



|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Kandidaatintutkielma  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Pro gradu -tutkielma  |
| <input type="checkbox"/>            | Lisensiaatintutkielma |
| <input type="checkbox"/>            | Väitöskirja           |

|          |   |            |           |
|----------|---|------------|-----------|
| Oppiaine | Tietojärjestelmätiede                                 | Päivämäärä | 31.3.2020 |
| Tekijä   | Vernerit Tupala                                       | Sivumäärä  | 70 s.     |
| Otsikko  | Esineiden internetin kehitys ja merkitys kuluttajalle |            |           |
| Ohjaaja  | KTT Reima Suomi                                       |            |           |

### Tiivistelmä

Esineiden internetillä tarkoitetaan verkkoon kytkettyjä esineitä. Internet mahdollistaa esimerkiksi esineiden ohjaamisen etänä sekä laitteiden keräämän datan lukemisen ja hyödyntämisen. Riippuen tarkasteltavasta kokonaisuudesta, esineiden internetistä saatetaan käyttää erilaisia nimityksiä. Esineiden internetin hyödyntämisestä teollisuudessa on käytetty termiä teollinen internet. Myös termi kaiken internet saattaa esiintyä puhuttaessa esineiden internetistä. Tämä tutkimus keskittyy esineiden internetin kehitykseen ja sen avulla mahdollisesti kuluttajalle luotavaan lisäarvoon. Aikaisempi tutkimus esineiden internetistä ei ole huomionnut juurikaan kuluttajaa, ja esineiden internetin mahdollisuutta luoda kuluttajalle lisäarvoa.

Tämä tutkimus on luonteeltaan laadullinen. Esineiden internetin kehitystä on tarkasteltu aikaisemman kirjallisuuden avulla. Aikaisempaa kirjallisuutta analysoiden on pyritty muodostamaan kuva esineiden internetin kehityksestä nykypäivään. Aikaisemmasta kirjallisuudesta pyrittiin nostamaan esiin esimerkiksi ongelmia, joita esineiden internet on kohdannut historiansa aikana. Tämän lisäksi pyrittiin kartoittamaan tekijöitä, joita kirjallisuudessa käsiteltiin tulevaa kehitystä vaikeuttavina tekijöinä. Esineiden internetin tulevan kehityksen tarkastelua varten havainnoitiin rahoitusta saaneita esineiden internetin alaisia yrityksiä ja projekteja. Rahoituksen avulla pyrittiin muodostamaan kuva esineiden internetin tulevasta kehityssuunnasta. Tulevan kehityksen mahdollisuutta luoda kuluttajalle lisäarvoa peilattiin kolmeen tekijään, joita tämä tutkimus hyödynsi lisäarvon muodostumisen tulkitsemisessa: enemmän aikaisemmalla rahallisella kustannuksella, parantunut yksityisyyden suoja ja tuotteiden erilaistamisen avulla luotava lisäarvo.

Aineiston analysoinnin perusteella on todettavissa, että esineiden internetin tulevan kehityksen avulla on mahdollista luoda lisäarvoa kuluttajalle. Esineiden internet mahdollistaa tuotteiden erilaistamisen, ilman kuluttajalle aiheutuvaa aikaisempaa suurempaa rahallista kustannusta. Tutkimus osoitti myös, että esineiden internet on kehittymässä suuntaan, joka huomio kuluttajan yksityisyyden aikaisempaa paremmin. Koska kuluttajan lisäarvon syntymiseen vaikuttaa suuresti hänen omat preferenssit, ei tutkimuksen avulla pystytty kuin tarkastelemaan esineiden internetin mahdollisuutta luoda lisäarvoa. Lopullinen lisäarvon syntyminen on kiinni kuluttajan omista totumuksista ja mieltymyksistä.

|            |  |
|------------|--|
| Avainsanat | Esineiden internet, tuleva kehitys, kuluttaja, lisäarvon muodostuminen |
|------------|--|







**TURUN  
YLIOPISTO**  
Kauppakorkeakoulu

# **ESINEIDEN INTERNETIN KEHITYS JA MERKITYS KULUTTAJALLE**

Tietojärjestelmätieteen  
pro gradu -tutkielma

Laatija:  
Vernerit Tupala

Ohjaaja:  
KTT Reima Suomi

31.3.2020  
Turku



Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

## Sisällysluettelo

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO .....   | 9  |
| 1.1   | Aiheen motivointi ja taustaa.....  | 9  |
| 1.2   | Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....                                | 11 |
| 1.3   | Tutkimuksen rakenne .....  | 12 |
| 1.4   | Tarkemmin tutkimuksen toteuttamistavasta .....                                   | 13 |
| 1.4.1 | Tutkielman hyödyntämä lisäarvon muodostuminen.....                               | 14 |
| 2     | KÄSITTEET JA AIKAISEMPI KIRJALLISUUS.....  | 16 |
| 2.1   | Käsitteet.....   | 16 |
| 2.1.1 | Esineiden internet .....   | 16 |
| 2.1.2 | Kaiken internet .....  | 19 |
| 2.1.3 | Teollinen internet ja teollisuus 4.0 .....                                       | 20 |
| 2.1.4 | Digitalisaatio .....   | 20 |
| 2.1.5 | Big Data.....  | 21 |
| 2.1.6 | Tutkielman määritelmä kuluttajasta .....   | 22 |
| 2.1.7 | Kuluttajalle syntyvä arvo ja sen määritelmä.....                                 | 23 |
| 2.2   | Esineiden internet paradigmana .....   | 25 |
| 2.3   | Esineiden internetin kehitys .....   | 26 |
| 2.4   | Yksityisyys ja tietoturva esineiden internetissä .....                           | 29 |
| 2.5   | Näkökulma esineiden internetin käyttökohteisiin vuodelta 2010 .....              | 30 |
| 2.6   | Näkökulma esineiden internetin käyttökohteisiin vuodelta 2014 .....              | 32 |
| 2.7   | Näkökulmia esineiden internetin käyttökohteisiin vuodesta 2015 vuoteen 2018..... | 34 |
| 3     | METODOLOGIA .....  | 37 |
| 3.1   | Menetelmäsuuntauksena laadullinen tutkimus .....                                 | 37 |
| 3.2   | Case -tutkimus eli tapaustutkimus .....  | 38 |
| 3.3   | Tutkimuksessa hyödynnetty aineisto .....   | 39 |
| 3.4   | Grounded theory.....   | 41 |
| 4     | TUTKIMUSTULOSTEN ESITTELY.....   | 43 |
| 4.1   | Esineiden internetin kehitys .....   | 43 |
| 4.1.1 | Kirjallisuudessa esiin nostettuja käyttökohteita.....                            | 43 |
| 4.1.2 | Taustalla olevat teknologiat ja niihin liittyvät haasteet.....                   | 44 |
| 4.1.3 | Käynnissä olevat hankkeet ja kirjallisuudessa mainitut ongelmat.....             | 45 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.1.4 | Ajankohtaiset käyttökohteet empirian perusteella .....                                | 47 |
| 4.2   | Kuluttajan asema aikaisemman kirjallisuuden perusteella .....                         | 49 |
| 4.3   | Lisäarvon muodostuminen kuluttajalle .....  | 53 |
| 4.4   | Muita aineistosta tehtyjä havaintoja esineiden internetin tulevasta kehityksestä..... | 55 |
| 5     | JOHTOPÄÄTÖKSET .....  | 58 |
| 5.1   | Vastaaminen tutkimuskysymyksiin .....   | 58 |
| 5.2   | Tutkimuksen luotettavuus.....   | 62 |
| 5.3   | Tieteellinen kontribuutio ja jatkotutkimusehdotukset .....                            | 63 |
|       | LÄHTEET .....   | 65 |

## **Kuvat**

|        |  |    |
|--------|--|----|
| KUVA 1 | — Tutkimuksen kytkeminen aikaisempaan teoriaan.....                | 14 |
| KUVA 2 | — Termien hierarkian havainnollistaminen .....                     | 17 |
| KUVA 3 | — Älykkään esineen keräämän tiedon kulku .....                     | 18 |
| KUVA 4 | — Kaiken internet .....  | 19 |
| KUVA 5 | — Esimerkkejä datan lähteistä .....                                | 22 |
| KUVA 6 | — Esineiden internetin käyttökohteita .....                        | 35 |
| KUVA 7 | — Empiirisen aineiston hakuprosessi.....                           | 40 |
| KUVA 8 | — Aikaisemman kirjallisuuden etsinnässä hyödynnetyt hakusanat..... | 41 |
| KUVA 9 | — Esineiden internet, lohkoketjut, big data ja tekoäly.....        | 56 |





# 1 JOHDANTO

## 1.1 Aiheen motivointi ja taustaa

Tuotetun ja kerätyn datan asema maailmassa on vahvistunut vuosi vuodelta. Yhä suurempi osa yrityksistä on alkanut kiinnittää huomiota dataan ja etenkin sen merkitykseen liiketoiminnassa. Maailma on pitkään ollut riippuvainen öljystä, ja monet keskeisimmistä toiminnoista on rakennettu öljyn varaan. Kuitenkin viime vuosina data on yhä useammin noussut öljyn rinnalle keskusteluissa, joissa on pohdittu maailmaan ja sen kehitykseen tulevaisuudessa voimakkaasti vaikuttavia tekijöitä. Useat tahot ovat jopa alkaneet puhua datasta uuden ajan öljynä (The Economist 2017). Vertauskuva ei ole täysin turha, sillä yritykset ymmärtävät yhä useammin oikein tuotetun, kerätyn ja analysoidun datan mahdollistaman kilpailuedun saavuttamisen ja liiketoiminnassa menestymisen (Akred & Samani 2018).

Tänä päivänä dataa syntyy koko ajan, ja todella monella tapaa. Yhä useammin data on peräisin yksilöiden toimista. Esimerkkejä dataa synnyttävistä yksilöiden toimista ovat esimerkiksi internetistä hakukoneilla tehdyt haut ja sosiaaliseen mediaan jaetut julkaisut (Marr 2018). Dataa saattaa syntyä myös toimista, joiden yksilö ei aina edes tiedosta synnyttävän dataa. Yksilöt luovuttavat tiedostaen tai tiedostamatta tuottamansa datan yrityksille. Vastineena luovutetusta datasta, yksilölle tuotetaan kerätyn datan avulla entistä personoidumpia palveluja. Kun datan keruu tapahtuu kuluttajan tiedostamatta, on usein myös mahdollista, että kuluttaja jää ilman todellista vastinetta luovuttamastaan datasta.

Esimerkiksi teknologiayritys Alphabetin (Google) tarjoamat palvelut, kuten sähköposti ja selainpohjaiset tiedonkäsittelyohjelmat, eivät maksa kuluttajalle rahallisesti mitattuna mitään. Kaikkia Alphabetin tarjoamia palveluita käyttäessään kuluttaja kuitenkin tuottaa dataa, jota Alphabet pystyy hyödyntämään omassa liiketoiminnassaan. Käyttäessään palveluita, kuluttajat kertovat tavoistaan, liikkeistään ja mieltymyksistään, joiden avulla Alphabet pystyy myymään yritysasiakkailleen esimerkiksi mahdollisuuden kohdennettuun mainontaan. (Internet Health Report 2019.) Jokaisen kuluttajan omaksi päätökseksi jää, onko Alphabetin tarjoamien ilmaisten palveluiden tuottama arvo suurempi kuin se, että joku tietää liikkeesi ja toimesi. Voidaan puhua tilanteesta, jossa kuluttajat joutuvat punnitsemaan palveluiden käytön ja yksityisyyden välillä.

Kuten yllä mainitusta esimerkistä käy ilmi, suuret monikansalliset dataan tukeutuvat yritykset, kuten Facebook, Alphabet, Amazon, Apple ja Microsoft ovat onnistuneet luomaan yksilöiden tuottamasta datasta ison ja toimivan osan liiketoimintaansa. Edellä mainitut yritykset ovat markkina-arvoilla mitattuna maailman arvokkaimpia, kun reilu 10 vuotta sitten arvokkaimman yhtiön asemasta kisasivat öljy- ja energiayhtiöt. Muutos maailman arvokkaimpien pörssiyritysten listan kärjessä kertoo jo yksin, miten maailma

on muuttunut viimeisten kymmenen vuoden aikana. (Thirani & Gupta 2017.) Muutos havainnollistaa myös aikaisemmin mainittua vertauskuvaa, jossa datasta puhutaan ihmiskuntamme uutena öljynä. Vertauskuvaa käytettäessä tulee kuitenkin muistaa, että uutta dataa pystymme luomaan silmääräpäyksessä, kun taas öljyn muodostuminen kestää miljoonia vuosia.

Kuten edellä todettiin, data ei kuitenkaan synny itsestään, vaan sen tuottamiseen ja keräämiseen vaaditaan aina jokin taho. Datan syntyminen ei edellytä tietoista datan luomista, vaan dataa syntyy usein myös passiivisesti. Yksilöiden lisäksi erilaiset älykkäät esineet ja laitteet ovat yhä useammin datan tuottamisen ja keräämisen takana. Ennen esineiden ollessa paljon yksinkertaisempia ja vailla lisäarvoa tuottavia ominaisuuksia, saatavat nykypäivän esineet koostua useistakin komponenteista. Erilaiset sensorit, muisti, suoritin, ohjelmisto sekä kytketymiskyvyn mahdollistava komponentti ovat tulleet osaksi hyvin yksinkertaisiakin laitteita ja esineitä. Näiden yhä monipuolisempia ominaisuuksia tarjoavien esineiden kattoterminä käytetään usein esineiden internetiä (engl. Internet of Things). Esineiden internet terminä tarkoittaa toisiinsa yhdistettyjä esineitä ja laitteita, jotka ovat tarpeeksi kyvykkäitä tuottamaan ja keräämään dataa sekä kommunikoidaan toistensa kanssa. (Ashton 2009.)

Esineiden uusien ominaisuuksien avulla myös yritykset ovat alkaneet ajatella asiakkaalle tuotettua arvonluontiprosessia uudesta näkökulmasta. Yritykset eivät näe enää tarjoamiaan tuotteita pelkästään niiden fyysisten ominaisuuksien perusteella, vaan pyrkivät lisäämään niihin uusia ominaisuuksia, jotka saattavat muokata tuotteesta esimerkiksi osan palvelukokonaisuutta. Esineiden internet on tuonutkin yrityksille uusia mahdollisuuksia luoda kuluttajille lisäarvoa ja yhä personoidumpia asiakaskokemuksia, myös yksittäisten tuotteiden ja esineiden kohdalla. (Zheng ym. 2018.)

Teknologiset kehitysaskeleet, kuten pilvilaskennan kehittyminen, mikroprosessorien koon pieneneminen sekä samalla niiden sisältämien transistorien määrän kasvu, ovat osaltaan olleet mahdollistamassa tuotteiden muuttumista entistä älykkäimmiksi, ja kuluttajille enemmän mahdollisuuksia tarjoaviksi. Kehitysaskeleet ovat mahdollistaneet aikaisemmin mainittujen komponenttien liittämisen tuotteisiin entistä alhaisemmalla kustannustasolla. Komponenttien koon ja rakenteen muuttuminen on luonut mahdollisuuden liittää ne tuotteisiin tavalla, jolla ne eivät muuta tuotteen ulkomuotoa. (Porter & Heppellman 2014.)

Esimerkkinä arkipäiväisestä, mutta uudelleen luodusta esineestä toimii ranskalaisen tennis, sulkapallo ja squash mailoja valmistavan Babolat -yrityksen tennismaila. Babolat on lisännyt mailaansa sensoreita, jotka keräävät dataa pelaajan lyönneistä. Yhdessä Babolatin luoman mobiiliapplikaation avulla, pelaajan on mahdollista seurata suoritustaan, ja etsiä esimerkiksi puutteita omasta pelaamisestaan. (Diallo 2014.)

Kuitenkaan esineiden avulla kuluttajalle tarjottava uudenlainen lisäarvo ei välttämättä edellytä suurta määrää laskentatehoa ja yllä mainittujen komponenttien liittämistä esineisiin. Tuotteen muuttaminen interaktiivisemmaksi ja kuluttajalle ominaisuuksiltaan monipuolisemmaksi onnistuu melko pienellä määrällä laskentatehoa. Liittämällä tuotteeseen esimerkiksi QR-koodi, voidaan kaikki laskentatehoa edellyttävä toiminta hoitaa koodin lukemiseen käytetyn älypuhelimien ja pilvilaskennan yhteistyöllä.

Data on siis muuttunut sitä hyödyntävien tahojen silmissä aina vain arvokkaammaksi. Arvostuksen nousu yhdistettynä tiukentuneeseen kilpailuun asiakkaiden huomiosta selittää osaksi yritysten mielenkiintoa kohti älykkäitä esineitä. Kuitenkin alan huomio on alkanut siirtyä yksittäisten esineiden yhdistämisestä kohti laajempia kokonaisuuksia. Alan huomio on alkanut siirtyä kohti kaiken internetiä (engl. Internet of Everything). Kaiken internetissä ei ole enää kyse vain laitteista, vaan termi huomio laitteet, ihmiset, prosessit sekä datan yhtenä kokonaisuutena, jossa jokaisella on oma roolinsa prosessissa, joka pyrkii entistä laajempaan arvonluontiin. (Nezami & Zamanifar 2019.)

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Kuten aikaisemmin todettiin, datan kasvanut merkitys ja teknologiset kehitysasteet ovat mahdollistaneet yrityksille tuotteidensa kehittämisen. Tuotteiden kehitys on mahdollistanut uudenlaisten arvonluontitapojen sekä –kanavien käyttöönoton. Tämä on johtanut kasvavaan kiinnostukseen esineiden internetin ympärillä. Kasvanut kiinnostus on johtanut ajatukseen, jossa yhä useampaa laitetta ollaan liittämässä osaksi esineiden internetiä.

Yllä olevaan viitaten, tämän tutkielman tavoitteena on tutkia tarkemmin esineiden internetin mennyttä ja tulevaa kehitystä, sekä kuluttajan asemaa etenkin tulevassa kehityksessä. Esineiden internetin aikaisempaa kehitystä tullaan tarkastelemaan aikaisemman kirjallisuuden perusteella. Sen sijaan esineiden internetin tulevaa kehitystä ja tulevaa suuntaa tullaan tarkastelemaan kerätyn empiirisen aineiston pohjalta. Tutkimuksen toteuttamistapoja tarkastellaan monipuolisemmin luvussa kolme. Alla on tutkielmani tutkimuskysymykset listattuna:

1. Miten esineiden internet on kehittynyt vuosien saatossa?
2. Mitä haasteita esineiden internetin kehityksessä on ollut ja ollaanko niihin keskittymässä?
3. Miten kuluttaja huomioidaan esineiden internetin tulevassa kehityksessä ja muodostuuko kehityksen seurauksena kuluttajalle mahdollisesti lisäarvoa?

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen tavoitteena on selvittää esineiden internetin kehitystä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Tavoitteena on selvittää, miten esineiden internetin mahdollistamat käyttökohteet ovat eläneet tutkimuskirjallisuudessa vuosien saatossa. Kirjallisuudessa esiin nousseiden mahdollisten tulevien käyttökohteiden, ja niiden

tutkimisen ohella tarkoituksena on selvittää, mitä on pidetty ja mitä pidetään suurimpina haasteina esineiden internetin tulevalle kehitykselle.

Toisen tutkimuskysymyksenä tarkoituksena on tutkia esineiden internetin tämän hetkistä tilannetta, ja mihin suuntaan ala on suuntaamassa tulevaisuudessa. Tavoitteena on selvittää, onko aikaisemmalla kirjallisuudella ja nyt vireillä olevalla kehityksellä yhteyksiä.

Kolmannen tutkimuskysymyksen tarkoituksena on selvittää kuluttajan asemaa esineiden internetin kehityksessä. Tavoitteena on tutkia, miten kehitteillä olevat ratkaisut huomioivat kuluttajat? Onko kehitteillä olevien ratkaisujen mahdollista ratkaista jokin ongelma, mikä aiheutuu esineiden internetistä sitä käyttävälle kuluttajalle? Lisäksi kolmannen kysymyksen tarkoituksena on tutkia, onko vireillä olevan kehityksen mahdollista luoda kuluttajalle lisäarvoa.

Tutkimus pyrkii luomaan kokonaisvaltaisen kuvan esineiden internetin kehityksestä. Tavoitteena on luoda kuva esineiden internetin kehityksestä viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Esineiden internetin mennyttä kehitystä peilataan arvioituun tulevaan kehitykseen. Menneen ja tulevan kehityksen pohjalta analysoidaan sitä, miten kuluttaja huomioidaan tulevassa kehityksessä.

### **1.3 Tutkimuksen rakenne**

Tutkielma noudattaa rakenteeltaan hyvin tyypillistä pro gradu -tutkielmaa. Tutkielma alkaa johdannolla, jonka jälkeen tutkielmassa käsitellään aikaisempaa kirjallisuutta aiheesta. Luvun kaksi alussa käsitellään myös tutkielmaan keskeisesti liittyvät käsitteet. Luvun lopussa määritellään myös se, mitä tutkielma tarkoittaa kuluttajalla sekä miten tutkielma määrittelee lisäarvon ja sen syntymisen kuluttajalle.

Aikaisemman kirjallisuuden tarkastelemisen tarkoituksena on tarjota lukijalle keskeisiä teemoja esineiden internetin kehityksestä. Kirjallisuuskatsauksen avulla lukijalle muodostetaan kuva esineiden internetin kehityksestä viimeisten vuosien ajalta, ja mitkä tekijät tulevat vaikuttamaan esineiden internetin kehitykseen voimakkaasti tulevaisuudessa. Tutkielman toinen luku on myös osa tutkimuksessa hyödynnettyä aineistoa. Luvussa esille tuotu kirjallisuus analysoidaan tutkielmassa myöhemmin, jonka perusteella luodaan kuva esineiden internetin menneestä kehityksestä.

Luvussa kolme käsitellään tarkemmin tutkimuksen metodologiaa sekä valikoituja metodeja. Luku käsittelee ensin tarkemmin tutkimuksen menetelmäsuuntaukseksi valikoitunutta laadullista tutkimusta. Tämän jälkeen paneudutaan syvemmin tapaustutkimukseen, joka valikoitua tutkimuksen toteuttamistavaksi. Lisäksi luku käsittelee tutkimukseen valikoitua aineistoa, ja mitä menetelmää aineiston analysoinnissa hyödynnettiin.

Lukuun neljä tulella siirrytään tutkimuksessa kohti empiriavaihetta ja aineiston analyysia. Kuten yllä on todettu, tutkielma hyödyntää aineistona sekä aikaisempaa kirjallisuutta että empiirisesti hankittua aineistoa esineiden internetin rahoituksesta. Luvun tarkoituksena on tuoda julki aineiston analyysin avulla, mitä tehdyn tutkimuksen avulla on saatu selville.

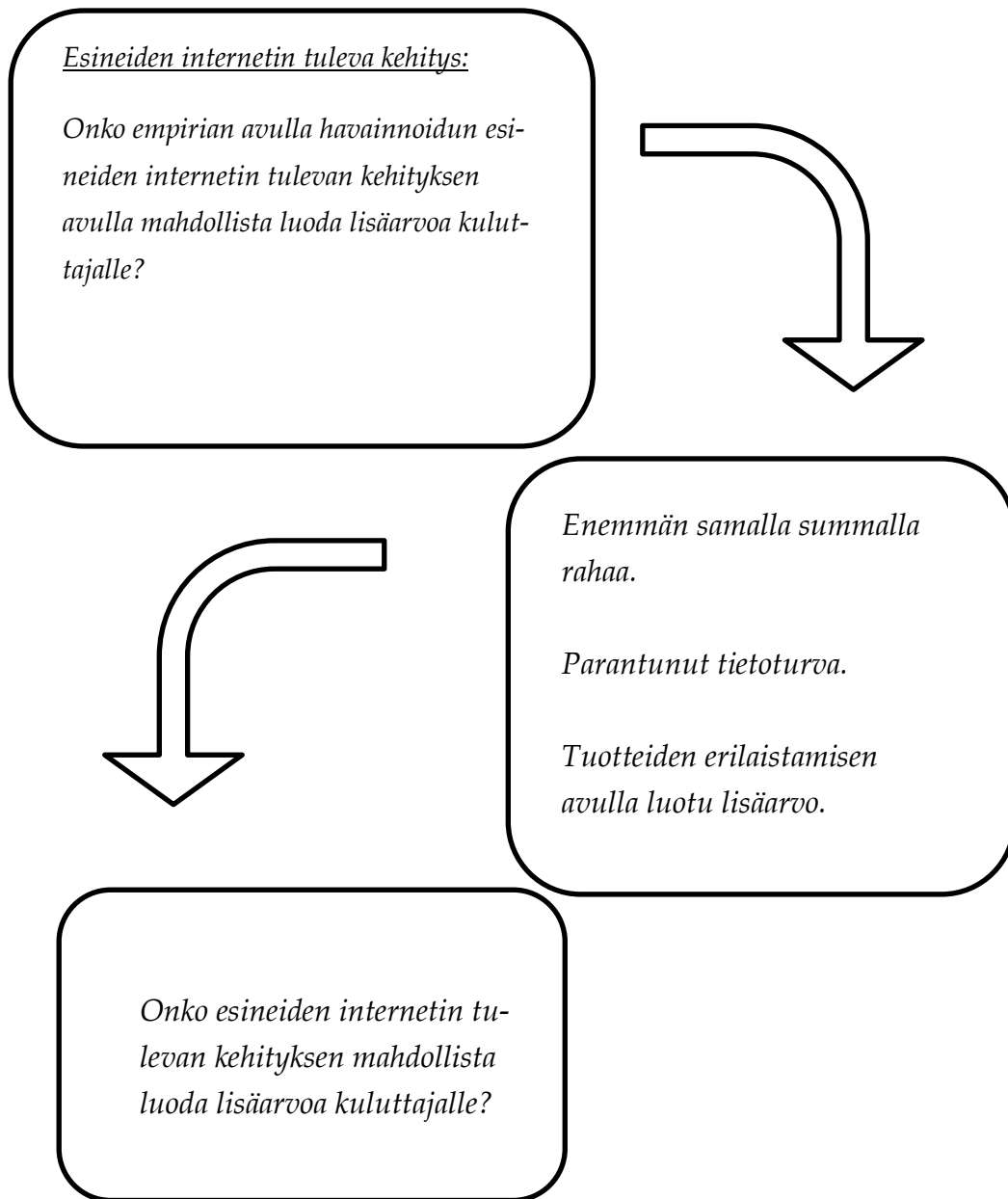
Luku viisi on varattu johtopäätöksille. Luvun tarkoituksena on vastata vielä tutkimuskysymyksiin. Tämän lisäksi luvussa on tarkoituksena tarkastella tutkimuksen toteuttamistapaa yhdistettynä tutkimuksen luotettavuuteen. Tämän lisäksi luvussa on tarkoituksena esitellä tutkimuksen mahdollinen tieteellinen kontribuutio sekä esittää mahdolliset jatkokatkimusehdotukset. Tutkielman loppuun on kerätty tutkielmassa hyödynnetty lähdemateriaali.

