liiketoiminnoissa ja yhteiskunnissa.

Esineiden internet ja 5G-matkapuhelinverkko tulevat mahdollistamaan liikkumisen ja liikuttamisen tehostamisen erityisesti urbaanissa ympäristössä, missä suurin osa liikenteen päästöistä ja melusaasteesta syntyvät. Itseohjautuvat ajoneuvot eivät ole vielä arkipäivää, mutta niitä on testattu useissa eri projekteissa ja tulokset ovat olleet lupaavia. Syy, miksi itseohjautuvat ajoneuvot ovat vielä testausvaiheessa, johtuu verkon kykenemättömyydestä käsitellä suuria määriä dataa luotettavasti lyhyellä viiveellä, minkä takia 5G-matkapuhelinverkon odotetaan tuovan ratkaisun teknisiin haasteisiin. Chiang ja Zhang (2016) ovatkin arvioineet, että pelkästään internetiin yhteydessä olevan

auton tuottavan kymmeniä megatavuja dataa sekunnissa ja itsestään ohjautuvan auton tuottavan jopa gigatavun verran dataa sekunnissa.

Tavallisille kuluttajille esineiden internet näyttäytyy tällä hetkellä vahvimmin kotitalouksissa. Useat eri kodinkoneet ja valvontajärjestelmät ovat jo tällä hetkellä yhdistettynä internetiin ja verkottuneiden laitteiden määrä lisääntyy jatkuvasti. Väestömäärän lisääntyessä maapallolla, myös energiantarve ja -kulutus kasvavat. Koteihin asennettu langattomien sensoreiden verkko voisikin tarjota ratkaisun energiankulutuksen optimointiin, kun esimerkiksi valot, lämmitys ja ilmanvaihto automatisoitaisiin toimimaan todellisten tarpeen mukaisesti. (Stojkoska & Trivodaliev, 2017.)

Tällä hetkellä maailmassa keskustellaan laajalti teollistumisen neljännestä vallankumouksesta, minkä osasyylinen on teollinen esineiden internet. Tuotantolinjat koostuvat tehtaissa usein erillisistä tuotantojärjestelmistä, joihin pyritään nykyään integroimaan yhä enenevässä määrin elektroniikkaa, jotta tuotantoprosessista saataisiin joustavampi ja tehokkaampi. Älytehtaissa tuotteet keräävät jopa itsestään, valmistuksestaan ja käytöstään dataa, jota pyritään hyödyntämään myöhemmin vastaavien tuotteiden valmistuksessa. (Sadeghi, Wachsmann & Waidner, 2015.)

Sensoridataa voitaisiin hyödyntää esimerkiksi vastaamaan terveydenhuoltoalan resurssihaasteisiin ennaltaehkäisemällä ihmisten sairauksia seuraamalla sensorien avulla heidän terveydentilaansa etänä, analysoimalla kerättyä tietoa automaattisesti ja kutsumalla potilaat vain tarpeen tullen saamaan hoitoa (Catarinucci ym., 2015). Näin ollen pystyttäisiin välttämään suuri osa usein tarpeettomista ja kalliista kontrollikäynneistä sekä säästämään lääkäreiden ja hoitohenkilökunnan aikaa.

Turvallisuuden näkökulmasta voidaan esineiden internetin ajatella tarjoavan rajattoman määrän mahdollisuuksia valvoa eri entiteettejä. Datan keräämiseen liittyy kuitenkin useita eettisiä ulottuvuuksia, kuten ihmisten yksityisyydensuoja, kerätyn datan mahdolliset muut käyttötarkoitukset, datan säilytys sekä sananvapaus. Totalitarismin pelossa valvontaa ei toteuteta tällä hetkellä niin tehokkaasti kuin olemassa oleva teknologia mahdollistaisi.

Älykkäällä ympäristöllä viitataan useimmiten älykaupunkeihin, joissa verkottuneet objektit helpottavat ihmisten arkielämää. Ahmed tutkijakollegoineen (2016) määrittelevät, että älykaupungin arkkitehtuurin keskiössä on informaatiokeskus, jota johtaa tietty esineiden internet - palveluntarjoaja. Informaatiokeskus on yhteydessä eri palveluihin, jotka mahdollistavat kaupungin infrastruktuurin, kuten energiantuotanto- ja vesilaitoksiin (Ahmed ym., 2016).

3 LIKETOIMINTAMALLIT JA EKOSYSTEEMIT DIGITAALISESSA LIKETOIMINNASSA

Vaikka liiketoimintamallista on tullut viimeisten muutaman vuosikymmenen aikana merkittävä trendi ja siitä puhutaan paljon, on se terminä kuitenkin hankalasti määriteltävissä. Aiheesta on julkaistu lukuisia tutkimuksia, mutta tuloksista on vaikea löytää konsensusta. Usein puhutaankin erilaisista liiketoimintamalleista eri liiketoiminnan osa-alueilla. (Zott, Amit & Massa, 2011.) Tässä tutkielmassa tullaan käsittelemään liiketoimintamalleja ainoastaan digitaalisen liiketoiminnan näkökulmasta. Teece (2010) kuvailee liiketoimintamallia lyhyesti siten, että liiketoimintamalli määrittää sen, kuinka yritys luo palveluillaan ja tuotteillaan asiakkailleen lisäarvoa ja kuinka yritys siten kerryttää kyseisestä liiketoiminnastaan voittoa. Pohjimmiltaan liiketoimintamallin on tarkoitus kuvata organisaationallista ja taloudellista rakennetta harjoitettavan liiketoiminnan ympärillä (Teece, 2010). Massa, Tucci ja Afuah (2017) puolestaan määrittelevät liiketoimintamallin olevan yleinen kuvaus organisaatiosta ja siitä, kuinka organisaatio toimii saavuttaakseen tavoitteensa.

