

Opinnäytetyö AMK

Tuotantotalous ATEKN14

2019

Jari Korpela

IOT:N HYÖDYNTÄMINEN TOIMITUSSEURANNASSA

Jari Korpela

IOT:N HYÖDYNTÄMINEN TOIMITUSSEURANNASSA

Toimitusketju muodostuu tuotteen tai palvelun toimittamisesta tuottajalta loppuasiakkaalle. Yritykset pyrkivät keskittämään resurssinsa toimintoihin, jotka kuuluvat sen omaan ydiosaamiseen. Tästä syystä toimitusketju pitää sisällään useita toimijoita, jotka ovat toisistaan erillisiä, usein omia yrityksiään. Informaation kulku toimitusketjussa saattaa olla haasteellista toimijoiden välillä. Toimitusketjussa saattaa esiintyä tilanteita, joissa lähetyksen tarkkaa sijaintia ei tiedetä tai se katoaa kokonaan. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa, pystyttäisiinkö IoT-tekniikan avulla seuraamaan toimituksia tarkemmin ja mikä olisi sen kustannusvaikutus.

IoT-tekniikasta puhutaan yleisesti esineiden internetinä, vaikka se jakautuu kolmeen osatekijään: esineiden internetiin, teolliseen internetiin ja tavaroiden internetiin. Tässä työssä esitetään nykyisen jakelun seurantomahdollisuudet ja mietitään IoT-tekniikan antamia mahdollisuuksia sen seuraamiseen. Työssä vertaillaan eri IoT-tekniikoiden ominaisuuksia ja kustannuksia.

Lopputulena voidaan todeta, että monta asiaa tulee ratkaista, ennen kuin IoT-tekniikka voidaan hyödyntää kattavasti alihankintaketjutetun toiminnan yhteydessä. IoT-tekniikan hyödyntämien on vielä alussa, joten jatkoa ajatellen esimerkiksi 5G-tekniikan pohjalle rakentuvat ratkaisut auttavat ratkaisemaan niitä ongelmia, joihin nykyiset tekniikat eivät vielä anna mahdollisuuksia.

ASIASANAT:

IoT, Jakelutoimitus, Logistiikka, RFID, Toimitusketju, Toimitusseuranta.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial engineering and management ATEKN14

2019 | 46 number of pages

Jari Korpela

DISTRIBUTION TRACKING BY INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY

The supply chain consists of delivering the product or service from the producer to the end customer. Companies are trying to concentrate their resources on activities their core competency. For this reason, the supply chain includes several actors that are separate, often own, companies. The flow of information in the supply chain may be challenging between the actors. There may be situations where the exact location of the shipment is not known or the shipment is disappeared completely. The purpose of this thesis was to identify if IoT technology can be used to monitor deliveries cost-efficiently.

IoT is commonly referred to as the Internet of Things, although it is divided into three components: the Internet of Things, the Industrial Internet, and the Internet of Goods. This work presents the possibilities of monitoring the current distribution and exploring the possibilities of IoT technology to follow it. The work compares the features and costs of different IoT technologies.

In conclusion, many things need to be solved before IoT can be fully utilized in subcontracted activities. The use of IoT technology is still at an early stage, so for example, solutions based on 5G technology will help solve the problems that current technologies do not yet provide.

KEYWORDS:

IoT, Distribution, Logistics, RFID, Supply Chain, Tracking.

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	8
2 IOT:N MÄÄRITELMÄ JA TEKNIIKAT	10
2.1 IoT-jaottelu	13
2.2 IoT Esineiden internet ja teollinen internet	15
2.2.1 Long Range	15
2.2.2 Sigfox	16
2.2.3 Weightless	17
2.3 IoT-Tavaroiden Internet	17
2.3.1 Mobiiliverkko	18
3 TOIMITUSTEN SEURANTA	19
3.1 Nykytilanne	19
3.2 Tekniikat	22
3.3 Heikkoudet	25
4 IOT:N MAHDOLLISUUDET TOIMITUSSEURANNASSA	27
4.1 IoT menetelmänä	27
4.2 IoT vaihtoehdot	30
4.3 IoT Vertailua	31
4.4 IoT ja Tietoturva	34
4.5 Tietosuoja	35
5 POHDINTA	37
6 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	41

KUVAT

Kuva 1. IoT-jaottelu	14
Kuva 2. Sigfox verkkojen peitto	16
Kuva 3. Wirepas Mesh varastonhallintajärjestelmä	18
Kuva 4. Sisäisen ja ulkoisen toimitusketjun hallinta	21
Kuva 5. Ulkoinen toimitusketju	22
Kuva 6. GS1-128 Viivakoodi	23
Kuva 7. GS1 RFID/EPC tunnistetyypit	24
Kuva 8. IoT Käyttöalueet	28
Kuva 9. Thing2data arkkitehtuuri	31

TAULUKOT

Taulukko 1. Olemassa olevan viestintätekniiikan vertailu	32
Taulukko 2. IoT viestintätekniiikan vertailua	34

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
Beacon	BLE-teknologian avulla toimiva langaton laite, joka lähettää radiosignaalia säännöllisin väliajoin ympäristöönsä.
Big data	Massadata on erittäin suurten, järjestelemättömien, jatkuvasti lisääntyvien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, jakamista, etsimistä, analysointia sekä esittämistä tilastotiedettä ja tietotekniikkaa
BLE	Bluetooth low-energy-teknologia, joka käyttää murto-osan normaalin bluetooth-signaalin vaatimasta energiasta
CMR	Maantiekuljetussopimusta koskeva konventio.
CPPS	Kyberfyysinen tuotannonohjausjärjestelmä (Cyberphysical Production)
eCMR	Maantiekuljetussopimusta koskeva konvention lisäpöytäkirja, joka mahdollistaa sähköisen rahtikirjan.
EKG	Sydänkäyrä.
EPC	Electronic Product Code, standardin mukaisissa tunnisteissa on perinteisen viivakoodin sisältämän tiedon lisäksi yksilöivä sarjanumero
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, riippumaton, voittoa tavoittelematon eurooppalainen telealan standardisoimisjärjestö.
IEEE 802.15.4	Määrittelee vähävirtaisen WPAN verkon.
IoT	Internet Of Things, Esineiden Internet.
IPv6	Internet protokolla.
IT	Informaatio teknologia.
2G	(engl. Second generation) on yleinen lyhenne ns. "toisen sukupolven" matkapuhelinteknologioille.
3G	(engl. third generation) on yleinen lyhenne ns. "kolmannen sukupolven" matkapuhelinteknologioille.
5G	On yleinen nimitys niin sanottuun viidennen sukupolven mobiiliteknologiaan.

Konsortio	Kumppanuus, joka on usean organisaatioiden usein väliaikainen yhteenliittymä, jonka tarkoituksena on näiden edun ajaminen.
LoRa	Long Range, yksittäinen modulaatoratkaisu jota päätelaitteet ja reitittimet käyttävät kommunikoidessaan keskenään.
L-paketti	Postin määrittelemä postipaketti, jonka koko voi olla enintään 37 x 36 x 60 cm.
M2M	Machine-to-machine, Koneiden ja sensoreiden keskinäinen internet-kanssakäyminen.
WLAN	Wireless local area network, langaton lähiverkkotekniikka.
NFC	Near Field Communication, tiedonsiirto lyhyille etäisyyksille.
RFID	Radio frequency identification, radioTaajuinen etätunnistus.
RFID-TAG	RFID tekniikkaan liittyvä tunniste, saattomuisti.
Sigfox	Pitkän kantaman radioverkko.
SCOR	Supply Chain Operations Reference, prosessiviitekehystyökalu toimitusketjujen parempaan hallintaan ja tehokkaaseen johtamiseen.
SSCC	Standardimuotoinen tunnistenumero, jota käytetään logististen yksiköiden tunnistamiseen.
THINK2DATA	Laajan konsortion käynnistämä hanke, joka toteuttaa pilvipalvelualustan, johon kukin yksilöllisesti tunnistettu tavara voi tietonsa ja älynsä liittää.
URLLC	Ultra-Reliable and Low Latency Communication, Huippuluotettava, alhaisen viiveen viestintä.
UPnP	Universal Plug and Play, joukkoverkkoprotokolla.
Weightless	Langaton yhteys pienitehoisille, laaja-alaisille verkoille.
WPAN	Langaton likiverkko.
Zigbee	IEEE 802.15.4-standardin mukainen lyhyen kantaman tietoliikenneverkko.

1 JOHDANTO

Tämän tutkimuksen tarkoitus on ensisijaisesti tutkia Esineiden Internetin mahdollisuuksia toimistusten kulun seurannassa. Esineiden Internet on käännetty englanninkielisestä termistä Internet of Things ja siitä käytetään vakiintuneesti lyhennettä IoT. Myös tässä työssä termi lyhennetään jatkossa IoT. Suurin kiinnostus kohdentuu pienten ja kertaluonteisten, herkästi vaurioituvien, elintarvikkeita sisältävien irtokollien toimituksiin. Kiinnostus pohjautuu tutkijan monivuotiseen työskentelyyn alalla, jonka toimitusketjussa kuljetetaan sekä herkästi pilaantuvia, että yksittäisiä, arvoltaan hintavia tuotteita. Asiakkaat tilaavat tuotteita esimerkiksi tiettyinä ajankohtana toteutettaviin tapahtumiin. Toimitus, joka toimitetaan tilaisuuden jälkeen myöhästyneenä, on pahimmassa tapauksessa täysin turha ja sillä saattaa olla merkittävä vaikutus koko tilaisuuden järjestelyihin. Tilaisuudet, joihin tuotteita toimitetaan, ovat useasti viikonloppuisin ja tapahtumapaikat sellaisia, joissa ei välttämättä ole kokoaikaisesti vastaanottavaa henkilökuntaa läsnä.

Käytännössä on ollut tilanteita, jolloin hävinneenä olevan toimituksen etsimistä on hidastanut puutteelliset, likaantuneet tai irronneet lähetysmerkinnät. Lisäksi logistiikkatermiinaaleissa on useasti tilanteita, jolloin viivakoodeja ei lueta esimerkiksi puuttuvien lukijoiden ja ruuhkatilanteiden johdosta. Toimitukset ovat saattaneet joutua vahingossa väärin lähetyskanaviin, jolloin on mahdoton tietää, minne ne ovat jatkaneet matkaansa.

Myös elintarvikkeiden parempi olosuhteiden seurantamahdollisuus, lisää aiheen kiinnostavuutta. Esimerkiksi mahdollisuus varmistaa lämpötilasäädellyn kuljetuksen toteutuminen määritellyissä lämpötilarajojen toleransseissa, takaisi laadukkaan jakeluprosessin, jolla voitaisiin poissulkea epäily mahdollisesti olosuhteista johtuvista pilaantumisesta.

Mitä enemmän pystytään keräämään tietoa toimituksen aikana, sitä paremmin pystytään poistamaan epäselvyyksiä, joita saattaa jakelun aikana esiintyä. Tällä varmistetaan toimitusketjun asiakkaan tyytyväisyyttä, sillä asiakas saa tuotteen sellaisena kuin on sen tilannut.

Viimeisten vuosikymmenten kuluessa esimerkiksi tuotantotoimintaa harjoittavat yritykset ovat olleet pakotettuja muokkaamaan liiketoimintaansa uudelleen. Yritykset pyrkivät karsimaan pois kaikki sellaiset liiketoimintansa osa-alueet, jotka eivät kuulu sen ydinosamiseen. (Rabinovich ym.1999, 19.) Toimitusketju tuotteen tilauksesta loppukäyttäjälle

saakka saattaa pitää sisällään useita toimijoita, jotka ovat toisistaan täysin erillisiä yrityksiä ja jokaisella on rajattu, selkeästi sen omaan ydintoimintaan liittyvä rooli. Tällaisia osaluokkia ovat esimerkiksi kuljetukset, varastointi ja jakelu. (Bradley 2000, 64.)

Toimintojen ketjuuntuminen useille toimijoille monimutkaistaa toimitusketjua. Tämä korostaa perinteisessä toimitusketjussa tunnistettuja haasteita. Tällaisia ovat esimerkiksi tietoisuus toimituksen tarkasta sijainnista, toimituksen kustannukset lopputuotteelle ja loppuasiakkaalle sekä yleinen, toimitusketjuun liittyvien toimintojen monimutkaisuus. (Abdel-Basset ym. 2018, 614.) Toimitusten paremmalla seurannalla voitaisiin poistaa toimitusketjun epävarmuustekijöitä, joissa lähetykset ohjautuvat väärin reitteihin.