## 1.4 Tarkemmin tutkimuksen toteuttamistavasta

Tämä tutkimus perustuu teoreettiselta pohjaltaan grounded theory -menetelmään. Tutkimuksen taustalla ei ole teoreettista viitekehystä, vaan tutkimuksen tarkoituksena on aikaisemman kirjallisuuden ja kerätyn aineiston huolellisen analysoinnin perusteella tuoda esiin uutta teoriaa. Tutkimuksen tavoitteiden täyttäminen ja tutkimuskysymyksiin vastaaminen toteutetaan aikaisemman kirjallisuuden sekä hankitun empiirisen aineiston avulla. Kuten edellisessä luvussa mainittiin, seuraavassa pääluvussa käsitellään aikaisempaa tutkimuskirjallisuutta aiheesta. Kirjallisuudesta on pyritty tuomaan esiin teemat, jotka tukevat esineiden internetin kehityksen kuvailemista.

Tutkimuksen pääasiallinen tarkoitus on tutkia esineiden internetin tulevan kehityksen vaikutuksia kuluttajaan. Aikaisemman tutkimuksen tarkasteleminen esineiden internetin kehityksestä luo pohjaa tulevan kehityksen analysoimiselle. Sen avulla pyritään selvittämään esimerkiksi miten esineiden internet on kehittynyt ja mitkä tekijät ovat vaikuttaneet kehitykseen. Aikaisemmasta tutkimuksesta on myös tarkoitus havainnoida kehitykseen negatiivisesti vaikuttaneita ja tulevaisuudessa huomioon otettavia tekijöitä. Mikäli aikaisemmasta kirjallisuudesta löytyy tulevaan kehitykseen olennaisesti vaikuttavia tekijöitä, huomioidaan ne tulevan kehityksen analysoimisessa.

Kun aikaisemman tutkimuksen avulla on saatu muodotettua kuva esineiden internetin kehityksestä, sekä olennaisesti tulevaan kehitykseen vaikuttavista tekijöistä, analysoidaan empiirisesti hankittu aineisto. Empiirisen aineiston avulla on tarkoitus tutkia esineiden internetin tulevaisuutta. Kerätyn aineiston avulla tutkimus pyrkii muodostamaan kuvan esineiden internetin tulevasta suunnasta. Esineiden internetin tulevan kehityksen ja siihen olennaisesti vaikuttavien tekijöiden analysoinnin jälkeen, tätä verrataan kuluttajalle muodostuvaan lisäarvoon. Seuraavaksi vielä lyhyesti siitä, miten tutkielma tarkastelee esineiden internetin mahdollisuutta luoda kuluttajalle lisäarvoa.



**KUVA 1 — Tutkimuksen kytkeminen aikaisempaan teoriaan**

#### ***1.4.1 Tutkielman hyödyntämä lisäarvon muodostuminen***

Tutkimuksessa hyödynnetty lisäarvon muodostuminen nojaa kolmeen tekijään. Mikäli esineiden internetin tuleva kehitys mahdollistaa kuluttajalle esimerkiksi lisäinformaatiota tuotteesta samalla rahamääräisellä kustannuksella kuin siihen aikaisemmin kykenemätön tuote, katsotaan kuluttajalle muodostuvan lisäarvoa. Toisin sanoen mikäli kuluttaja saa samalla rahamääräisellä kustannuksella enemmän kuin ennen, katsotaan kuluttajalle muodostuvan lisäarvoa.

Syntyvän rahallisen kustannuksen lisäksi, tutkimuksessa käsitellään esineiden internetin ja yksityisyyden välistä suhdetta. Tutkimus pitää osittain esineiden internetistä aiheuttuvaa yksityisyyden menetystä kustannuksena kuluttajalle. Mikäli esineiden internetin tuleva kehitys mahdollistaa kuluttajalle paremman yksityisyyden suojan, katsotaan kuluttajalle muodostuvan lisäarvoa. Tämä tutkimus olettaa kuluttajan ymmärtävän esineiden internetistä aiheutuvan yksityisyyden menettämisen. Tämän lisäksi tarkoituksena on kartoittaa, pystyvätkö yritykset erilaistamaan tuotteitaan esineiden internetin avulla, ja siten luomaan lisäarvoa kuluttajille?

Hyödyntämällä aikaisemman kirjallisuuden analyysin avulla saatua kuvaa esineiden internetin kehityksestä ja siihen tulevaisuudessa olennaisesti vaikuttavista tekijöistä, pystytään sitä analysoimaan yhdessä tutkielmassa käytettävien kuluttajalle lisäarvoa muodostavien tekijöiden rinnalla. Täten tutkielma pyrkii analysoimaan esineiden internetin tulevan kehityksen mahdollisuuksia tarjota kuluttajalle lisäarvoa.

## 2 KÄSITTEET JA AIKAISEMPI KIRJALLISUUS

Kun kirjallisuudessa tai uutisten yhteydessä käsitellään toisiinsa liitettyjä esineitä ja näiden yhdessä muodostamaa verkkoa, aihetta kuvaavana terminä käytetään usein esineiden internetiä. Ajoittain samoissa asiayhteyksissä saatetaan käyttää muitakin termejä, joiden ajatellaan tarkoittavan samaa kuin esineiden internetin. Näitä termejä ovat esimerkiksi kaiken internet (engl. Internet of Everything), teollinen internet (engl. Industrial Internet of Things) tai älykkäät esineet (engl. Smart Objects). Myös termi teollisuus 4.0 (engl. Industry 4.0) saattaa esiintyä aihepiirin keskustelussa. Yllä mainitut termit ovat syntyneet pääosin esineiden internetin laajenemisen ja kehittymisen seurauksena.

Kuten yllä todettiin, termien sekoittuminen keskenään on hyvin yleistä esineiden internetiin liittyvässä keskustelussa. Syitä on varmasti useita, mutta termien samankaltaisuus sekä esineiden internetin hieman epäselvä määritelmä saattavat aiheuttaa sekaannusta termien kesken. Kuitenkin kaikki yllä mainitut termit tarkoittavat hieman eri asiaa, ja jokaisella niistä viitataan hieman eri pyrkimyksiin. Asian selkeyttämiseksi termit ja niiden erot tullaan käsittelemään seuraavaksi tarkemmin. Kuvassa 1 on havainnollistettu termien hierarkiaa. Hierarkiatasolla kaiken internet kattaa myös esineiden internetin, vaikka terminä esineiden internet on syntynytkin ennen kaiken internetiä.

Esineiden internet sekä muut yllä mainitut termit ovat voimakkaasti liitoksissa datakeskeiseen yhteiskuntaan, ja siihen voimakkaasti vaikuttaviin tekijöihin. Datakeskeisessä yhteiskunnassa yksi eniten käytetyistä termeistä on big data. Toinen usein arkipäiväisesäkin keskustelussa esiintyvä käsite on digitalisaatio. Koska esineiden internet on voimakkaasti sidoksissa sekä big dataan että digitalisaatioon, tullaan nämä molemmat termit määrittelemään myös tarkemmin, sekä avaamaan niiden suhdetta esineiden internetiin.

Muita tutkimuksessa olennaisesti esillä olevia käsitteitä ovat lisäarvo ja sen muodostuminen kuluttajalle. Tarkemmin nostetaan esiin myös kuluttajan määritelmä, jota tässä tutkielmassa hyödynnetään. Sen lisäksi nostetaan esiin tässä tutkielmassa hyödynnetty lisäarvon määritelmä, ja miten lisäarvo syntyy kuluttajalle. Seuraavaksi käsitellään tarkemmin edellä mainitut termit. Tämän jälkeen käydään tarkemmin läpi esineiden internetin kehitystä ja muita aihepiirin kirjallisuudessa olennaisesti esillä olleita teemoja.

### 2.1 Käsitteet

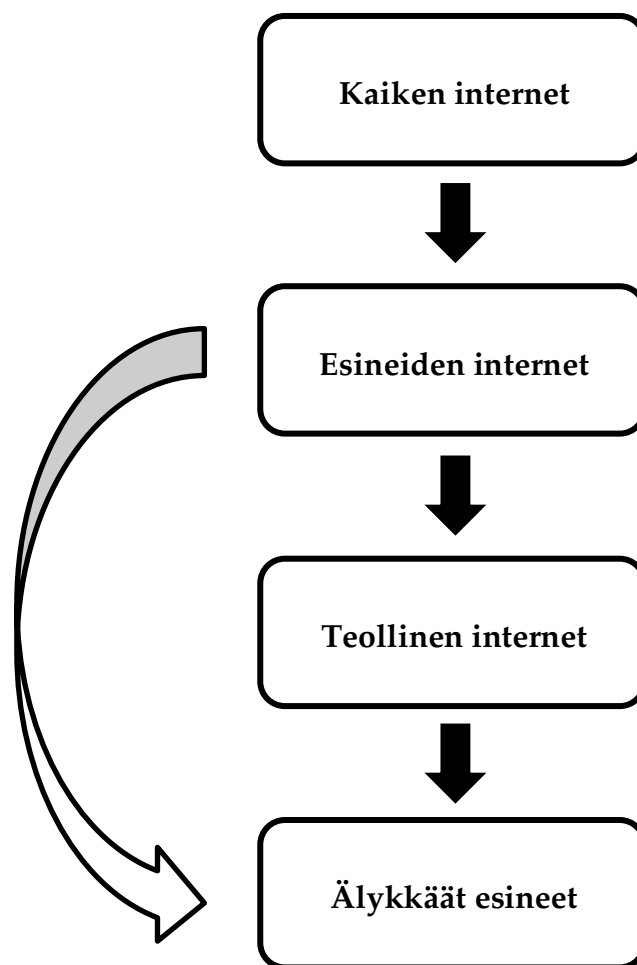
#### 2.1.1 *Esineiden internet*

Etsittäessä virallista määritelmää esineiden internetille törmää lähes yhtä moneen määritelmään, kuin on määritelmän antajia. Usein syyksi katsotaan nimi esineiden internet,



mikä ei vielä itsessään kerro asiaan perehtymättömälle lukijalle mitään (Atzori ym. 2010). Pohdittaessa termiä esineiden internet sekä sanan esine, että internet näkökulmasta, saattaa ymmärrys aiheesta karata aina vain kauemmas.

Yhtenä useiden määritelmien olemassaoloa puoltavana tekijänä on pidetty lukuisien erilaisten visioiden olemassa oloa. Standardiorganisaatiot, tutkimuskeskukset, yritykset ja muut esineiden internetin kehitykseen vaikuttavat tahot katsovat asioita omien näkökulmiensa kautta ja pyrkivät edistämään omia tavoitteitaan ja päämääriään. Useat toisistaan poikkeavat päämäärät ja tavoitteet synnyttävät helposti myös toisistaan poikkeavia määritelmiä. (Borgia 2014.)



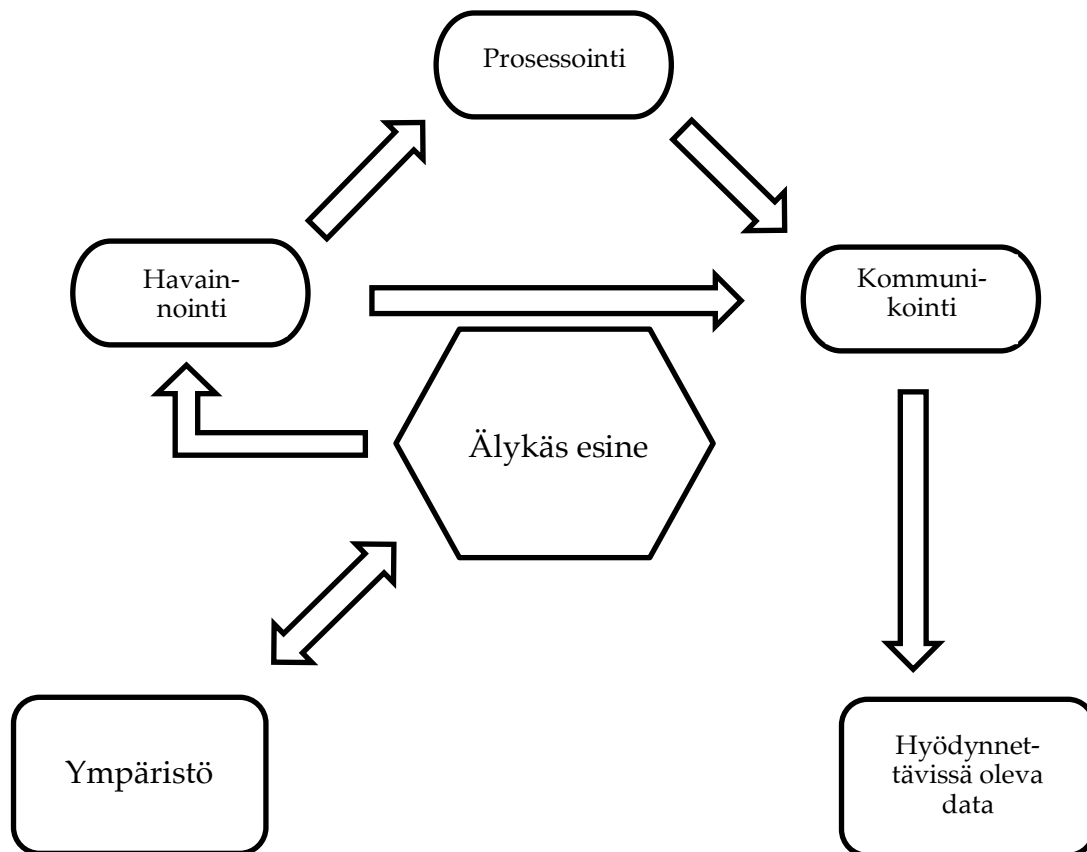
**KUVA 2 — Termien hierarkian havainnollistaminen**

Kuitenkin on olemassa määritelmiä, jotka kykenevät termin kuvaamiseen yleisellä tasolla. Tyypillisesti esineiden internetiä kuvaavia määritelmiä yhdistää ajatus toisiinsa linkitetyistä, yksilöllisesti tunnistettavissa olevista esineistä. Lisäksi näiden esineiden nähdään usein muodostavan maailmanlaajuisen verkon, jossa esineiden välinen onnistunut

kommunikaatio perustuu standardeihin. (Atzori ym. 2010.) Esimerkiksi Porter ja Heppellman (2014) lisäävät tähän vielä esineiden kyvyn havainnoida ympäristöään sekä kommunikoida ympäristöstä havainnoimaansa eteenpäin.

Karkeasti määritellen esineiden internet on siis joukko internetin avulla toisiinsa kytkeytyneitä esineitä, joilla on kyky kommunikoida ja aistia ympäristöään. Pääosin internetiin liitettyllä esineellä tarkoitetaan kosketettavissa olevaa, fyysistä asiaa. Viime vuosina, kun teknologisen kehitys on ollut vauhdikasta, yhä useamman esineen kytkeminen internetiin on tullut mahdolliseksi sekä teknisesti että taloudellisesti. (Atzori ym. 2010.)

Tyypillisesti esineiden internetiin kuuluviksi esineiksi ovat laskettu esimerkiksi erilaiset sensorit ja toimilaitteet. Toimilaitteita ovat esimerkiksi sähkömoottorit. Teknologisen kehityksen avulla saavutettu sensoreiden ja toimilaitteiden koon pieneneminen on edesauttanut niiden liittämistä yhä useampiin esineisiin. Tämä on johtanut esineiden internetiin luettavien laitteiden määrän kasvuun.



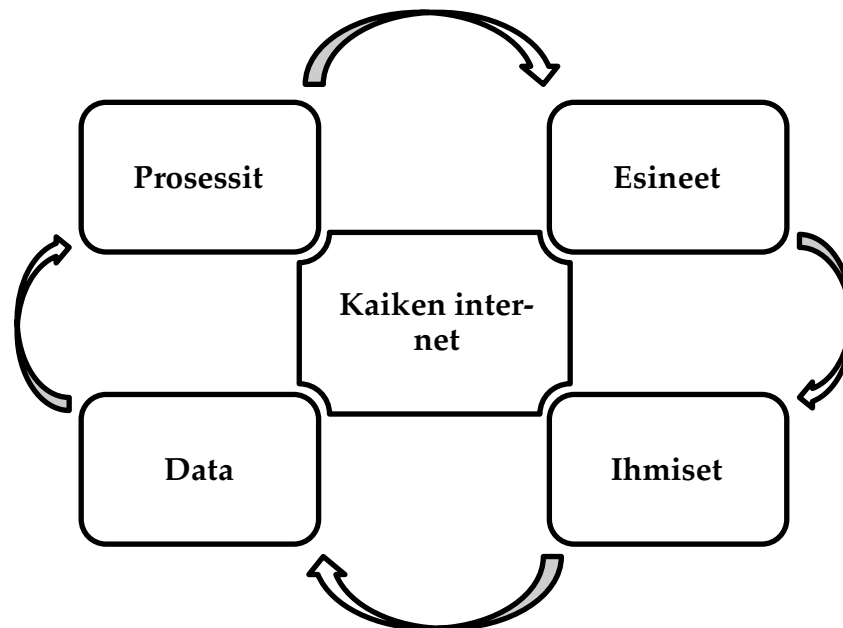
**KUVA 3 — Älykkään esineen keräämän tiedon kulku**

Teknologisen kehityksen mahdollistama esineiden kykyjen monipuolistuminen on tuonut mukanaan myös uusia termejä, joilla on pyritty kuvaamaan tätä kehitystä. Yksi useimmiten alan kirjallisuudessa käytetyistä määritelmistä on älykäs esine (smart object). Älykkään esineen erottaa muista sen kyvystä aistia, prosessoida aistimaansa ja kertoa aistimastaan eteenpäin. (Kortuem ym. 2010.) Älykäs esine on myös mahdollista tunnistaa läpi esineen elinkaaren (González García ym. 2017).

Termiin älykäs esine tulee kuitenkin suhtautua varauksella. Älykkyyden määrittelemisen ollessa itsessään jo haastavaa, on syytä pohtia tarkasti, voidaanko esineestä luoda älykäs, vain liittämällä siihen esimerkiksi lämpötilan aistimiseen kykenevä sensori. Paremmin tilannetta kuvaisi esimerkiksi termi kyvykäs esine. Tutkielmassa käytetään kuitenkin termiä älykäs esine, koska se on alan tutkimuksessa vakiintunut termi kuvata esineiden kasvaneita ominaisuuksia.

### 2.1.2 *Kaiken internet*

Johdannossa mainittujen syiden, kuten teknologisen kehityksen ja muuttuneiden asenteiden johdosta, internetiin kytkettyjen esineiden ja laitteiden määrä on kasvanut todella paljon viimeisinä vuosina. Kuitenkin yhä useammin datan syntyminen ja syntyneen datan hyödyntämisen avulla luodun palvelun voidaan katsoa koskettavan muutakin kuin internetiin kytkettyjä esineitä. Tästä johtuen ei ole ollut enää mielekäästä puhua vain esineiden internetistä. On alettu etsiä termiä, joka kuvaa paremmin syntyneen datan matkaa alusta aina loppukäyttäjälle tarjottavaan tuotteeseen tai palveluun asti.



**KUVA 4 — Kaiken internet**

Esineiden internetin rinnalle onkin noussut käsite kaiken internet (engl. Internet of Everything). Kaiken internetin tavoitteena on yhdistää ihmiset, prosessit, data ja laitteet yhdeksi kokonaisuudeksi, jossa jokainen mukana olija pystyy kommunikoimaan ja hyötymään osien välisestä kommunikaatiosta (Nezami & Zamanifar 2019). Esineiden internetin voidaan katsoa olevan osa kaiken internetiä, sen huomioidessa laitteet.

### **2.1.3 Teollinen internet ja teollisuus 4.0**

Teollisuudella tarkoitetaan sitä osaa taloudesta, jonka tarkoituksena on tuottaa fyysisiä esineitä ja tuotteita, joiden jalostusastetta voidaan pitää korkeana. Kautta aikojen, aina teollistumisen alkua ajoista alkaen, teollisuuteen ovat vaikuttaneet useat teknologiset kehitysskeleetit, ja ne ovat vaikuttaneet uusien paradigmojen syntymiseen. Näitä siirtymiä kutsutaan teollisiksi vallankumouksiksi. (Lasi ym. 2014.)

Nyt digitalisaation saapuessa tehtaisiin, erilaisten internet-teknologioiden ja älykkäiden esineiden (Smart Objects) yhteenliittymät ovat alkaneet synnyttää muutoksia teollisuudessa. Tehtaiden ja niiden toimintojen digitalisoituminen on synnyttänyt termin teollisuus 4.0, jota on alettu myös pitää neljäntenä teollisena vallankumouksena. (Lasi ym. 2014.)

Myös esineiden internet on ollut vauhdittamassa tehtaiden muuttumista entistä digitaalisemmiksi. Alan kirjallisuudessa tehtaissa tapahtuvaa digitaalista, esineiden internetiä hyödyntävää kehitystä on alettu kutsua teolliseksi internetiksi. Teollisen internetin tähtäimessä on lisätä operatiivista tehokkuutta ja tuottavuutta sekä automatisoinnin tasoa yrityksissä, erityisesti teollisuuden alan yrityksissä. Tähän pyritään hyödyntämällä digitalisaatiota, optimointia, kustomoimalla tuotantoa entistä enemmän, automatisoimalla tiedon vaihtoa ja lisäämällä kommunikaatiota. (Yang 2017.) Teollinen internet on käytännössä esineiden internetistä jalostunut termi teollisuudessa tapahtuvalle digitalisaatiolle, digitaalisten teknologioiden hyödyntämiselle ja niiden avulla tapahtuvalle muutokselle.

### **2.1.4 Digitalisaatio**

Digitalisaatiolla tarkoitetaan digitaalisten teknologioiden hyödyntämistä esimerkiksi yritysten muuttaessa liiketoimintaansa. Digitalisaation ja digitaalisten teknologioiden avulla yritykset pyrkivät löytämään uusia tapoja muodostaa liikevaihtoa ja kilpailuetua sekä luoda arvoa asiakkailleen. (Gartner IT-sanasto.) Suuremman tason esimerkkinä digitalisaatiosta toimi esimerkiksi Sosiaali- ja terveysalan uudistus (SOTE), jossa tavoitteena on tehostaa terveydenhuollon toimintaa ja prosesseja sähköisiä järjestelmiä hyödyntämällä.

Pienemmän mittakaavan esimerkkinä voidaan mainita esimerkiksi linja-autoliikenteen paperisten aikataulujen siirtyminen sähköiseen muotoon. Tähän tutkielmaan viitaten, esineiden internetin voidaan ajatella olevan osa digitalisaatiota, sen tarjotessa lukuisia mahdollisuuksia hyödyntää digitalisaatiota. Edelliseen kappaleeseen viitaten, teollisuuden prosessien tarkempi seuranta esimerkiksi erilaisten sensoreiden avulla ja kerätyn datan analysointi päätöksenteon tueksi, on esimerkki digitalisaatiosta tehtaissa.

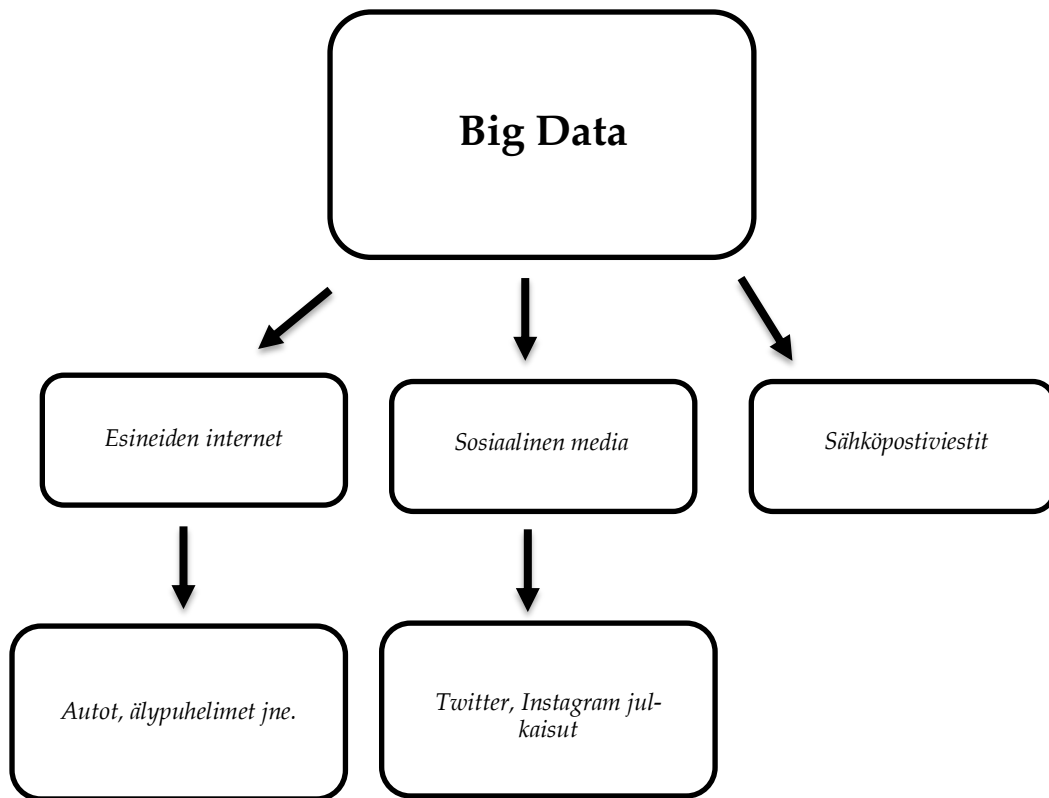
Teknologisesta perspektiivistä katsottuna digitaalisuus on analogisuuden vastakohta. Digitalisuuden tarkoituksena on muuttaa luomamme data sellaiseen muotoon, jota esimerkiksi tietotekniset laitteemme ymmärtävät. Usein digitaalisen tiedonsiirtoon käytetään binäärijärjestelmää, jossa data esitetään arvoina 0 ja 1. (Encyclopedia Britannica.)