Liiketoimintamallin keskiössä on asiakkaiden tarpeiden täyttäminen, jolloin asiakkaat ovat valmiita maksamaan tarpeensa täyttävästä hyödykkeestä tietyn hinnan. Digitaalisessa liiketoiminnassa ongelmana on ollut tiedon hinnoittelu, joten liiketoimintamallia tulee osata muokata myytävänä olevan hyödykkeen mukaiseksi. Perinteiset liiketoimintamallit ovatkin jäämässä uusien liiketoimintamallien jalkoihin digitalisaation johdosta, kuten esimerkiksi sanomalehtitalojen aiemmin suosimalle liiketoimintamallille on käynyt. (Teece, 2010.) 1990-luvulle tultaessa informaatioteknologian kehitys pakotti yrityksiä muokkaamaan liiketoimintamallejaan merkittävästi, sillä se tarjosi mahdollisuuksia muun muassa luoda lisäarvoa asiakkaille ja osallistaa asiakkaita tuotekehitykseen (Fleisch, Weinberger & Wortmann, 2015).

Vielä 2010-luvun alussa internet oli yrityksille vain yksi myyntikanava muiden joukossa, eikä sen tarjoamia mahdollisuuksia ole osattu hyödyntää täysimääräisesti vielä tähän päiväänkään mennessä. On huomattava, ettei ole olemassa yhtä ainoaa toimivaa liiketoimintamallia internetin aikakaudella, vaan toimivan liiketoimintamallin löytäminen vaatii reflektointia myös organisaation arvonluonnin tavoitteisiin ja tapaan (Jansen, Steenbakkens & Jägers, 2017).

3.1 Liiketoimintakartta

Yleisesti käytetty strateginen työkalu liiketoimintamallin määrittämiseen, analysointiin ja suunnitteluun digitaalisessa liiketoiminnassa on niin kutsuttu liiketoimintakartta (*engl. Business Model Canvas*). Liiketoimintakartan on alun perin esitellyt sveitsiläinen tutkija Alexander Osterwalder 2000-luvun loppupuolella, kun hän havaitsi ryhmänsä kanssa liiketoimintamallien tutkimuksen edenneen hitaasti ja ilman jatkuvuutta. Liiketoimintakartta (kuvio 2) koostuu yhdeksästä eri osiosta, jotka yhdessä kattavat neljä liiketoiminnan ydinaluetta: asiakkaat, arvolupaukset, infrastruktuurin sekä taloudellisen toteutuksen. (Fleisch ym., 2015; Osterwalder, Pigneur & Clark, 2010.) Näitä yhdeksää rakennuspalasta käyttämällä Osterwalder, Pigneur ja Clark (2010) otaksuvat organisaatioiden pystyvän luomaan, välittämään ja ottamaan haltuunsa arvoa.

Yhteistyökumppanit	Avainaktiviteetit	Arvolupaus	Asiakassuhteet	Asiakassegmentit
	Avainresurssit		Kanavat	
Kulurakenne			Tulonlähteet	

KUVIO 2 Liiketoimintakartta (Osterwalder ym., 2010)

Liiketoimintakartta on kuitenkin kohdannut myös kritiikkiä, eikä se kriitikoiden mukaan sovellu enää sellaisenaan yhä nopeammin muuttuvaan ympäristöön ja kehittyviin teknologioihin. Esimerkiksi Joyce ja Paquin (2016) väittävät, että alkuperäinen liiketoimintakartta on liian talousvetoinen, eikä se ota heidän mielestään tarpeeksi kantaa ympäristön ja yhteiskunnan asettamiin vaatimuksiin, joita organisaatioihin kohdistuu. Näin ollen he ovat päätyneet kehittämään liiketoimintakartasta oman kolmen kerroksen mallinsa, joka tarjoaisi organisaatioille mahdollisuuden kehittää liiketoimintamallistaan kestävämmän myös ympäristön ja yhteiskunnan näkökulmasta. Kolmen kerroksen liiketoimintakartassa on perinteisen liiketoimintakartan lisäksi myös ympäristökerros sekä sosiaalinen kerros. (Joyce & Paquin, 2016.)

Osterwalderin liiketoimintakartta on kuitenkin yleisesti hyväksytty ja käytetty työkalu liiketoimintamallien suunnitteluun ja tarkasteluun. Myös Joyce ja Paquin (2016) perustavat oman mallinsa Osterwalderin liiketoimintakartan pohjalle. Tässä tutkielmassa perinteinen Osterwalderin kehittämä liiketoimintakartta on valikoitu tarkemman tarkastelun kohteeksi siitä syystä, että sitä on sovellettu teorian lisäksi lukuisia kertoja myös käytännössä (Ju ym., 2016).