Jos IoT-tekniikalla saavutettaisiin toimitusten sijainnin osalta parempi seurattavuus kohtuullisin kustannuksin, voitaisiin paikannusseuranta liittää jokaiseen toimitukseen ja mahdollisesti lisätä muutakin seurantaa. Herkkien elintarvikkeiden kuljetuksissa merkittävässä roolissa voisivat olla esimerkiksi lämpö-, kosteus- ja värinäseuranta. Seurannan mahdollisuuksia voitaisiin jatkossa miettiä käytettäväksi koko toimitusketjuun, aina tuottajalta ja välivarastoinnista loppuasiakkaalle saakka. Kun toimituksen paikantamista ja olosuhteita voidaan aukottomasti seurata, saadaan siitä faktatietoa, jolla voidaan tukea laadukasta liiketoimintaa. Toimitusten paremmalla seurattavuudella olisi oletettavasti merkittävä vaikutus asiakastyytyvyyteen.

Tässä tutkimuksessa käsitellään IoT-tekniikoihin liittyvää aihetta käyttämällä saatavilla olevaa kirjallisuutta, tutkimuksia ja IoT-tekniikoihin liittyviä nettisivustoja. Tutkimus on rajattu toimitusketjun hallintaan liittyvään jakeluseurantaan.

Kakkoskappaleessa käydään läpi IoT:n määritelmiä ja tekniikoita yleisellä tasolla ja niiden jakautumista eri alueisiin. Kolmannessa kappaleessa käydään läpi tällä hetkellä yleisiä käytössä olevia toimitusseurantatapoja, tekniikoita ja niihin liittyviä heikkouksia.

Neljännessä kappaleessa läpikäydään IoT-menetelmiä, seurannan mahdollisuuksia ja vertailuja, sekä tutkitaan tietoturvallisuutta. Yhtenä tämän otsikon alla olevista aiheista, käydään läpi myös Sovello Oy:n kehittämää Thing2dataa, jonka avulla saadaan tavaraa älykäs ilman internet yhteyttä.

Viidennessä kappaleessa on yleistä pohdintaa IoT-tekniikan hyödyntämisestä ja kuudennessä kappaleessa esitetään tutkimuksen johtopäätökset.

2 IOT:N MÄÄRITELMÄ JA TEKNIIKAT

Toimitusketjussa on suuri määrä tietoa, tuotteita ja toimitusketjun prosesseja, jotka voidaan yhdistää älykkäällä järjestelmällä, josta muodostuu Esineiden Internet, englanniksi Internet of Things (Ashton 2009, 1; Abdel-Basset ym. 2018, 614).

IoT määriteltiin aluksi yksilöllisesti tunnistettaviksi esineiksi, jotka toimivat yhdessä verkon kautta RFID:n avulla (Ashton 2009, 1; Xu ym. 2014, 2233). Myöhemmin aiheeseen perehtyneet tutkijat liittivät siihen enemmän tekniikkaa, kuten antureita, toimilaitteita, GPS-laitteita ja mobiililaitteita (Xu ym. 2014, 2233).

Tänä päivänä IoT:n yleisesti hyväksyttynä määritelmänä käytetään verkkoa, jolla on omat toimintaperiaatteet. Toimintaperiaatteet perustuvat standardeihin ja yhdessä toimivaan tietoliikenneprotokollaan. Siinä osa-alueilla ovat omat identiteettinsä, jotka ovat varustettuja psyykkisillä ominaisuuksilla ja virtuaalisella persoonallisuudella. Ne ovat kytetty toisiinsa älykkäällä rajapinnalla ja ovat saumattomasti integroituna informaatioverkkoon. (Kranenburg 2007,25; Xu ym. 2014, 2233.)

Laitteista voidaan lukea tietoja sekä niitä voidaan ohjata Internetin kautta. IoT:n avulla voidaan asiakkaille ja yhteiskunnalle rakentaa erillaisia sovelluksia, palveluita, helpottamaan monia tekemisiä. Tällaisia voisivat olla julkisella puolella turvallisuuteen ja kriisihallintaan tehtäviä sovelluksia. Jakamistaloudessa on jo olemassa menestyneitä esimerkkejä, kuten AirBnB ja Uber. Liiketoiminnan puolelta esimerkkeinä voisivat olla autovuokraus, älykkäät kaupat ja viihdeteollisuus. Kotitaloudesta esimerkkinä voisivat olla sovellukset, joissa kodinkoneita ohjataan verkon kautta tai vaikka säädetään kodin lämmitystä ja valaistusta. Myös etänä tapahtuva lääkärintarkastus on mahdollinen. (Uitto 2015, 1-2.)

IoT on terminä melko uusi käsite. Samankaltaisia tekniikoita on kuitenkin ollut käytössä pitkän aikaa esimerkiksi automaatiotekniikassa. Ensimmäisiä ratkaisuja automatiikassa on ollut M2M, machine-to-machine yhtenä e-liiketoiminnan muotona. Erinomaisena, laajasti käytössä olevana M2M-ratkaisuna voidaan pitää kiinteistöjen sähkömittareiden etälukua. (Mäkinen 2009.)

Monesti IoT ja M2M sekoitetaan keskenään. Suurin eroavaisuus on siinä, että IoT vaatii aina osakseen internetin, kun M2M:n käyttö koneiden välisessä kommunikoinnissa ei sitä tarvita. M2M:n älykäs tiedonsiirtäminen koneiden, laitteiden ja järjestelmien välillä

tapahtuu automaattisesti, ilman ihmistä. Toki ihminen voi olla osana järjestelmää ja vaikka sovelluksen käyttäjänä. (Frenzel 2014, 28.)

Internetin uuden IPv6 standardin mukaanaan tuoma muutos, mahdollisti erityyppisten laitteiden mahdollisuuden kytkeytyä internetiin (Logistiikanmaailma 2019a).

Edellytykset laitteiden kytkemismahdollisuudesta Internetiin paranivat olennaisesti, kun otettiin käyttöön uusi Internetin protokollan versio 6 (IPv6). Protokollan avulla pystyttiin huomattavasti kasvattamaan verkkoon kytkettyjen laitteiden IP osoitteiden määrää. Esimerkiksi jokainen matkapuhelin ja elektroninen mobiililaitte sai oman IP osoitteensa. Jokainen verkkoon kytketty laite, oli se sitten printteri tai tietokone, tunnustetaan omalla, yksilöllisellä IP osoitteella. (Knights 2007, 19.)

Esineiden Internetin käyttömahdollisuudet ovat laajat. Teollisuudessa IoT-teknologiaa käytetään Saksassa kehitetyn Industry 4.0 avulla. Industry 4.0 on suuntautunut tulevaisuuden yksilöllisiin valmistusjärjestelmiin, edesauttamaan teollisuuden toimialan tehostusta aina toimintansa ympärillä oleviin toimialoihin saakka. (Net 2017.)

Industry 4.0:n ennustetaan olevan neljäs teollinen vallankumous, joka yhdistää tietotekniikan ja tuotannon automaation (MacDougall, 2014). Industry 4.0 käyttää IoT:ia tuotantojärjestelmissä, jotta voidaan luoda kyberfyysinen tuotannonohjausjärjestelmä CPPS (Lee ym. 2015, 18-22). CPPS:n on visioitu olevan Industry 4.0 ydinteknologia, joka tulee muodostumaan langattomista sisäänrakennetuista verkkojärjestelmistä, IoT:sta ja pilvipohjaisista tietotekniikasta (Kumar & Kumar 2019, 56).

Lopuksi useimmat tehtaan tiedot valvotaan IoT-pohjaisten ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksen (HCI) järjestelmien kautta. Kun tietoliikenneteknologiat (ICT) yhdistetään automaatioon CPPS:ssä, tuotantoyksiköt tulevat älykkäämmiksi, mutta myös monimutkaisemmiksi. (Wittenberg 2015, 238–245.)

Nykyään IoT on jo laajassa ja havaittavissa jokapäiväisessä elämässä. Uusia sovelluksia teknologiaan on tulossa jatkuvasti muun muassa liikenneinfrastruktuuriin. Siellä havainnointi- ja ohjauslaitteistoja hyödynnetään liikennjärjestelmien seurannassa sekä valvonnassa. Näistä saatavaa informaatiota voidaan hyödyntää edellen kansalaisille tarjottavan verkko- ja mobiililaittepalveluiden kautta. (Logistiikan maailma 2019a.)

Koska ajoneuvojen paikannusjärjestelmät auttavat liikkeiden seurannassa, pystytään saapumisaika ennustamaan. Myös kuorman lämpötilaa voidaan seurata reaaliaikaisesti

tai jälkikäteen. Annetun lämpötilatoleranssin muuttumisesta on myös mahdollista antaa hälytys tarvittaville tahoille. (Logistiikan maailma 2019a.)

Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää Enovo Oy:n keksintöä anturoida jäteastiat. Aiemmin jäteastiat tyhjennettiin määräajoin, oli niiden täyttöaste millainen tahansa. Nyt sensorit seuraavat jäteastioiden täyttymistä, jotka ilmoittavat tyhjennystarpeen. Jätekulujen säästöt ovat vanhaan mallin nähden noin 20 prosenttia. Lisäsäästöjä syntyy vielä lisää, kun saatavilla oleva data kertoo jätteiden määrän ja koostumuksen aiempaa paremmin. Enevon malli tuottaa asiakkaalle keskimäärin noin 20 prosentin säästöt jätekuluihin. Enevo pitää syntyneestä säästöstä osan. Kun jätteiden määrästä ja koostumuksesta on aiempaa läpinäkyvämmän saatavilla dataa, asiakas voi myös vaikuttaa paremmin syntyvän jätteen määrään ja kierrätykseen, mikä tuo lisää säästöjä. (Talouselämä 2017.)

Jäteastioiden tyhjennysennusteen jatkuva päivittäminen ja siihen yhdistettävä ajantasainen tyhjennysreittien optimointi lisää toiminnan tehokkuutta merkittävästi (Logistiikan maailma 2019a).

IoT-järjestelmillä voidaan seurata myös ajoneuvojen, trukkien ja satamanostureiden huoltotarvetta. Järjestelmän avulla voidaan kerätä tietoa koneiden ajotavoista, vioista ja käyttömääristä. Kerättyä tietoa voidaan hyödyntää kuljettajien käyttökoulutuksissa ja kalustoresurssoinnissa. Myös päästöseuranta ja niiden raportointi on mahdollista. (Logistiikan maailma 2019a.)

Merikonttien seurannassa on Suomalainen Codemate Oy ja Creoir on tehnyt kansainväliselle asiakkaalle seurantajärjestelmän. Järjestelmä seuraa erityisesti reaaliaikaisesti sisältöjen olosuhteita kuljetuksissa. Kuljetettaessa pitkiä matkoja herkkiä tuotteita, kuten elintarvikkeita, on ilman seurantalaitteita mahdotonta paikantaa vahingontapahtuman hetkeä. Tällä järjestelmällä tiedon saaminen on saatu ratkaistua. (Codemate 2019.)

Elintarvikepakkauskeeseen on olemassa testisovelluksia, joissa pakkauskeeseen on lisätty pilaantumisen tunnistava sensori, joka kommunikoi RFID-tekniikan avulla taustajärjestelmiin. VTT:n kehittämän anturin ideana on etanolin tunnistaminen ilmatilasta (VTT 2015).