### 2.1.5 *Big Data*

Nykymuotoisen datan vilkkaampi syntyminen voidaan ajoittaa internetin kehityksen alkuvaiheille. Toki ennen nykymuotoista internetiäkin syntyi dataa, mutta ei yhtä suurissa määrin. Internetin kehittyminen mahdollisti täysin uuden tavan siirtää ja hakea tietoa. Tietokoneiden määrän kasvu, ja lopulta älypuhelimien muuttuminen valtavirraksi mahdollistivat internetin käyttämisen paikoissa, joissa se ei ollut ennen mahdollista. Internetin siirtymien mobiiliksi mahdollisti myös sen tarjoamien palvelujen suuremman käytön, mikä yksinkertaistaen lisäsi datan määrän kasvua.

Yllä mainittuun tiivistykseen peilaten, big dataa voidaan pitää entistä suurempina tietolähteinä, joiden alkuperä on usein lähteissä, jotka ovat syntyneet internetin ja teknologian kehityksen seurauksena. Suurimpina näistä lähteistä voidaan pitää sosiaalista dataa, koneista ja laitteista syntyvää dataa ja transaktioista syntyvää dataa. Sosiaalista dataa ovat esimerkiksi sosiaalisen media tykkäykset, koneista ja laitteista syntyvää dataa ovat esimerkiksi sensoreiden avulla laitteiden kunnosta kerättävä data. (Oracle, 2019.) Big data on siis kuvainnollinen termi todella suurelle määrälle syntyvää dataa, jota syntyy esimerkiksi käyttäessämme sosiaalisen median palveluita, tehdessämme hakuja hyödyntäen internetin hakukonepalveluita tai verkkoon liitettyjen esineiden kerätessä sekä analysoidessa havainnoimaansa dataa. Big datan lähteiden laajuudesta kertoo arvio, jonka mukaan vuonna 2025 tuotamme joka päivä noin 463 eksabittiä dataa (Desjardins, 2019). Yksi eksabitti vastaa miljardia gigabittiä. Yhden gigabitin ollessa noin 0,125 gigatavua, pystyy määrän suhteuttamaan esimerkiksi tarjolla olevien kuluttajatuotteiden muistikapasiteettiin.

Myös esineiden internetin voidaan sanoa osallistuvan big datan luomiseen. Esineiden internetiin liitetyt miljardit esineet luovat aistiessaan ja kommunikoidessaan valtavia määriä dataa, muodostaen ison kanavan datan syntymiselle. Tämä kanava on yksi iso tekijä syntyvässä big datassa. (Rao ym. 2012). Syntyvät tietoaineistot ovat niin suuria, että perinteisillä ohjelmistoilla näiden tietoaineistojen louhinta ei ole enää mahdollista. Suuret tietolähteet ja niiden uudenlainen alkuperä on mahdollistanut yrityksille tarkastella liiketoimintojaan uudesta näkökulmasta, ja puuttua ongelmiin, joka ei ole ennen ollut mahdollista. (Oracle, 2019.)



KUVA 5 — Esimerkkejä datan lähteistä

### 2.1.6 Tutkielman määritelmä kuluttajasta

Tutkimuksen keskittyessä esineiden internetin kehitykseen, ja siihen mitä mahdollisia vaikutuksia tulevilla kehityksellä on kuluttajaan, lähinnä tuotettujen palveluiden ja tuotteiden kautta. Tästä syystä on tärkeää määritellä mitä kuluttajalla tarkoitetaan tässä tutkielmassa.

Kuluttajalla tarkoitetaan tässä tutkielmassa yksityistä henkilöä tai henkilöiden muodostamaa joukkoa. Kuluttajalla ei tarkoiteta yritystä, tai muutakaan organisaatiota. Mikäli tutkimuksessa olisi päädytty käyttämään termiä käyttäjä kuluttajan sijaan, olisi termiin käyttäjä voitu yhdistää myös yritys tai yrityksessä työskentelevä henkilö. Tutkimuksen tarkoituksena ei ole myöskään tutkia yrityksissä työskentelevien, kuluttajiksi määriteltävissä oleville henkilöille mahdollisesti muodostuvaa lisäarvoa esineiden internetin kehityksen seurauksena. Tutkimus keskittyy kuluttajalle arkielämässä mahdollisesti luotavaan arvoon.

Kuluttajan rinnalle voidaan tuoda myös termi loppukäyttäjä. Tässä tutkimuksessa kuluttajaksi on miellellävissä myös esineiden internetin avulla tuotetun palvelun tai tuotteen loppukäyttäjää, jota varten palvelu tai tuote on kehitetty. Tässäkin yhteydessä on tärkeää

huomioida, että loppukäyttäjä on nimenomaisesti arkielämässä toimiva yksityishenkilö, tai joukko ihmisiä, ei yritys tai työelämässä toimiva ihminen.

### **2.1.7 Kuluttajalle syntyvä arvo ja sen määritelmä**

Tutkielman keskittyessä osaltaan kuluttajalle mahdollisesti esineiden internetin avulla muodostuvaan arvoon, on tärkeää määritellä mitä tässä tutkielmassa tarkoitetaan arvolla. Tutkielman painottuessa kuluttajalle käytön yhteydessä syntyvään arvoon, ei tutkielmassa pyritä huomioimaan vaihdannan seurauksena syntyvää rahallista arvoa (Bowman & Ambrosini 2000).

Perinteisesti kun puhutaan kuluttajien käyttäytymisestä ja mahdollisesti syntyvästä arvosta, taloustieteilijät viittaavat hyötyteoriaan ja rajahyötyyn. Se perustuu ajatukseen, jonka mukaan kuluttajat pyrkivät käyttämään ansaitsemansa tulot siten, että he maksimoivat nautinnon saamastaan tuotteesta. Kokonaishyödyllä viitataan siihen nautintoon, jonka kuluttaja saa hyödykkeen omistamisesta. Rajahyöty sen sijaan viittaa hyötyyn, joka kuluttajalle syntyy yhden ylimääräisen hyödykkeen kuluttamisesta tai vastaavasti yhden menettämisestä. (Begg 1994, 75, 79 – 81.)

Alkujaan kuluttajien on ajateltu olevan rationaalisesti toimivia, ja siten kartoittamalla huolellisesti jokaisen ostopäätöksen ennen lopullisen päätöksen tekemistä. Ajatus rationaalisesti toimivasta kuluttajasta ei kuitenkaan ole validi, joten kuluttajien ajatellaan käyttävänsä ansaitsemansa tulot suurimmaksi osaksi siihen, minkä he olettavat luovan heille eniten nautintoa. (Bowman & Ambrosini 2000.)

Yllä mainitun teoreettisen oletaman mukaan kuluttajat perustavat päätöksensä oletukseen hyödykkeen luomasta arvosta, joten on hyvä tarkastella myös sitä, kuinka kuluttajat kehittävät nämä oletuksensa, tai kuinka he arvioivat saamaansa hyötyä. Ostopäätöksen hetkellä ostajan on päätettävä, miten kyseinen hyödyke tyydyttää ostajan tarpeet parhaiten. Koska päätös on tehtävä ennen ostohetkeä, on kuluttajan tehtävä päätelmänsä useiden erilaisten tarjolla olevien tiedonrippeiden perusteella. (Bowman & Ambrosini 2000.)

Pääosin kuluttajien oletukset hyödykkeen avulla syntyvästä arvosta perustuvat siis heidän käsityksiinsä tarjolla olevista hyödykkeistä. Tämän lisäksi arvon syntymistä tutkittaessa tulee huomioida kuluttajien erilaiset tarpeet, mahdolliset ainutlaatuiset kokemukset, halut, toiveet ja odotukset. Optimaalisessa tilanteessa kuluttajien voidaan ajatella perustelevan saamaansa hyötyä vaihtoehtoiskustannusten avulla, eli he pyrkivät punnitsemaan sitä mistä joutuvat luopumaan saadakseen jotain (Zeithaml 1988). Reaalimaailmassa tämän ei kuitenkaan voida katsoa toteutuvan, koska ostopäätökseen saattaa vaikuttaa moni asia, johon kuluttajat eivät itse edes pysty vaikuttamaan. Ja kuten

ylläkin todettiin, ajatus rationaalisesti päätöksiä tekevästä kuluttajasta ei toteudu sellaisenaan.

Bowman & Ambrosini (2000) ehdottavat myös hyödykkeen käytöstä muodostuvan arvon erottamista vaihdannasta syntyvään arvoon. Käytöstä muodostuvalla arvolla tarkoitetaan kuluttajalle hänen tarpeidensa mukaisesti syntyvää arvoa, johon vaikuttaa hyödykkeen yksilölliset ominaisuudet. Nämä kokemukset arvon muodostumisesta ovat subjektiivisia, ja siten täysin riippuvaisia kunkin hyödykkeen ominaisuuksien ja kuluttajan tarpeiden kohtaamisesta. Toisin sanoen kuluttajalle hyödykkeen käytöstä muodostuva arvo on riippuvainen kuluttajan mieltymyksistä. Sen sijaan vaihdannasta syntyvällä arvolla viitataan hyödykkeen hintaan, rahalliseen arvoon, joka realisoituu vaihdannan hetkellä.

Hyödykkeen käytöstä muodostuva arvo voidaan ajatella myös hintana, jonka kuluttaja on valmis maksamaan tuotteesta (Collis 1994). Kuluttajan punnitessa hintaa, jonka hän on valmis maksamaan tuotteesta, punnitsee hän samalla tuotteen hänelle mahdollisesti luomaa arvoa. Ero joka syntyy kuluttajan maksaman hinnan ja hänen muodostaman arvioinnin välille, on kuluttajalle muodostuva lisäarvo. Mikäli kuluttaja kokee saavansa tuotteesta enemmän arvoa, kuin on kyseisestä tuotteesta maksanut, muodostuu kuluttajalle lisäarvoa. (Bowman & Ambrosini 2000.) Lisäarvon mielletään usein viittaavan kuluttajan puhekielessä käyttämään ilmaisuun ”vastinetta rahalle”.

Tästä johtuen kuluttajat valitsevat tuotteen, joka tuottaa heille eniten lisäarvoa. Tuotteen, joka tuottaa kuluttajalle lisäarvoa, tulee olla erilaistettu kilpailevista hyödykkeistä siten, että kuluttaja kokee sen tuottavan lisäarvoa enemmän kuin kilpailevat hyödykkeet, ja päätyy siten valitsemaan tuotteen. Muodostunutta lisäarvoa pystytään lisäämään parantamalla tuotteen arvoa luovia ominaisuuksia. Kuluttajalle syntyvä lisäarvo voidaan määrittää vain tuotteen ostohetkellä: siinä kuluttaja tietää tuotteen ostohinnan, ja pystyy samalla arvioimaan tuotteen ominaisuuksia kilpailijoiden vastaaviin. Kuluttajat pystyvät arvioimaan vain sen mitä he havaitsevat ja hahmottavat.

Zeithaml käsittelee vuonna 1988 ilmestyneessä tutkimuksessaan kuluttajien näkemyksiä hinnasta, laadusta ja arvosta. Hän toteutti tutkimuksen eksploraatiivisena tutkimuksena. Hän haastatteli tutkimuksensa kohdeyritystä ja sen asiakkaita. Tähän tutkielmaan hyödyllisiä ovat erityisesti kuluttajien vastaukset koetusta arvosta.

Zeithamlin haastattelemat kuluttajat totesivat arvon muodostuvan esimerkiksi alhaisesta hinnasta tai maksetun hinnan avulla saadun laadun avulla. Osa kuluttajista nosti esiin myös sen, että he saavat tuotteelta sen mitä haluavat. Esiin nousi myös luopuminen jostakin, jotta vastineeksi saadaan jotain. Näin ajateltuna arvoa syntyy, mikäli kuluttaja saa jotain arvokkaaksi kokemaansa vastineeksi luopumastaan. Yllä mainittuun peilaten, sekä Bowman & Ambrosini (2000) että Zeithamlin tutkimus (1988) määrittävät kuluttajalle muodostuvan arvon syntyvän kuluttajan arvioidessa omia uhrauksiaan siihen, mitä hänen on mahdollista saada vastineeksi.



## 2.2 Esineiden internet paradigmana

Termi esineiden internet nousi esiin ensimmäisen kerran vuonna 1999 Kevin Ashtonin toimiessaan projektissa, jonka pyrkimyksenä oli toimitusketjujen optimointi. Hän käytti termiä puhuessaan internetin mahdollisesta kytketymisestä reaali-a maailmaan, erilaisista sensoreista muodostetun verkon avulla. (Lueth 2014.) Tämän jälkeen termin käyttö on kuitenkin levinnyt, ja termin merkitys elää useasti käyttäjästä riippuen. Tästä johtuen eri asiayhteyksiin on kehitetty omia määritelmiään. Esimerkkinä voidaan todeta edellisessä luvussa mainittu teollinen internet. Teollisesta internetistä puhutaan pääosin, kun esineiden internetiä pyritään hyödyntämään teollisuudessa.

Itse idea toisiinsa kytketyistä esineistä on kuitenkin ollut olemassa jo paljon ennen vuotta 1999 (Lueth 2014). Aihetta osuvasti kuvaava termi vain sattui syntymään vuonna 1999. Esineiden internetin taustalla olevia tärkeimpiä tekniikoita, kun oli kehitetty jo pitkään ennen vuotta 1999. Esimerkiksi Internetin alulle panijana pidetty Arpanet syntyi jo vuonna 1969. Arpanet oli Yhdysvaltain hallinnon kehittämä tiedonsiirtoverkko, joka perustui siirrettävän tiedon jakamiseen paketeiksi. (Encyclopedia Britannica.)

Itse internetin kehittymistä voidaankin pitää yhtenä merkittävimmistä tekijöistä esineiden internetin kehityksen taustalla. Osana internetin kehitystä, yhtenä merkittävimpinä yksittäisenä kehitysaskelena esineiden internetin kannalta voidaan pitää TCP/IP:n kehitystä. Se on mahdollistanut internetin skaalautumisen yhä useampaan käyttökohteeseen, luoden polkua esimerkiksi juuri esineiden internetille. (Corcoran 2016.)

TCP/IP on kokoelma erilaisia tietoliikenneprotokollia. Internet perustuu siirrettävän tiedon jakamiseen pienempiin paketteihin, ja niiden lähettämiseen haluttuun kohteeseen eri reittejä pitkin. TCP toimii komponenttina, jonka vastuulla on tietopakettien kerääminen ja niiden uudelleen järjestäminen. IP sen sijaan on komponentti, joka varmistaa että jokainen tietopaketti kulkeutuu oikeaan osoitteeseen. (Encyclopedia Britannica.)

Esineiden internet on siis saanut alkunsa jo vuosia sitten. Ensimmäisiä suurempia hankkeita sen parissa olivat Massachusetts Institute of Technologyn organisoima, rfid-pohjainen tunnistamisjärjestelmä vuonna 1999. Samoihin aikoihin vuonna 2000, elektroniikkavalmistaja LG ilmoitti suunnitelmistaan kehittää älykkään jääkaapin. Muutkin yritykset alkoivat kehittää esineiden internetin ratkaisuja, mutta ensimmäisten kymmenen vuoden aikana esineiden internetin kehityksen ei voida todeta olleen kovinkaan merkittävää. Pieniä projekteja kokeiltiin, mutta varsinaisesti mitään suurta ei saatu aikaiseksi.

Erään näkemyksen mukaan vuonna 2010, Alphabetin kerätessä kuvamateriaalia Googlen StreetView -palveluun levisi julkisuuteen tieto, jossa yrityksen väitettiin samalla keränneen paljon muutakin dataa ympäristöstään. Tämän seurauksena pohdittiin, että oliko Alphabet siirtymässä internetin ulkopuolelle, keräämään dataa myös ihmisten elinympäristöstä. Samana vuonna Kiinan hallitus julkaisi esineiden internetiä koskevan

tavoitteen, jossa esineiden internetin strategista roolia korostettiin hallituksen laatimassa viisivuotissuunnitelmassa.

Kasvaneesta huomiosta johtuen, termiä esineiden internet alettiin käyttää myös yhä ahkerammin eri medioiden toimesta. Muutamat tunnetut lehdet, kuten Forbes ja Wired alkoivat virallisesti käyttää termiä. Myös toteutuneet yritysostot alkoivat tuoda näkyvyyttä esineiden internetille, joista eniten huomiota syntyi Alphabetin ostaessa Nestin 3,2 miljardilla dollarilla.

Myös teknologioiden kehityksen tarjoamat uudet mahdollisuudet alkoivat tuoda näkyvyyttä esineiden internetille. Yksi eniten positiivista huomiota tuoneista muutoksista oli IPv6 –protokollan julkaiseminen vuonna 2011 (Suresh ym. 2014). Myös pilvilaskennan kehittyminen toi positiivista huomiota esineiden internetille (Corcoran 2016). Teknologisia kehitysaskelia, ja niiden vaikutuksia esineiden internetiin käydään tarkemmin läpi seuraavassa alaluvussa

Esineiden internetiin liittyvän kirjallisuuden on usein ollut tapana viitata erilaisiin tutkimus- ja konsultointiyritysten antamiin arvioihin internetiin liitettyjen laitteiden määrästä tulevaisuudessa. Esimerkiksi Gubbi ym. (2013) esittivät että vuonna 2013 maailmassa oli 9 miljardia verkkoon liitettyä esinettä, ja he arvioivat että vuonna 2020 vastaava luku tulisi olemaan 24 miljardia. Statistan mukaan tällä hetkellä internetiin kytkettyjen esineiden lukumäärä on noin 26 miljardia, ja luvun odotetaan kasvavan vuoteen 2025 mennessä noin 75 miljardiin. Gubbi ym. (2013) käyttämä arvio osui siis melko oikeaan.

Esineiden internetin kehittymisen arviointi on melko vaikeaa, koska se ei ole yksittäinen teknologia, vaan ennemminkin erilaisten yhdessä toimivien teknologioiden yhteenliittymä (Sethi & Sarangi 2017). Tästä syystä annettuihin ennusteisiin tulee suhtautua varauksella ja tätä väitettä tukevat esimerkiksi Akpakwu ym. (2017), jotka kehottavat tulkitsemaan ennusteita varoen.

### **2.3 Esineiden internetin kehitys**

Esineiden internetin laajenemisen voidaan katsoa olevan internetin laajenemista esineisiin. Internetin muodostumista entistä ubiikimmaksi, eli kaikkialla olevaksi, ovat helpottaneet esimerkiksi teknologiset kehitysaskleet kuten suuremman laskentatehon, muistin ja kaistanleveyden saavuttaminen entistä alhaisemmilla kustannustasoilla. Tietotekniikasta on tullut mobiilia älypuhelimien mullistaessa kuluttajien tapaa käyttää internetiä. Samoin sosiaalinen media on muuttunut valtavirraksi. Yllä mainitut tekijät ovat samalla kasvattaneet olemassa olevan tiedon määrää maailmassa. Syntyvän tiedon aikaisempaa tehokkaampi analysointi on auttanut luomaan entistä enemmän arvoa kasvaneesta tiedon määrästä, joka on lisännyt halua laajentaa myös esineiden internetiä. (Bradley ym. 2013.)

Esineiden internetin laajenemisen taustalla on myös paljon muuta teknologista edistymistä, joka on vaikuttanut esineiden internetin kehitykseen tai jonka arvioidaan tulevaisuudessa vaikuttavan siihen. Aikaisemmassa kirjallisuudessa mainittiin useasti radiotaajuinen etätunnistus, joka tunnetaan myös lyhenteellä RFID (engl. radio frequency identification), sekä muita langattomia tiedonsiirtotekniikoita. Gubbi ym. (2013) sekä Atzori ym. (2010) kirjoittavat edellä mainittujen tekniikoiden soveltuvan esimerkiksi esineiden ja tuotteiden identifioimiseen, ympäristön aistimiseen sekä esimerkiksi aistitun kommunikointiin.

Tiedon aistiminen ja kerääminen ovat olennainen osa esineiden internetiä. Tiedon keräämisestä hyötyminen edellyttää myös tiedon prosessoimista ja tallentamista. Gubbi ym. (2013) nostavatkin esiin pilvilaskennan ja sen eri sovellutukset. Pilvilaskennan kehitys onkin ollut yksi merkittävimmistä tekijöistä esineiden internetin kehittymisen taustalla. Pilvilaskennalla tarkoitetaan keskitettyä tietoteknistä laskentaa, johon esimerkiksi resursseja ja laskentatehoa tarvitsevilla on pääsy. Pilvilaskenta mahdollistaa kyseisten resurssien käytön ilman omia huomattavia investointeja. (Encyclopedia Britannica.) Pilvilaskenta on helpottanut sekä esineiden internetin avulla toteutettavaa tiedon keräämistä, että kerätyn tiedon tehokkaampaa tallentamista ja analysoimista.

Viime vuosina pilvilaskennan saralla toteutettu tutkimus on keskittynyt erityisesti keskitettyä pilvilaskentamallia haastaviin reuna- ja sumulaskentoihin (engl. Edge and Fog computing). Nykyisen keskitetyn mallin ei uskota riittävän esineiden internetiin liittyvien laitteiden määrän kasvaessa ja tarvittavan latenssin kasvaessa. Tästä johtuen reunalaskentaa on pidetty yhtenä esineiden internetin laajenemisen mahdollistavana tekijänä. (Jianli & Mcelhannon 2018.) Reuna- ja sumulaskennat pyrkivät korvaamaan tämän keskitetyn laskennan mallin tuomalla laskentatehoa lähemmäs itse kohdetta, ja parantamalla siten esimerkiksi juuri latenssia (Satyanarayanan 2017). Latenssilla tarkoitetaan tiedon edestakaiseen matkaan kuluvaa aikaa (O'Malley 2018).

Yhtenä merkittävänä tekijänä esineiden internetin kehityksessä on pidetty erilaisten standardien ja protokollien kehittymistä, sekä koko verkoston yhteentoimivuutta ja –sopivuutta. Esimerkiksi jo Atzori ym. (2010) nostavat esiin standardien tarpeellisuuden sekä protokollien kehittämisen. Yksi merkittävimmistä muutoksista on ollut siirtyminen IPv4 -protokollasta IPv6 -protokollaan, joka on mahdollistanut lähes rajattoman määrän laitteita, ihmisiä, prosesseja ja dataa liitettäväksi internetiin.

Esineiden internetin koostuessa useista eri teknologioista ja laitteista, on näiden välinen yhteensopivuus ja mahdollisuus toimivaan yhteistyöhön todella tärkeässä osassa esineiden internetin toimivaa tulevaisuutta mietittäessä. Yang (2017) selittää yhteensopivuuden kahden eri järjestelmän kykyä ymmärtää toisiaan ja mahdollisuuden hyötyä toistensa ominaisuuksista. Riittävän yhteentoimivuuden ja –sopivuuden saavuttaminen nähdään kirjallisuudessa siis edelleen haasteena, ja sen saavuttaminen

nähdään oleellisena tekijänä, jotta esineiden internetin mahdollistamia hyötyjä pystytään ulosmittaamaan mahdollisimman paljon.

Viime vuotisisissa tutkimuksissa merkittävinä ja esineiden internetin laajenemisen mahdollistavina teknologioina esiin ovat nousseet myös matkapuhelinteknologioiden viides sukupolvi 5G (Shafi ym. 2017). 5G nähdään teknologiana, joka mahdollistaa kasvavan tiedonsiirtonopeuden, latenssin pienenemisen ja mahdollistamalla entistä kattavamman tiedonsiirtoverkon muodostumisen (Palattella ym. 2016).

Myös erilaiset ratkaisut energian varastointiin, energian tuottamiseen sekä keräämiseen ovat olleet tutkimuksen keskiössä viime vuosina. Esimerkiksi Palattella ym. (2016) mainitsevat tutkimuksessaan energiatehokkuuden merkityksen. He esittävät, että vaikka teknisiä edistysaskelia otettaisiinkin energian varastointiin, esimerkiksi pattereiden saralla, suurin huomio tulee edelleen pitää energiatehokkuudessa, ja käytettävissä olevan energian käytön optimoinnissa.

Myös teknologisen kehityksen elektroniikan valmistamisessa saralla on nähty vaikuttavan esineiden internetin kehitykseen, ja siihen liitettävien esineiden määrän kasvuun. Valmistusmenetelmien kehitys, jotka mahdollistavat entistä pienemmät rakenteet ja komponentit, mahdollistavat elektroniikan liittämisen esineisiin, joihin se ei ole ennen ollut mahdollista. (Bradley ym. 2013.)

Esimerkiksi nanoteknologian on ennustettu auttavan erilaisten sensoreiden leviämisessä, sekä uudenlaisten paradigmojen syntyemisessä. Nanoteknologian lisäksi, kehitystä on ennustettu vauhdittavan taipuisan elektroniikan kehitys, ja sen käyttökohteiden lisääntyminen. Esimerkiksi, elektronisia komponentteja, kuten haihtumaton muisti (Non-volatile memory) tai nfc -tunniste on jo nyt onnistuttu valmistamaan taipuisaksi. (Ghoneim & Hussain, 2015.)

Vuosien 2018 – 2019 aikana esineiden internetin tulevaan kehitykseen liittyvässä tutkimuksessa, esineiden internetin välinen integraatio tekoälyn ja lohkoketjuteknologian kanssa on nähty merkittävänä tekijänä. Tiedon määrän kasvaessa, tehokkaampien tapojen kehittäminen datan louhintaan muodostuu avaintekijäksi. Tekoälyä, ja varsinkin syväoppimista on tarjottu yhdeksi ratkaisevaksi tekijäksi, käsiteltäessä yhä vain kasvavia datamassoja (Li ym. 2018). Lohkoketju teknologian on ennustettu parantavan esineiden internetin heikkoa tietoturva. Li ym. (2019) nostavat esiin lohkoketjuteknologian mahdollistaman tiedon käsittelemisen hajautetusti, poiketen perinteisestä keskitetystä mallista. Tiedon käsitteleminen hajautetusti parantaa tietoturva, vähentämällä esimerkiksi tietomurtojen riskiä. Reyna ym. (2018) mainitsevat lohkoketjuteknologian ja esineiden internetin integraation mahdollistavan myös esimerkiksi esineiden yksilöimisen (identiteetti), esineiden toimimisen autonomisesti ja esineiden internetin avulla syntyvän tiedon muodostumisen luotettavammaksi.

## 2.4 Yksityisyys ja tietoturva esineiden internetissä

Paljon tutkittu aihe esineiden internetin yhteydessä on ollut myös tietoturva ja yksityisyys. Kiinnostusta aihetta kohtaan selittää enimmäkseen esineiden internetin tarjoama heikko tietoturva. Yksityisyyden ja tietoturvan voidaan sanoa olleen myös hyvin keskeisiä tekijöitä, jotka ovat vaikuttaneet esineiden internetin kehitykseen. Kasvanut kiinnostus sekä samalla huoli yksityisyydestä ja tietoturvasta on hidastanut esineiden internetin kehitystä. Esineiden internetin alaisten laitteiden teknisten kykyjen alhaista tasoa pidetään yhtenä suurimpana syynä, miksi esineiden internetin tietoturva on heikko ja miksi sen arvioidaan myös pysyvän heikkona. (Yang ym. 2017.)