3.2 Digitaalisen liiketoiminnan ekosysteemit

Alun perin ekosysteemillä on tarkoitettu biologista kokonaisuutta, johon kuuluvat eliöt, ympäristö sekä elottomat tekijät. Myöhemmin Moore (1993) hyödynsi biologiasta tuttua termiä kuvaamaan liiketoiminnan kannalta olennaista ympäristöä ja nimesi sen liiketoiminnan ekosysteemiksi. Liiketoiminnan ekosysteemissä yritykset kehittävät yhdessä osaamista uuden innovaation ympärille. Olennaista on se, että kuten biologisia ekosysteemejä, myös liiketoiminnan ekosysteemejä voi syntyä ja kuolla sen mukaan, miten ne pystyvät sopeutumaan ympäristössään tapahtuviin muutoksiin. Tärkeää on myös se, että pyrittäisiin jakamaan yritykset ekosysteemeittäin sen sijaan, että ne luokiteltaisiin liiketoiminta-aloittain. (Moore, 1993)

Digitaalisen liiketoiminnan kontekstissa puolestaan ekosysteemiä laajennetaan käsittämään ympäristö, jossa organisaatiot toimivat ja harjoittavat liiketoimintaansa digitaalisia työkaluja käyttäen. Digitaalinen ekosysteemi rakentuu useista eri tekijöistä, jotka yhdessä teknologian avulla kommunikoimalla luovat arvoa. Näitä tekijöitä voivat olla kaikki tiedonkäsittelyyn kykenevät entiteetit, kuten alustat, sovellukset, palvelut, kuluttajat tai organisaatiot. (Nachira ym., 2007) Digitaalinen ekosysteemi vaatii toimiakseen myös ytimen, josta toimijat voivat hyödyntää yhteisiä resursseja. Ytimen voi muodostaa esimerkiksi alusta, sovellus, yksittäinen tuote tai esimerkiksi tietty teknologia. (Mazhelis ym., 2013) Valmiita malleja ja viitekehyksiä digitaalisen liiketoiminnan ekosysteemin soveltamiseen on kuitenkin rajoitetusti, mikä aiheuttaa haasteita täten tulosten mitattavuuteen ja

yleistykseen sekä erilaisten metodien empiiriseen testaamiseen (Nachira ym., 2007).

Android-käyttöjärjestelmään pohjautuvaa älytelevisiota voidaan pitää esimerkkinä digitaalisen liiketoiminnan ekosysteemistä, johon kuuluu useita eri toimijoita, jotka kuitenkin toimivat samassa ympäristössä ja pystyvät tuottamaan arvoa loppukäyttäjälle eli television katsojalle. Television valmistajat ovat ekosysteemissä toimijoita, jotka vastaavat komponenttien kasaamisesta ja ne hankkivat komponentit toimittajilta, jotka ovat niin ikään toimijoita ekosysteemissä. Sovellusten kehittäjät kehittävät television internetpohjaisia sovelluksia, joista loppukäyttäjä voi katsoa haluamaansa sisältöä. Myös internet-palveluntarjoaja voidaan laskea osaksi älytelevisiion ekosysteemiä. Näiden lisäksi luonnollisesti itse loppukäyttäjä kuuluu ekosysteemiin ja on valmis maksamaan lisäarvosta, jonka käyttöjärjestelmällinen televisio tarjoaa verrattuna analogiseen television. Kyseisessä esimerkissä ekosysteemin ytimenä toimii itse käyttöjärjestelmä.

Digitaalisen liiketoiminnan ekosysteemi on kiinnostava esineiden internetin näkökulmasta siitä syystä, että ekosysteemin ytimeksi voidaan tulkita teknologia, jolla kaikki verkotettavissa olevat objektit tullaan liittämään internetiin. Tällöin kyseiseen teknologiaan luottavat yritykset kilpailun lisäksi myös kehittävät yhteisistä resursseista koostuvaa ydintä. Ekosysteemi myös luo teleoperaattoreille, jotka ovat merkittäviä tekijöitä esineiden internetin viitekehyksessä, mahdollisuuden kehittää ansaintamalleja, joiden avulla ne voivat hyötyä taloudellisesti esineiden internetiin perustuvista sovelluksista ja alustoista. (Mazhelis ym., 2013)

Puhelimiin liittyvän teknologian kehitys on erinomainen esimerkki siitä, kuinka liiketoimintamallit ovat joutuneet kehittymään ja ottamaan huomioon esimerkiksi matkapuhelimella suoritettavat mikromaksut. Myös lokaatioon perustuvan datan lisääntyminen tarjoaa uudenlaisia mahdollisuuksia soveltaa liiketoimintamallia. Onkin oletettavissa, että esineiden internetistä ympärille rakentuvan ekosysteemin mahdollistama suuren datan määrä tulee muokkaamaan liiketoimintamalleja edelleen. (Ju ym., 2016)

4 HAASTEET ESINEIDEN INTERNETIN KAUPALLISTAMISESSA

Tässä luvussa tarkastellaan kirjallisuudesta löydettyjä esineiden internetin haasteita edellisessä luvussa esitellyn Osterwalderin liiketoimintakartan neljän kulmakiven: asiakkaiden, arvolupausten, infrastruktuurin sekä taloudellisen toteutuksen kannalta. Viidenneksi näkökulmaksi on otettu liiketoimintaekosysteemi, joka käsitteenä kattaa alleen myös edellä mainitut liiketoimintakartan kulmakivet.