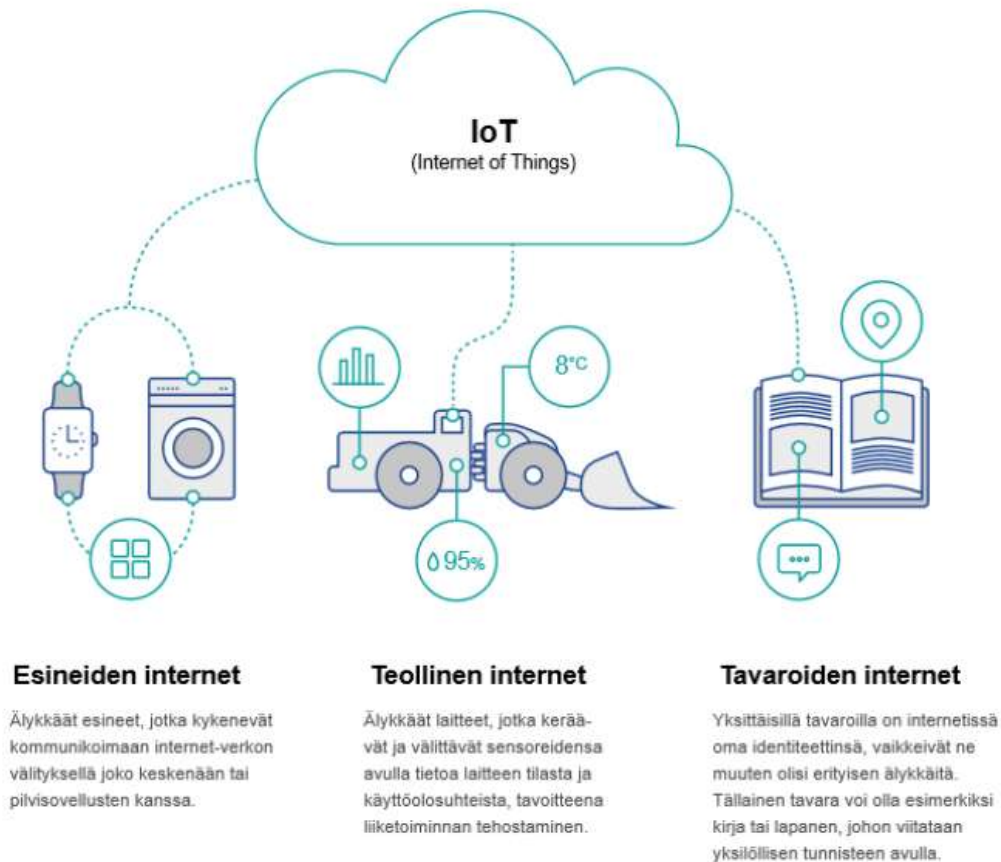
Sensorin tuottama datan määrä voi olla mittava, varsinkin jos lähetyksiä on useamman kerran sekunnissa. Data voidaan joissakin sovelluksissa analysoida big-data tekniikan avulla. Toisinaan älykkäiden algoritmien merkitys korostuu. Älypuhelimeen on mahdollista asentaa sovellus, jolla voidaan seurata esimerkiksi sydänpölyä (EKG). Käyttäjä saa ilmoituksen puhelimeen, jos seuranta havaitsee riskitekijöitä. IoT-järjestelmiin on

mahdollista saada pilvipalvelun kautta raportointia, jota voidaan tarkastella selaimen kautta. Sensoreiden, IT-alustojen, IoT-palvelimien jatkuva kehitys, parantaa osaltaan sovellusten rakentamista ja nopeutta. (Logistiikan maailma 2019a.)

Oleennaista IoT-tekniikan kannalta on mittausdata, jota anturit tuottavat. Datan välittämisen ja anturien hallinnan kannalta tulle olla tietoliikenneyhteys, joka on pääsääntöisesti langaton verkko. Paikallinen lan-verkko toimii ja siinä on useampia vaihtoehtoja. Pitkänmatkan wan-verkoissa on enemmän haasteita. Näitä on hoidettu 2g-tai 3g mobiilidatan avulla, joihin anturit ovat verkotettu. Tämän tekniikan käyttäminen on kallista, koska jokainen anturoitu kohde vaatii oman liittymän. Lisäksi runsaasti energiaa kuluttavat, usein paristolla toimivat radiomodeemit aiheuttavat kustannuksia. (Saarelainen, 2016b.).

2.1 IoT-jaottelu

Internet of Things-termi kattaa toisiinsa liittyviä teknologioita ja käsitteitä, jotka voidaan jaotella Esineiden internetiksi, Teolliseksi internetiksi ja Tavaroiden internetiksi, kuvan 1. mukaisesti.



Kuva 1. IoT-jaottelu (Elisa & Quva 2015)

Kuten yllä olevasta kuvasta havaitaan, IoT pitää sisällään esineitä ja asioita sekä myös palveluita, jotka yksinään eivät välttämättä vaikuta älykkäiltä. Älykkyys syntyy kokonaisuudesta. Kaikkia suomenkielisiä termejä käytetään kuitenkin usein tarkoittaen yhtä ja samaa asiaa ja niiden merkitykset vaihtelevat. Kategoriat ovat kuitenkin melko vakiintuneita tarkasta nimityksestä huolimatta. (Elisa & Quva 2015.)

Tutkimuksessaan Abdel-Basset ym. (2018, 615) ovat kartoittaneet teknologiaan liittyviä ominaisuuksia. IoT:n mahdollistavat teknologiat muodostuvat kartoituksen mukaan yleensä neljästä tasosta, jotka ovat:

1. Tiedonkeruusta, jossa käytetään RFID-tekniikkaa ja sensoreita.
2. Tiedon siirtoprosessista, jossa hyödynnetään kiinteitä- ja mobiiliverkkoja.
3. Palvelusta, jota ulkopuoliset sovellukset voivat hyödyntää.
4. Liittymärajapinnoista.

2.2 IoT Esineiden internet ja teollinen internet

Esineiden ja teollisen internetin kautta tehtävä kommunikointi vaatii aina laiteen, joka kerää tietoa esimerkiksi sensoreiden avulla. Tämä tieto välitetään useimmiten internet-verkkoon kiinteällä- tai WLAN-yhteydellä, ns. erillisverkkotekniikalla (esim. Sigfox, LoRa, Weightless) tai mobiiliverkon kautta. Pieniä ja paikallisia yhteyksiä voi toteuttaa myös lähikantaman WiFi, LR-WPAN, NFC-, RFID- ja Bluetooth-verkoilla.

LPWAN-verkkostandardi on luotu IoT:ia varten. Tällä haluttiin luoda yksi avoin ja maailmanlaajuinen, eri operaattoreiden välillä, yhteensopiva verkkostandardi. LoRaWAN-datanopeudet vaihtelevat 0,3 kb / s - 50 kb / s. LoRa toimii 868 ja 900 MHz ISM kaistalla. (Ray, 2016, 297.)

Teknologiassa on kolme radiostandardia, jotka kilpailevat keskenään. Nämä IoT:n tarpeisiin tarkoitettut standardit ovat LoRa, Sigfox ja Weightless. Näistä LoRa ja Sigfox ovat käytettävissä Suomessa. Näiden LPWAN-teknologiaa hyödyntävien radiopiirien energiankulutus on pieni, sillä virtalähteenä olevaa nappiparistoa voidaan käyttää kymmenen vuotta. Moninkertaisesti maksavaan 3g-modemiin nähden, näiden eurosta muutamaan euroon maksavien modeemien hinta on edullinen. LPWAN-standardin matala, lisenssi-vapaa taajuusalue mahdollistaa hyvän signaalien läpikulkemisen, joka mobiiliverkkoteknologiassa on ollut haasteena. Matala taajuus, parempi läpäisevyys ja yhtä tukiasemaa kohden oleva laaja kantama vähentää verkkojen rakentamisen hintaa. Haittapuolena on molemmissa se, että datan välityskyky on vaatimatonta. Jos datan jatkuva reaaliajassa oleva tarve on vähäinen, ei siitä synny suurempaa ongelmaa. (Saarelainen, 2016b.)

2.2.1 Long Range

Long Range (LoRa) on pitkän kantaman protokolla, jonka on suunnitellut voittoa tavoittelematon LoRa-allianssi. Sirun kantama on 20 mailia ja sisällä olevan pariston kesto on 10 vuotta. (Ray, 2016, 297.)

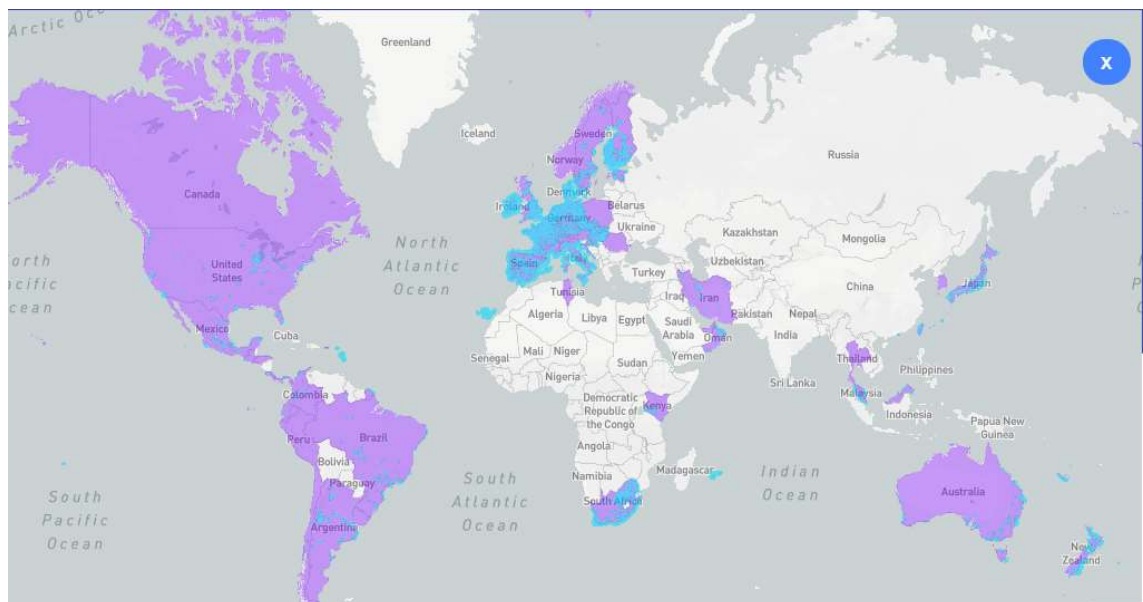
LoRa on muutoin täysin avoin teknologia, mutta vaatii siruvalmistaja Semtechin radiopiirin. Tämä antaa yrityksille mahdollisuuden toteuttaa operaattoreista riippumattomia, sisäisiä verkkoja vaikka logistiikkakeskuksiin. LoRa hankkeita on myös julkisella puolella, kuten Digitan testiverkko pääkaupunkiseudulla 2015. Digitalla on suunnitelmia verkon laajentamiselle myös muualle Suomeen. Lisäksi LoRa-sertifioijaksi hyväksytty Espotel,

on yhteistyökumppaneidensa kanssa pystyttänyt pääkaupunkiseudulle tukiasemia ja näin luonut LoRalle esteettömän 20 kilometrin kantaman peiton. (Saarelainen, 2016b.)

2.2.2 Sigfox

Tällä hetkellä Sigfox on LPWAN-tekniologiassa parhaiten kaupallisessa mielessä menestynyt protokolla. Sigfoxia kehittää, rakentaa ja operoi saman niminen ranskalaisyhtiö. Kyseinen yhtiö myös lisensoi eri maiden verkkoja. Tällä tavalla Sigfox muodostaa globaalin verkon. Connected Finland avasi lisensoidun verkon Suomessa syyskuussa 2016. Tekniologialla on miljoonia liittymiä Euroopassa, kuten Ranskassa, Espanjassa, Britanniassa ja Alankomaissa. Sigfoxilla on tavoitteena rakentaa 2019 mennessä verkkoja 50 maahan, jotka toimivat samalla liittymäsopimuksella. Sigfoxin erikoisuutena olisi häiriönsietoa parantava äärimmäisen kapea 100 Hz:n kaistaleveys (ultra narrow band, UNB). Signaalin kantama olisi harvaan rakennetulla alueella kymmeniä kilometrejä. Tekniikan rajoitukset ovat 100 b/s nopeus, sekä viestien 12 tavun raja. Lisäksi viestejä voi olla enimmillään 140 päivässä. Sigfoxilla ei pystytä luomaan yksityistä verkkoa. (Saarelainen, 2016b.)

Sigfox on pysynyt tavoitteessa, sillä tällä hetkellä heillä on verkkoja 60 maassa, kuten kuvassa 2. on nähtävillä.



Kuva 2. Sigfox verkkojen peitto (Sigfox 2019)

2.2.3 Weightless

Weightless on kolmeen versioon luotu avoin standardi. Parhaana versiona voidaan pitää kaksisuuntaisessa tietoliikenteessä toimivaa P-versiota, joka toimii joustavalla datavirralla. Ongelmakohtana on kuitenkin tekniikan heikko saatavuus.