Heikon tietoturvan lisäksi, datan kerääminen tapahtuu esineiden internetissä usein ilman kuluttajan suurta panostusta asiaan. Datan kerääminen saattaa tapahtua jopa ilman, että kuluttaja on edes tietoinen tapahtuneesta datan keräämisestä. (Yang ym. 2017.) Esineiden internetiä hyödyntävän palvelun tai tuotteen käyttäminen edellyttää kuluttajalta usein mukautumista heikkoon tietoturvaan ja yksityisyyden menettämiseen. Esineiden internetin käyttäminen ajaa kuluttajan tilanteeseen, jossa tulee pohdittavaksi joko tuotetun palvelun avulla mahdollisesti saavutettava arvonluonti ja sitä kautta riski heikon tietoturvan kautta muodostuvaan tietovuotoriskiin.

Laitteiden kerätessä hyvinkin henkilökohtaisia tietoja käyttäjistään, kuten nimiä, puhelinnumeroita sekä tietoja käyttäjiensä toimista, riski vakavien tietomurtojen aiheuttamista haitoista syntyy. Tietovuodon vakavuutta lisää tiedon tallentaminen pilveen keskitetysti. Lohkoketjujen tarjoamaa hajautettua tiedon tallentamista on esitetty yhtenä vaihtoehtona ongelman ratkaisemiseksi (Li ym. 2019).

Sicari ym. (2015) listaavat artikkelissaan suurimmat riskitekijät, jotka liittyvät esineiden internetin tarjoamaan yksityisyyteen ja tietoturvaan seuraavasti:

1. Todennus
2. Pääsyn valvonta
3. Luottamuksellisuus
4. Yksityisyys
5. Luottamus
6. Turvalliset väliohjelmistot
7. Matkapuhelimien turvallisuus
8. Toimintaperiaatteiden toimeenpano.

Listan ollessa mittava, ei ole siis ihme, että turvallisuuteen ja yksityisyyteen liittyviä riskitekijöitä pidetään merkittävänä uhkana puhuttaessa esineiden internetin tulevaisuudesta ja sen käyttöönotosta. Paljon ongelmia on ensin voitettava, jotta esineiden internetin tulevat käyttökohteet ja laajeneminen uusille alueille on edes mahdollista. Ihmisten yksityisyyteen ja tietoturvaan tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota. Myös yritysten, että kuluttajien tulee nostaa omaa tietämystään aiheesta.

## 2.5 Näkökulma esineiden internetin käyttökohteisiin vuodelta 2010

Yhtenä näkökulmana esineiden internetin kehitystä tarkasteltaessa huomioidaan aikaisemman kirjallisuuden esiin nostamat mahdolliset käyttökohteet. Tässä tutkielmassa käyttökohteita tarkastelevasta kirjallisuudesta vanhin artikkeli on vuodelta 2010. Tästä eteenpäin on pyritty huomioimaan alan eniten viitattuja artikkeleja aina alalla viimeisimpinä julkaistuihin artikkeleihin asti. Kirjallisuudessa esiin nostettujen mahdollisten käyttökohteiden sekä niiden muuttumisen tutkiminen mahdollistaa esineiden internetin kehittymisen seuraamisen, sekä vireillä olevien hankkeiden vertaamisen aikaisempaan tutkimukseen.

Atzori ym. (2010) nostavat esiin neljä aluetta, joissa he näkevät eniten potentiaalia esineiden internetin hyödyntämiselle. Nämä neljä ovat seuraavat:

1. Kuljetus ja logistiikka
2. Terveystieteet
3. Älykäs ympäristö (koti, toimisto, tehdas)
4. Henkilökohtainen ja sosiaalinen toiminta.

Kuljetuksen ja logistiikan tulevaisuuteen he mainitsevat vaikuttavan autojen, junien ja linja-autojen kehityksen sekä tiestöön ja raiteisiin liitettävät sensorit, aktuaattorit ja yhä helpommin hyödynnettävissä oleva laskentateho. Myös rahtiin kiinnitettävien tunnistaiden ja sensorien he mainitsevat vaikuttavan kuljetuksen ja logistiikan tulevaisuuteen. Esiin nostetaan rfid- ja nfc -teknologiat, joiden todetaan mahdollistavan toimitusketjun minkä tahansa vaiheen reaaliaikaisen seurannan. Reaaliaikaisen tiedon yhdistäminen esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmiin todetaan mahdollistavan esimerkiksi tehokkaamman varastojen hallinnan ja nopeammat reagointiajat esimerkiksi tuotteiden saatavuuteen liittyviin haasteisiin.

Sensoreiden ja erilaisten tunnistaiden avulla tapahtuvasta yksittäisten esineiden ja tuotteiden merkinnästä Atzori ym. nostavat esiin esimerkiksi elintarvikkeisiin kiinnitettävät sensorit. Nämä mahdollistaisivat kuluttajille reaaliaikaisesti tiedon saannin esimerkiksi tuotteen altistumisesta liian korkeille tai matalille lämpötiloille. Sensoreiden avulla saatavan tiedon avulla kuluttaja pystyy varmentumaan tuotteen tuoreudesta.

Atzori ym. mainitsevat kerätyn tiedon hyödyntämisen ajoneuvojen kuljettajien avustamisessa. Esimerkiksi tehokkaamman navigoinnin ja turvallisemman liikenteen todetaan olevan mahdollista avustetun päätöksenteon avulla. Täten esimerkiksi ruuhkia onnistuttaisiin vähentämään, ja niukkoja energiarekursseja säästämään. Nfc -teknologiaa hyödyntävänä ratkaisuna mainitaan myös esimerkiksi linja-autopysäkeille kiinnitettävät nfc -tunnisteet, joiden avulla kuluttajalle pystytään tarjoamaan enemmän ja havainnollistavampaa tietoa.

Myös terveydenhuoltoalaan esineiden internetin todetaan vaikuttavan suuresti. Ensimmäisenä esimerkkinä mainitaan esineiden internetin mahdollistama esineiden seuraaminen. Mahdollisina hyötyinä todetaan esimerkiksi väärin lääkkeiden, annostuksien ja ajoitusten aiheuttamien vahinkojen vähentyminen paremman seurattavuuden ansiosta. Tarvikkeiden olemassaolo ja sijainti pystytään tarkastamaan, ja siten oikeiden tarvikkeiden osoittaminen esimerkiksi oikeisiin leikkausoperaatioihin tehostuu, ja virheiden määrä vähenee.

Myös kulunvalvonta mainitaan mahdollisena käyttökohteena. Lisäksi Atzori ym. toteavat, että tiedon keräämisen ja hyödyntämisen automatisoinnin avulla tietojen prosessointiaikoja, ja kerätyn tiedon hyödyntämistä hoitotyössä pystytään tehostamaan. Myös potilaista ja heidän hoitoprosessistaan kerätyn tiedon avulla hoitoa pystytään paremmin kohdentamaan, ja potilaan kunnon ja hoidon tilaa ja etenemistä pystytään seuraamaan tarkemmin.

Kolmantena merkittävänä esineiden internetin käyttökohteena Atzori ym. mainitsevat älykkään ympäristön. Älykkääseen ympäristöön he mainitsevat kuuluvan kodit, toimistot ja tehtaat. Kodeissa ja toimistoissa vaikutuksien todetaan näkyvän esimerkiksi valaistuksen ja ilmastoinnin automatisoinnin avulla. Näiden säätäminen ja optimoiminen automatisoituvat, ja täten esimerkiksi energian säästäminen helpottuu. Myös sähkönkulutusta pystytään optimoimaan. Esimerkiksi seuraamalla sähkön markkinahintaa, pystytään kulutushuippuja ajoittamalla optimoimaan kulutuksesta aiheutuvia kustannuksia.

Rfid -tunnisteet nousevat esiin pohdittaessa tehtaiden mahdollisia käyttökohteita esineiden internetille. Liittämällä rfid -tunnisteita esimerkiksi tuotantovälineistöön, ja muihin resursseihin, pystytään tuotannon seurantaan helpottamaan, ja keräämään tietoa paikoista, joista sen kerääminen on ollut ennen lähes mahdotonta. Toiminnanohjausjärjestelmien ja rfid -tunnisteiden keräämän datan integraatio nostetaan tärkeäksi tekijäksi, jotta kerätyn datan järkevä hyödyntäminen on mahdollista. (Atzori ym. 2010.)

Atzorin ym. (2010) artikkelissa esineiden internetin sanotaan vaikuttavan myös ihmisten väliseen sosiaaliseen kanssakäymiseen. Esimerkkinä mainitaan sosiaalisen mediaan tehtävien päivitysten sitominen tiettyyn ärsykkeeseen, jolloin ennalta määrätty tilapäivitys julkaistaan tietyn tapahtuman yhteydessä.

Esiin nostetaan myös rfid -tekniikan avulla mahdollistettava henkilökohtaisten esineiden parempi seuranta, ja tämän avulla kadotetun esineen löytäminen. Samaa tekniikkaa pystytään hyödyntämään myös varkauksien estossa ilmoittamalla esineen omistajalle, kun esinettä ollaan siirtämässä luvatta. Ilmoitus esineen siirtymisestä voidaan välittää omistajalle esimerkiksi älypuhelimien avulla. Futuristisina käyttökohteina Atzori ym. (2010) mainitsevat robottitaksit sekä nykyisin käytetympään termiin, älykkäät kaupungit (engl. smart city) viittavan konseptin, kaupungin tietomalli (engl. city information model).

## 2.6 Näkökulma esineiden internetin käyttökohteisiin vuodelta 2014

Vuonna 2014 ilmestyneessä artikkelissa Eleonora Borgia nostaa esiin mahdollisia esineiden internetin tarjoamia käyttökohteita ja niiden mahdollisesti tarjoamia hyötyjä. Yleisellä tasolla hän toteaa esineiden internetin mahdollisuuden parantaa ihmisten jokapäiväistä elämää. Borgia toteaa, että mitä enemmän esineiden internet kykenee keräämään tietoa ympäristöstään ja mitä paremmin kerättyä tietoa onnistutaan analysoimaan, sitä todennäköisemmin kuluttajille pystytään tarjoamaan personoituja palveluja, ja parantamaan esimerkiksi heidän arkielämäänsä.

Borgia (2014) jakaa esineiden internetin käyttökohteet kolmeen ryhmään: teolliset käyttökohteet, älykäs kaupunki ja terveydenhuolto sekä hyvinvointi. Alojen sisällä olevat sovellukset ja käyttökohteet menevät osittain päällekkäin, eri alojen kyetessä hyödyntämään samoja sovellutuksia. Esimerkiksi tuotteiden seuranta nostetaan esiin sekä teollisista käyttökohteista että terveydenhuoltoalalla hyödynnettävistä käyttökohteista puhuttaessa.

Teollisia käyttökohteita käsiteltäessä Borgia (2014) nostaa ensimmäisenä esiin logistiikan ja tuotteen elinkaaren seurannan. Kuten Atzori ym. (2010), myös Borgia korostaa rfid:n tarjoamia mahdollisuuksia yksittäisten esineiden seurannassa. Rfid pohjaisten ratkaisujen implementoinnin avulla on mahdollista tehostaa varastojen hallintaa. Varastosaldoja pystytään seuraamaan tarkemmin ja siten varastosaldoihin liittyviä virheitä sekä epätarkkuuksia pystytään vähentämään. Myös tuotantomäärien optimoinnista tulee helpompaa, mikä helpottaa hävikin tai vajauksien kontrollointia.

Rfid luo myös mahdollisuuden tuotteen seurantaan koko sen elinkaaren ajan. Hyödynnettäessä sekä erilaisia sensoreita että rfid -tekniikkaa, on mahdollista seurata esineen tai tuotteen elinkaaren eri vaiheita. Esimerkiksi elintarvikkeiden pilaantumista pystytään seuraamaan, ja siten vähentämään muun muassa ruokahävikkiä. Mahdollisuudet esineiden ja tuotteiden elinkaaren tarkempaan seurantaan lisäävät tehokkuutta ja tarkkuutta.

Teollisten käyttökohteiden pääryhmästä toisena alana Borgia (2014) tuo esiin maanviljelyn ja eläinten kasvattamisen. Eritoten eläinten alkuperän jäljitettävyys ja niiden jatkuva seuranta koko kasvatusprosessin ajan esimerkiksi rfid -teknologian avulla mainitaan. Eläinten kasvatusprosessin paremman seurannan ehdotetaan tehostavan prosessia ja parantavan elintarviketurvallisuutta. Yleisesti esineiden internetin nähdään vaikuttavan suuresti maatalojen toiminnan kontrollointiin ja siten vähentävän riskiä erilaisille laiminlyönneille.

Kolmantena alaryhmänä mainitaan teollisuuden prosessit. Esimerkkinä Borgia mainitsee autoteollisuuden, jossa ajoneuvojen reaaliaikainen seuranta on avainasemassa. Tiedot esimerkiksi moottorin kunnosta, rengaspaineista, polttoaineen kulutuksesta yhdistettynä historialliseen dataan, jouduttavat esimerkiksi auton huoltamista. Oikeat varaosat saadaan oikea-aikaisesti huollettavaan ajoneuvoon, jolloin toiminta tehostuu.



Toisena pääryhmänä Borgia mainitsee älykkäät kaupungit. Älykkäissä kaupungeissa suurimman osan datasta ajatellaan keräytyvän sensoreiden, kameroiden, näyttöjen ja älykkäiden sähköverkkojen avulla. Esimerkiksi ajoneuvoihin integroidut sensorit pystyvät keräämään tietoa ruuhkista ja teiden kunnosta, ja viestimään keräämäänsä tietoa muille ajoneuvoille. Yhteisen alustan kehittäminen kerätyn datan analysoimiseen todetaan mahdollisesti auttavan datan hyödyntämisessä. Yhteinen alusta mahdollistaa myös datan muokkaamisen sitä hyödyntävien tahojen toiveiden mukaisesti.

Seuraavana älykkäistä kaupungeista Borgia tuo ilmi älykkäät sähköverkot (engl. Smart grid). Kestävämmän ja ekologisemman yhteiskunnan ollessa yhä merkittävämmässä roolissa pohdittaessa ihmiskunnan tulevaisuutta ilmastonmuutoksen vallitessa, nousee energian hallinta yhdeksi keskeiseksi tekijäksi. Energian hallinnassa älykkäät sähköverkot ovat tärkeässä asemassa. Älykkäät sähköverkot mahdollistavat energian kulkeutumisen verkossa sekä tuottajalta kuluttajalle, että myös kuluttajalta tuottajalle. Kuluttajien tuottaessa sähköä yli omien tarpeidensa, esimerkiksi aurinkopaneeleilla, pystyvät he älykkäiden verkkojen ansiosta myymään tuottamaansa sähköä sähköoperaattoreiden verkkoon. (Ancillotti ym. 2013.) Energian kulutuksen ja siirron mittaaminen sekä seuranta mahdollistavat esimerkiksi sähkön kysynnän ennakoimisen, ja siten ajoittamaan tuotantoa kysynnän mukaisesti (Borgia 2014). Sähkön tuotannon ajoittaminen onnistuu säätövoiman avulla. Esimerkkinä säätövoimasta toimii vesivoima.

Kolmantena älykkään kaupungin kokonaisuudesta nostetaan esiin älykkäät rakennukset. Tähän lukeutuvat sekä asuin- että liikekiinteistöt. Mahdolliseksi esineiden internetin käyttökohteiksi mainitaan esimerkiksi kulunvalvonta, videovalvonta, rakennusten teknisen puolen valvonta (lämpö, vesi ja ilma) sekä huolto ja valaistus. Kerätyn ja analysoidun datan esittämiseen sekä hyödyntämiseen kuluttajalle ehdotetaan älypuhelinta sen monipuolisten mahdollisuuksien ansiosta. Neljäntenä mainitaan yleinen turvallisuus ja luonnonympäristön mittaaminen. Varsinkin luonnon mittaamisen ja seurannan todetaan mahdollistavan esimerkiksi ympäristökatastrofien vahinkojen ehkäisemisen. (Borgia 2014.)

Kolmantena pääryhmänä Borgia mainitsi terveydenhuollon ja hyvinvoinnin. Ensimmäisenä niistä hän nostaa esiin lääketieteen ja terveydenhuollon. Hän toteaa, että nämä tulevat voimakkaasti hyötymään esineiden internetistä. Lääketieteellisten parametrien sekä läheisesti ihmisen toimintaan liittyvien arvojen, kuten kehon lämpötilan, verenpaineen, sydämen sykkeen ja veren kolesterolipitoisuuden reaaliaikaisen mittaamisen ehdotetaan helpottuvan. Mitatun tiedon välittäminen hoitohenkilökunnalle tehostaa potilaan diagnostisointia ja terveydentilan kontrollointia.

Myös puettavan elektroniikan ehdotetaan helpottavan potilaan terveydentilan seurantaa myös sairaalasta poistumisen jälkeen. Lisäksi ehdotetaan tuotteiden yksilöllistä merkitsemistä ja seuraamista, jotta operaatiot toteutetaan oikeilla välineillä, ja niiden sijainti tiedetään katoamisen estämiseksi. Oikeat tarvikkeet ja välineet pystytään tarkemmin kohdentamaan oikeaan operaatioon. (Borgia 2014.)

Borgia mainitsee vielä yksilöiden henkilökohtaisen elämän. Ikäryhmistä esiin nousevat vanhukset, joiden todetaan hyötyvän esineiden internetistä esimerkiksi heidän terveydentilansa seurannan parantumisen johdosta. Tämä mahdollistaa heidän pysymisensä kotona pidempään, helpottaen heidän kotoaan käsin tehtävää hoitoa. Artikkelissa mainitaan myös kerätyn terveystietojen analysoinnin avulla tehtävät varhaiset diagnoosit ja niiden avulla muodostetut suositukset tulevista hoitotoimenpiteistä.

## **2.7 Näkökulmia esineiden internetin käyttökohteisiin vuodesta 2015 vuoteen 2018**

Shancang ym. (2015) jakavat esineiden internetin käyttökohteet viiteen eri ryhmään: teollisuus, sosiaalinen esineiden internet, terveydenhuolto, infrastruktuuri ja turvallisuus sekä valvonta. Kuten aikaisemmin käsitellyt julkaisut, myös he mainitsevat teollisuudesta logistiikan ja toimitusketjujen johtamisen esineiden internetin käyttökohteena. Tämän lisäksi esiin nousevat esimerkiksi kulunvalvonta, sekä teollisten prosessien parempi mittaaminen ja seuranta.

Kuten myös aikaisemmin esille nostetut tutkimukset, myös Shancang ym. (2015) että Lin ym. (2017) nostavat tulevana käyttökohteina esiin älykkään kaupungin ja älykkäät sähköverkot. Myös terveydenhuolto mainitaan tärkeänä käyttökohteena esineiden internetille. Merkittävänä hyötyinä mainitaan terveydenhuollon palveluiden laadun paraneminen ja kustannustason lasku. Myös älypuhelimien kehityksen todetaan vaikuttavan siihen, missä ja miten terveydenhuollon alaiset palvelut tulevaisuudessa tarjotaan asiakkaille. Kuten myös aikaisemmissa tutkimuksissa, myös Al-Fuqaha ym. (2015) tuovat esille esineiden internetin merkityksen maanviljelylle.

Uutta näkökulmaa aikaisemman tutkimuksen päälle tuovat Lin ym. (2017). Aikaisempien tutkimuksien huomioidessa pääosin vain tavaroiden älykkään ja tehokkaan liikkumisen, tutkimus nostaa esiin ihmisten älykkäämmän liikkumisen. Älykkään liikenteen kannalta merkittäviksi tekijöiksi he nostavat älykkään liikenteen ohjaamisen, hallintajärjestelmät, viestintäverkot, ja laskentatekniikat, joiden avulla liikennejärjestelmistä saadaan entistä luotettavampia, tehokkaampia ja turvallisempia.

Tärkeänä osana älykästä liikennettä ja liikkumista toimivat älykkäät ajoneuvot. Ne keräävät tietoa ympäristöstään, kuten ruuhkatilanteista, pystyen samalla esimerkiksi aika-  
tauluttamaan kuljettajan matkan. Esiin nostetaan myös itseohjautuvat autot, joista yksittäisistä hankkeista mainitaan Googlen Waymo –projekti (Lin ym. 2017).

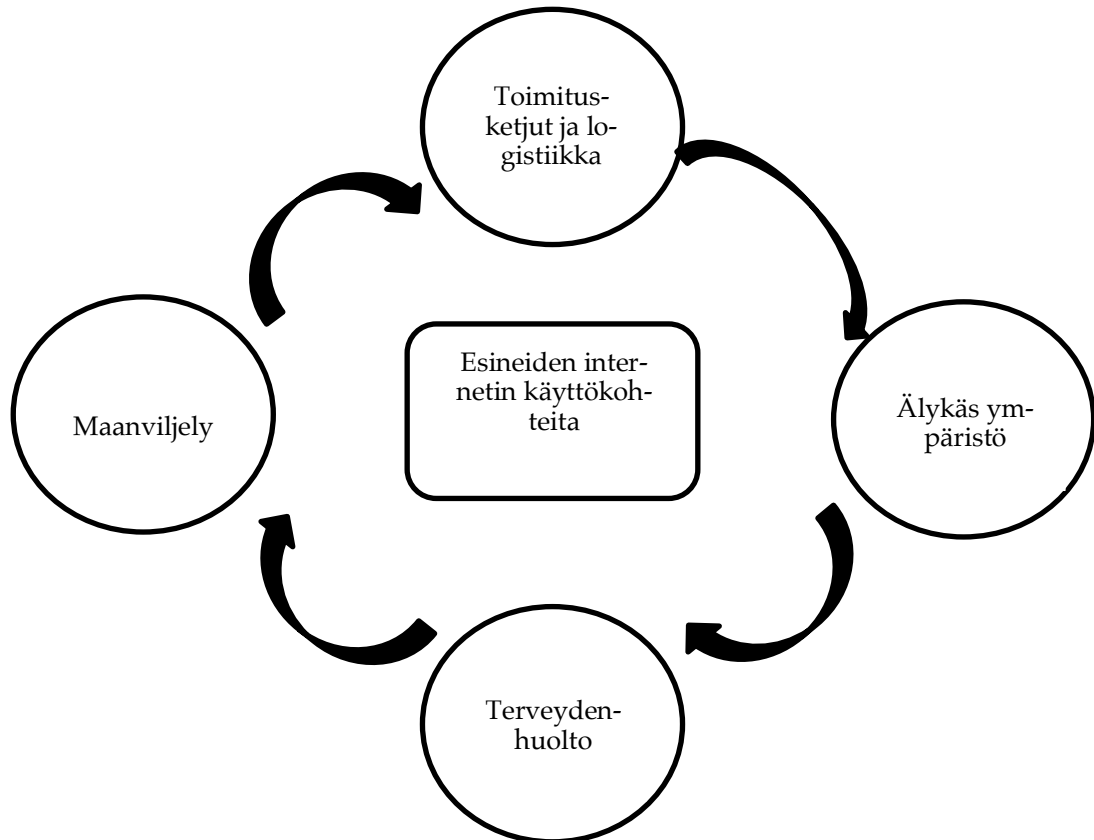
Sisinni ym. (2018) nostavat esineiden internetistä hyötyvinä esiin esimerkiksi teollisen tuotannon, yleishyödylliset yhtiöt, maanviljelijät ja terveydenhuollon tarjoajat. He tuovat esiin esineiden internetin tarjoaman mahdollisuuden ennakointiin sekä nopeaan reagoin-

tiin ongelmien ilmaantuessa. Esimerkkinä he mainitsevat juomavettä ja veden puhdistuspalveluja tarjoavan yrityksen, jonka on esineiden internetin avulla mahdollista reagoida nopeasti erilaisiin vuotoihin sekä muihin veden puhdistusprosessissa ilmeneviin ongelmiin.

Maanviljelystä Sisinni ym. (2018) mainitsevat maanviljelyyn tarvittavien resurssien tehokkaamman mittaamisen ja sitä kautta niiden tehokkaamman käytön. Poiketen aikaisemmasta kirjallisuudesta, he nostavat esiin voimakkaasti miehittämättömien ilma- ja merialusten käyttämisen. Esimerkiksi öljyputkien tarkastaminen sekä maalla että meressä onnistuu miehittämättömillä aluksilla. Tämän he toteavat vaikuttavan sekä työn tehokkuuteen, että työturvallisuuteen. Työturvallisuuteen he toteavat vaikuttavan myös monet sensorit, jotka aistivat metelin tai vaarallisten kaasujen olemassa olon, ja varoittavat näistä työntekijöitä.

Kusiak (2018) mainitsee artikkelissaan esineiden internetin vaikutukset teolliseen tuotantoon. Kusiak käyttää esineiden internetistä hyötyvästä teollisesta tuotannosta nimitystä älykäs tuotanto (engl. smart manufacturing). Älykkään tuotannon hän toteaa eroavan normaalista tuotannosta sensoreiden, alustojen, kommunikaatioteknologioiden ja ennen kaikkea datan korkea-asteisemmän hyödyntämisen ansiosta.

Esineiden internetin lukuisista käyttökohteista johtuen, Čolaković ja Hadžialić (2018) esittävät käyttökohteiden mukaisen jaon sijaan toista, laajempaa tapaa jaotella esineiden



KUVA 6 — Esineiden internetin käyttökohteita

internetin käyttökohteita. He jakavat esineiden internetin tuomat mahdollisuudet niiden tarjoamien toimintojen ja kykyjen mukaan neljään alueeseen. Ensimmäisenä he mainitsevat valvonnan ja seurannan, esimerkiksi laitteen kunnan seurannan tai ympäristön tilan valvonnan. Toisena he nostavat esiin esimerkiksi laitteiden etänä tapahtuvan ohjaamisen ja säätämisen. Kolmantena esineiden internetin tuomana mahdollisuutena he mainitsevat optimoinnin. Kerätyn datan avulla esimerkiksi jonkin laitteen toimintaa pystytään seuraamaan, ja tarkkailemaan huoltotarvetta. Viimeisenä kohtana he nostavat esiin laitteiden mahdollisuuden itsenäiseen toimintaan. Alla olevaan kuvaan (kuva 5) on kerätty esineiden internetin mahdollistamia käyttökohteita, jotka nousivat keskeisimpään asemaan käsitellyissä artikkeleissa.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Menetelmäsuuntauksena laadullinen tutkimus

Tutkimuksen menetelmäsuuntauksena toimii laadullinen tutkimus. Laadullinen tutkimus valikoitua suuntaukseksi, koska sen tarjoamat aineistonkeruu- ja analyysitavat osoittautuivat toimivimmiksi valitun tutkimusaiheen ja tutkimusaukon kannalta. Määrällinen tutkimus ei olisi toteuttanut tutkimuksen tavoitteita, koska määrällisen tutkimus suuntautuu enemmän numeroihin ja tilastoihin, sekä on luonteeltaan ennalta määritellympi.