4.1 Taustaa

Uusien liiketoimintaideoiden keksiminen on helppoa verrattuna niiden muuntamiseen kannattavaksi liiketoiminnaksi. Esineiden internetiä hyödyntäviä toimivia liiketoimintamalleja ei kirjallisuudessa ole pystytty vielä osoittamaan (Turber, vom Brocke, Gassmann & Fleisch, 2014). Palattellan ym. (2016) mukaan esineiden internetin kehitystyö on tällä hetkellä vielä infrastruktuurivetoista, mikä tarkoittaa sitä, että uudenlaisia teknologioita kehitetään ja testataan kovaa vauhtia. Odotettavissa kuitenkin on, että jossain vaiheessa siirrytään liiketoimintavetoiseen vaiheeseen, kuten perinteiselle internetille on jo käynyt (Palattella ym., 2016). Tässä luvussa tullaan käsittelemään akateemisessa kirjallisuudessa tunnistettuja merkittäviä haasteita, jotka vaikeuttavat esineiden internetiin liittyvien innovaatioiden käyttöönottoa ja niiden taloudellista hyödyntämistä. Yksittäisiä esineiden internetiin liittyviä teknisiä haasteita on tunnistettu kosolti, mutta varsinaisesti liiketoimintamallin suunnitteluun vaikuttavia esteitä ja haasteita on kartoitettu huomattavasti vähemmän.

4.2 Asiakkaiden näkökulma

Esineiden internetiä hyödyntävien yritysten asiakaskunta on heterogeenistä. Esimerkiksi älykaupunkeihin pyritään tuomaan erilaisia palveluita useilta eri

toimittajilta, joiden tilaajana toimii useimmiten julkinen sektori. Älykodin kontekstissa esineiden internetiä hyödyntävien teknologioiden tilaajana on puolestaan yleensä yksityinen henkilö. Tämä heterogeenisuus aiheuttaa suurta varianssia tarpeissa, joita eri asiakkailla on, mikä puolestaan johtaa useiden pienten sovellusten kehittymiseen, joiden välillä ei kuitenkaan ole toiminnallisuutta (Leminen, Rajahonka, Westerlund & Siuruainen, 2015). (Leminen ym., 2015) esittävät myös, että loppukäyttäjien tulisi olla mukana kehitystyössä, jotta tarjottavasta palvelusta olisi konkreettista hyötyä ja täten siitä oltaisi myös valmiita maksamaan. Tällä hetkellä asiakkailla ei ole selkeää käsitystä siitä, mitä he saavat sijoittamiensa rahojen vastineeksi. Yhdeksi merkittävimmistä haasteista asiakkaiden näkökulmasta koetaan tällä hetkellä se, että esineiden internet-alustoja kehittävä tahot eivät kehitä palveluitaan loppukäyttäjälähtöisesti, vaan pyrkivät toimittamaan kumppaniensa intressien mukaisia tuotteita ja palveluita. Tämä johtaa myös siihen, että sopivaa pilottiryhmää palveluille on hankala löytää. (Leminen ym., 2015; Turber & Smiela, 2014.)

Perinteisessä teollisuudessa kanssakäyminen asiakkaan ja tuottajan välillä rajoittuu yhteen ainoaan tapahtumaan, kun tuote valitaan kaupan hyllyltä. Esineiden internetiin liittyvissä liiketoimintamalleissa tuottajan ja asiakkaan suhde jatkuu myös ostotapahtuman jälkeen, kun tuottaja päivittävät ja tarjoavat uusia ominaisuuksia ostettuun palveluun tai tuotteeseen. Edellä mainitussa liiketoimintamallissa pyritään sitouttamaan asiakkaat yhteen tuotteeseen pitkäksi aikaa, mutta tämä voi rajoittaa pienempien ja uusien yritysten markkinoille pääsyä, sillä niillä ei välttämättä ole resursseja sitoutua tuotekehitykseen pitkiksi ajoiksi. (Vojinovic, Barac, Jezdovic, Labus & Jovanovic, 2017.)

4.3 Arvolupausten näkökulma

Selkeän ja pätevän arvolupauksen muodostaminen on haastavaa, sillä esineiden internet perustuu siihen, että perinteisiin fyysisiin ja hahmotettavissa oleviin tuotteisiin tai palveluihin tuodaan lisäarvoa digitaalisilla menetelmillä, joten asiakkaan tulee tuntea teknologia, jonka pitäisi hänelle tuoda lisäarvoa. Myös dataa keräävien laitteiden aiheuttamat ongelmat yksityisyydessä saattavat aiheuttaa sen, että laitteen yhdistettävyyden internetiin vähentää arvoa asiakkaan silmissä. Yksityisyyden suojaaminen on tämän lisäksi yrityksille kuluerä, eikä siitä voida juurikaan hyötyä taloudellisesti. (Klein, Pacheco & Righi, 2017; Lee & Lee, 2015.)

Koska arvonluontiprosessi esineiden internetin kontekstissa on monivaiheinen, joutuvat yritykset usein turvautumaan useisiin eri sidosryhmiin, mikä puolestaan johtaa siihen, että toiminnot eivät usein ole yhteensopivia keskenään (Chan, 2015). Rigginsin ja Wamban (2015) mukaan on myös vaikeaa mitata lisäarvoa, jonka yhdistettävyyden internetiin pystyy tarjoamaan asiakkaalle.