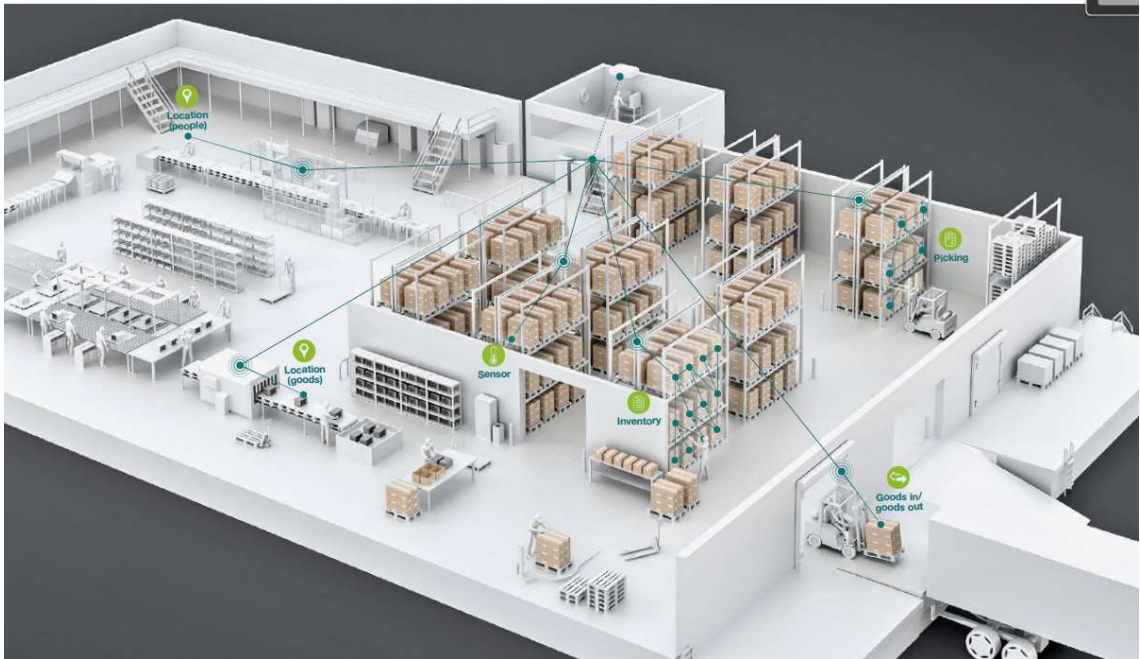
N-versiossa pystytään ainoastaan datan lähettämisen 100 k/s. LPWAN:in korkeimman tiedonsiirtonopeus saavutetaan W-versiolla, jossa se on peräti 10 Mb/s. W-versio hyödyntää maanpäällisten televisiolähetysten taajuusalueiden vapaita kaistoja. (Saarelainen, 2016b.)

2.3 IoT-Tavaroiden Internet

Tavaroiden Internetissä ei vaadita laitetta, joka keräisi tietoa ja kommunikoi suoraan internetverkkoon. Tämä tekniikka palvelee paremmin toimitusketjuprosessia, joka on varaston, tilausten hallinnoinnin ja kuljetuksen yhteistyötä. IoT-tekniikkaa on tässä prosessissa mahdollista hyödyntää usealla tavalla

Varastoinnissa IoT voidaan yhdistää älykkäisiin RFID-tageihin, jota auttavat säästämään varastoinnissa käsittelyaikaa. Samalla sillä lisätään toimitusprosessin turvallisuutta ja toimitusvarmuutta. Inventaario on perinteisesti yksi varastointiin liittyvä ja paljon työvoimaa vaatinut prosessi. IoT yhdistettynä RFID-tageihin vähentää tätä, pitkälti manuaalista työtä huomattavasti. (Abdel-Basset ym. 2018, 616.)

Varastoinnin RFID-pohjaisia järjestelmiä on mm. Wirepasin Mesh, joka on nähtävissä kuvassa 3. Wirepasin mukaan, kun kaikki nimikkeet ovat merkitty tageillä ja lisätty Wirepas Meshiin, voidaan nimikkeet lukea automaattisesti varastohallintajärjestelmään. Tiedot voidaan edelleen kytkeä taustajärjestelmiin, joissa niiden avulla voidaan tehdä esim. kustannuslaskentaa ja analyysyjä. Wirepas toimii alhaisilla kustannuksilla, vähän kulluttavien paristokäyttöisten laitteiden avulla, jotka vaativat langattoman tekniikan johdosta vähän yhdyskäytäviä yrityksen verkkoon. Tiedot ovat suojattuja ja turvassa, eivätkä ole riippuvaisia julkisesta infrastruktuurista. Wirepas on laskenut, että automaattinen järjestelmä poistaa perinteisestä manuaalisesta laskennasta johtuvan työvoimakustannuksen tarpeen. Kustannukset yhden varaston osalta 10 000 nimikkeen laskennassa ovat jopa 2 200 euroa. Suomessa työtunti maksaa noin 33 €. Tieto työtunnin hinnasta pohjautuu Eurostatin tilastointiin. (Wirepas Ltd, 2018.)



Kuva 3. Wirepas Mesh varastohallintajärjestelmä (Wirepas 2019)

2.3.1 Mobiiliverkko

Mobiiliverkossa sensorit ovat yhteydessä ajoneuvossa olevaan 3G / 4G yhdyskäytävään, joka lähettää tietoa siihen liitetystä toimituksesta ja sijainnistaan. Kun toimitus poistuu ajoneuvosta, rekisteröity paikka, missä se jäi kydistä pois automaattisesti ilman rekisteröintiä tarvetta. Kun sensorin yhteys ajoneuvossa olevaan 3G / 4G yhdyskäytävään katoaa, se voi alkaa lähettää yksinkertaista beaconia (BLE:n tavoin) mihin tahansa älylaitteeseen. Älylaitteessa tarvitaan beaconin tunnistava ja sen dekoodaava mobiilisovellus. (Wirepas, 2019.)

3 TOIMITUSTEN SEURANTA

3.1 Nykytilanne

Nykyisin tavaroiden toimitukset ovat pitkälti ulkoistettuja ja alihankintaverkostojen avulla hoidettuja.

Logistiikassa jakelu on operatiivisen toiminnan, kuten mm. toimituksen pakkaamisen, keräilyn ja jakelun hoitamista asiakkalle sovitun aikataulun mukaisesti. Jakeluun ja jakelureititykseen liittyviä ongelmia on tutkittu laajasti. Tutkimuksissa on usein oletettu, jakelutoiminnot suoritetaan suoraan toimittajan jakeluvälistä. Lähtökohdaksi on ollut myös se, että asiakkaiden kysyntä ja sijainti on tiedossa, jotta kuljetuskapasiteetti ja reitit pystyttäisiin optimoimaan. Todellisuudessa kaikkia jakelutoimia ei pystytä tekemään suoraan toimittajan jakeluvälistä. Jokaisella toimijalla on oma järkevä toimitusväly, jolla toimitus saadaan taloudellisesti kannattavasti hoidettua. Jotta kustannukset pysyisivät optimaalisena, toimittaja ulkoistaa ainakin osittain jakelun kolmannelle osapuolelle. (Fang ym. 2010, 1315.)

Palvellakseen paremmin asiakkaita, ulkoistetun palvelun tarjoajat jakautuvat monesti kahdentyyppisiin palvelun tarjoajiin. Ensimmäisellä on monesti omat kuljetus- ja varastotilat. Ne toimivat logistiikkaliiketoiminnassa itselleen ja toiselle, usein pienemmille palvelun tarjoajille, joilla ei ole useasti omia tiloja ja henkilöstö- ja tietojärjestelmiä. Nämä, toimijat, ovat alihankintasuhteessa ensimmäiselle ulkoistetun palvelun tarjoajalle, joka seuraa ja koordinoi ulkoistettua palvelua. (Na & Lei, 2010, 202.)

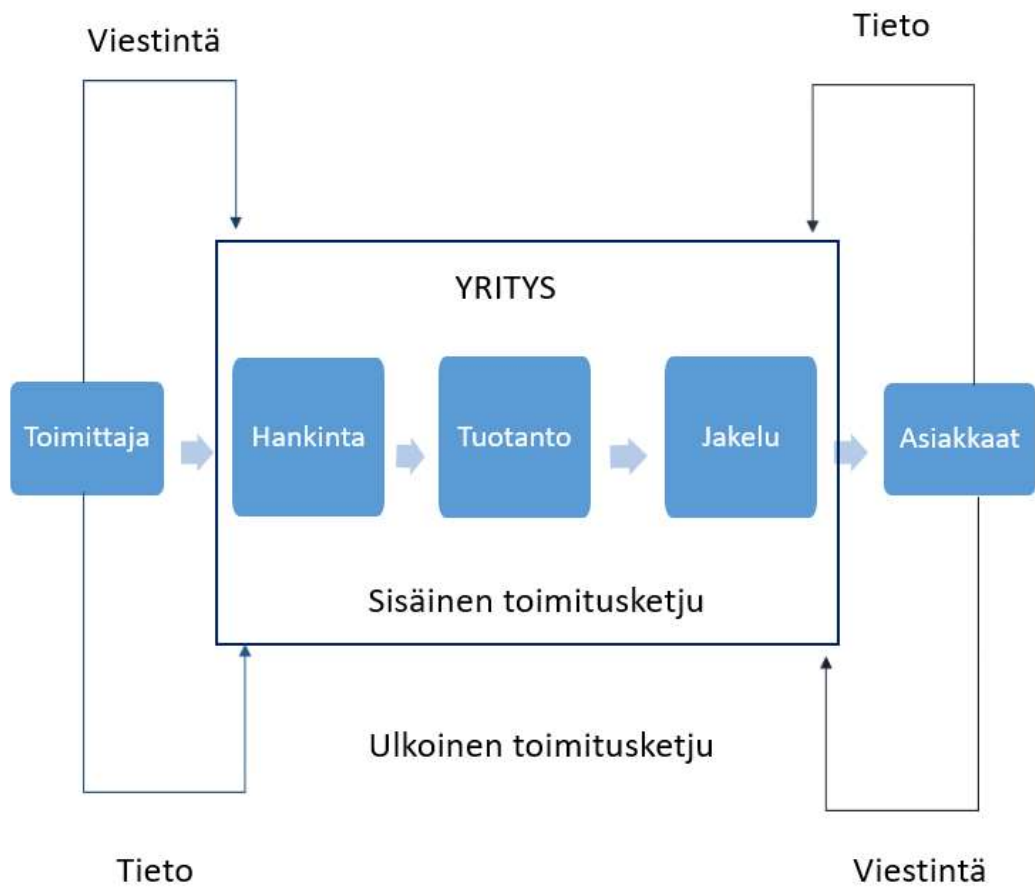
Kuljetuksia tarvitsevan yrityksen kuljetustarpeen määrittävät kilpailustrategian ja toimintaidean lisäksi muun muassa kuljetusten säännöllisyys, toimitustiheys, välimatkat ja haluttu palvelutaso. Muita vaikuttavia tekijöitä kuljetuksen valintaan ovat lähetyksen arvo, erä koko, paino ja pilaantumisen riski. Kuljetuksissa vaaditut olosuhteet voivat vaihdella lämminkuljetuksista katkeamattomaan kylmäketjuun. (Logistiikan maailma, 2019a.)

Kuljetusmuodon valinnan määrittävät mm. kuljetuskapasiteetin saatavuus, hinta, nopeus, luotettavuus, täsmällisyys ja vaatimukset pakkamiselle. Pilaantumaton ja kuivarahti voidaan useinmiten tuoda edullisimmalla vaihtoehdolla, jossa määrävä tekijä on matkan kesto. Edullisimmat rahtihinnat pitkillä matkoilla ovat merikuljetuksilla, keskipitkissä juna- ja autokuljetuksilla ja lyhyillä autokuljetuksilla. (Logistiikan maailma, 2019a.)

Kuljetukset kuuluvat tärkeänä osana toimitusketjuun. Toimitusketju koostuu kaikista osapuolista, jotka ovat suoraan tai välillisesti mukana asiakkaan pyynnön täyttämässä. Toimitusketjuun ei kuulu ainoastaan tuotanto ja toimittajat, vaan myös kuljetukset, varastot, jälleenmyyjät ja jopa asiakkaat. (Chopra & Meindl 2013 12-13.) Kussakin organisaatiossa toimitusketju sisältää kaikki toiminnot asiakkaan kysynnän tarpeen tyydyttämistä varten. Nämä toiminnot eivät rajoitu siten ainoastaan tuotekehitykseen, markkinointiin, tuotantoon, jakeluun, talouteen ja asiakaspalveluun. (Chopra & Meindl 2013 68-69.)

Myös Abdel-Basset ym. (2018, 614) määrittävät toimitusketjun joukoksi prosesseja ja kokonaisuuksia (toimittajat, asiakkaat, tehtaat, jakelijat ja vähittäismyyjät), jotka täyttävät asiakkaan tilauksen.