Laadullinen tutkimus ei itsessään ole vain yksi tapa tehdä tutkimusta, vaan se sisältää erilaisia lähestymistapoja sekä aineistonkeruu- ja analysointimenetelmiä. Se tarjoaa monia erilaisia lähestymistapoja tieteellisen tutkimuksen tekemiseen. Esimerkiksi Eriksson ja Kovalainen (2008) huomauttavat tämän näkyvän vaihteluna muun muassa tutkimuksen keskittymisen kohteissa ja siten eri tutkimustekniikoiden painotuksissa. Laadullisen tutkimuksen ei voida olettaa tarjoavan kvantitatiivista tutkimusta syvällisempää tutkimusta, vaikka se pyrkiikin kohteen syvälliseen ymmärtämiseen. Erään näkökulman mukaan tutkimus on menetelmästä riippumatta pinnan raapimista. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Laadullinen tutkimus pyrkii siis ymmärtämään ilmiöitä syvällisesti ja kokonaisvaltaisesti. Laadullisessa tutkimuksessa datan keruu ja sen analysointi ovat usein sidoksissa tutkimuksen kontekstiin. Useimmiten laadullista tutkimusta kuvailtaessa se tapahtuu vertailemalla sitä määrälliseen tutkimukseen. Esimerkiksi kun laadullinen tutkimus pyrkii juuri yllä mainitun tavoin tulkintaan ja ymmärtämiseen, määrällinen tutkimus pyrkii ennemminkin selittämään ja perustelemaan sekä testaamaan ennalta määriteltäviä hypoteeseja ja käyttämään tilastollisia analyysejä.

Sen sijaan laadullinen tutkimus ei yleensä sisällä hypoteeseja. Myös kun verrataan laadullisen ja määrällisen tutkimuksen tapoja kerätä aineistoa, erottuvat ne toisistaan. Laadullisen tutkimuksen aineistonkeruu on sidoksissa tutkimuksen kontekstiin, ja pyrkimykseen muodostaa mahdollisimman kokonaisvaltainen kuva tutkimuksen kohteesta. Määrällisessä tutkimuksessa aineistonkeruu on sen sijaan paljon sidotumpaa perinteisiin, määrällisen tutkimuksen yhteydessä yleisesti käytettyihin keinoihin. (Eriksson & Kovalainen 2008.)

Laadullista tutkimusta on usein kritisoitu juuri osittain yllä mainittujen syiden vuoksi. Yleisin syy kritiikkiin on ollut tutkijan voimakas osallistuminen tutkimusprosessiin. Koska laadullisessa tutkimuksessa lähes kaikki kerätystä datasta kulkeutuu tutkijan silmien lävitse, pitävät kriitikot kerättyä aineistoa siten subjektiivisena, vaistojenvaraisena sekä tutkijan arvomaailmaa huokuvana. Kriitikot ovat myös todenneet, että laadullinen tutkimus ei ole tarkka eikä täsmällinen ja se epäonnistuu

asioiden todellisten syy–seuraus-suhteiden selittämisessä. Kritiikkiä vastaan on puolustauduttu esimerkiksi nostamalla esiin tutkijoiden kyky keskeyttää tutkimusprosessi, ja samalla tutkia mahdollisten puolueellisten ennako–oletuksien olemassa oloa. (Goulding 2002.)

### 3.2 Case -tutkimus eli tapaustutkimus

Tämän tutkimuksen toteuttamistavaksi valikoitui tapaustutkimus (engl. Case study). Tapaustutkimuksen valinta tutkimusstrategiaksi oli luontevaa, sillä tutkimuksen tavoitteena oli tutkia esineiden internetin kehitystä ilmiönä. Koska sekä esineiden internet, että sen kehityksen tutkiminen ovat molemmat hyvin laaja–alaisia käsitteitä, tuli tutkimuksen tarkempi kohde rajata, jotta kokonaisuus oli helpommin hallittavissa.

Tästä johtuen tutkimus päädyttiin rajaamaan esineiden internetin kehityksen, ja kehityksestä mahdollisesti kuluttajalle syntyvän lisäarvon tutkimiseen. Esineiden internetin kehityksestä pyrittiin huomioimaan mitä on tapahtunut viimeisen kymmenen vuoden aikana (aika, jolloin esineiden internetin kehitys ollut voimakkainta). Tämän lisäksi tutkimus pyrki huomioimaan esineiden internetin tulevan kehityssuunnan.

Keskeinen piirre tapaustutkimuksessa on tapauksen tai tapauksien muodostaminen, jotka ovat tutkimuksen keskiössä. Tapaustutkimuksessa pyritään muodostamaan yksityiskohtaista, mutta samalla hyvin kokonaisvaltaista tietoa tutkitusta tapauksesta. Tästä johtuen tutkimuskysymykset ovat usein muodostettu siten, että niihin vastauksien saaminen auttaa ymmärtämään tutkittua tapausta tai jopa ratkaisemaan sen. Tutkimuksella pyritään ymmärtämään mistä tapauksessa on kyse, ja mitä tästä voitaisiin oppia. Usein tapausta pyritään tutkimaan esimerkiksi suhteessa sen historialliseen, taloudelliseen, teknologiseen, sosiaaliseen tai kulttuurilliseen kontekstiin. (Eriksson & Kovalainen 2008.)

Myös esimerkiksi Gerring (2004) mainitsee, että tapaustutkimuksella saatetaan viitata moniin erilaisiin tutkimuksen toteuttamistapoihin. Hän nostaa esiin muun muassa juuri tiettyyn ilmiöön tai tapaukseen keskittyvät tutkimukset ja esimerkiksi tietyn kohteen tai prosessin havainnoinnin. Hän nostaa esiin myös laadullisesti toteutetun tutkimuksen, jossa havainnointijoukko on poikkeuksellisen pieni. Tapaustutkimuksen ei aina tarvitse myöskään olla laadullisesti toteutettu tutkimus. Eriksson ja Kovalainen (2008) mainitsevat, että myös määrällisen datan avulla on mahdollista muodostaa tutkittava tapaus. He painottavatkin, että tapaustutkimus tulisi nähdä ennemmin tutkimustapana tai tutkimusstrategiana kuin yksittäisenä tutkimusmetodina.

Eriksson ja Kovalainen (2008) kirjoittavat, että tapaustutkimuksen tuleminen mukaan liiketoiminnan tutkimiseen ei ole ollut ihme, sillä liiketoiminnan opettamiseen on pitkälti sen historian ajan kuulunut tosielämän esimerkkien käyttäminen. Myös Yin (2002) puhuu

tapaustutkimuksen ja liiketoiminnan tutkimisen välisestä suhteesta. Hänen mukaansa liiketoiminnan tutkija luo tapauksen nimenomaisesti tutkimalla jotakin yksittäistä ilmiötä. Näissä tapauksien rajojen ennalta määrittely on tärkeää.

### 3.3 Tutkimuksessa hyödynnetty aineisto

Tutkimuksen aineisto koostuu sekä empiirisesti eli havainnoimalla hankitusta aineistosta, että aikaisemman kirjallisuuden hyödyntämisestä. Empiirisesti kerätty aineisto koostuu sekä yksityistä että julkista rahoitusta saaneista hankkeista, jotka ovat tavoitteiltaan sidoksissa esineiden internetiin. Kun tutkimuksessa puhutaan myöhemmin IoT -hankkeista, tarkoitetaan niillä samaa. Rahoituksen saaneita hankkeita ei rajattu maantieteellisesti. Ajallisesti yksityistä rahoitusta saaneita hankkeita tarkasteltiin vuoden 2019 ajalta. Nämä koostuivat siis pääosin yksityisten pääomasijoittajien ja yritysten rahoittamista startup -yrityksistä, jotka toimivat esineiden internetin parissa. Yksityisten pääomasijoittajien joukossa olivat esimerkiksi pääomasijoitusyhtiö Andreessen Horowitz sekä vähittäiskauppaketju Walmart ja pääosin huonekaluja myyvän Ikean taustayhtiö Ingka Group.

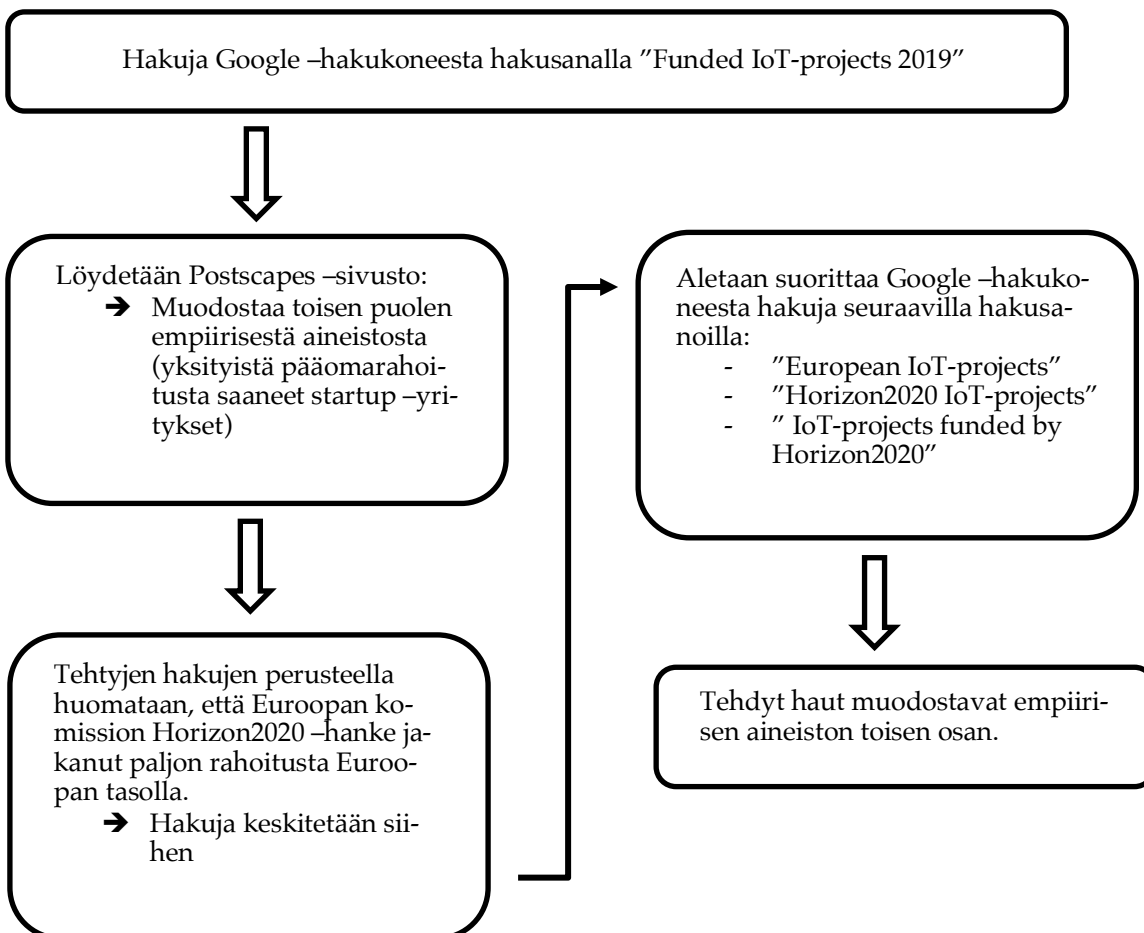
Toisen puolen empiirisestä aineistosta muodostivat Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelman rahoittamat hankkeet. Horizon2020 on Euroopan unionin tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelma, jonka tavoitteena on tukea tutkimustulosten ja keksintöjen markkinoille viemistä. Esimerkiksi tuleville ja kehitteillä oleville teknologioille se on myöntänyt rahoitusta 2,696 miljardia euroa (Euroopan komissio 2014). Horizon2020 -ohjelman kesto ulottuu ajanjaksolle 2014 – 2020. Lähdettäessä tekemään tutkielmaa, ei Horizon2020 ollut etukäteen valikoitunut tarkastelun kohteeksi. Vasta hakujen tekeminen aiheesta osoitti, että valtaosa IoT –projekteista Euroopassa oli Horizon2020 –ohjelman alaisia, jolloin tämä valikoitui tarkemmin tarkastelun kohteeksi.

Pääosa ohjelman alaisista IoT -hankkeista ovat kestoiltaan yhtä pitkiä. Horizon2020 -ohjelma on jakanut rahoitusta todella laajalti. Esimerkiksi IoT -hankkeille ohjattu rahoitus jakaantuu moneen erilliseen ohjelmaan. Tämä tutkielma on huomionnut Horizon2020 -ohjelman alaiset hankkeet, jotka tähtäävät esineiden internetin kehittämiseen. Nämä hankkeet kätkevät alleen useita tahoja, jotka sisältävät esimerkiksi yrityksiä ja tutkimuslaitoksia. Tämä tutkielma on keskittynyt pääosin hankkeiden ja niiden tavoitteiden analysointiin, eikä hankkeiden alla olevia yksittäisiä yrityksiä ole analysoitu yhtä tarkasti.

Empiirisen, havainnoimalla kerätyn aineiston avulla oli tarkoitus selvittää, minkälaiset esineiden internetiin sidoksissa olevat hankkeet ja yritykset ovat keränneet rahoitusta viimeisimpien vuosien aikana. Yksityistä pääomarahoitusta keränneet yritykset muodostuivat vuoden 2019 aikana rahoitusta keränneistä yrityksistä. Aineiston keruu tapahtui marraskuussa 2019, joten aivan vuoden viimeisimpiä rahoituskerroksia ei ole tutkimuksessa

huomioitu, mikäli näitä on ollut. Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelman alaiset hankkeet olivat aineiston keruuhetkellä olleet käynnissä jo suurimman osan projekteihin myönnetystä ajasta. Hankkeiden havainnointi mahdollisti silti Euroopan tasolla tapahtuvan tarkastelun, joka tähtäsi kokonaisvaltaisen kuvan saamiseen esineiden internetin tulevasta kehityksestä, ja mahdollisista tulevista käyttökohteista.

Empiirisen aineiston keräämisessä hyödynnettiin Postscapes -sivuston ylläpitämää listausta esineiden internetin alaisten hankkeiden saamista rahoituksesta. Löydetyt yritykset listattiin, ja ala jolla ne toimivat sekä niiden tavoitteet ja toiminnot kirjattiin myös ylös. Postscapes -sivusto käsitteli ainoastaan yksityistä pääomaa saaneita startup -yrityksiä. Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelmasta rahoitusta saaneita hankkeita ei sen sijaan ollut listattu yhtä kattavasti, kuin yksityistä pääomaa keränneitä startup -yrityksiä. Horizon2020 -ohjelmasta rahoitusta saaneita hankkeita kerättiin tekemällä hakuja Google -hakukoneesta seuraavassa kuviossa esitetyllä tavalla. Löydetyt Horizon2020 -ohjelman alaiset hankkeet käsiteltiin samalla tavalla kuin löydetyt yksityistä rahoitusta saaneet hankkeet.



KUVA 7 — Empiirisen aineiston hakuprosessi



Rahoitusta havainnoimalla hankitun aineiston lisäksi tutkimuksessa on hyödynnetty aikaisempaa kirjallisuutta esineiden internetistä, keskittyen esineiden internetin kehitykseen. Mukaan valikoitui artikkelit, jotka olivat Scopus -viitetietokannasta eniten viitattuja aihepiirin hakusanoja käyttäen. Tarkemmin hakusanat ja niiden yhdistelmät on tuotu esiin kuvassa 8. Tämän lisäksi artikkeleja pyrittiin löytämään ajanjaksolle 2010 – 2018. Ajanjakso 2010 – 2018 valikoitui, koska esineiden internetin kehitys on ollut voimakkainta kyseisellä ajanjaksolla. Scopus –viitetietokannassa yllä mainitut hakutulokset saatiin valikoimalla Cited by (highest) –suodatin. Lisäksi annetun hakusanan tuli esiintyä joko artikkelin otsikossa, tiivistelmässä tai avainsanojen joukossa.

Esimerkiksi kaikkia vuosien 2010–2012 välille sijoittuvia, eniten viitattuja artikkeleja ei huomioitu tutkielmassa, vaan eniten viitattuja aiheeseen liittyviä artikkeleja pyrittiin poimimaan tasaisesti koko ajanjaksolta. Etsimällä artikkeleja koko ajanjaksolle pyrittiin saavuttamaan otantaa siihen, miten aihetta tutkivan kirjallisuuden tutkimuksen suunta on muuttunut vuosien saatossa. Tämän avulla pyrittiin ymmärtämään esineiden internetin kehitystä ja tekijöitä, jotka ovat vaikuttaneet kehitykseen voimakkaasti.

- “internet of things”
- “internet of everything”
- “industrial internet of things”
- “industry 4.0”
- “smart object\*” OR “smart device”
- ”internet of things” AND ”future application\*” OR ”future direction\*”
- “internet of things” AND future
- “internet of things” AND challenge\*

**KUVA 8 — Aikaisemman kirjallisuuden etsinnässä hyödynnetyt hakusanat**

### 3.4 Grounded theory

Kuten tutkimuksessa on jo aikaisemmin mainittu, tämä tutkimus ei ensisijaisesti nojaa ennalta määriteltyihin teorioihin. Tästä johtuen tutkimusta varten kerätyn aineiston analysoinnissa on hyödynnetty grounded theory -menetelmää. Hyödyntämällä grounded theory -menetelmää aineiston analyysissä, tutkimus pyrki analyysin pohjalta pohjustamaan uuden teorian luomista. Tutkimuksen tulokset on pyritty kytkemään aikaisempaan kirjallisuuteen tutkimuksessa aikaisemmin mainitulla tavalla, mutta ne eivät ole pyrkineet osoittamaan aikaisemmin tehtyä tutkimusta vääräksi. (Eriksson & Kovalainen 2008.)

Grounded theoryn juuret ulottuvat vuoteen 1967, jolloin Barney Glaser ja Anselm Strauss julkaisivat kirjan *The Discovery of Grounded Theory*. Kehittäessään grounded

theorya, he pyrkivät luomaan tarkemmin määritellyn ja systemaattisemman datankeruu- ja analysointitavan. Grounded theoryn kuuluessa laadullisen tutkimuksen metodologioihin, jakaa se useita piirteitä muiden laadullisten menetelmien kanssa. Grounded theoryn käyttäminen edellyttää kontekstin ymmärrystä, ja tutkimuksen sitomista siihen. (Goulding 2002.)

Yleisesti ottaen grounded theory keskittyy joko olemassa olevan teorian kehittämiseen tai rakentamaan kokonaan uutta teoriaa. Grounded theoryn avulla muodostettu teoria nojaa vahvasti kerättyyn aineistoon, joka on hankittu systemaattisesti sekä sen analysointi on toteutettu huolellisesti. Grounded theoryssa teoria elää pitkin sen luomisprosessia. Erään määritelmän mukaan grounded theoryn avulla muodostettua teoriaa voidaan pitää kerätyn datan ja sen analysoinnin vuorovaikutuksesta syntyneenä tuotteena. Yleisimmin grounded theorya hyödynnetään, kun tutkimuksen kohteena olevasta asiasta tiedetään vasta vähän, tai kun tutkimuksen kohteena olevaan asiaan halutaan muodostaa uusi näkökulma. (Goulding, 2002.)

Grounded theorya noudattava tutkimusprosessi on harvoin lineaarinen. Sama voidaan todeta tämän tutkimuksen toteuttamisesta. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tehdä havaintoja kerätystä aineistosta ja analysoida niitä. Rahoitusta saaneet hankkeet järjestettiin taulukkoon sen mukaan, mitä toimialaa yritys tai hanke edusti, tai vastaavasti mikäli yritys tai hanke kehitti samalle alalle suuntautuvaa lopputuotetta tai palvelua. Tämän lisäksi listattiin tavoitteet, kuten mitä ja miten yritys tai hanke pyrki esineiden internetin avulla muuttamaan. Kun kerätyt yritykset olivat yllä mainitulla tavalla koodattu, analysoitiin aineisto ja sitä verrattiin aikaisempaan tutkimukseen.

Aineiston analyysin tuloksia käsittelevässä luvussa olevat alaluvut muodostettiin tutkielman tutkimuskysymyksien pohjalta. Aineistoa käsittelyssä edettiin aina vuoroin eteenpäin ja taaksepäin. Kesken tutkimus- että analysointiprosessin tulleet ajatukset kirjattiin ylös kyseistä tarkoitusta varten luotuun word -tiedostoon. Ylös kirjoitettuja ajatuksia hyödynnettiin aineistoa analysoitaessa sekä muodostettuja tuloksia kirjoitettaessa.

## 4 TUTKIMUSTULOSTEN ESITTELY

### 4.1 Esineiden internetin kehitys

#### 4.1.1 Kirjallisuudessa esiin nostettuja käyttökohteita

Aikaisemman kirjallisuuden perusteella käyttökohteita, joihin esineiden internetillä tulisi olemaan suurimmat vaikutukset, arvioitiin useimmiten olevan toimitusketju ja logistiikka, älykäs ympäristö, terveydenhuolto ja maanviljely. Tutkimuksessa hyödynnetyt tulevia käyttökohteita tarkastelevat artikkelit ovat ilmestyneet vuosien 2010 ja 2018 välillä. Arviot tulevista käyttökohteista pysyivät hyvinkin samankaltaisina koko ajanjakson. Esineiden internetin vaikutus toimitusketjuihin ja logistiikkaan nostettiin esiin jokaisessa tarkastellussa artikkelissa. Myös terveydenhuolto ja älykäs kaupunki nousivat esiin jokaisessa ajanjakson artikkelissa.

Toimitusketjujen ja logistiikan kokema hyöty arvioidaan kaikissa artikkeleissa hyvinkin samaan tapaan. Rahdin ja yksittäisten esineiden reaaliaikaisen seurannan ennakoidaan tuovan tehokkuutta logistiikan prosesseihin. Reaaliaikaisen seurannan esitetään helpottavan myös reagointia tuotteiden saatavuuteen liittyvissä ongelmissa, kun varastosaldojen tarkempi seuranta helpottuu, sekä varastojen optimointi helpottuu, kun tietoa eri lähteistä pystytään keräämään ja yhdistämään.

Esineiden internetin ennakoitiin vaikuttavan myös rahdin liikuttamiseen. Optimoidut reitit vähentävät esimerkiksi polttoaineen kulutusta ja vähentävät ruuhkia jouduttaen perille pääsyä. Näiden lisäksi esimerkiksi liikenneturvallisuutta pystytään parantamaan. Myös teollisuuden prosessien ennakoidaan kehittyvän ja tehostuvan. Prosessien kehittyminen ja tehostuminen ovat seurausta prosessien eri vaiheiden yksityiskohtaisemmasta seurannasta, ja seurannasta kerätyn tiedon hyödyntämisestä.

Älykkäiden kaupunkien käsitteleminen vaihtelee hieman jokaisessa tarkastellussa artikkelissa, mutta pääpiirteittäin jokainen tarkasteltu artikkeli käsittelee samoja teemoja ja alateemoja. Atzori ym. (2010) mainitsevat älykkään ympäristön kokonaisuuden, jonka he katsovat sisältävän kodin, toimistot ja tehtaat. Myöhemmin ilmestyneet artikkelit alkoivat käsitellä älykkäitä sähköverkkoja osana älykkäiden kaupunkien teemaa. Vahvana teemana tarkastelluissa artikkeleissa esiintyi myös kiinteistöjen tehostetumpi ohjaus. Valaisuksen sekä ilmastoinnin käytön ja energian kulutuksen arvioidaan tehostuvan esineiden internetin seurauksena.

Myös terveydenhuolto nähtiin jokaisessa tarkastellussa artikkelissa alana, johon esineiden internetillä katsottiin olevan suuri merkitys. Atzori ym. (2010) mainitsivat esinei-

den paremman jäljitettävyyden avulla saavutettavan tehokkuuden ja turvallisuuden leikkauksissa. Esineiden jäljitettävyyden avulla esimerkiksi oikeat lääkkeet ja veripussit pystytään kohdentamaan turvallisesti oikeille potilaille.

Verrattuna Atzorin ym. julkaisemaan artikkeliin (2010), Borgia (2014) ja muut myöhemmin julkaistut ja tarkastelun kohteena olleet artikkelit nostivat esiin henkilökohtaisen terveydentilan seurannan, jota on mahdollisuus tehostaa hyödyntämällä terveydentilan ja sen muutoksien mittaamista. Mittaamisen ehdotettiin tehostavan diagnosointia ja hoitoon ohjaamista, ja yleisen terveydentilan seuraamista, ja siten sairauksien ehkäisemistä. Esiin nostettiin myös potilaiden terveydentilan seuranta sairaalahoidon jälkeisenä aikana. Potilaiden poistuttua sairaalasta kotiin, esineiden internet mahdollistaa potilaiden tilan seurannan ja siten terveydenhuollon tehostumisen ja laadun paranemisen.

Esineiden internetin muutosta ja tulevia käyttökohteita tutkiva kirjallisuus käsitteli pääpiirteittäin samoja teemoja läpi ajanjakson (2010 – 2018). Myöhemmin mukaan tullut, ja sen jälkeen kirjallisuudessa laajaa huomiota saanut ala on maanviljely. Syitä tämän suuntaiseen kehitykseen ovat voineet olla esimerkiksi ilmastonmuutoksen luomat tarpeet maapallon rajallisten resurssien aikaisempaa tehokkaampaan hyödyntämiseen, sekä maanviljelyn hiilijalanjäljen pienentämiseen.

Maanviljelyn lisäksi aikaisempaa enemmän tavaroiden ja esineiden sijaan, artikkeleissa alettiin käsitellä ihmisten älykästä liikkumista. Esimerkiksi jo Borgia (2014) mainitsee artikkelissaan älykkään kaupungin liikenteestä keräämän datan ja sen hyödyntämisen ruuhkien ehkäisemisessä ja liikenneturvallisuuden parantamisessa, mutta esimerkiksi esineiden internetin keräämää dataa hyödyntäviä itseohjautuvia ajoneuvoja ei vielä mainita artikkelissa. Vasta Lin ym. (2017) nostavat esiin älykkäiden kaupunkien ja älykkäiden ajoneuvojen välisen integraation, jotka mahdollistavat tulevaisuudessa luotettavan, tehokkaan ja turvallisen liikenteen kaupungeissa, esimerkiksi itseohjautuvien autojen avulla.