Tämä johtaa siihen, että palveluiden tuottajat eivät uskalla sijoittaa tuotekehitykseen tarvittavia resursseja.

4.4 Infrastruktuurin näkökulma

Tärkein tunnistettu ongelma, joka liittyy esineiden internetin infrastruktuuriin, on se, että palveluntoimittajat sitoutuvat usein yhden valmistajan ratkaisuihin, mikä voi johtaa myöhemmin korkeisiin operointikuluihin sekä yhteentoimivuus- ja vakausongelmiin. Ongelmaa pyritään ratkaisemaan standardoinnin avulla, minkä toteuttamiseen saattaa kulua paljon aikaa, eikä lopputuloksesta ole varmuutta. Yhteensopivuutta vaaditaan niin laitteilta, verkkoteknologioilta, alustoilta kuin heterogeenisten järjestelmien syntaksiltakin. (Noura, Atiquzzaman & Gaedke, 2019.)

Infrastruktuuriin olennaisesti liittyy myös tietoturva. Koska verkottuneet laitteet ovat usein pieniä (esim. sensoreita) ja niitä on paljon, on niillä rajoituksia resurssien suhteen, mikä johtaa haasteisiin tietoturvan ylläpitämisessä (Chiang & Zhang, 2016). Kuten standardointia, myös tietoturvaa tulee tarkastella useasta eri näkökulmasta, eikä eri tietoturvaprotokollien yhteensopivuudesta ole varmuutta. Päästä päähän salauksen toteuttaminen on haastavaa esineiden internetissä, sillä käytettävät teknologiat ja laitteet ovat monimuotoisia ja heterogeenisiä. Jokaisella laitteella on myös oma identiteetti verkossa, joten helposti yksilöitävissä oleva tieto tulee suojata huolellisesti. (Khan, M. A. & Salah, 2018.)

Koska aiemmin laitteet on voitu suojata organisaation palomuurien taakse, ei yksittäisten laitteiden tietoturvaan ole välttämättä tarvinnut kohdistaa erityisen paljon resursseja. Tietoturvaan kohdistuu myös uudenlaisia uhkia laajasti verkottuneiden laitteiden johdosta. Esimerkiksi haavoittuvuus liikenteeseen liittyvässä järjestelmässä voi mahdollistaa hyökkääjälle useiden autojen tai liikennevalojen etähallinnan. Perinteisesti hyökkäyksen kohteeksi joutunut ympäristö voidaan sulkea ja saastunut laite poistaa ympäristöstä, mutta esineiden internetissä ympäristöt ovat usein tehtäväkriittisiä, eikä niiden sulkeminen ole mahdollista. Täydellisesti turvallisen ja keskeytymättömän järjestelmän suunnittelu voi olla jopa mahdotonta, tai ainakin se vaatii merkittäviä panostuksia järjestelmäarkkitehtuuriin. (Chiang & Zhang, 2016.)

Lee ja Lee (2015) ennustavat, että verkottuneiden laitteiden ja datan määrän kasvaessa eksponentiaalisesti, palvelukeskukset (*engl. data center*) tulevat levittäytymään entistä useammalle alueelle maantieteellisesti. Suuri datamäärä vaatii verkolta paljon nykyistä suurempaa kapasiteettia ja myös viiveen tulee olla minimaalinen (Chiang & Zhang, 2016). Onkin odotettavissa, että hiljalleen yleistyvä viidennen sukupolven matkapuhelinverkko tulee ratkaisemaan edellä mainitut verkkoteknologiaan liittyvät haasteet. Normaalisti pieni viive tai tietoturvaongelma laitteessa ei romauta koko järjestelmää, mutta verkottuneessa ympäristössä virhe yhdessä osassa saattaa aiheuttaa sekasortoa koko

järjestelmään. Esimerkiksi sensorin pettäminen terveydenhuollon käyttämässä valvonnassa voisi olla kohtalokas potilaalle. (Lee & Lee, 2015.)

4.5 Taloudellisen toteutuksen näkökulma

Fortune Business Insights (2019) on arvioinut, että esineiden internetin tuottama liikevaihto ylittää biljoonan Yhdysvaltain dollarin rajan 2020-luvulla. Kuten kolmannessa luvussa esiteltiin, tietyissä tapauksissa esineiden internetin voidaan ajatella olevan ekosysteemi, mikä aiheuttaa haasteita sen kaupallistamiseen. Ratkaisuja tarjoavan tahon tulee määrittää se, että onko kaupallistettava objekti ekosysteemi kokonaisuudessaan, fyysinen tuote internet-yhteydellä, vai digitaalinen palvelu, joka on integroitu fyysiseen tuotteeseen (Fleisch, Wortmann, Bilgeri & Weinberger, 2016). On myös hankalaa määrittää selkeää mallia rahoituslaskelman muodostukseen, sillä asiakassegmentit ja tuotteet voivat olla hyvin monimuotoisia. Esimerkiksi terveydenhuollon älykästä teknologiaa kehittävä yritys saa liikevaihtonsa projekteista ja julkiselta puolelta, kun taas älykoteja tarjoava yritys laskuttaa usein suoraan kuluttajaa.