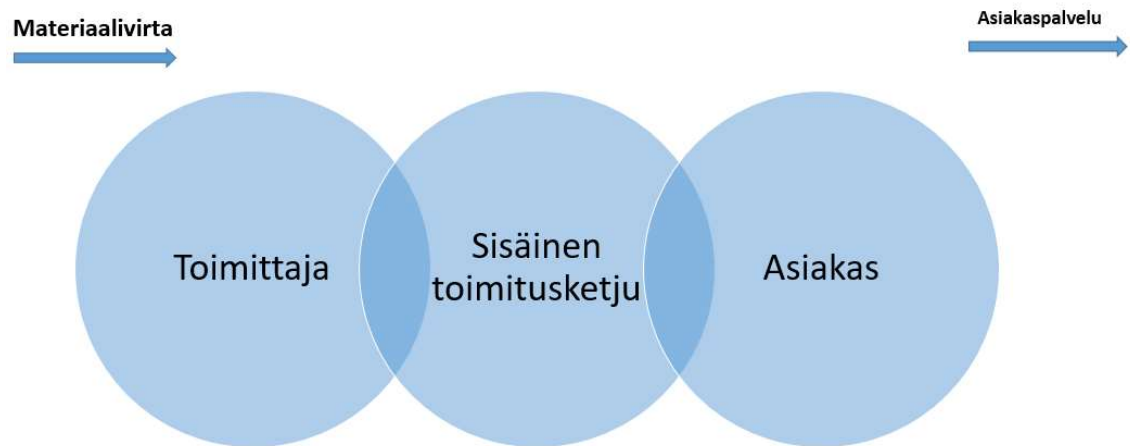
Toimitusketjun voidaan jakaa viitteen prosessiin, Supply Chain Operations Reference vertailumalli (SCOR) mukaan. Ne ovat suunnitelman, hankinnan, tuotannon, jakelun ja palautuksen yhdistelmiä. (Supply Chain Council. 2012, 183.) Jotta koko yrityksen toimitusketju pystyisi toimimaan, tulee sen osatekijöiden toimia oikealla kommunikoinnilla ja tietovirroilla. Toimitusketju voi olla yrityksen sisäinen tai ulkoinen, kuten kuvassa 4. esitetään. (Abdel-Basset ym. 2018, 616-617.)



Kuva 4. Sisäisen ja ulkoisen toimitusketjun hallinta (Abdel-Basset ym. 2018, 617)

Sisäiseen toimitusketjuun yritys vaikuttaa itse. Sisäinen toimitusketju tarkoittaa yrityksen sisäisiä toimintoja, jotka päättyvät tuotteen toimittamisesta asiakkaalle. Tämä prosessi sisältää useita toimintoja yrityksissä kuten myynti, tuotanto ja jakelu. On selvää, että yrityksen suorituskyky olisi näiden toimintojen integroiminen. (Basnet, 2013, 153.)

Myös Stevens (1989,3) on toimitusketjun integrointia kertovassa artikkelissa kuvannut ulkoisen toimitusketjun kuvan 5. mukaisesti.



Kuva 5. Ulkoinen toimitusketju (Stevens 1989,3)

Ulkoinen toimitusketju sitoo usean, toisistaan riippuvaisia organisaatioita toisiinsa. Hyvä tiedonkulku ja kommunikointi ovat välttämättömiä, jotta saavutetaan parempaa asiakaspalvelua, pienempiä välivarastointeja ja matalampia kustannuksia.

3.2 Tekniikat

Logistisia yksiköitä, eli toimitusketjussa käsiteltäviä pakkauskokonaisuuksia, tulee merkitä tunnistamisen ja jäljitettävyyden varmistamiseksi GS1 tunnisteella. Logististen yksiköiden merkitsemiseen käytetään nykyisin kuvassa 6. olevaa GS1-128 –viivakoodia. (GS1, 2019.)

GS1 - 128

GS1-128 -symbolitekniikkaa käytetään erityisesti logistisissa yksiköissä ja tukkupakkauksissa (esim. lavalaput).

GS1-128 mahdollistaa sovellustunnusten käytön. Sovellustunnusten avulla kuvataan minkälaista informaatiota koodi sisältää.

GS1-128 viivakoodi voi sisältää muun muassa:

- SSCC (Serial Shipping Container Code, Sarjatoimitusyksikkökoodi)
- GTIN (Global Trade Item Number, GS1 tuotenumero)
- Lavalla olevien kuljetus- tai tukkupakkausten määrä
- Eränumero
- Päivämäärä (esim. parasta ennen -päiväys)

Sovellustunnus eli AI (Application Identifier)

GS1 sovellustunnukset ovat 2-4 -numeroisia tunnuksia, jotka kertovat niihin liittyvän tiedon merkityksen ja määrittävät sen kenttäpituuden ja muodon. Sovellustunnukset laitetaan sulkuihin, viivakoodin alle tulevaan selkokieliseen tekstiin. Selkokielinen teksti sisältää samat tiedot kuin viivakoodi. Sulkuja ei kuitenkaan pidä sisällyttää viivakoodin dataan.

Esimerkki:



AI 01 = viivakoodi sisältää GTIN-koodin AI 15 = parasta ennen päiväys AI 10 = eränumero

Kuva 6. GS1-128 Viivakoodi (GS1, 2019).

Toimitettaessa lavoja pienempiä yksiköitä (kolleja), merkintä tehdään kolliosoitelapuilla. Kollilapuissa tulee olla asiakas-, osoite-, ja reittitiedot. Jos kolleja on useampi, ilmenee kollilapusta myös lähetyksen kokonaismäärä ja monesko kolli kulloinkin on kyseessä. Kollin tunnisteena käytetään SSCC-koodia. (GS1, 2019.)

Lava toimitukset merkitään vastaavasti GS1 standardin mukaisella lavalapulla. Yksilöity lavalappu edesauttavat jäljitettävyyttä koko toimituksen ajan. Lavalappu muodostuu seuraavista osista (GS1, 2019.):

1. Yläosassa vapaavalintainen osio, jossa voidaan näyttää esim. lähettäjän tiedot ja logo. Yläosan voi myös halutessaan jättää tyhjäksi.
2. Keskiosassa esitetään selkokieliset tiedot, tekstimuodossa, viivakoodista. Tällä pyritään välttämään toimituksen epäonnistumista, jossa viivakoodiluenta ei onnistuisi. Tässä osassa ovat myös kuvaus yksikön sisällöstä esim. myyntiyksikön tunniste, paino, parasta ennen.

3. Alaosassa on varsinainen lavan yksilöivä viivakooditunniste, joka on gS1-128 tekniikalla.

RFID teknologiaa on mahdollista käyttää yksiköiden tunnistamiseen, kuten viivakoodia-kin. RFID luenta perustuu langattomaan luentaan radioaaltojen avulla. Luenta tehdään RFID-lukijalla. RFID-tunnisteessa tieto on tallennettu muistiin, jota voidaan tarvittaessa päivittää RFID-lukijan avulla. (RFID Lab Finland ry, 2019a.)

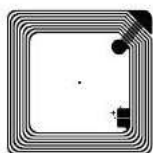
RFID-tunnisteiden on mm. sen viivakoodia parempi olosuhteiden sietokyky. RFID-sovel-lus rakentuu RFID-tulostimista ja -lukijoista, RFID-tunnisteista sekä informaatiojärjestel-mästä. Luennan etäisyyteen vaikuttavat käytetyt taajuudet, tehot, antennin suuntakuviot ja lukijan herkkyys. RFID-tunniste voi olla pienen antennin ja mikropiirin sisältävä tarra, nappi, kortti tms. Tunnisteessa käytettävä yksilöllinen koodi on nimeltään EPC = Elec-tronic Product Code. Tunnistetyypit ovat kuvassa 7.

GS1 RFID/EPC -tunnistetyypit

EPC UHF Gen 2



EPC HF Gen 2



Kuva 7. GS1 RFID/EPC tunnistetyypit (GS1, 2019).

Tämä koodi on GS1 standardi ja siinä on yksilöivä sarjanumero perinteisen viivakoodi-tiedon lisäksi. EPC mahdollistaa yksittäisen tunnistamisen ja jäljittämisen, joka parantaa toimitusketjun toimintaa. (GS1, 2019.)

Useat kuljetuskumppanit tarjoavat tällä hetkellä omia, viivakoodeihin perustuvia, toimi-tuksen seurantajärjestelmiään. Nämä seurannat ovat monesti selain pohjaisia. Tällaisia seurantajärjestelmiä ovat kotimaan jakeluketjussa mm. Kaukokiidon Kaukoputki, Postin

Dashboard ja DB Schenkerin MySchenker (Kaukokiito 2019; DBSchenker 2019; Posti 2019.)

RFID-pohjaisia seurantajärjestelmiä ei jakeluseurannassa laajamittaisena ole käytössä. Tätä väitettä tukee mm. RFID Lab Finland ry:n verkkosivuilla oleva referenssilista. (RFID Lab Finland ry, 2019b). RFID-tekniikan käyttäminen on kalliimpaa, kuin perinteisen viivakooditekniikan.

Tarkempaa seuranta on mahdollista tehdä kuljetusliikkeiden ja tavarantoimittajan välillä, jos käyttöön otetaan pilvipohjalle rakennettu portaali, kuljetushallintajärjestelmä. Tällaisia järjestelmiä ovat mm. Consignor ja Unifaun (Consignor 2019; Unifaun 2019). Näiden avulla saadaan paremmin seurattua toimitusta heti noutohetkestä toimittajalta, kuin pelkällä kuljetuskumppanin omalla järjestelmällä. Tämä johtuu monesti siitä, että nämä järjestelmät ovat paremmin integroituina tavarantoimittajan omiin järjestelmiin. (Consi

Näitä menetelmiä parantavat vielä sähköisen rahtikirjan käyttöön ottaminen, joka tuli mahdolliseksi 11.4.2019, kun kansainvälisen maantiekuljetussopimuksen (CMR) sähköistä rahtitietoa (eCMR) koskeva ratifiointiprosessi vahvistettiin Suomessa tiekuljetussopimuslain muutoksella (Traficom, 2019).

3.3 Heikkoudet

Kuljetusliikkeiden tarjoamat järjestelmät antavat tietoa kuljetuksen etenemisestä, mutta ne eivät ole täysin reaaliaikaisia. Tavaroiden viivakoodiluentaa tehdään tällöin monesti kuljetusliikkeiden terminaalitiloissa ja toimituksen toteuduttua. Jos toimitus kulkee useamman terminaalin kautta, ei terminaalien välisten siirtymien aikana toimituksen sijaintia tiedetä. Tavarantoimittaja on kuljetuskumppanin seurantaan päivittämisen tiedon varassa.

Kuljetushallintajärjestelmät ja sähköiset rahtikirjat eivät merkittävästi paranna kuljetuksen seuranta mahdollisuutta, sillä viivakoodiluenta on edelleen kuljetusliikkeiden koodiluentojen varassa.

Vaikka viivakoodit perustavat yritystunnisteiden perusteella yksilöityihin SSCC-koodeihin ja siksi maailmasta löytyy ainoastaan yksi tällä tavalla merkitty kuljetusyksikkö, niin koodiluentojen väliin jääminen on yleistä. Pahimmassa tapauksessa kuljetusyksikkö on

saattanut jäädä väärään terminaaliin, tai mahdollisesti jatkanut matkaa virheelliseen kohteeseen.

RFID:n hyödyntäminen on jäänyt kaupallisella puolella vähäiseksi. Posti Oy kokeili 2005-2006 kuljetusrullakoiden RFID-seurantaa pilottiprojektissa 18 kuukauden ajan. Kokeemukset osoittivat, että tekniikka toimi kenttäolosuhteissa ilman suurempia ongelmia. RFID-tunnisteella varustettuja standarditarroja kokeiltiin jakelulaatikoissa yli 90% toimintatarkkudella. Tekniikan tuotantokäyttö edellyttäisi kuitenkin hyötyihin nähden liian suuria investointeja, tekniikan kypsyttömyyden lisäksi. Jotta RFID-tekniikka löisi itsensä läpi, tulisi koko jakeluketju saada saman standardi alle. (Perkola, 2006.)