Ajanjakson (2010 – 2018) loppupäässä esiin alkoi tulla myös esineiden internetin yhteistyö tekoälyn ja lohkoketjuteknologioiden kanssa. Esineiden internetin avulla syntyvät suuret datamassat ja näiden tehokas ja turvallinen hyödyntäminen edellyttävät toimiakseen tekoälyä ja lohkoketjuteknologioita tuekseen.

#### **4.1.2 Taustalla olevat teknologiat ja niihin liittyvät haasteet**

Vuoden 2010 artikkelissaan Atzori ym. painottavat voimakkaasta rfid -teknologian merkitystä keskityttäessä esineiden internetin tuleviin käyttökohteisiin, ja käyttökohteet mahdollistaviin teknologioihin. Esineiden yksilöllisessä merkitsemisessä rfid nostetaan tärkeäksi mahdollistavaksi teknologiaksi. He nostavat esiin myös nfc -teknologian. Nfc hyödyntää rfid -teknologiaa, mutta sen toimintaetäisyys on huomattavasti rfid:ä lyhyempi.

Nfc ottaa toimintaansa tarvitsemansa energian lukijalaitteesta, mikä asettaa rajoitukset toimintaetäisyydelle. Myös Borgia (2014) ja Al-Fuqahan ym. (2015) mainitsevat rfid -teknologian osana esineiden internetiä.

Siirryttäessä myöhemmin ilmestyneisiin artikkeleihin, vähenevät maininnat sekä rfid -teknologiasta että nfc -teknologiasta. Rfid -teknologian soveltamisessa ongelmallisena on pidetty standardien puutetta, sekä kustannuksia, jotka aiheutuvat rfid -teknologian liittämisestä yksittäisiin tuotteisiin. Niin merkittävästi maininnat kirjallisuudessa eivät kuitenkaan vähene, että rfid -teknologian merkityksen voitaisiin nähdä vähentyneen. Sitä pidetään edelleen esineiden internetin tukipilarina. Se koetaan myös yhdeksi keskeisimmistä tavoista aistia ympäristöä, ja välittää aistittua tietoa eteenpäin.

Analysoitaessa muita kirjallisuudessa mainittuja esineiden internetin mahdollistavia teknologioita, esiin nousee voimakkaasti pilvilaskenta. Se on yksi ratkaisevimmista tekijöistä esineiden internetin taustalla. Pilvilaskenta on ollut laajan mielenkiinnon kohteena viime vuosien julkaisuissa, osittain myös esineiden internetin laajenemisesta aiheutuvien tekijöiden johdosta. Kaikissa tutkimukseen valituissa artikkeleissa pilvilaskenta nähtiin olennaisena tekijänä esineiden internetin taustalla. Pilvilaskenta mahdollistaa esineiden riittämättömien teknisten ominaisuuksien kiertämisen. Esimerkiksi tarvittava laskentateho pystytään järjestämään pilvestä.

Historian saatossa pääosa pilvilaskennasta on toteutettu keskitetyllä mallilla. Siinä tietotekniset ominaisuudet, kuten laskentateho, on keskitetty suuriin serverikeskuksiin. Yritykset, jotka tarvitsevat esimerkiksi laskentatehoa tai ohjelmiston, voivat ostaa sen palveluntarjoajalta. Tarvittavien resurssien ostaminen pilvestä vapauttaa yritykset esimerkiksi osasta investointitarpeita. (Marston ym. 2011.)

Kuten esimerkiksi Satyanarayanan (2017) mainitsee, esineiden internetin laajeneminen yhä useammille alueille edellyttää pilvilaskennan mallin muuttamista. Tästä johtuen mitä uudempiin artikkeleihin siirrytään, sitä enemmän pilvilaskennan uudet sovellutukset tulevat mukaan kuvaan. Kuten tutkielman toisessa luvussa mainitaankin, reuna- ja sumulaskennat mainitaan yhä useammin alan tulevaisuutta pohtivissa artikkeleissa. Julkaisuista käy ilmi, että reuna- ja sumulaskennat ovat kriittisiä tekijöitä esineiden internetin tulevan kehityksen kannalta, mutta myös merkittäviä tekijöitä luotaessa uusia esineiden internetin käyttökohteita kuluttajille.

#### ***4.1.3 Käynnissä olevat hankkeet ja kirjallisuudessa mainitut ongelmat***

Eri teknologioiden ja laitteiden yhteensopivuus nähtiin esteenä esineiden internetin tulevalle kehitykselle. Tähän liittyen yksi suurin mahdollinen este on standardien puute. Yhteensopivuuden ei voida täysin ajatella olevan korjattavissa esimerkiksi startup -yrityk-

sien kehittelemien ratkaisujen avulla. Ongelman ratkaisemiksi tarvitaan enemmän resursseja. Euroopan unionilla on suuremmat mahdollisuudet vaikuttaa yhteensopivuuden ja puitteiden rakentamiseen. Empiirisen aineiston perusteella Euroopan unionilla on vireillä monia hankkeita, joiden tarkoituksena on tukea esineiden internetin alaisten laitteiden yhteensopivuutta ja eri teknologioiden välistä yhteistyötä.

Yhteentoimivuuden ja yhteensopivuuden parantamiseen pyrkivät hankkeet ja projektit sisältävät esimerkiksi pyrkimyksiä parantaa ja laajentaa esineiden internetin kehitystä eteenpäin vievien tahojen yhteistyötä. Lisäksi tavoitteena on erilaisten protokollien yhteensopivuuden parantaminen, sekä purkaa teknisiä alalle tulon esteitä, ja madaltaa siten alalle tulon kynnyksiä. Hankkeet pyrkivät luomaan Euroopan laajuisen ekosysteemin esineiden internetille, hyödyntäen avoimia teknologioita ja pyrkimyksiä IoT -alustojen luomiseen.

Aineistossa oli muutamia yksityistä pääomaa keränneitä startup -yrityksiä, joiden liiketoiminta perustui erilaisten alustojen kehittämiseen esineiden internetin tarpeille. Yksi yrityksistä pyrki esimerkiksi luomaan alustan, jonka tarkoituksena on tarjota yrityksille kaikki tarvittava, liittyen älykkään tuotteen luomiseen ja sen liittämiseen verkkoon. Yritys pyrkii luomaan mahdollisimman helpon tavan esineen liittämiseksi osaksi esineiden internetiä. Yritys puhuu esineiden liittämisestä seuraavasti:

*” Tarjoamme yrityksille täysin integroidun lähestymistavan, jonka avulla yrityksiä on mahdollista tuoda markkinoille IoT -tuote, josta on luotavissa hyvin nopeasti turvallinen, markkinakelpoinen ja luotettava. ”*

*” Mikäli oletuksenamme on yhdistää esimerkiksi 15 miljardia esinettä, me tulemme tarvitsemaan älykästä, turvallista ja helppoa tapaa toteuttaa esineiden liittäminen. ”*

Sekä Euroopan unionin alaisten hankkeiden, että yksityistä rahoitusta keränneiden startup -yritysten tavoitteiden perusteella on nähtävissä, että kirjallisuudessa mainittuihin ongelmiin yhteensopivuudesta ja yhteentoimivuudesta ollaan panostamassa. Näiden tuomat haasteet esineiden internetin kehitykselle on tunnistettu sekä julkisella, että yksityisellä sektorilla.

Aikaisemmasta kirjallisuudesta on nostettavissa esiin huoli nykyisen pilvilaskentamallin riittämättömyydestä, esineiden internetin laajetessa yhä useimmille alueille, ja yhdistettyjen esineiden lukumäärän kasvaessa. Kirjallisuudessa ratkaisuksi tarjottiin reuna- ja sumulaskentoja. Myös kerätty aineisto tuki tätä kirjallisuudesta esiin nousutta teemaa. Yksityistä pääomarahoitusta keränneiden startup -yritysten joukossa oli toimijoita, jotka kehittävät reunalaskentaa. Yksi reunalaskentaa kehittävästä yrityksistä kuvasi tavoitteitaan ja sekä rahoituksen tuomia mahdollisuuksia seuraavasti:

*”Sovelluksien luomisen, käyttöönoton ja ajamisen pitäisi olla yhtä helppoa reunalaskennan avulla, kuin se on perinteisen pilvilaskennan avulla. Rahoituksen saaminen tukee visiotamme rakentaa perinteisen pilvilaskennan kaltainen reunalaskentamalli, joka perustuu avoimeen lähdekoodiin, on todella turvallinen ja perustuu standardeihin. ”*

Kerätyn aineiston analysoinnin perusteella voidaan kuitenkin todeta, että keskitetyn pilvilaskentamallin korvaamiseen tähtääviä hankkeita oli käynnissä suhteessa vähän, huomioiden aikaisemman kirjallisuuden esiin nostama voimakas tarve korvata keskitetty pilvilaskentamalli esimerkiksi reunalaskennalla. Taustalla saattaa vaikuttaa esimerkiksi nykyisen pilvilaskennan keskittyminen muutamille isoille toimijoille, kuten Amazonille, Alibaballe ja Microsoftille. Toki entistä hajautetumpi malli saattaisi mahdollistaa myös liiketoiminnan pirstaloitumisen entistä useammalle, ja sallia pienempien yritysten markkinoille tuleminen.

Aineistosta löytyi myös energian keräämiseen liittyvä startup -yritys, joka oli kerännyt rahoitusta vuoden 2019 aikana. Yritys kehittää esimerkiksi ostoskeskuksiin lattiamateriaaliksi soveltuvaa tuotetta, joka ihmisten askeleiden seurauksena synnyttää pienen määrän sähköenergiaa, jota voidaan hyödyntää paikallisesti. Myös tulostettavan elektroniikan valmistusmenetelmää kehittävä ja kaupallistava yritys oli kerännyt rahoitusta. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta, että uudenlaiset tavat tuottaa energiaa ja valmistaa elektronisista komponentteja eivät ole olleet suosituimpia rahoituksen kohteita. Kerätyn aineiston perusteella, esineiden internetin laajeneminen ei saa tulevaisuudessa juurikaan tukea elektroniikan valmistamisessa tai energian tuottamisessa tapahtuvasta teknologisesta kehityksestä.

#### ***4.1.4 Ajankohtaiset käyttökohteet empirian perusteella***

Euroopan unionin Horizon2020 -hankkeen alla olevien projektien sekä vuoden 2019 aikana yksityistä pääomarahoitusta keränneiden startup -yritysten joukosta nousee selvästi esiin muutamia käyttökohteita, jotka ovat keränneet valtaosan esineiden internetin liittyvien hankkeiden rahoituksesta. Käyttökohteista voimakkaimmin erottuu maanviljely. Löydös tukee sikäli aikaisemman kirjallisuuden analyysia käyttökohteista, joka paljasti käyttökohteita koskevan kirjallisuuden painottuneen viime vuosina voimakkaasti maanviljelyn ympärille. Pääosa maanviljelyyn keskittyvistä ratkaisuista pyrkii viljelijöiden sadon optimointiin. Esimerkiksi yksi empiirisen aineiston yrityksistä, joka pyrkii tulevaisuuden maanviljelyn tehostamiseen, kommentoi rahoituksen yhteydessä toimintojaan seuraavasti:

*” Tavoitteenamme on mahdollistaa viljelyyn käytettävien resurssien optimointi, huomioiden toki eroavuudet maantieteellisessä sijainnissa ja viljeltävissä kasveissa. ”*

Edelleen käyttökohteista nousee esiin myös älykäs ympäristö, ja siitä haarautuen älykkäitä kaupunkeja ja rakennuksia edistävät hankkeet. Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelmassa on vireillä hanke, jonka tavoitteena on lisätä kaupunkien yhteistyötä älykkäiden kaupunkien kehittämisessä ja niiden ympärille rakennettujen digitaalisten palveluiden tuottamisessa. Rahoitusta on kerännyt myös esineiden internetille ohjelmistoja kehittävä startup -yritys, jonka tavoitteena on rakennusten lämmityksen, veden käytön, valaistuksen ja energiaressurssien optimointi. Se pyrkii hyödyntämään rakennuksista kerättyä dataa, ja kerätyn datan avulla optimoimaan rakennusten ylläpidon ja resurssien käytön.

Kirjallisuutta tuki myös eräs pääomarahoitusta kerännyt, toimitusketjujen optimointiin pyrkivä startup -yritys. Toimitusketjuja ja logistiikkaa voidaan pitää yhtenä keskeisimmistä käyttökohteista, joiden toimintaan esineiden internetin on todettu vaikuttavan voimakkaasti. Toimitusketjut ja logistiikka olivat myös havaittavissa aineistosta koko ajanjakson, jolta tutkimukseen valitut julkaisut poimittiin. Rahoitusta keränneen yrityksen tavoitteena on tuoda toimitusketjuihin läpinäkyvyyttä, tehokkuutta ja reagointikykyä. Yritys pyrkii tähän tarjoamalla mahdollisuuden reaaliaikaiseen toimitusketjun seurantaan pilvipohjaisen alustansa avulla. Yritys kuvailee tuotteensa ja markkinoiden suhdetta seuraavasti:

*” Tähtäämme tuhansien yrityksiä kokemaan kipupisteeseen, jossa yritysten haasteena on hallita omaisuuttaan ja tuotteitaan tehokkaammin. Visionamme on tuoda näkyvyyttä ja seurattavuutta toimitusketjuihin. ”*

Edellä mainitut käyttökohteet olivat hyvin linjassa aikaisemman kirjallisuuden esittämien mahdollisten käyttökohteiden kanssa. Joukossa oli myös yksi, etenkin ravintola-alan yritysten toimintojen tehostamiseen pyrkivä yritys. Yritys tähtää ruokahävikin ehkäisemiseen. Yritys tarjoaa ruokaa tuottaville yrityksille mahdollisuuden mitata omaa ruokahävikkiään. Laitteisto mittaa pois heitetyn ruuan määrän, ja näyttää esimerkiksi poisheittämisestä aiheutuvan rahassa mitattavan kustannuksen. Yritys kommentoi maailmassa esiintyvää ruokahävikkiä seuraavasti:

*” Kun kysymme ihmisiltä arviota siitä, kuinka paljon he heittävät ruokaa pois, arvio on noin 3–5 % ostetusta, mutta tosiasiallisesti määrä pyörii 5–20 % välillä – ja suurin osa hävikistä aiheutuu ennen kuin ruoka on edes ehtinyt asiakkaan tarjottimelle. ”*



Empiirisen aineiston analyysin perusteella voidaan todeta, että käynnissä olevat hankkeet tukivat hyvin luvussa kaksi esiin nostettuja aikaisemmassa kirjallisuudessa mainittuja mahdollisia tulevia käyttökohteita. Koska esineiden internetin mahdollistamien käyttökohteiden lukumäärä on todella suuri, ei aikaisempaa kirjallisuutta ja empiiristä aineistoa vertaamalla pysty täysin määrittämään esineiden internetin tulevia käyttökohteita. Esimerkiksi esineiden internetin mahdollistaessa monien eri asioiden optimoinnin, on kaikkien yksittäisten käyttökohteiden luetteleminen mahdotonta. Kirjallisuutta ja kerättyä aineistoa vertaamalla pystytään kuitenkin tulkitsemaan pääpiirteittäisiä käyttökohteita sekä aloja, joihin esineiden internetillä voidaan katsoa olevan suurin vaikutus. Tämän lisäksi pystytään analysoimaan tapoja, joiden avulla esineiden internet tulee suurimmaksi osaksi vaikuttamaan tuleviin käyttökohteisiin.

## 4.2 Kuluttajan asema aikaisemman kirjallisuuden perusteella

Aikaisemman kirjallisuuden osiossa on pyritty nostamaan esiin tekijöitä, jotka ovat olleet merkittävästi mukana vaikuttamassa esineiden internetin kehitykseen vuosien saatossa. Esiin on pyritty myös nostamaan asioita, jotka saattavat vaikuttaa esineiden internetin täysmittaista hyödyntämistä ja sen laajamittaista käyttöönottoa. Osa ongelmista vaikuttaa myös suoraan kuluttajan käyttökokemukseen ja sen mielekkyyteen.

Yksi suurimmista kuluttajalle aiheutuvista ongelmista esineiden internetin parissa on ollut sen tarjoama heikko tietoturva ja yksityisyys. Esineiden internetin pyrkiessä vaikuttamaan kuluttajaan arkielämän joka osa-alueelle, vaarantuu kuluttajan yksityisyys alhaisen tietoturvatason vuoksi helposti.

Kuten Yang ym. 2017 huomauttavat, esineiden internetissä datan kerääminen, sen analysointi ja sen perusteella toimiminen saattavat tapahtua ilman ihmisen vuorovaikutusta, jopa ilman että ihminen tietää toimimensa tulleen juuri kerätyksi ja analysoiduiksi. Esineiden internetin pyrkimystä huomaamattomaan ja kuluttajalle mahdollisimman helppoon toimimiseen voidaan tästä johtuen pitää ongelmallisena. Kuluttajan on vaikea muodostaa oikeaa käsitystä hänestä kerätystä tiedosta, mikäli hänelle ei tehdä täysin selväksi sitä, mitä tietoja hänestä on kerätty ja miksi.

Nykyinen toimintamalli, jossa kuluttajan odotetaan punnitsevan itsenäisesti hyötyjä ja haittoja hyväksymänsä datan keräämisen ja tästä saamiensa hyötyjen välillä, nojautuu harhakäsitykseen kuluttajan toimeliaisuudesta. Jotta kuluttajalle ei tulisi yllätyksenä yksityisyyden menetys, ja mahdollinen henkilötietojen joutuminen väärin käsiin, tulisi kuluttajalla olla paremmat valmiudet punnita hyötyjä ja haittoja. Tämän lisäksi huomaamattomuuteen pyrkivän esineiden internetin ei tulisi kuitenkaan tehdä mitään kuluttajan tietämättä. (Sicari ym. 2015.)

Toinen aikaisemmasta kirjallisuudesta esiin noussut esineiden internetin kehitystä hankaloittava tekijä, jolla ennakoitiin olevan vaikutuksia myös kuluttajan käyttökokeemukseen, on standardien puute sekä osaltaan tästä aiheutuva yhteensopimattomuus ja yhteentoimimattomuus esineiden internetin alaisten laitteiden välillä. Esimerkiksi Yang ym. (2017) kuvaavat yhteensopivuuden kahden eri järjestelmän kykynä ymmärtää toisiaan ja mahdollisuutena hyötyä toistensa ominaisuuksista. Yhteensopivuuden voidaankin todeta olevan merkittävä kuluttajan käyttökokeemukseen vaikuttava tekijä esineiden internetissä, joka nojautuu laitteiden väliseen kommunikaatioon ja sen avulla luotavaan arvoon.

Mikäli kuluttajalle aiheutuu hankaluuksia esimerkiksi eri teknologioiden yhteensopimattomuuden johdosta, heikentää se kuluttajan käyttökokeemusta, ja samalla siirtää mahdollista laajempaa implementaatiota entistä kauemmas. Mikäli kuluttajan mahdollisuus hyötyä esineiden internetistä edellyttää laajempaa tietämystä esimerkiksi eri teknologioista tai niiden yhteensopivuudesta, ei laajamittainen käyttöönotto kuluttajien keskuudessa ole mahdollista. Mikäli kuluttajalle halutaan taata mahdollisimman jouheva käyttökokeemus, sekä esineiden internetin tavoitteeksi asetettu mahdollisimman huomaamaton käyttö, tulee esineiden internetin keskittyä yhteensopivuuden ja yhteentoimivuuden parantamiseen. Tämä tulee kuitenkin toteuttaa kuluttajan yksityisyys huomioiden.

Luvun kaksi alussa mainittiin esineiden internetistä johdettuja erilaisia alakäsitteitä, jotka kaikki tarkoittivat hieman eri asiaa. Kuten aikaisemmin todettiin termit saattavat aiheuttaa sekaannusta, ja niiden merkityserot eivät aina ole käyttäjälleen selviä. Analysoitaessa eri termejä sekä niiden vaikutusta esineiden internetiä hyödyntävään kuluttajaan, ei useiden termien olemassaolon voida nähdä vaikeuttavan kuluttajan käyttäjäkokeemusta esineiden internetin parissa.

Mikäli esineiden internetin odotetaan saavuttavan laajempaa implementaatiota esimerkiksi yritysmaailmassa, voidaan käsitteen pirstaloitumisen ajatella hankaloittavan päätöksentekemistä, sillä yrityksissä päätöksiä tekevät kuitenkin samat henkilöt, jotka ovat arkielämän kuluttajia. Päätöksenteon takana kun harvemmin on täysin alan asiantuntija.

Aikaisemmasta kirjallisuudesta positiivisesti kuluttajan käyttökokeemukseen vaikuttavana tekijänä voidaan lukea pilvilaskentateknologioiden kehittymiseen. Lähemmäs tiedon syntyä ja laskennan kohdetta tuotavan pilvilaskennan sanottiin parantavan palveluiden saatavuutta sekä vähentävän esimerkiksi vasteaikoja. Sekä palveluiden saatavuuden paraneminen että vasteaikojen pieneneminen voivat osaltaan parantaa kuluttajalle tarjottavan palvelun laatua, koska ne muuttavat kuluttajan palvelukokeemusta entistä joudukkaammaksi.

Kuten yllä olevassa kappaleessakin analysoitiin, esineiden internetin heikko tietoturva ja sen mukanaan tuoma heikko yksityisyyden suoja ovat olleet esineiden internetiä koskevan tutkimuksen keskiössä jo jonkin aikaa. Aikaisemmasta kirjallisuudesta voimme nähdä, että heikko tietoturva ja sen mukana tuoma riski yksityisyyden menetykselle on

nähty esineiden internetin kehitystä heikentävänä, sekä kuluttajille tarjottavien ratkaisujen kehittämistä hidastavana tekijänä.

Kerätyn empiirisen aineiston perusteella, sekä Horizon2020 -hankkeen alla, että rahoitusta keränneiden startup -yrityksien joukossa on kehitteillä hankkeita esineiden internetin tietoturvan ja yksityisyyden suojan parantamiseksi. Eräs yksityistä rahoitusta keränneistä startup -yrityksistä kehittää esineiden internetin alaisille laitteille tietoturvaa parantavaa ohjelmistoa. Ohjelma on ladattavissa verkkoon liitettävihin esineisiin, myös sellaisiin, jotka ovat laskennallisilta kyvyiltään heikkotehoisia. Ohjelman tarkoituksena on esittää mahdollisia tietomurtoja syntymästä. Yritys itse kommentoi tavoitteitaan seuraavasti:

*” Ohjelmisto mahdollistaa arkaluontoisen tiedon salauksen, laitteita käyttävien tahojen autentikoinnin sekä kerätyn tiedon välittämisen salaustekniikkaa hyödyntävien protokollien avulla. ”*

Kuten yllä todettiin, myös Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelmassa on kehitteillä hankkeita, jotka tähtäävät esineiden internetin tietoturvan ja kuluttajan yksityisyyden suojan parantamiseen. Erään hankkeen tarkoituksena on kehittää ennustavia esineiden internetin tietoturvapalveluita. Palveluiden tarkoituksena on kattaa useita IoT -alustoja sekä älykkäiden esineiden luomia verkkoja. Kehitteillä olevan palvelun tarkoituksena on tarjota ratkaisuja esineiden internetin kautta toteutettavaan turvalliseen tiedon keräämiseen, prosessin seurantaan sekä kehittää ennustavaa analytiikkaa riskien arvioinnin tueksi.

Kuluttajan tulevaan käyttökokemukseen vaikuttavina tekijöinä voidaan pitää myös yhteentoimivuuden ja yhteensopivuuden parantamiseen tähtääviä hankkeita. Kirjallisuudessa esineiden internetin tavoitteeksi nostettiin usein tekniikan mahdollisimman pieni läsnäolo, sekä palveluiden tuottaminen kuluttajalle mahdollisimman huomaamattomalla tavalla. Jotta kuluttajan käyttökokemus olisi mahdollisimman hyvä, tulisi palvelun tai tuotteen käyttämisen olla mahdollisimman vaivatonta kuluttajalle. Hankkeet yhteentoimivuuden ja yhteensopivuuden parantamiseksi ovat askeleita oikeaan suuntaan, ja niillä on mahdollisuus vaikuttaa esineiden internetin kuluttajalle tarjoamaan käyttökokemukseen positiivisella tavalla.

Myös pilvilaskentamallin muutoksella on mahdollisuus vaikuttaa kuluttajan käyttökokemukseen positiivisella tavalla. Niin kuin aikaisemmassa kirjallisuudessa todettiin, jotta esineiden internetin laajeneminen on mahdollista, tulee keskitettyä pilvilaskentamallia korvata mallilla, jossa esimerkiksi laskentatehoa on tarjolla lähempänä käyttäjää. Esimerkiksi kuluttajalle tuotettavien palveluiden tarjonta nopeutuu, ja erilaiset vasteajat lyhenevät palveluita käytettäessä. Kuluttajan osalta palveluiden käyttö muuttuu siis huomattavasti sujuvammaksi. Kerätyn aineiston pohjalta, ja sieltä löydettyjen pilvilaskentamallin muutokseen tähtäävien hankkeiden voidaankin todeta omaavan potentiaalia vaikuttaa positiivisesti kuluttajan kokemaan esineiden internetin käyttökokemukseen.

Aikaisemmasta kirjallisuudesta nousi esiin useita esineiden internetin käyttökohteita. Käyttökohteita ja niiden kehittymistä on analysoitu edeltävissä luvuissa. Yllä analysoitiin myös kerätystä aineistosta voimakkaimmin esiin nousseita kehitteillä olevia esineiden internetin käyttökohteita.

Kerätystä aineistosta ei noussut esiin monia suoraan kuluttajalle tarjottavia palveluita ja käyttökohteita. Kuten yllä on todettu, pääosa hankkeista keskittyi esineiden internetin toimivuuden parantamiseen. Kuitenkin muutamia suoraan kuluttajalle kohdennettuja hankkeita oli löydettävissä. Esimerkiksi Horizon2020 -ohjelmaan kuuluu hanke, jonka tavoitteena on parantaa vanhusten arkea esineiden internetin tarjoamien ratkaisujen avulla. Tarkemmin ottaen ohjelma tähtää vanhusten elämän tukemiseen, jotta heidän olisi mahdollista asua kotonaan mahdollisimman pitkään. Esineiden internetin ratkaisujen tavoitteena on vanhusten suoranaisten tukemisen lisäksi tarjota heitä hoitaville henkilöille ja palveluntarjoajille tietoa hoidon kohteesta, ja siten parantaa palveluntarjonnan tasoa.