Esineiden internetin tuottaman datan hyötyä liiketoiminnassa on hankalaa mitata, mikä aiheuttaa epäilyksiä potentiaalisille asiakkaille todellisesta hyödyistä. Standardien ja regulaation vajavaisuus ovat myös merkittäviä riskejä yrityksille, sillä panostukset tiettyyn teknologiaan saattavat osoittautua turhaksi, mikäli teknologian käyttöä myöhemmin rajataan standardeilla (Weyer, Schmitt, Ohmer & Gorecky, 2015). Tästä syystä yritysten halu investoida tuote- ja palvelukehitykseen on rajallista. Esineiden internetistä hyötyminen taloudellisesti edellyttää huolellista harkintaa sen suhteen, mitä ominaisuuksia kehitetään itse ja mitä ulkoistetaan (Klein ym., 2017).

4.6 Digitaalisen ekosysteemin näkökulma

Kuten todettua, esineiden internetin tarjoama taloudellinen potentiaali ja käyttäjämäärä on mittaamattoman arvokas. Vaikka alustoja ja sovelluksia esineiden internetin ympärille on jo kehitetty, eivät ne ole onnistuneet muodostamaan toimivaa ekosysteemiä ympärilleen, eikä ole olemassa markkinapaikkaa, missä nämä alustat ja teknologiat voisivat kilpailla. Bröring ym. (2017) ovat tulleet siihen tulokseen, että suurimpana haasteena vartenotettavan ekosysteemin muodostamisessa on se, että teknologiat eivät ole yhteensopivia keskenään. Tämä johtaa siihen, että esimerkiksi sovelluskehittäjät eivät uskalla ottaa riskiä panostaakseen jonkin teknologian päällä toimivan sovelluksen kehittämiseen, sillä kyseinen teknologia saattaa jäädä käyttämättömäksi. Markkinoille mukaan tuleminen on myös potentiaalisille sijoittajille riskialtista näistä yhteensopivuuks- ja standardointihaasteista johtuen. Kun nämä haasteet on saatu selätettyä, syntyy esteiden poistuttua toimivat

markkinat, jolloin kaikki ekosysteemiin kuuluvat sidosryhmät voivat hyötyä ekosysteemistä myös taloudellisesti. (Bröring ym., 2017.)

Myös Datta, Da Costa, Rui Pedro Ferreira, Härri ja Bonnet (2016) tuovat tutkimuksessaan esiin yhteensopivuusongelmat. Heidän mukaansa on kehitettävä standardoitu esineiden internetin viitekehys, jotta kaikki heterogeeniset elementit saadaan toimimaan keskenään yhteen. Yhteensopivuusongelmien ohessa Datta (2016) nostaa tutkijaryhmänsä kanssa merkittäväksi haasteeksi nykyisen infrastruktuurin kestävyden ja ominaisuudet, jotka eivät vastaa esineiden internetin vaatimuksia nykyisellään.

5 YHTEENVETO

Tutkielmassa pyrittiin selvittämään kirjallisuuskatsauksen avulla esineiden internetin haasteita liiketoimintamallien näkökulmasta. Haasteita lähestyttiin sekä esineiden internetin liiketoimintaekosysteemin, että liiketoimintakartan neljän kulmakiven kautta, joita ovat asiakkaat, arvolupaukset, infrastruktuuri ja taloudellinen toteutus. Esimerkkien avulla pyrittiin myös havainnollistamaan tilanteita, joissa haasteisiin voidaan konkreettisesti törmätä.

Tutkielmassa löydettiin useita haasteita, jotka vähintäänkin voivat hidastaa esineiden internetin kaupallistamista. Haasteita löytyi huomattava määrä osittain siitä syystä, että esineiden internet on käsitteenä erittäin laaja, se kattaa useita eri käyttötapauksia, eikä sille ole olemassa universaalisti hyväksyttyä määritelmää. Merkittävimmiksi haasteiksi kirjallisuuden perusteella osoittautuivat:

- eri teknologioiden ja valmistajien siiloutuneisuus, eli teknologioiden yhteensopimattomuus
- standardoinnin vaillinaisuus
- puutteet tietoturvasa ja käyttäjien yksityisyyden vaarantuminen
- nykyisen infrastruktuurin ominaisuuksien riittämättömyys esineiden internetin asettamille vaatimuksille
- konkreettisen hyödyn mitattavuus

Useimpien lähteiden mukaan myös nämä ongelmat tullaan todennäköisesti selättämään siinä vaiheessa, kun teknologiat ja standardit kehittyvät tarpeeksi vastatakseen niihin. Löydetyt haasteet olivat mielestäni odotettuja ja tiedettyjä, mutta aihe kaipaa silti jatkotutkimusta, sillä kummatkin keskeiset käsitteet, esineiden internet ja liiketoimintamalli ovat laaja-alaisia ja varsinkin esineiden internet kehittyi nopeasti ja suurin harppauksin. Mielestäni ekosysteemin standardoinnin ja yleisesti hyväksytyyn viitekehyksen kehittäminen voisivat tarjota ratkaisun avaimet jo suurimpaan osaan tunnistetuista ongelmista.