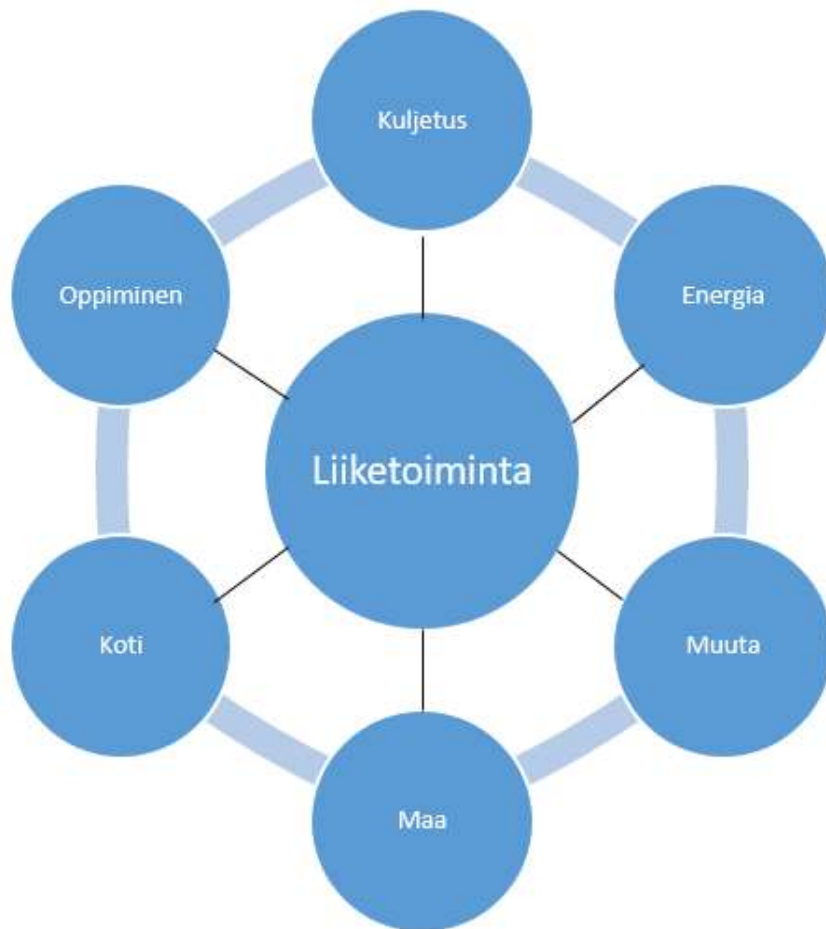
4 IOT:N MAHDOLLISUUDET TOIMITUSSEURANNASSA

4.1 IoT menetelmänä

IoT-tekniikka antaa kattavan mahdollisuuden jakelutoimitusten seurantaan läpi koko toimitusketjun. Sen mahdollistajaksi on nimetty RFID sekä sensorit. (Abdel-Basset ym. 2018, 615.) IoT mahdollistaa tuotteiden tunnistamisen ja jäljittämisen globaalissa toimitusketjussa. Sen avulla saavutetaan toimitusketjuun läpinäkyvyyttä, vähennetään läpimenoaikoja sekä koko prosessiin liittyviä kustannuksia. Toimitusketjun jäsenten yhteisessä käytössä oleva seurantajärjestelmä antaa arvokasta lisätietoa muun muassa myyntitilanteesta sekä lisää asiakastytyvyyttä. (Abdel-Basset ym. 2018, 626.)

Tutkimuksessaan Abdel-Basset ym. (2018, 615) on kartoittanut myös teknologiaan liittyviä haasteita. Kirjallisuustutkimuksessa on tunnistettu ongelmia, jotka liittyvät muun muassa teknologian turvallisuuteen ja yksityisyyden suojaan.

Liiketoiminnan kannalta on tärkeä, että kaikista sen osatekijöistä saadaan ajantasaista tietoa. IoT antaa siihen hyvän mahdollisuuden, sillä sen avulla on mahdollista seurata lähes mitä tahansa kuvan 8. mukaisesti. (Abdel-Basset ym. 2018, 616-617.)



Kuva 8. IoT Käyttöalueet (Abdel-Basset ym. 2018, 617)

IoT:n älykkäiden laitteiden avulla toimitusketjun yritykset voivat vähentää hankintaprosessista aiheutuvia kustannuksia. IoT:n soveltaminen toimitusketjun hallintaan tekee siitä älykkäämmän, koska se koostuu seuraavista ominaisuuksista:

1. Toimitusketjun tiedot ovat koneen tuottamia.
2. Yhdistetty käyttämällä älykkäitä laitteita ja tietojärjestelmiä.
3. Älykkyys, jossa suorituskykyä optimoidaan tekemällä laajamittaiseen tiedon pohjalta optimaaliset päätökset.
4. Kaikki prosessit on automatisoitu, myös matalan resurssin omaavat kohdat.
5. Integroitu: yhteistyö kaikkien toimitusketjun vaiheiden välillä.
6. Innovatiivinen: kehittyminen edesauttaa uusien ratkaisujen ja vaatimusten käyttöönottamista. (Abdel-Basset ym. 2018, 616.)

IoT vaikuttaa toimitusketjuun seuraavilla tavoilla:

1. Parantaa varastohallintaa: Reaaliaikainen näkyvyys ja inventaarion luominen internetin avulla. Tällä hetkellä varastohallintaprosessi luottaa arvaamiseen, ilman reaaliaikaista näkyvyyttä. Myös tietojen manuaalinen kerääminen aiheuttaa varaston epätarkkuutta. Anturien lisääminen johtaa 100%: n tarkkuustasoon.
2. Reaaliaikainen toimitusketjun hallinta: Perinteisessä tarjonnassa ketjun hallinnan tiedot kysynnästä kulkevat vain yhden toiminnan avulla. Uudet teknologiat RFID-tunnisteiden avulla voivat tallentaa monenlaista tietoa kuten esim. valmistuspäivä, parasta ennen päiväykset ja takuu-aika. Tämä avulla saavutetaan toimitusketjun tehokasta hallintaa.
3. Maksimoitu logistiikan läpinäkyvyys: Kaikki kuljetustiedot (kuljetusolosuhteet, määränpää jne.) ovat käytettävissä koko toimitusketjuun, käyttämällä älykkäitä laitteita. Tämä lisää mahdollisuuksia seurata ja siten estää häviämistä. Sillä pystytään vähentämään myös paluukustannuksissa ja sillä on suuri vaikutus asiakastytyväisyyteen. (Abdel-Basset ym. 2018, 616.)

Tilausten käsittely ja varaston inventaarion tieto saadaan välitettyä RFID-tagien avulla (Abdel-Basset ym. 2018, 616). Tämän tiedon avulla saavutetaan reaaliaikainen varastointisaldo.

Kuljetustoiminnossa IoT auttaa seuraamaan tarkan ja oikea-aikaisen toimituksen valvontaa, antureiden ja verkkojen avulla. Jos käytetään älypuhelimia, säästetään myös skannaus- ja tallennusajoissa. (Abdel-Basset ym. 2018, 616).

RFID-teknologian tagien seurannan edellytys on, että joku muistaa lukea ne. RFID vaatii aina lukijan, joka kuittaa tagin nähdyksi.

IoT-tekniikan avulla pyritään muodostamaan toimitusketjussa yhteys toimitusketjun yksiköiden ja prosessien välillä. Tämä tapahtuu tunnistamalla tuotteet ja tavarat automaattisesti, jokaisessa seurantavaiheessa jolloin seuranta säilyy koko toimituksen ajan. Tällaiseen ei nykyinen toimitusketjun ohjaus kykene. (Abdel-Basset ym. 2018, 615).

Ideana on, että tavara on identifioitu tunnisteella, joka tekee tyhmistäkin esineistä älykkäitä ilman jatkuvan nettiyhteyden tarvetta. Järjestelmä hyödyntää esimerkiksi lohkoketjuteknologiaa. Lohkoketjuteknologia toimii hajautetussa verkossa ja perustuu avoimeen

lähdekoodiarvojärjestelmään. Se on varmennettu matemaattisesti ja tiedot ovat muuttumattomia. (Viitala,2016). Avainasemassa on mobiilisovelluksen käyttö, jonka avulla tavaran liikettä voidaan seurata.

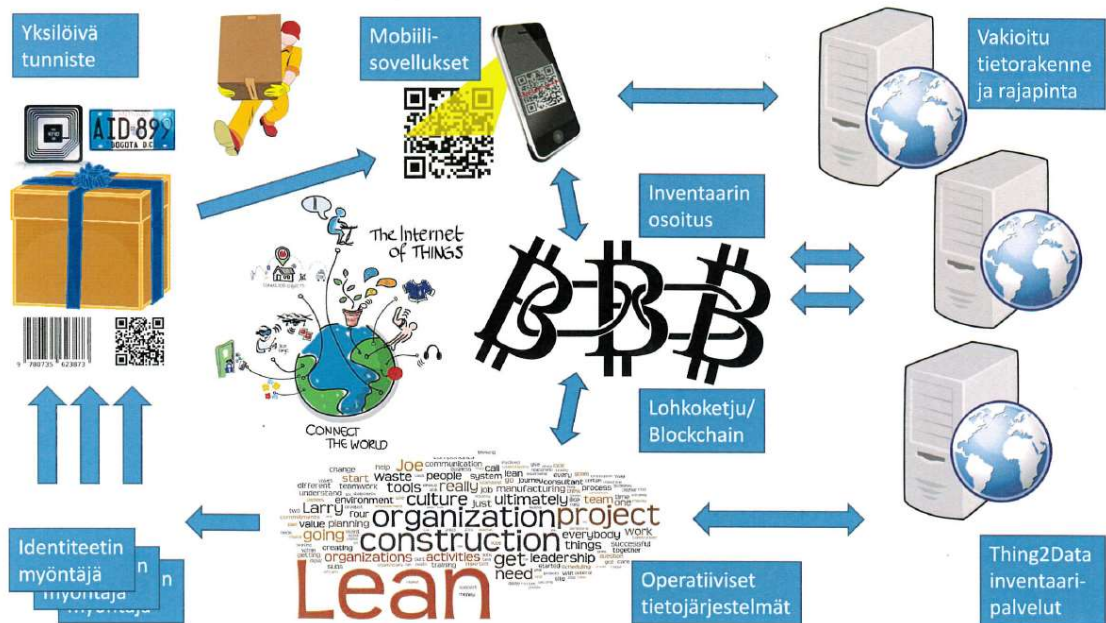
Mobiilisovelluksen avulla voidaan käydä tavaran tunnisteen kanssa keskustelua. Tulevaisuudessa tavaran on mahdollista, jos se tietää määränpänsä, itse pyytää kuljetus ja antaa noutopaikkaan avaintunnus. Avaintunnus, joka on välitetty tavaran ostajalle, omistajalle, sen saa noudettua esim. lokerosta mukaan. Tähän tapahtumaan on mahdollista liittää myös maksutapahtuma rahdista. Tämä mahdollistaa tavarankuljetukseen vastaavanlaisen mahdollisuuden, mitä hyödynnetään Uber-taksiliikenteessä.

Yksi vaihtoehto tähän on Wirepas Mesh teknologia. Sillä pystytään paikantamaan lähetykset ennalta määritetyllä alueella. Tämän lisäksi kuljetuksessa pystytään seuraamaan, missä toimitus menee ja missä kohden se poistuvat kyydistä. Teknologian etuna on myös koko ajan reaaliajassa saatava sensoridata mm. lämpötilasta, kosteudesta, kolhuista ja kaatumisista sekä valon määrästä. (Wirepas, 2019.) Sensoreiden yksikköhinta on 21,5€/kpl, ostettaessa 51-99 kappaletta kerralla. Isoimmista volyyymeissa hankittuina, yksikkö hinnat annetaan tarjousten perusteella.(Ruuvi, 2019.)

4.2 IoT vaihtoehdot

IoT- esineiden -ja teollisen internetin kautta tehtävä seuranta edellyttää laitteen, joka kerää tietoa esimerkiksi sensoreiden avulla ja lähettää sen erilaisella verkkotekniikalla eteenpäin. IoT-tavaroiden Internetin kautta seuranta ei vaadi erillistä laitetta, joka keräsi tietoa ja kommunikoi suoraan internetverkkoon. Tämä tekniikka palvelisi paremmin toimitusketjuprosessia, joka on varaston, tilausten hallinnoinnin ja kuljetuksen yhteistyötä. IoT-tekniikkaa on tässä prosessissa mahdollista hyödyntää usealla tavalla.Yhtenä vaihtoehtona tästä tekniikasta on Sovellon kehittämä Thing2Data.(Sovelto 2015.)

Thing2Data-arkkitehtuurin ideana on se, että tavaroille voidaan antaa identiteetti ja tämän identiteetin perusteella ne voidaan tunnistaa ja niihin voidaan liittää uusia ominaisuuksia internetin pilvipalvelujen avulla. Tavaran itsensä ei tarvitse olla yhteydessä internetiin, vaan yhteydet pilviin voidaan hoitaa esimerkiksi älypuhelimien sovellusten avulla. Oleellista kehitystyössä on se, että pilvipalvelujen rajapinnat ovat avoimia ja dataa voidaan tarvittaessa siirtää kätevästi palvelusta toiseen. .(Sovelto 2015.) Oheinen Kuva 9. hahmottaa tämän arkkitehtuurin kokonaisuutta (Think2datahanke, Sovelto, 2017).



Kuva 9. Thing2data arkkitehtuuri (Sovelto, 2017)

Tavaran identiteetti voi olla periaatteessa mikä tahansa tunnistetieto ja identiteetin myöntäjä periaatteessa kuka tahansa, vaikka yksittäinen kotitalous (Sovelto 2015.)