Myös yksityistä rahoitusta keränneiden hankkeiden joukossa oli muutamia startup -yrityksiä, joiden tuotteen tai palvelun kohteena on suoraan kuluttaja. Yksi mainituista rahoitusta keränneistä startup -yrityksistä kehittää älylukkoa. Lukkoa markkinoidaan mahdollisuudella integroida se jo olemassa oleviin kehyksiin. Lukko mahdollistaa myös sisäänpääsyoikeuksien jakamisen valituille henkilöille. Kyseinen yritys on esimerkiksi testannut kotiinkuljetuspalvelua yhdessä Walmartin kanssa, jossa lähetti kykenee kuljettamaan esimerkiksi ruokaostokset suoraan asiakkaan jääkaappiin ilman, että asiakas itse on kotona.

Analysoitaessa kuluttajatuotetta kehittävien yritysten määrää ja verratessa sitä kaikkiin aineiston yrityksiin, on suoraan kuluttajille kehitteillä olevien tuotteiden ja palvelujen määrä pieni. 25 yrityksestä vain kaksi kehittää tuotetta tai palvelua, jonka voidaan nähdä olevan välittömässä yhteydessä kuluttajaan, tai jonka suoranaisten käyttäjien voidaan katsoa olevan kuluttaja. Toki tutkittaessa kuluttajien ja kehitteillä olevien hankkeiden välisiä epäsuoria yhteyksiä, voidaan suurimman osan olettaa vaikuttavan kuluttajan toimintaan tulevaisuudessa.

Välittömästi kuluttajaan vaikuttavien tuotteiden ja palveluiden vähäisen määrän vuoksi ei voida nostaa esiin käyttökohteita, jotka ovat kehitettyjä suoraan kuluttajan käytettäväksi. Sen sijaan välillisesti arvioiden asia on toinen. Monien edellä mainittujen sekä kerätyn aineiston perusteella vireillä olevien hankkeiden voidaan olettaa tuottavan palveluita ja käyttökohteita, joilla on merkittävä vaikutus kuluttajan elämään tulevaisuudessa. Erityisesti tämä pätee edellä mainittuihin ja analysoituihin hankkeisiin, joiden arvioitiin vaikuttavan positiivisesti esineiden internetin kehitykseen. Hankkeet jotka tukevat esineiden internetin kehitystä ja edesauttavat aikaisemmassa kirjallisuudessa mainittujen haasteiden voittamisessa, tulevat vaikuttamaan kuluttajan elämään välillisesti tuotettujen palveluiden ja käyttökohteiden kautta.

### 4.3 Lisäarvon muodostuminen kuluttajalle

Kuluttajalle muodostuvan lisäarvon ja tästä kertovien aikaisempien tutkimuksien tarkasteleminen osoitti muodostuvan lisäarvon olevan vahvasti sidoksissa kuluttajan omaan arviointiin tehdyistä panostuksista, ja mitä näiden tehtyjen panostusten avulla oli mahdollista ansaita. Mikäli kuluttaja koee saavansa enemmän kuin mistä joutuu luopumaan, voidaan hänelle odottaa muodostuvan lisäarvoa. Usein asia, josta vaihdannan yhteydessä luovutaan, on raha. Sitä pidetäänkin useimmiten mittarina lisäarvon syntymisessä.

Niin kuin aikaisemmissa kappaleissa on todettu, tässä tutkimuksessa lisäarvon muodostumista tutkitaan yksityisyyden ja rahan näkökulmasta sekä mahdollisesta esineiden internetin avulla tapahtuvasta tuotteiden erilaistamisesta syntyvän lisäarvon näkökulmasta. Tämän tutkimuksen hyödyntämää lisäarvon muodostumista on selvennetty tarkemmin kuvassa numero kuusi.

Kuluttajalle voidaan odottaa syntyvän lisäarvoa paremmin tuotettujen, esineiden internetiä hyödyntävien, palveluiden avulla. Esineiden internetin tieltä esteitä poistavien, ja käyttäjäkokemusta parantavien tekijöiden, kuten reunalaskennan lisääntyminen, sekä standardoinnin ja muiden yhteentoimivuutta ja yhteensopivuutta edesauttavien tekijöiden voidaan odottaa tuottavan kuluttajalle lisäarvoa. Lisäarvon luonnin todennäköisyys kasvaa, mikäli aikaisemmalla tekniikalla ja standardoinnin tasolla on jo saavutettu arvonluontia. Koska edellä mainitut tekijät eivät suoranaisesti aiheuta kuluttajalle kustannuksia, eivätkä huononna yksityisyyttä, voidaan näiden olettaa parhaimmassa tapauksessa tuottavan kuluttajalle lisäarvoa, ainakin välillisesti.

Niin kuin yllä nostettiin esiin, kerätyn aineiston joukosta löytyi hankkeita, jotka tähtäävät esineiden internetin tietoturvan parantamiseen ja sitä kautta myös kuluttajan yksityisyyden suojan tehostamiseen. Yksityisyyteen ja sen heikkouteen liittyvän tietoisuuden kasvaessa, kasvaa myös kiinnostus tietoturvan mahdollistavia ja huomioivia ratkaisuja kohtaan. Olettaen osan kuluttajista olevan tietoisia esineiden internetin heikosta tietoturvasta ja sen tarjoamasta heikosta yksityisyyden suojasta, tulevaisuudessa parantuva tietoturva ja yksityisyydensuoja mahdollistavat lisäarvon muodostumisen. Koska nyt esineiden internetin hyödyntäminen on käytännössä edellyttänyt ainakin osittain yksityisyydestä luopumista, tarjoaa tämäkin oivan tilaisuuden lisäarvon muodostumiselle.

Kuluttajalla on mahdollisuus käyttää samoja esineiden internetin mahdollistamia palveluita, mutta parantuneella tietoturvalla ja yksityisyyden suojalla. Kuluttaja ei joudu luopumaan saavuttamastaan, saadakseen esimerkiksi paremman yksityisyyden suojan. Toki voidaanko parantuneen tietoturvan ja tehostuneen yksityisyyden suojan olettaa muodostavan lisäarvoa kuluttajalle, vai tulisiko niitä kohdella asioina, joiden tarjoaminen kuluttajalle pitäisi olla itsestään selvyys? Koska yksityisyyden suoja ei ole aikaisemmin ollut itsestäänselvyys esineiden internetin parissa toimivalle kuluttajalle, voidaan yksityisyyden suojan tulevan kehittymisen olettaa luovan kuluttajalle lisäarvoa.

Esineiden internetin avulla kuluttajalle on mahdollista tarjota erilaistettu sekä ominaisuuksiltaan monipuolinen palvelu tai tuote. Mikäli tämä onnistutaan luomaan ilman, että kuluttajalle aiheutuu tuotteen tai palvelun käyttämisestä aikaisempaa suurempi rahallinen kustannus, on olemassa mahdollisuus lisäarvon luontiin. Niin kuin aikaisemmin todettiin, kuluttaja punnitsee panostuksiaan tehtyjen uhrauksien suhteessa. Esimerkiksi mikäli kuluttaja kokee, että esineiden internetin avulla erilaistettu tai muutoin lisää tarjoava tuote antaa hänelle enemmän kuin tuotteen ostaminen edellyttää uhraamaan, voidaan kuluttajalle olettaa syntyvän lisäarvoa.

Kerätyn aineiston perusteella löydettyjen, Euroopan unionin alaisten hankkeiden sekä yksityistä rahoitusta keränneiden startup -yritysten avulla kuluttajille luotujen tuotteiden ja palveluiden tai muiden hyötyjen maksuttomuutta ei pystytä täysin arvioimaan. Esimerkiksi jo edellä mainitun älylukon mahdollisuudesta tuottaa lisäarvoa kuluttajalle ei pystytä tämän tutkimuksen perusteella arvioimaan, koska itse tuote maksaa kuluttajalle, eikä siten täytä tässä tutkimuksessa hyödynnettyjä arvonluonnin perusteita. Samaa pätee useimpiin muihinkin kerätyn aineiston yhteydessä esiin nousseisiin hankkeisiin ja käyttökohteisiin. Kuluttajalle muodostuvaan lisäarvoon vaikuttavat hyvin paljon kuluttajan omat preferenssit, joita tämä tutkimus ei pysty huomioimaan.

Empiirisestä aineistosta nousi kuitenkin esiin Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelman alainen hanke, joka tähtää esineiden merkitsemiseen tunnisteiden avulla. Tämä ohjelma on myös ainoa, joka tukee aikaisemmassa kirjallisuudessa esiintynyttä rfid -tekniikan yleistymistä. Esineiden yksityiskohtaista merkitsemistä esimerkiksi juuri rfid – tai nfc -tunnisteiden avulla on hidastanut tunnisteiden suuri yksikkökustannus. Mikäli nykyisellä teknologiantasolla tunniste liitettäisiin osaksi tuotetta, nousisi tuotteen yksikkökustannus liikaa. Kuten tutkielman luvussa 2 jo pohdittiin, sekä rfid – että nfc -tekniikan adaptaatiota vauhdittaisi niiden valmistamisen yksikkökustannuksen aleneminen, koska silloin niiden liittäminen arkipäiväisiin tuotteisiin kävisi mahdolliseksi. Tunnisteiden kustannustehokkaampaa valmistamista on tutkittu, ja yhtenä tulevaisuuden vaihtoehtona on pidetty tulostettavaa elektroniikkaa.

Jos tunnisteiden yksikkökustannuksia onnistuttaisiin laskemaan valmistusmenetelmien kehityksen myötä, olisi odotettavissa, että yhä suurempaan osaan tuotteista saatettaisiin liittää esimerkiksi rfid -tunniste. Tunnisteen avulla olisi mahdollista lisätä tuotteen kuluttajalle luomaa arvoa. Parantunut tuotetietous, elintarvikkeiden tuoreuden ja toimitusketjun seuranta sekä muut uusien markkinointitapojen luomat mahdollisuudet pystyvät parhaimmassa mahdollisessa tapauksessa luomaan kuluttajalle arvoa. Mikäli tunnisteen tuotteeseen liittäminen ei lisäisi tuotteen hintaa, eikä aiheuttaisi kuluttajalle muutenkaan lisäkustannuksia, voitaisiin edellä mainittuja oletuksia hyödyntämällä todeta, että tunnisteiden avulla kuluttajalle olisi mahdollista luoda lisäarvoa. Koska teknologian kehitymistä on vaikea ennustaa, eikä siten esimerkiksi tulostettavan elektroniikan kehitys ole

myöskään ennustettavissa, on kehityksen arviointi vaikeaa. Ainoastaan on mahdollista todeta, että kuluttajalle on mahdollisuus luoda lisäarvoa tiettyjen rajoitteiden poistuessa.

Esineiden internet tarjoaa yrityksille myös paljon uusia mahdollisuuksia tuotteidensa erilaistamiseen. Esineiden internetin tuoma mahdollisuus liittää tuotteisiin uusia ominaisuuksia mahdollistaa yrityksille täysin uudenlaisia arvonluontitapoja ja –kanavia. Kuluttajaan on mahdollisuus saada yhteys täysin uudella tavalla, ja kuluttajan tarpeita pystytään tyydyttämään uusien keinoin. Kuten tutkielmassa aikaisemmin mainittiin, yritysten suhtautuminen fyysisiin tuotteisiin on muuttunut, ja ne nähdäänkin yhä enemmän tuottamiensa ominaisuuksien kautta.

Esineiden internetin avulla yritysten on mahdollista erilaistaa tuotteitaan, ja samalla luoda lisäarvoa kuluttajille. Tarjolla olevien mahdollisuuksien runsauden vuoksi, yritysten tulee tarkoin harkita, miten hyödyntää esineiden internetiä. Esineiden internetin hyödyntäminen ja esimerkiksi sen avulla toteutettu tuotteiden erilaistaminen ei automaattisesti luo kuluttajille lisäarvoa, vaan yritysten pitää huomioida kuluttajien tarpeet, ja yrittää parantaa niiden täyttämistä esineiden internetin avulla. Kehitysprosessin tulee lähteä kuluttajasta, ja kuluttajan tarpeiden ymmärtämisestä.

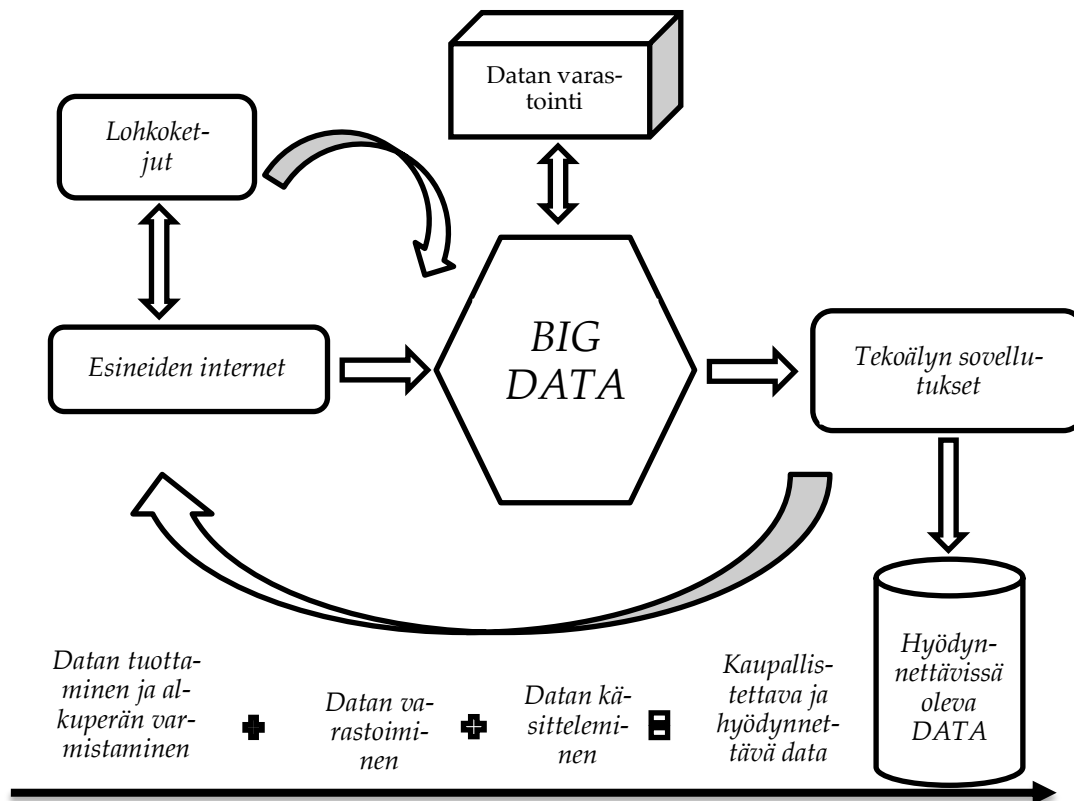
#### **4.4 Muita aineistosta tehtyjä havaintoja esineiden internetin tulevasta kehityksestä**

Esineiden internet ei toimi tyhjiössä, vaan edellyttää toimiakseen useita eri tekniikoita ja niiden yhteistyötä. Kuten tutkielman alussa todettiin, esineiden internet on kattotermi, joka yhdistää useita eri tekniikoita toisiinsa, luoden mahdollisuuden datan keräämiseen. Tutkielmaa varten kerätyn aineiston analysoinnissa kävi myös ilmi, että mikäli esineiden internetistä halutaan hyötyä mahdollisimman paljon, tulee yhteistyön ulottua paljon laajemmalle, kuin vain esineiden internetiin ja sen alaisiin teknologioihin.

Esineiden internet ja sen liittyminen muihin teknologioihin voidaan yhdistää big dataan. Kuten tutkielmassa aikaisemmin todettiin, esineiden internet on käytännössä vain yksi osa syntyvää dataa ja sen jalostamista käyttökelpoiseen muotoon. Esineiden internetin voidaan karkeasti sanoa osallistuvan datan jalostamisen prosessissa vain datan keräämiseen. Prosessiin mahtuu useita muitakin tulevaisuuden teknologioita, jotka osallistuvat prosessiin, mahdollistaen esimerkiksi turvallisemman datan keräämisen tai välittämisen, tehokkaamman varastoinnin tai analysoinnin. Aineistosta nousi selvästi esiin etenkin tekoäly, mutta samoin myös lohkoketjut.

Tekoäly nousi aineistosta esiin sekä tukien esineiden internetiä, että mahdollistaen tehokkaamman datan analysoinnin. Pääomarahoitusta oli kerännyt esimerkiksi tekoälyä hyödyntävä, mikropiirejä valmistava yritys, jonka tähtäimessä on haastaa alan suuret toimijat. Tekoälyn mahdollisuudet tukea esineiden internetiä ovat mittavat, eivätkä IoT

-arkkitehtuuria suunnittelevat tahot vielä kykene tehokkaasti määrittämään, minne tekoäly kuuluisi sijoittaa, kun puhutaan esineiden internetistä. Vaihtoehtojen ollessa pilvi, tietovarasto, reunalaskenta tai itse laite sekä tietenkin näiden yhdistelmä, pitää jokaisen esineiden internetiä hyödyntävän, ja tekoälyn implementoimista miettivän yrityksen pohtia, minkälaista laskentaa he tarvitsevat aina missäkin vaiheessa prosessia. Käytännössä tekoälyä voidaan hyödyntää tiedon syntymisen prosessin jokaisessa vaiheessa. Tekoälyllä tehostetut mikropiirit tehostavat tiedon keräämistä sen syntymisen alkuvaiheessa, mutta tekoälyä hyödyntävät ohjelmistot tehostavat sen analysointia prosessin lopussa.



KUVA 9 — Esineiden internet, lohkaketjut, big data ja tekoäly

Toinen mittavaa huomiota yhteiskunnassamme saanut aihepiiri, lohkaketjuteknologia, nousi esiin kerätystä aineistosta. Kerätystä aineistosta oli havaittavissa pääomarahoitusta kerännyt yritys, jonka tavoitteena on lohkaketjujen avulla luoda turvallisempi tapa kerätä ja välittää tietoa, mutta myös tehdä prosessista kustannustehokkaampi. Lohkoketjut pyrkivät siis mahdollistamaan esineiden internetille turvallisemman tiedon keräämisen ja sen välittämisen eteenpäin, mutta myös turvallisemman tavan tallentaa tietoa, hyödyntäen hajautettua tiedontallentamista.

Analysoitaessa aikaisempaa kirjallisuutta, ja verratessa sitä kerättyyn aineistoon, eivät tekoäly ja lohkaketjut nousseet aikaisemmasta kirjallisuudessa vielä kovinkaan voimak-



kaasti esiin. Vasta viimeisimpinä vuosina ne ovat alkaneet yleistyä myös esineiden internetiä koskevissa tutkimuksissa, ja niiden todellisia käyttökohteita on alettu miettiä tarkemmin.

Tekoälyn merkityksen tunnistamiseen ovat vaikuttaneet teknologiset kehitysaskeleet, jotka ovat mahdollistaneet parempien käyttökohteiden syntymisen. Kehitysaskeleet käyttökohteiden parissa sen sijaan ovat tuoneet alalle lisää pääomaa, joka on vauhdittanut kehitystä lisää. Myös lohkoketjuteknologian merkityksen kasvua voidaan osaksi selittää teknologisilla kehitysaskelilla.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Vastaaminen tutkimuskysymyksiin

Ensimmäinen tutkimuskysymys käsitteli esineiden internetin kehitystä. Esineiden internetin voidaan sanoa kehittyneen voimakkaasti viimeisten kymmenen vuoden aikana. Termi on saanut ympärilleen uusia käsitteitä, ja ymmärrys sen tarjoamista mahdollisuuksista on kasvanut. Huomio ei pyöri enää vain yhdistettyjen jääkaappien, tai muiden kodin elektroniikan esineiden ympärillä, vaan mukaan on saatu yhä pidemmälle mietittyjä ratkaisuja, jotka kykenevät yhä useammin tarjoamaan käyttäjälleen lisäarvoa.

Varsinkin 2010-luvun alussa, jolloin esineiden internetin kehitys alkoi kiihtyä, oli suurin osa tarjottavista ratkaisuista suunniteltu yritysten käytettäväksi. Suurin osa tämän kehityksen tuottamasta arvosta muodostui yrityksille, eivätkä kuluttajat päässeet täysimittaisesti mukaan. Esimerkiksi monet suomalaiset konepajayritykset, jotka ovat muokanneet itsestään entistä enemmän palveluja tarjoavia yrityksiä, ovat pystyneet hyödyntämään esineiden internetiä muutoksessaan.

Vaikka esineiden internetin pääpaino on ollut yrityssektorilla, myös yksityiset kuluttajat ovat päässeet osaksi esineiden internetin kehityskulkua viime vuosina. Yritykset ja julkinen sektori ovat alkaneet hyödyntää esineiden internetiä yhä enemmän tuottaessaan palveluita kuluttajille. Myös esineiden internetin alaiset kuluttajatuotteet, kuten erilaiset älykkäisiin koteihin tarjottavat termostaatit, ovat lisääntyneet esineiden internetin kehityksessä.

Aikaisemman kirjallisuuden ja kerätyn aineiston perusteella voidaankin todeta, että esineiden internetin kehitys on ollut kirjavaa, ja matkalle on osunut sekä parempia jaksoja että kehitykseltään myös huonompia. Uudet käyttökohteet ovat lisääntyneet kiihtyvällä tahdilla, ja niiden saattamana esineiden internet on vallannut uusia alueita, ja laajentunut yhä kattavammalle alueelle. Kehitys on antanut viitteitä, että esineiden internet kulkee kohti tilaa, jossa osa arkipäiväisistä, kulutushyödykkeiksi laskettavista esineistä on liitetty internetiin. Matka kaiken kattavaan internetiin on kuitenkin vielä pitkä, mutta teknologian kehittyminen sekä jatkuva ymmärryksen kasvaminen tuovat yllä kuvattua tilannetta lähemmäksi.

Esineiden internetin matkalle on kuitenkin mahtunut myös useita haasteita. Varsinkin alussa, esineiden internetin kehitystä vaikeutti heikko tietämys aiheesta. Tutkijoiden ja muiden asiantuntijoiden parissa aihe oli toki tuttu. Sen sijaan yritykset, joiden tehtävänä oli esineiden internetin todellinen hyödyntäminen ja implementointi, eivät vielä ymmärtäneet esineiden internetin tarjoamia mahdollisuuksia ja miten hyödyntää niitä. Kasvanut ymmärrys big datasta ja kehitys tekoälyn parissa avasivat uusia mahdollisuuksia, ja lait-

toivat myös yritykset kehittämään toimintojaan uusiksi. Myös palveluiden kasvanut merkitys alkoi näkyä. Esineiden internetin tarjoama mahdollisuus muokata osa fyysisistä tuotteista osaksi palvelukokonaisuuksia, muuttivat yrityksiä suhtautumista esineiden internetiin. Tämän seurauksena yritykset alkoivat nähdä esineiden internetin entistä enemmän mahdollisuutena.

Lisääntyneet tutkimukset ja julkaisut sekä kasvanut implementaatio nostivat esiin myös teknologisia rajoitteita ja haasteita. Voimakkaimmin esteenä on nähty nykyisen keskitetyn pilvilaskentamallin riittämättömyys. Kehitystä on odotettu myös standardointiin, ja yleisesti esineiden internetin alaisten laitteiden yhteensopivuuteen ja yhteentoimivuuteen. Esineiden internetin kehitystä matkan varrella on hidastanut myös kasvanut huoli heikosta tietoturvasta ja siten myös heikosta yksityisyyden suojasta.

Myös esineiden internetin alaisten laitteiden energiatehokkuus ja energiaomavaraisuus nostettiin esiin haasteina. Laitteiden, kuten erilaisten sensoreiden koon pieneneminen mahdollistaa niiden asettamisen yhä useampiin paikkoihin ja tuotteisiin. Laitteiden toiminnan edellyttämä sähkövirta asettaa kuitenkin rajoitteita, sillä yhä useammin laitteiden toimimisen turvaamiseksi ei ole tarjolla esimerkiksi verkkovirtaa. Esineiden internetin laajeneminen on siis aiheuttanut tarpeen entistä pienemmille ja joustavammille elektronisille komponenteille sekä uusille tavoille tuottaa ja kerätä energiaa.

Toinen tutkimuskysymys koski aikaisemmassa kirjallisuudessa esiin nostettuja haasteita esineiden internetin tulevassa kehityksessä, ja sitä ollaanko kyseisiä haasteita ratkomassa. Kirjallisuudessa esiin nostetut ongelmat vastasivat yllättävänkin tarkasti niitä tavoitteita, joita viime aikoina rahoitusta keränneet hankkeet ja startup -yritykset pyrkivät ratkaisemaan. Kerätyn aineiston ja sen analysoinnin perusteella voidaankin todeta, että aikaisemmassa kirjallisuudessa esiin nostettuja ongelmia pyritään ratkaisemaan, ja ainakin tämän perusteella joitakin esteitä on poistumassa esineiden internetin tulevan kehityksen tieltä.

Aikaisemmassa kirjallisuudessa useasti mainittu esineiden internetin alaisten laitteiden yhteentoimivuuden ja yhteensopivuuden takaaminen nousi kerätyssä aineistossa esiin. Rahoitusta oli jaettu sekä Euroopan unionin tasolla, että yksityisten pääomasijoittajien toimesta. Käynnissä oli monenlaisia hankkeita, jotka tähtäsivät parempaan yhteentoimivuuteen esineiden internetin parissa. Standardoinnin toimivuuteen uskottavuutta toi lisää Euroopan unionin mukana olo rahoittamiensa hankkeiden avulla. Se mahdollistaa yhteisten pelisääntöjen luomisen Euroopan unionin tasolla, sekä samat edellytykset kaikille esineiden internetiä hyödyntäville yrityksille.

Yllä mainittu pätee myös aikaisemmassa kirjallisuudessa esiin nostettuun nykyisen pilvilaskentamallin riittämättömyyteen. Kerätystä aineistosta löytyi reunalaskentaa kehittäviä startup -yrityksiä. Aineisto siis tukee aikaisemman kirjallisuuden esiin nostamaa ongelmaa keskitetyn pilvilaskennan riittämättömyydestä tulevaisuudessa. Aineistosta havaittujen, vähäisten pilvilaskentamallin muuttumista tukevien ratkaisujen vuoksi ei voida

todeta, että reunalaskenta olisi vielä mitenkään voimakkaasti tulossa. Aineisto kyllä viittaa siihen, että kehitys on siirtymässä kohti uudenlaista mallia, mutta ei vielä mitenkään voimakkaasti. Esineiden internet kehittyy siis eteenpäin keskitetyn pilvilaskentamallin voimin, mutta reunalaskenta on tulossa haastajaksi sen implementoinnin yleistyessä. Toki tulevaisuudessa tarvitaan edelleen molempia ratkaisuja, joten tulevaisuudessa kyse tulee enemmänkin olemaan näiden molempien oikeaoppisesta hyödyntämisestä ja yhteistyöstä.