Johdantoluvun jälkeen tutkielmassa esiteltiin käsitteitä ”esineiden internet” ja ”liiketoimintamalli” omissa luvuissaan. Esineiden internetiä käsittelevässä luvussa käytiin läpi aiheen verrattain lyhyttä historiaa sekä visiota. Luvussa tarkasteltiin myös esineiden internetin suunnittelussa hyödynnettäviä arkkitehtuurisia ratkaisuja, avainteknologioita sekä käytännön sovelluskohteita. Liiketoimintamalleja sekä -ekosysteemejä tarkastelevassa luvussa keskityttiin käsitteen määrittelyyn, liiketoimintakartan esittelyyn ja liiketoimintakartan kohtaamaan kritiikkiin. Luvussa sivuttiin myös sitä, miten esineiden internet voidaan sovittaa liiketoimintaekosysteemeihin. Neljännessä luvussa esineiden internetistä pyrittiin löytämään haastavimmat ominaisuudet, jotka ovat toimivien liiketoimintamallien muodostamisen esteinä tai hidasteina.

Rajoitteita tutkielmassa oli useita. Kirjoitusprosessi oli omalla kohdallani hyvin haastavaa ja se vei kokonaisuudessaan useita vuosia, joten tutkielman

tulokset voivatkin tästä syystä olla jo osittain vanhentuneita. Tuloksista ei voida myöskään tehdä yleistyksiä johtuen siitä, että esineiden internet kattaa käsitteenä useita erilaisia teknologioita ja kokonaisuuksia. Mielestäni myös tutkimuskirjallisuudessa termiä on käytetty huolimattomasti ja eri tutkijat tarkoittavat eri asioita. Jotta tutkielmasta olisi saatu hyödyllisempi ja validimpi, olisi pitänyt kehittää tai soveltaa teoreettista viitekehystä, jolloin myös tutkielman toistettavuus olisi helpompaa. Vaikka itse termeistä löytyi huomattava määrä lähdeaineistoa, ei varsinaisesti omaa aiheitani koskevaa kirjallisuutta ollut lopulta helppoa löytää. Jouduin kokoamaan tietoja useammasta lähteestä, kuin olisin alunperin toivonut, mikä mielestäni vaikutti negatiivisesti tutkielman kokonaisuuteen ja punaiseen lankaan.

Tulevaisuuden tutkimusaiheita esineiden internetin saralla on lukematon määrä. Kaikki aiemmin tässä luvussa mainitut haasteet olisi hyvä ratkaista, jotta teknologian potentiaali saataisiin oikeasti valjastettua ihmiskunnan hyödyksi. Esineiden internetin käsite tulisi määritellä tarkemmin, jotta voitaisiin varmistua siitä, että tutkitaan samaa ilmiötä. Myös yleisesti hyväksytyjen standardien ja viitekehysten löytyminen edesauttaisivat jatkotutkimusta ja -kehitystä. Käyttäjien yksityisyydestä huolehtiminen nousee tulevaisuudessa merkittäväksi tekijäksi ratkaisuja tarjoavia tahoja valitessa, joten pienten ja halpojen laitteiden, kuten sensoreiden, tietoturva tulisi saattaa sille tasolle, että palveluita uskallettaisiin ottaa käyttöön laajemminkin. (Khan & Salah, 2018) mukaan lohkokejtuteknologian hyödyntämisen mahdollisuuksista esineiden internetin haasteiden helpottamiseksi tulisi tutkia lisää. He myös toteavat, että tehtäväkriittisten komponenttien saavutettavuuden ja luotettavuuden parantamiseen tulee ohjata huomattava määrä tutkimusresursseja.

LÄHTEET

- Ahmed, E., Yaqoob, I., Gani, A., Imran, M. & Guizani, M. (2016). Internet-of-things-based smart environments: State of the art, taxonomy, and open research challenges. *IEEE Wireless Communications*, 23(5), 10-16.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347-2376. doi:10.1109/COMST.2015.2444095
- Asghar, M. H., Negi, A. & Mohammadzadeh, N. (2015). Principle application and vision in internet of things (IoT). (s. 427-431) doi:10.1109/CCAA.2015.7148413
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID Journal*, 22(7), 97-114.
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805. doi://dx.doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010
- Bandyopadhyay, D. & Sen, J. (2011). Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 58(1), 49-69.
- Bröring, A., Schmid, S., Schindhelm, C., Khelil, A., Käbisch, S., Kramer, D., . . . Teniente, E. (2017). Enabling IoT ecosystems through platform interoperability. *IEEE Software*, 34(1), 54-61.
- Catarinucci, L., De Donno, D., Mainetti, L., Palano, L., Patrono, L., Stefanizzi, M. L. & Tarricone, L. (2015). An IoT-aware architecture for smart healthcare systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 2(6), 515-526.
- Chan, H. C. (2015). Internet of things business models. *Journal of Service Science and Management*, 8(04), 552.
- Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu, B. & Wang, H. (2014). A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with china perspective. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(4), 349-359. doi:10.1109/JIOT.2014.2337336
- Chiang, M. & Zhang, T. (2016). Fog and IoT: An overview of research opportunities. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(6), 854-864.
- Datta, S. K., Da Costa, Rui Pedro Ferreira, Härri, J. & Bonnet, C. (2016). Integrating connected vehicles in internet of things ecosystems: Challenges and solutions. (s. 1-6) IEEE.