4.3 IoT Vertailua

IoT- järjestelmän selkärangan muodostavaa tiedonsiirto-standardien tietoliikenneprotokollat, jotka mahdollistavat verkkoyhteyksien ja sovellusten kytkemisen toisiinsa. Tietoliikenneprotokollat antavat näin laitteille mahdollisuuden vaihtaa tietoja verkko kautta. Protokollat määrittävät tiedonsiirtomuodot, tietojen koodauksen, laitteiden IP-osoitteiston ja pakettien reitityksen lähtöpaikasta määränpään. Protokollat pitävät sisällään myös määrykset lähetysten frekvenssistä sekä kadonneiden lähetysten uudelleenlähetyksestä. Taulukossa 1 verrataan erilaisia langattomia viestintätekniikoita eri parametrien suhteen. (Ray, 2016, 297.)

Taulukko 1. Olemassa olevan viestintätekniiikan vertailu (Ray, 2016)

Para- metri	WiFi	WiMAX	LR-WPAN	Mobili- verkko	Bluetooth/ Bluetooth Low Energy	LoRa
Stan- dardi	IEEE 802.11 a/c/b/d/g/n	IEEE 802.16	IEEE 802.15.4 (ZigBee)	2G-GSM, CDMA, 3G-UMTS, CDMA2000, 4G-LTE	IEEE 802.15.1	LoRaWAN R1.0
Taajuus- alue	5–60 GHz	2–66 GHz	868/915MHz, 2.4 GHz	865 MHz, 2.4 GHz	2.4 GHz	868/900 MHz
Siirtono- peus	1Mb/s–6.75 Gb/s	1Mb/s–1 Gb/s (Fixed), 50–100 Mb/s (mo- bile)	40–250 Kb/s	2G: 50–100 kb/s, 3G: 200 kb/s, 4G: 0.1–1 Gb/s	1–24 Mb/s	0.3–50 Kb/s
Lähetys- alue	20–100 m	<50Km	10–20 m	Koko matka- puhelin- verkko	8–10 m	<30 Km
Energian kulutus	Korkea	keskitaso	Matala	keskitaso	Bluetooth: Keskitaso BLE: Erittäin matala	Erittäin matala
Kustan- nus	Korkea	Korkea	Matala	keskitaso	Matala	Korkea

Østergaard-Laursen on vertaillut Montemin blogissa eri viestintäteknikoita, joka esittää taulukossa 2. Kustannusvertailun pohjana hänen tarkastelunsa menee seuraavasti:

1. SigFoxilla on porrastettu suunnitelma, joka perustuu siihen, kuinka monta lähetystä laiteelle on sallittua päivässä:
 - a. Platina: 101 - 140 nousevan siirtotien viestiä (laiteelta tukiasemaan päin) + 4 laskevan siirtotien viestiä (tukiasemalta laiteeseen päin).
 - b. Kulta: 51 - 100 nousevan siirtotien viestiä + 2 laskevan siirtotien viestiä.
 - c. Hopea: 3 - 50 nousevan siirtotien viestiä + 1 laskevan siirtotien viestiä.
 - d. One: 1- 2 nousevan siirtotien viestiä + ei laskevan siirtotien viestiä.
 Hinnoittelumalli on vuodessa 1–12 €/laite, riippuen suunnitelmasta, laitteen käyttömäärästä jne.
2. LoRaWAN:illa kustannus riippuu verkko-operaattorista. Koska standardi on avoin, antaa se mahdollisuuden määrittää oman yhdyskäytävän. LoRaWAN on samojen ETSI-asetusten alainen kuin SigFox.
3. GSM:ssä (2G / 3G), tarkasteltu M2M-toimittajia, kuten Hologram.io, jolla on käyttökohtainen ja porrastettu datamäärän käytön mukainen maksu, sekä Particle, jolla on volyymipohjainen maksu. Vertailussa katsottiin käyttöä alle 100 yksikköä, mutta noin +10 000 yksikön käyttö oli hyvin samanlainen.
 - a. Hologram.io SIM-kortin ylläpito 0.40\$, Tiedonsiirto 0,60 \$/MB
 - b. Particle.io 2.99\$ (sisältää 1 MB), ylimenevä 0,99\$/MB

Jotkut palveluntarjoajat vaativat enemmän "ylläpitotietojen käyttöä", millä perustellaan tukiasemien ylläpitoa. Particle:n aika on noin joka 23. minuutti. Tämä tarkoittaa sitä, että jos laitetta ei käytetä 23 minuuttiin, se vaatii uuden yhteydenoton tukiasemaan. Tämä tarkoittaa aina lisää kustannuksia. Hologram.io:lle vastaava tilanne tulee vieläkin nopeammin. Lisäksi Hologram.io estää kasvavan datankäyttöä sakkomaksuilla. (Østergaard-Laursen, 2017.)

Taulukko 2. IoT viestintätekniiikan vertailua (Østergaard Laursen, 2017)

Para- metri	SigFox	LoRa- WAN	NB-IoT	LTE-M	2G	3G	WiFi
Siirtono- peus	0,3 kbit/s	0,3 - 50 kbit/s	20 - 250 kbit/s	100 kbit/s	40 - 500 kbit/s	384 kbit/s - 168 Mbit/s	11 - 72 Mbit/s
Energia kulutus	32 - 51 mA	40 mA	Ei saata- villa	Ei saata- villa	250 mA	460 mA	320 mA
Kantama taajama	3 - 10 km	2 - 5 km	Ei saata- villa	Ei saata- villa	5 - 8 km	5 - 8 km	35 - 70 m (sisä- tila)
Kantama haja-asu- tus	30 - 50 km	15 km	Ei saata- villa	Ei saata- villa	50 - 70 km	50 - 70 km	140 - 250 m (ul- kona)
Yksikkö- kustan- nus	11,00 €	12,43 €	Ei saata- villa	Ei saata- villa	11,56 €	29,18 €	10,48 €

4.4 IoT ja Tietoturva

IoT-laitteiden halutaan toimivan automaattisesti ilman ylimääräistä asentamista tai suu-
rempaa teknistä tietämystä. Tämä vaatimus asettaa turvallisuudelle merkittäviä haas-
teita. Laitteet yhdistyvät verkkoon käyttämällä UPnP-protokollaa, joka löytää muut sa-
maa protokollaa käyttävät laitteet ja näin muodostaa yhteyden niihin automaattisesti.
Tämä tapahtuu käyttäjälle huomaamattomasti. Myös sellaiset laitteet, joiden ei haluta
olevan yhteydessä, pystyvät kommunikoimaan keskenään käyttäjän tietämättä. (Gilch-
rist 2017, 50-51.) Laitevalmistajat aiheuttavat monesti lisää ongelmia, sillä kilpailutilanne
pakottaa tuomaan tuotteita markkinoille, vaikka ne olisivat vielä keskeneräisiä. Vaikka
laite muutoin toimisi, niin esimerkiksi tietoturvan osalta saattaa testaaminen olla vielä
kesken. (Gilchrist 2017, 66-67.)

Lisäksi tietoturvaohjeita saattavat aiheuttaa laitteiden ohjelmistot. Monissa käytössä ole-
vissa, verkkoon liitetyissä laitteissa, saattaa olla käytössä vanhentunut käyttöjärjestelmä

ja vanhoja ohjelmistoversioita. Laitesuunnittelussa yleinen käytäntö on käyttää avointa lähdekoodia, koska tämä on ollut käytössä jo aiemmin. Tästä johtuen uusien laitteiden osalta testausta ei tehdä kattavasti, koska niiden oletetaan toimivan vanhaan tapaan. On kuitenkin mahdollista, että haavoittuvuus on jäänyt huomaamatta jo edellisissä laitteissa. (Gilchrist 2017, 77-78.)

IoT-järjestelmät sisältävät suuren määrän haavoittuvuuksia, koska jokainen yksittäinen laite on potentiaalinen riskitekijä ja myös potentiaalinen virushyökkäyksen kohde. Laite, ohjelmisto, kuten käynnissä olevat sovelluksetkin voivat tarjota takaportteja luvattomiin yhteyksiin. Jotta IoT järjestelmien turvallisuustarkastelu saataisiin läpinäkyväksi ja hallituksi, vaaditaan uudenlaista, monitieteellistä lähetysmistapaa. Internetin tavoin myös IoT tulee kohtaamaan uusia uhkia. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi ei ole olemassa mitään taikakeinoa vaan lisää tutkimusta ja tuotekehitystä tarvitaan uhkien torjumiseksi. IoT-tietoturva tulee varmasti säilymään aktiivisena tutkimusalana myös lähitulevaisuudessa (Bertino ym. 2016, 22:5)

Talouselämän artikkelin mukaan ”IoT-verkkoturvallisuus jää asiakaskokemuksen ja markkinavaltauksen jalkoihin. Asiakkaat ja yritykset ovat yhä tietoisempia IoT:hen liittyvistä tietoturvauhista, mutta toistaiseksi asiakaskokemus, hinnat ja markkinoille pääsyn nopeus ovat jättäneet tietoturva-asiat jalkoihinsa. Tämä asettaa omat haasteensa vahvan turvallisuuden luomiseksi tai pahempaa, rajaa osan turvallisuusominaisuuksista pois lopputuotteista. Tietoturvaan aletaan kiinnittää yhä enemmän huomiota” (Talouselämä, 2018.)

4.5 Tietosuoja

IoT mahdollistaa merkittäviä parannuksia toiminnan tehokkuuteen ja taloudellisuuteen, mutta samalla se mahdollistaa riskejä rajapinnoille. Sovelluksia käytettäessä, kirjaantuu tietojen mukana myös käyttäjän tietoja, jotka mahdollistavat väärinkäytöksiä. Kun IoT:in myötä verkkoon kytketään miljardeja uusia laitteita, antaa se mahdollisuuksia suurimpiin riskeihin tiedon väärinkäytölle.

Sähköisessä asiointissa on tärkeää, että palvelun tarjoajat ja käyttäjät voivat luottaa toisiinsa ja ennenkaikkea, että käyttäjän yksityisyyttä säilyy. Sähköisissä palveluissa tulisi varmistaa, että kaikkia tapahtumia ei tunnisteta. Tapahtumat tulisi rajata turvallisuuden, yksityisyyden ja tunnistettavan suostumuksen perusteella tapahtuviksi tunnistamiseksi.

Myös anonyyminen vaihtoehto tulisi saattaa käyttäjän tietoon. Lisäksi tulee muistaa, että työntekijän kanssa tulee sopia hänen teknisestä valvonnastaan.(Heinonen, 2006.)

Laki sähköisen viestinnän palveluista 3§ 18. Todetaan ”Sijaintitiedolla viestintäverkosta tai päätelaitteesta saatavaa tietoa, joka ilmaisee liittymän tai päätelaitteen maantieteellisen sijainnin ja jota käytetään muuhun kuin viestin välittämiseen.Lain tavoitteena on turvata sähköisen viestinnän luottamuksellisuuden ja yksityisyyden suojan toteutuminen” (Laki sähköisen viestinnän palveluista 917/2014.)

”Myös lainsäädäntö on alkanut ottaa teknologian kehitystä kiinni. Vuonna 2018 voimaan astuva EU:n General Data Protection Regulation -tietosuoja-asetus antaa paremman yksityisyyden suojan myös esineiden keräämän datan osalta” (Joshi, 2016, 1-3.)

Tietosuojavaltuutetun toimiston mukaan ”Henkilötietoja ovat kaikki tiedot, jotka liittyvät tunnistettuun tai tunnistettavissa olevaan luonnolliseen henkilöön. Henkilötietoja voi olla talletettuna esimerkiksi sähköisissä tiedostoissa, tietokannoissa, paperilla, kortistossa, mapeissa tai ääni- tai kuvatallenteella”. (Tietosuojavaltuutetun toimisto, 2019)

5 POHDINTA

IoT:n ongelmaksi muodostuu tällä hetkellä se, että toimivin ratkaisu vaatii kiinteän, mobiiliverkkoon yhteydessä olevan seurantalaitteen. Tämä käytännössä toimii, jos kuljetus tehdään aina samalla kalustolla. Jos yritys toimittaa useita kuljetusyksiköitä useaan toimitusosoitteeseen kuljetuskumppanin ja heidän alihankintaketjunsä kautta, muodostuu seurantalaitteiden asentaminen ja monien mobiilidataverkkojen hallinnoiminen kalliiksi ja siten kustannushyöty saavutettavaan etuun huonoksi.

Tilanne muuttuu paremmaksi, kun Thing2data- tyyppinen järjestelmä saadaan yleiseen käyttöön. Tässä on kuitenkin avainasemassa yhteistyökumppanien mobiililaitteiden tehokas hyödyntäminen koko jakeluketjun aikana. Toisaalta tämä takaisi yhtäluotettavan seurannan kuin nykyinen viivakoodiluenta, jonka toiminnassa tiedetään olevan haasteita. Jotta seuranta olisi varmempi, tulisi mobiililuennan olla automaattinen.