Esineiden internetin laajenemisen edellyttämät elektroniikan valmistusmenetelmien kehittyminen sekä uudenlaiset ratkaisut energiatehokkuuteen ja energian tuottamiseen, eivät tulleet kovinkaan voimakkaasti esille kerätyssä aineistossa. Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelman alla rahoitusta oli kerännyt yritys, joka kehittää elektroniikan tuottamiseen perustuvaa menetelmää. Sen lisäksi aineistosta nousi esiin startup -yritys, joka on erikoistunut energiankeräämisen mahdollistavien kulkuväylien rakentamiseen.

Uudenlaiset tavat energian tuottamiseen sekä elektroniikan valmistamiseen ovat askel kohti esineiden internetiä, jossa esineiden internet kattaa myös suuren osan kulutushyödykkeistä. Vaikka esineiden internet on kehityksen seurauksena laajentunut yhä uudemmille alueille, matka kulutushyödykkeet kattavaan esineiden internetiin on vielä pitkä. Osa aineistosta esiin nousseista hankkeista sisälsi merkkejä, joiden mukaan esineiden internetin kehitys on asteittain menossa kohti kulutushyödykkeiden liittämistä esineiden internetiin. Aikaisemman kirjallisuuden sekä kerätyn aineiston perusteella voidaan kuitenkin todeta, että monien tekijöiden pitää vielä kehittyä esineiden internetin kannalta suopeasti, jotta esineiden internetin laajeneminen on järkevää ja kannattavaa viedä kulutushyödykkeet kattavalle tasolle. Valmiudet kehitykseen ovat olemassa, mutta monia haasteita on ensin ratkaistava.

Tutkielman kolmas tutkimuskysymys pyrki tutkimaan kuluttajan asemaa esineiden internetissä ja esineiden internetin mahdollisuutta luoda lisäarvoa kuluttajalle. Monet yllä mainituista hankkeista, jotka tähtäävät aikaisemmin mainittujen haasteiden voittamiseen, vaikuttavat voimakkaasti myös kuluttajalle esineiden internetin avulla tuotetun palvelun laatuun. Usein kuluttajalle esineiden internetin avulla tuotetun palvelun toimiminen edellyttää useita erilaisia teknologioita ja näiden yhteentoimivuutta. Sitä parantavan kehityksen voidaan olettaa vaikuttavan myös positiivisesti kuluttajalle tuotetun palvelun laatuun. Esineiden internetin mahdollistamat palvelut tulevat olemaan tulevaisuudessa entistä kokonaisvaltaisempia ja kattavampia, ja siten mahdollistavat kuluttajalle entistä paremman käyttäjäkokemuksen sekä suuremman todennäköisyyden tarpeet tyydyttävään palveluun.

Kerätystä aineistosta kävi myös ilmi, että esineiden internetin tarjoamaan tietoturvaan ja tämän avulla kuluttajalle muodostuvaan yksityisyyden suojaan ollaan panostamassa. Sekä yksityistä pääomarahoitusta keränneiden yritysten joukossa, että Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelman alla oli rahoitettu esineiden internetin tietoturvan parantamiseen pyrkiviä hankkeita ja yrityksiä. Koska kehitys esineiden internetin ympärillä on pääosin keskittynyt parempien tarjottavien ratkaisujen luomiseen tietoturva laiminlyöden, ovat

tietoturvaan panostavat hankkeet hyvä merkki muuttuvasta kehityksestä, ja kuluttajat paremmin huomioivista ratkaisuista. Tuote- ja palvelukehitykseen se saattaa merkitä kehitysprosessin kääntymistä ympäri, jolloin kehitys ei kulkeudu eteenpäin pelkästään yrityksen omat tarpeet edellä, vaan kuluttaja ja tietoturva huomioidaan heti alusta alkaen.

Koska monien rahoitusta saaneiden hankkeiden ja yritysten taustalla on esineiden internetin yleisen toimivuuden ja toimintaedellytysten parantaminen, ei niiden kuluttajayhteyttä pystytä täysin määrittämään. Monet kehitteillä olevat ideat tulevat parantamaan esineiden internetin toimintaedellytyksiä, ja siten käyttäjäkokemusta. Kuluttajalle tämä tulee näkymään ennen kaikkea parantuneena palvelun laatuina. Vaikka kuluttajalle suoraan tuotettuja ratkaisuja ja palveluita ei tutkimuksessa juuri noussut esiin, voidaan tulevan kehityksen odottaa vaikuttavan kuluttajaan positiivisesti.

Esineiden internetin tulevaa kehitystä analysoitaessa kävi ilmi, että esineiden internetin tulevan kehityksen on mahdollista tuottaa kuluttajalle lisäarvoa. Koska moni käynnissä oleva teknologinen parannus ei luo kuluttajalle lisäkustannuksia, vaan ne parantavat jo olemassa olevaa käyttäjäkokemusta, voidaan kuluttajalle odottaa muodostuvan lisäarvoa, mikäli lisäarvoa on muodostunut myös ennen teknologisia parannuksia.

Tutkimuksessa lisäarvon muodostumista tarkasteltiin parantuneen tietoturvan sekä yksityisyyden suojan, ilman lisäkustannuksia tapahtuneen palveluiden laadun paranemisen sekä esineiden internetin avulla luodun tuotteiden erilaistamisen kautta. Tutkimus osoitti, että esineiden internetin on mahdollista luoda lisäarvoa kuluttajalle kaikkien edellä mainittujen keinojen avulla. Toki lisäarvon muodostuminen on vielä viime kädessä kiinni yrityksestä ja sen tarjoamasta palvelusta tai tuotteesta, sekä kuluttajan henkilökohtaisista preferensseistä, mutta esineiden internetin tulevan kehityksen avulla lisäarvon luominen on ainakin mahdollista.

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että esineiden internet on kehittynyt historiansa aikana merkittävästi. Tutkimuskirjallisuudessa käyttökohteet ovat pääosin pysyneet samana, mutta yritysten todellisuudessa tarjoamat ratkaisut ovat parantuneet ymmärryksen kasvaessa. Matkan varrelle on osunut haasteita, joita käynnissä olevat hankkeet pyrkivät osaltaan ratkaisemaan. Kehitys on myös vienyt esineiden internetiä jatkuvasti laajemmalle, ja kehityksessä on edetty pitkälti hurmoksen saattelemana. Pyrkimyksenä ei ole niinkään ollut luoda loppukäyttäjiä hyvin palvelevia ratkaisuja. Kehitteillä olevat hankkeet kertovat kuitenkin järjen palautumisesta, ja kehitteillä olevien hankkeiden voidaan olettaa huomioivan kuluttajan paremmin, sekä luovan kuluttajalle lisäarvoa.

## 5.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksessa hyödynnetty aikaisempi kirjallisuus on pyritty valitsemaan tarkasti. Aikaisemman kirjallisuuden hakemisessa on hyödynnetty Scopus -viitetietokantaa. Viitetietokannassa toteutetut haut tehtiin käyttämällä aiheeseen liittyviä, relevantteja hakusanoja. Hakujen perusteella löydetyt artikkelit valittiin tutkimukseen osaltaan sen perusteella, kuinka monta kertaa niihin oli viitattu muissa tutkimuksissa. Suurin osa eniten viitatuista artikkeleista sijoittui lähemmäs vuotta 2010 kuin nykyhetkeä. Tästä syystä kaikkia lukumääräisesti eniten viitattuja artikkeleja ei huomioitu tutkimuksessa. Jokaiselta vuodelta pyrittiin löytämään aina eniten viitattu artikkeli, joka sopi tutkimuksen tavoitteisiin.

Tutkimuksen empiiriseksi aineistoksi kerättiin tietoa esineiden internetin alaisten hankkeiden keräämästä rahoituksesta. Mukaan valikoitui sekä yksityistä pääomarahoitusta saaneita hankkeita, että Euroopan unionin Horizon2020 -ohjelman avulla rahoitusta saaneita projekteja. Koska tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli myös saada käsitys suunnasta, johon esineiden internet on osaltaan etenemässä, antoi esineiden internetin alaisten hankkeiden saamaan rahoituksen tutkiminen tähän oivan mahdollisuuden.

Kerätyn empiirisen aineiston luotettavuutta arvioidessa on huomioitava ainakin seuraava asia. Euroopan unionin rahoittaessa hankkeita, saattaa taustalla olla myös poliittisia tarkoituksia. Päätöksiä ei tehdä aina markkinaehtoisesti, vaan päätöksen takana saattaa olla esimerkiksi aluepoliittisia tai tasa-arvoon liittyviä arvokysymyksiä. Tämä tarkoittaa sitä, että unionin myöntämä rahoitus ei aina välttämättä täysin kuvasta sitä, mihin rahoitusta saanut ala on todellisuudessa etenemässä.

Horizon2020 -ohjelman ollessa kestoaltaan kuusi vuotta (2014 – 2020), sen antama kuva tämänhetkisestä kehityksestä ei välttämättä ole tarkoin mahdollinen. Se tulee myös huomioida aineiston luotettavuutta arvioitaessa. Sen sijaan yksityistä pääomarahoitusta keränneiden yritysten joukossa on ainoastaan vuoden 2019 aikana rahoitusta keränneitä yrityksiä. Haussa hyödynnettiin sivustoa, joka tekee listauksia rahoitusta keränneistä yrityksistä. Koska sivusto ei välttämättä huomioi kaikkia esineiden internetin alaisia yrityksiä, jotka ovat saaneet rahoitusta, ei kuva ole välttämättä täysin kattava.

Aineiston analysointi ja tulkinta on pyritty toteuttamaan mahdollisimman huolellisesti. Kerätty aineisto on koodattu, ja tästä on koostettu kooditaulukko. Kerätty aineisto ja analyysin tulokset on pyritty esittämään lukijalle mahdollisimman huolellisesti ja tarkkaan. Aineiston esittäminen lukijalle on toteutettu esimerkiksi esittämällä lukijalle sitaatteja kerätystä aineistosta.

Jotta tutkimus olisi mahdollisimman luotettava ja se olisi toteutettu mahdollisimman uskottavasti, on tutkimuksessa käytetyt metodologiat ja menetelmät pyritty avaamaan mahdollisimman hyvin. Samoin syyt miksi juuri kyseiset metodologiat ja menetelmät on valittu käytettäväksi tässä tutkimuksessa, on avattu lukijalle mahdollisimman huolellisesti.

Tutkimuksen yleistämistä estää kuitenkin kuluttajan kokeman lisäarvo, ja tästä tutkielmassa tehdyt tulkinnot. Tutkimus kartoitti tarkoituksen mukaisesti esineiden internetin tulevan kehityksen mahdollisuuksia luoda lisäarvoa kuluttajille. Koska lisäarvon muodostuminen on todellisuudessa kiinni yksittäisen kuluttajan preferensseistä, ei lisäarvon muodostumista pystytä arvioimaan täysin tarkasti. Tästä johtuen tutkielma keskittyi tutkimaan, onko meneillään olevan ja tulevan kehityksen mahdollista luoda kuluttajalle lisäarvoa.

### 5.3 Tieteellinen kontribuutio ja jatkotutkimusehdotukset

Esineiden internet on käsitteenä hyvin laaja, mikä on johtanut myös sen ympärillä olevan tutkimuskirjallisuuden laajuuteen. Esineiden internetiä, sen eri kehityssuuntia, siihen vaikuttavia teknologisia kehityssaskelia sekä esineiden internetin vaikutuksia käyttäjiinsä on tutkittu paljon, ja monesta eri näkökulmasta. Pääosin tutkimuskirjallisuudessa esiintynyt käyttäjä on kuitenkin ollut yritys, mistä johtuen kuluttaja on jäänyt tutkimuksissa selvästi sivuun. Syy kuluttajan vähäiseen huomiointiin saattaa olla esimerkiksi se, että yritykset ovat olleet kuitenkin esineiden internetin pääasiallisia implementoijia viime vuosina. Lisäksi suuri osa kuluttajille tarjottavista palveluista ja ratkaisuksista on yrityksiensä aikaansaannoksia.

Esineiden internetin kehitys on ollut voimakasta viime vuosina, ja sitä on ajanut eteenpäin pääosin tuotekehitys, joka ei ole lähtenyt liikkeelle kuluttajien tarpeiden tunnistamisesta, vaan uusien innovaatioiden pakonomaisesta kaupallistamisesta. Tästä johtuen esineiden internetiä koskevassa tutkimuksessa on ollut tilaa kuluttajien ja esineiden internetin välisiä suhteita tutkivalle tutkimukselle.

Aikaisemman tutkimuksen vähyydestä johtuen, tämän tutkimuksen kontribuutiota olemassa olevaan tutkimukseen ei pysty täysin määrittämään. Tutkimusaukosta johtuen tutkimus tuo uutta näkökulmaa esineiden internetin ympärillä tapahtuvaan tutkimukseen, mutta ei onnistu täysin mahdollisuudessaan aikaisemman tutkimuksen tukemisessa. Osaltaan se johtuu tutkimuksen toteuttamistavasta, jossa aikaisempaa kirjallisuutta on pyritty yhdistämään ja analysoimaan.

Tavoitteessaan tutkia esineiden internetin mahdollisuutta tuottaa kuluttajalle lisäarvoa tulevaisuudessa, tutkimus onnistuu melko hyvin, ja sitä voidaan pitää tutkimuksen ainoana kontribuutiona olemassa olevalle kirjallisuudelle. Teknologian ja siinä samalla esineiden internetin kehittyessä nopeasti ja ennalta arvaamattomasti, vanhentuvat tutkimuksen tarjoamat vastaukset kuitenkin samalla.

Tutkimus toi mukanaan monia mielenkiintoisia huomioita esineiden internetin tulevasta suunnasta, ja siten myös jatkotutkimusehdotuksia. Esineiden internetin kehittyessä

ja laajetessa jatkuvasti uusille alueille, tulisi tulevassa kuluttajia koskevassa tutkimuksessa keskittyä ainakin siihen, kuinka pitkälle esineiden internetin laajenemista on järkevää jatkaa kuluttajan näkökulmasta katsottuna. Toisin sanoen siis, voidaanko minkä tahansa internetiin liitetyn esineen avulla luoda kuluttajalle lisäarvoa?

Tämä toteutettu tutkimus ei päässyt tutkimuksessa niin syvälle, että olisi pystynyt tutkimaan, voiko olemassa olla esinekohtainen raja, jonka ylittävän esineen liittäminen ei enää luo kuluttajalle lisäarvoa. Tulevan tutkimuksen olisi kuitenkin hyvä kiinnittää siihen huomiota. Maailma kun on etenemässä suuntaan, jossa olemassa olevien resurssien ylimääräistä käyttöä tulisi välttää.

Tulevan tutkimuksen tulisi myös keskittyä esineiden internetin ja etenkin tekoälyn väliseen yhteistyöhön, mutta myös niiden toisiaan poissulkevaan vaikutukseen. Esimerkiksi rfid - ja nfc -tunnisteiden liittämistä tuotteisiin on suunniteltu pitkään, ja niiden on monesti ennakoitu muuttavan esimerkiksi ihmisten kaupassa asioimista. Niiden on ennakoitu vähentävän esimerkiksi tarvetta kassahenkilökunnalle, rfid:n mahdollistaessa tuotteiden monipuolisemman skannaamisen, kuin perinteinen viivakoodi.

Tekoälyn johdosta tämä yllä mainittu kehitys on kuitenkin joutunut hidastamaan tahiaan. Yhdysvaltalainen monialayritys Amazon on hyvä esimerkki tästä kehityksestä. Amazon Go -nimellä kulkevassa itsepalvelukaupassa ei ole henkilökuntaa kuin täyttämässä kauppaa. Oikeiden tuotteiden kohdistaminen asiakkaille tapahtuu kameroiden, painantureiden sekä tekoälyä hyödyntävän kerätyn datan analysoinnin avulla. Eli esineiden yksilöllistä merkitsemistä ei ole hyödynnetty oikeiden tuotteiden kohdentamisessa asiakkaille.

Tulevien toteutettavien tutkimuksien olisi hyvä keskittyä esineiden internetin ja tekoälyn väliseen yhteistyöhön. Mikä olisi paras kombinaatio, jolla ne yhdessä tukevat parhaimmalla mahdollisella tavalla esimerkiksi kuluttajalle tuotettavan arvon muodostumisesta? Tulevan tutkimuksen tulee ymmärtää, että esineiden internet ja tekoäly eivät kilpaile keskenään, vaan ne pyrkivät oikeissa käyttötarkoituksissa ja parhaissa mahdollisissa tapauksissa tukemaan toisiaan.

Esineiden internet elää voimakkaasti, ja sen tulevaa suuntaa on todella vaikea määrittää. Edellä esiin nostetut jatkotutkimusehdotukset eivät niinkään tähtää esineiden internetin yltiöpäiseen laajenemiseen, ja sen tutkimiseen, vaan ennemminkin tutkimaan, onko esineiden internetin laajenemisella rajoja, ja mitä nämä rajat kenties ovat? Maailmassa, jossa resurssien vähyys sekä liikakulutus alkavat olla ongelmia, tulisi tulevan tutkimuksen käsitellä esineiden internetiä siinä valossa. Tulevan tutkimuksen pitää määrittellä esineiden internetille järkevä suunta johon edetä, sekä tapa ajatella, jossa kehitystyö lähtee todellisesta tarpeesta.



## LÄHTEET

- Akpakwu, G. – Silva, B. – Hancke, G. – Abu-Mahfouz, A. (2017) A survey on 5g networks for the Internet of Things: Communication technologies and challenges. *IEEE Access*, Vol. 6, 3619 – 3647.
- Akred, J. – Samani, A. (2018) Your data is worth more than you think. *MIT Sloan Management Review*. <<https://sloanreview.mit.edu/article/your-data-is-worth-more-than-you-think/>>, haettu 4.9.2019.
- 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 and Tutorials*, Vol. 17 (4), 2347 – 2376.
- Ancillotti, E. – Bruno, R. – Conti, M. (2013) The role of communication systems in smart grids: Architectures, technical solutions and research challenges. *Computer Communications*, Vol. 36, 1665 – 1697.
- Ashton, K. (2009) That 'Internet of Things' thing. *RFID Journal*. <<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>>, haettu 4.9.2019.
- Atzori, L. – Iera, A. – Morabito, G. (2010) The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, Vol. 54, 2787 – 2805.
- Begg, D. (1994) *Economics*. 4. uud. p. McGraw-Hill, Lontoo.
- Borgia, E. (2014) The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*, Vol. 54, 1 – 31.
- Bowman, C. – Ambrosini, V. (2000) Value creation versus value capture: Towards a coherent definition of value in strategy. *British Journal of Management*, Vol. 11, 2 – 3.

- Bradley, J. – Barbier, J. – Handler, D. (2013) Embracing the Internet of Everything to capture your share of \$14.4 trillion. *Cisco white paper*. <[https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/loE\\_Economy.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/loE_Economy.pdf)>, haettu 17.12.2019.
- Collis, D. (1994) How valuable are organizational capabilities? *Strategic Management Journal*, Vol. 15, 143 – 152.
- Corcoran, P. (2016) The Internet of Things: Why now, and what's next? *IEEE Consumer Electronics Magazine*, Vol. 5 (1), 63 – 68.
- Desjardins, J. (2019) How much data is generated each day? *World Economic Forum*. <<https://www.weforum.org/agenda/2019/04/how-much-data-is-generated-each-day-cf4bddf29f/>>, haettu 5.11.2019.
- Diallo, A. (2014) Can Babolat's smart racket improve your tennis game?. *Forbes*. <<https://www.forbes.com/sites/amadoudiallo/2014/08/28/can-babolats-smart-racket-improve-your-tennis-game/#2ef55f95fd6f>>, haettu 12.9.2019.
- Encyclopedia Britannica. Telecommunication. <<https://www.britannica.com/technology/telecommunication/Modulation#ref76280>>, haettu 4.12.2019.
- Encyclopedia Britannica. ARPANET. <<https://www.britannica.com/topic/ARPANET>>, haettu 15.11.2019.
- Encyclopedia Britannica. Internet protocols – TCP/IP. <<https://www.britannica.com/technology/TCP-IP>>, haettu 15.11.2019.
- Encyclopedia Britannica. Computer science – Cloud computing. <<https://www.britannica.com/technology/cloud-computing>>, haettu 12.10.2019.
- Eriksson, P. – Kovalainen, A. (2008) *Qualitative methods in business research*. 2. uud. p. Sage, Lontoo.
- Euroopan komissio. (2014) Horizon2020 lyhyesti. <[https://ec.europa.eu/info/index\\_fi](https://ec.europa.eu/info/index_fi)>, haettu 27.11.2019.

- Gartner IT-Glossary. <<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization>>, haettu 4.10.2019.
- Ghoneim, M. – Hussain, M. (2015) Review on physically flexible nonvolatile memory for Internet of Everything. *Electronics*, Vol. 4 (3), 424 – 479.
- González García, C. – Mena, D. A. – G. Bustelo, C. P. – Cueva Lovelle, J. M. (2017) A review about smart objects, sensors, and actuators. *IJIMAI*, Vol. 4 (3), 7 – 10.
- Goulding, C. (2002) *Grounded theory: A practical guide for management business and market researchers*. Sage, Lontoo.
- Gubbi, J. – Buyya, R. – Marusic, S. – Palaniswami, M. (2013) Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, Vol. 29, 1645 – 1660.
- Internet Health Report (2019) How do the biggest internet companies make money? <<https://internethealthreport.org/2019/how-the-biggest-internet-companies-make-money/>>, haettu 27.1.2020.
- Jianli, P. – Mcelhannon, J. (2018) Future edge cloud and edge computing for Internet of Things applications. *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 5 (1), 439 – 449.
- Kortuem, G. – Kawsar, F. – Fitton, D. – Sundramoorthy, V. (2010) Smart objects as building blocks for the Internet of Things. *IEEE Internet Computing*, Vol. 14 (1), 44 – 51.
- Kusiak, A. (2018) Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, Vol. 56, 508 – 517.
- Lasi, H. – Fettke, P. – Feld, T. – Hoffmann, M. (2014) Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, Vol. 6 (4), 239 – 242.
- Li, H. – Ota, K. – Dong, M. (2018) Learning IoT in edge: Deep learning for the Internet of Things with edge computing. *IEEE Network*, Vol. 32 (1), 96 – 101.

- Li, R. – Song, T. – Mei, B. – Li, H. – Cheng, X. – Sun, L. (2019) Blockchain for large-scale Internet of Things data storage and protection. *IEEE Transactions on Services Computing*, Vol. 12 (5), 762 – 771.
- 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*, Vol. 4 (5), 1125 – 1142.
- Lueth, K. L. (2014) IoT Analytics. Why the Internet of Things is called internet of things: Definition, history, disambiguation. <<https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/>>, haettu 19.12.2019.
- Marr, B. (2018) How much data do we create every day? The mind-blowing stats everyone should read. Forbes. <<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/21/how-much-data-do-we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read/#4c42368260ba>>, haettu 27.1.2020.
- Marston, S. – Li, Z. – Bandyopadhyay, S. – Zhang, J. – Ghalsasi, A. (2011) Cloud computing – the business perspective. *Decision support systems*, Vol. 51 (1), 176 – 189.
- Nezami, Z. – Zamanifar, K. (2019) Internet of Things/internet of everything: Structure and ingredients. *IEEE Potentials*, Vol. 38 (2), 12 – 17.
- O'Malley, J. (2018) What is network latency?. <<https://www.verizon.com/about/our-company/5g/what-network-latency>>, haettu 4.2.2020.
- Oracle. (2019) What is big data? <<https://www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html>>, haettu 19.12.2019.
- 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*, Vol. 34 (3), 510 – 527.

- Porter, M. – Heppellman, J. (2014) How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*.
- Rao, B. B. – Saluia, P. – Sharma, N. – Mittal, A. – Sharma, S. V. (2012) Cloud computing for Internet of Things & sensing based applications. *Proceedings of the International Conference on Sensing Technology, ICST*, 374 – 380.
- Reyna, A. – Martin, C. – Chen, J. – Soler, E. – Diaz, M. (2018) On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*, Vol. 88, 173 – 190.
- Saaranen-Kauppinen, A. – Puusniekka, A. (2006) Kvalimot - Menetelmäopetuksen tietovaranto. <<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>>, haettu 21.11.2019.
- Satyanarayanan, M. (2017) The emergence of edge computing. *Computer*, Vol. 50 (1), 30 – 39.
- Sethi, P. – Sarangi, S. (2017) Internet of Things: Architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 1 – 25.
- Shafi, M. – Molisch, A. F. – Smith, P. J. – Haustein, T. – Zhu, P. – De Silva, P. – Wunder, G. (2017) 5G: A tutorial overview of standards, trials, challenges, deployment, and practice. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 35 (6), 1201 – 1221.
- Shancang, L. – Li, D. X. – Shanshan, Z. (2015) The Internet of Things: survey. *Information Systems Frontiers*, Vol. 17 (2), 243 – 259.
- Sicari, S. – Rizzardi, A. – Grieco, L. – Coen-Porisini, A. (2015) Security, privacy and trust in Internet of Things: The road ahead. *Computer Networks*, Vol. 76, 146 – 164.
- Sisinni, E. – Saifullah, A. – Han, S. – Jennehag, V. – Gidlund, M. (2018) Industrial Internet of Things: Challenges, opportunities, and directions. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 14 (11), 4724 – 4734.

- Statista. (2019) <<https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>>, haettu 4.2.2020.
- Suresh, P. – Daniel, J. V. – Parthasarathy, V. – Aswathy, R. H. (2014) A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. *ICSEMR 2014*.
- The Economist. (2017) The world's most valuable resource is no longer oil, but data. <<https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>>, haettu 27.1.2020.
- Thirani, V. – Gupta, A. (2017) World Economic Forum. <<https://www.weforum.org/agenda/2017/09/the-value-of-data/>>, haettu 19.12.2019.
- Yang, L. (2017) Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, Vol. 6, 1 – 10.
- Yang, Y. – Wu, L. – Yin, G. – Li, L. – Zhao, H. (2017) A Survey on security and privacy issues in Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 4 (5), 1250 – 1258.
- Yin, R. (2002) *Case Study Research: Design and Methods*. 3. uud. p. Sage, Lontoo.
- Zeithaml, V. (1988) Consumer perceptions of price, quality and value: A means-end model and synthesis of evidence. *Journal of Marketing*, Vol. 52 (3), 2 – 22.
- Zheng, P. – Lin, T.-J. – Chen, C.-H. – Xu, X. (2018) A systematic design approach for service innovation of smartproduct-service systems. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 201, 657 – 667.