- Fleisch, E. (2010). What is the internet of things? an economic perspective. *Economics, Management, and Financial Markets*, (2), 125-157.
- Fleisch, E., Weinberger, M. & Wortmann, F. (2015). Business models and the internet of things. *Interoperability and open-source solutions for the internet of things* (s. 6-10) Springer.
- Fleisch, E., Wortmann, F., Bilgeri, D. & Weinberger, M. (2016). Revenue models and the internet of things. *A Consumer IoT-Based Investigation. Bosch IoT Lab Whitepaper.ETH, Zürich*,
- Fortune Business Insights. (2019). Internet of things market analysis - 2026 . Haettu osoitteesta <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-iot-market-100307>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- ITU. (2005). The internet of things. *ITU Report*, 1(3), 367-371. doi:10.1386/jdtv.1.3.367_7
- Jansen, W., Steenbakkens, W. & Jägers, H. (2017). *New business models for the knowledge economy* Routledge.
- Joyce, A. & Paquin, R. L. (2016). The triple layered business model canvas: A tool to design more sustainable business models. *Journal of Cleaner Production*, 135, 1474-1486.
- Ju, J., Kim, M. & Ahn, J. (2016). Prototyping business models for IoT service. *Procedia Computer Science*, 91, 882-890.
- Khan, M. A. & Salah, K. (2018). IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges. *Future Generation Computer Systems*, 82, 395-411.
- Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R. & Khan, S. (2012). Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges. (s. 257-260) doi:10.1109/FIT.2012.53
- Klein, A., Pacheco, F. B. & Righi, R. d. R. (2017). Internet of things-based products/services: Process and challenges on developing the business models. *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management*, 14(3), 439-461.
- Kocakulak, M. & Butun, I. (2017). An overview of wireless sensor networks towards internet of things. (s. 1-6) IEEE.

- Lee, I. & Lee, K. (2015). The internet of things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440.
- Leminen, S., Rajahonka, M., Westerlund, M. & Siuruainen, R. (2015). Ecosystem business models for the internet of things. *Internet of Things Finland*, 1, 10-13.
- Li, S., Da Xu, L. & Zhao, S. (2015). The internet of things: A survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259.
- Lin, J., Yu, W., Zhang, N., Yang, X., Zhang, H. & Zhao, W. (2017). A survey on internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(5), 1125-1142.
- Madlmayr, G., Langer, J., Kantner, C. & Scharinger, J. (2008). NFC devices: Security and privacy. (s. 642-647) IEEE.
- Massa, L., Tucci, C. L. & Afuah, A. (2017). A critical assessment of business model research. *Academy of Management Annals*, 11(1), 73-104.
- Mazhelis, O., Warma, H., Leminen, S., Ahokangas, P., Pussinen, P., Rajahonka, M., . . . Myllykoski, J. (2013). Internet-of-things market, value networks, and business models: State of the art report. *University of Jyväskylä, Department of Computer Science and Information Systems, Technical Reports TR-39*,
- Moore, J. F. (1993). Predators and prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71(3), 75-86.
- Nachira, F., Dini, P. & Nicolai, A. (2007). A network of digital business ecosystems for europe: Roots, processes and perspectives. *European Commission, Bruxelles, Introductory Paper*, 106
- Noura, M., Atiquzzaman, M. & Gaedke, M. (2019). Interoperability in internet of things: Taxonomies and open challenges. *Mobile Networks and Applications*, 24(3), 796-809.
- Okoli, C. & Schabram, K. (2010). A guide to conducting a systematic literature review of information systems research.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. & Clark, T. (2010). *Business model generation : A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Palattella, M. R., Dohler, M., Grieco, A., Rizzo, G., Torsner, J., Engel, T. & Ladid, L. (2016). Internet of things in the 5G era: Enablers, architecture, and business models. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 34(3), 510-527.

- Riggins, F. J. & Wamba, S. F. (2015). Research directions on the adoption, usage, and impact of the internet of things through the use of big data analytics. (s. 1531-1540) IEEE.
- Sadeghi, A., Wachsmann, C. & Waidner, M. (2015). Security and privacy challenges in industrial internet of things. (s. 1-6) IEEE.
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y. & Xu, L. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637-646.
- Stojkoska, B. L. R. & Trivodaliev, K. V. (2017). A review of internet of things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1454-1464.
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2), 172-194.
- Turber, S. & Smiela, C. (2014). A business model type for the internet of things.
- Turber, S., vom Brocke, J., Gassmann, O. & Fleisch, E. (2014). Designing business models in the era of internet of things.
- Uckelmann, D., Harrison, M. & Michahelles, F. (2011). 1 an architectural approach towards the future internet of things.
- Vojinovic, I., Barac, D., Jezdovic, I., Labus, M. & Jovanovic, F. (2017). An approach to designing IoT-based business models. *Emerging trends and applications of the internet of things* (s. 43-70) IGI Global.
- Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M. & Gorecky, D. (2015). Towards industry 4.0-standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. *Ifac-Papersonline*, 48(3), 579-584.
- Yaqoob, I., Ahmed, E., Hashem, I. A. T., Ahmed, A. I. A., Gani, A., Imran, M. & Guizani, M. (2017). Internet of things architecture: Recent advances, taxonomy, requirements, and open challenges. *IEEE Wireless Communications*, 24(3), 10-16.
- Zott, C., Amit, R. & Massa, L. (2011). The business model: Recent developments and future research. *Journal of Management*, 37(4), 1019-1042.