IoT antaa tällä hetkellä mahdollisuuksia laiteille jotka ovat jatkuvan internetverkon vaikutusalueella. Tämä antaa hyviä mahdollisuuksia seurantaan esimerkiksi terveyden huollossa tai vaikkapa kodin hälytysjärjestelmän seuraamiseen.

Joillakin kaupunkialueille, joissa kaupunki tarjoaa vapaan langattoman internetverkon saattaisi esineiden internetissä olevaa laitetta päästä katkeamatta seuraamaan. Tämä edellyttäisi, että verkossa ei olisi häiriöitä.

Toisaalta mahdollisuus seurata esimerkiksi jakelukuljettajaa kokoaikaisesti kolmannen osapuolen toimesta, ei täyttäisi henkilön yksityisyyden suojaan liittyvää vaatetta. Tätä tulisi tutkia lisää ja etsiä ratkaisua, jossa tieoa saatasiin harvennetusti siten, että lähetystä ei pystyttäisi yhdistämään henkilöihin.

Olisiko mahdollista ajatella IoT-tekniikan toimivan paremmin rajattavissa olevassa, omassa suojatussa verkossaan?

Lohkoketjuteknologia saattaisi tarjota tähän ratkaisua. Viitala on todennut, niin se perustuu tekniseen nerokkuuteen. Tässä teknologian pohjana ovat matemaattisten algoritmien hyväksikäyttö siten, että kaksi vaikeaa tietoteknistä ja matemaattista haastetta pystytään ratkaisemaan luotettavasti. (Viitala, 2016.)

Toimituksen seurannan parantaminen ei saisi kuitenkaan aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia. Vertailuissa sensoritekniikan yksikkökustannukseksi muodostui haitari 10-30 € välille.

Pakettilähettäminen esimerkiksi Postin kautta yksityishenkilölle maksaa tällä hetkellä 39.90 €. Toimitukseen sisältyy helposti särkyvä, ovelta ovelle L-kokoinen paketti, jonka enimmäsimitat ovat 37 cm x 36 cm x 60 cm. (Posti, 2019.)

Avoimna ovat vielä lisäksi 5G-tekniikan tuomat vaikutukset IoT:in käyttämiseen. Tällä hetkellä Kinnunen DNA:lta on todennut, että ” 5G:n myötä pääsemme toteuttamaan niin sanottua kriittisen- ja korkean käytettävyyden IoT:tä. 5G tarjoaa äärimmäisen lyhyet vastajat, jotka mahdollistavat esimerkiksi itseohjautuvat autot, liikenneohjauksen sekä älykkäät sähköverkot. Näissä käyttökohteissa tarvitaan myös ehdotonta luotettavuutta, jotta viestit menevät perille tarvittavassa aikaikkunassa. Tällöin puhutaan lyhyen vastajan kanssa korkeasta käytettävyydestä (Ultra-Reliable and Low Latency Communication, URLLC), joka tulee 5G:ssä paranemaan esimerkiksi verkon reunalle tuodun prosessoinnin ja monitieradioyhteyden avulla”. (Kinnunen, 2019.)

IoT:in käyttöönotto voi tapahtua vasta silloin, kuin 5G-verkot ovat valmiina. Tällä hetkellä suurin verkkojen rakentaja on Nokia, jolla on sopimus 42 verkon rakentamisesta. Muita suuria rakentajia ovat Huawei, jolla on 40 sopimusta ja Ericsson 19 sopimuksellaan. Ensimmäiset alueet, joissa 5G-käyttöönotto tapahtuu ovat Etelä-Korea, Kiina, Yhdysvallat ja Pohjoismaat. Nokialla on ollut aikataulu- ja suorituskykyhaasteita Etelä-Koreassa. Nokia on vähätellyt ongelmia ja todennut niiden korjaantuvan lähikuukausina. Suomessa on jo avattu 5G-verkkoja ja päätelaitteita odotetaan markkinoille kesäkuun aikana. (Lehtiniity, 2019)

Logistiikan ja kuljetuksen tukevaisuuden visiot näyttävät kulkevan samansuuntaisesti, kohti digitalisaatiota ja automatisointia. IoT on vahvasti kehityksessä mukana ja sensoroinnin kautta haetaan koko kuljetusketjusta lisäinformaatiota toimitusketjun tarpeisiin. Kun ajoneuvoja ja lastinkäsittelyä automatisoidaan, saavutetaan entistä kustannustehokkaampaa, läpinäkyvämpää, luotettavampaa toimintaa ja lisänä reaaliaikaista tietoa toimituksen kulusta. (Pöyskö ym. 2016, 39.)

Suuressa roolissa IoT-tekniikan laajentumiselle on 5G-teknologia. Sille on kuitenkin ilmaantunut vastustajia, pohjautuen terveydellisiin seikkoihin. EMFscientist.org on vedonnut EU-komissiolle 5G-teknologiasta. Koska teknologia on tehokas vain lyhyillä etäisyyk-

sillä ja läpäisee kiinteää materiaalia huonosti, vaati sen käyttäminen tiheää antenniverkostoa. IoT-tekniikan käyttö toisi 10-20 miljardia uutta yhteyttä, jolloin altistuminen sähkömagneettisille kentille ja säteilyfrekvensille lisääntyisi oleellisesti. (Ahtela 2019.)

6 YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa tutkittiin IoT-tekniikan mahdollisuuksia kertaluonteisten kollitoimistusten seurannassa.

Tutkimus tehtiin melko suppeasta, verkosta saatavissa olevasta materiaalista. Menetelmä antaa siten rajoitetun mahdollisuuden johtopäätöksille, mutta tämän perusteella voidaan kuitenkin todeta IoT:n seurantamahdollisuudet ajantasaisen, kertaluonteisten lähetysten seurantaan olevan vielä liian arvokkaalta. Jos toimitettavien lähetysten lukumäärä on suuri, muutaman euron sensorin lisääminen pieniarvoiseen lähetykseen ei vuositasolla tuo kokonaisuutta ajatellen suurtakaan etua. Hyöty syntyisi ainoastaan silloin, kun toimitus olisi jossakin hävinneenä. Näihin näkemyksiin perustuen, tutkimus ei antanut ratkaisua haettuun ongelmaan.

Saatavilla oleva tekniikka, soveltuu paremmin monivuotiseen ja vakiintuneeseen kahdensuuntaisen liikenteen seurantarpeisiin, sillä niiden sensorit ovat uudelleen käytettäviä ja elinikä pitkä. Tämän kaltaisen tekniikan käyttäminen olisi paitsi kallis, myös ekologisesti haaskausta. Myös RFID-tekniikan ja älylaitesovelluksen käyttämisen yhdistelmä, edellyttäisi kuljettajan luentaa, varsinkin toimitushetkellä. Tässä kohtaa kalliimman RFID-tekniikan käyttäminen ei antaisi lisäetua vastaavalla menettelyllä tehtävään viivakoodiluentaan verrattuna.

Lisäksi tietoturvallisuuteen liittyvät asiat tulisi ratkaista, jotta yritysturvallisuus ja hyökäykset järjestelmää kohtaan eivät häiritsisi seurantaa. Toimituksen osallistuvien henkilösuoja tulisi ratkaista, jotta tietosuojongelmia ei syntyisi.

Voidaan todeta tekniikan käyttöönoton olevan vielä lähtöruudussa ja merkittävimmät teknologiat ovat vielä laajamittaisesti käyttöön ottamatta, kuten 5G. Kehitys on kuitenkin nopeaa ja muutaman vuoden kuluessa tilanne on varmasti toisenlainen.

LÄHTEET

- Abdel-Basset, M.; Manogaran, G. & Mohamed, M. 2018. Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems. Vol.86. Future Generation Computer Systems 09/2018. Viitattu 01.05.2019 [https://www-sciencedirect-com.ezproxy.turkuamk.fi/science/article/pii/S0167739X1830400X](https://www.sciencedirect-com.ezproxy.turkuamk.fi/science/article/pii/S0167739X1830400X)
- Ahtela, K. 2017. Tutkijat varoittavat: 5G verkko on terveysriski, EU:n lykättävä rakentamista. Kauppalehti 17.09.2017. Viitattu 03.06.2019 <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tutkijat-varoittavat-5g-verkko-on-terveysriski-eun-lykattava-rakentamista/79dccb18-32b5-3cc1-850e-7f2d6a0e8894>
- Ashton, K., 2009. That 'Internet of Things' Thing. RFID Journal 06/2009. Viitattu 09.05.2019 <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Basnet, C. 2013. The measurement of internal supply chain integration. Management Research Review. Vol. 36 Iss. 2. Viitattu 26.05.2019 <https://www.emeraldinsight.com/toc/mrr/36/2>
- Bertino, E; Raymond.Choo, K-W.; Georgakopolous, D. & Nepal, S. 2016. Internet of Things (IoT): Smart and Secure Service Delivery. ACM Transactions on Internet Technology Vol. 16 Iss. 4. 12/2016. Viitattu 12.05.2019 <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3013520>
- Bradley, P. 2000. Emerging trends: Outsourcing is in. Manufacturing Systems, suppl. Supply Chain Yearbook. Wheaton. Viitattu 08.06.2019 <https://search-proquest-com.ezproxy.turkuamk.fi/docview/205960595?pq-origsite=primo>
- Chopra, S.; Meindl, P. 2013. Supply Chain Management. Strategy, Planning and Operation. 5. painos. Pearson Education Inc., Upper Saddle River. Viitattu 25.05.2019 <http://feminineinquiry.com/supply-chain-management-strategy-planning-and-operation-download-books-safe-sunil-chopra-peter-meindl.pdf>
- Codemate 2019. Konttien seuranta. Viitattu 30.05.2019 <https://www.codemate.com/fi/referenssit/konttien-seuranta/>
- Consignor 2019. Delivery Management kuljetushallintajärjestelmä. Viitattu 26.05.2019 <https://www.consignor.fi/>

DB Schenker 2019. Myschenker Viitattu 04.05.2019 <https://ng.myschenker.fi/secure/login.aspx>

Elisa & Quva 2015. Yritysjohdon opas IoT:n ja teollisen internetin hyödyntämiseen. Viitattu 07.08.2017 http://quva.fi/ext/cms3/attachments/yritysjohdon_opas_IoT_ja_teollisen_internetin_hyodyntamiseen.pdf

Fang, Jin-cheng, Wu Shao-xiong, Zhang Qi-shan. 2010. Decision model and algorithm of distribution outsourcing of distribution centre from perspective of economical distribution—An expanded study on VRP. 2010 IEEE 17Th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. 10/2010. Viitattu 02.06.2019 <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.turkuamk.fi/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5645988>

Frenzel, Lou. 2014. The Connected World Awaits. Electronic design. 04/2014. Viitattu 30.5.2019 <http://electronicdesign.com/communications/connected-world-awaits>.

Gilchrist, A. 2017. IoT Security Issues. Walter de Gruyter Inc. Boston/Berlin. Viitattu 12.04.2019 <https://ebookcentral.proquest.com/lib/turkuamk-ebooks/detail.action?docID=4810138>

GS1 2019. Viitattu 26.05.2019 <https://asiakas.gs1.fi/gs1-yritystunniste/gs1-jarjestelman-ohjeet/nain-tee-gs1-merkinnan/logistiselle-yksikolle#33>

Heinonen, R. 2006. Luottamus verkkoasiointiin edellyttää yksityisyyden suojaa. Valtioneuvosto. 03/2006. Viitattu 05.06.2019 http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78509/3_2006.pdf?sequence=1

Joshi, A. 2016. Esineiden internet vie yksityisyyden. Talouselämä 10.12.2016. Viitattu 03.06.2019 <https://www.talouselama.fi/uutiset/esineiden-internet-vie-yksityisyyden/d10fea31-dad6-3e18-a090-fcc7c392bdc1>

Kaukokiito 2019. Kaukoputki. Viitattu 04.05.2019 <https://www.kaukokiito.fi/fi/kaukoputki/seuranta/?query=>

Kinnunen, E., 2019. 2G, 3G, 4G, 5G – mitä väliä IoT:ssä? Tivi. 17.4.2019. Viitattu 04.06.2019 <https://www.tivi.fi/kumppaniblogit/dna/2g-3g-4g-5g-mita-valia-iotssa/a284fc27-347a-45fe-af56-7fa075579406>

Knights, M. 2007. IPv6. Communications Engineer. Vol.5. Iss. 2. 04-05/2007. Viitattu 02.06.2019 <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.turkuamk.fi/document/4216332>

Kranenburg, R. 2007. The Internet of Things: A Critique of Ambient Technology and the All-Seeing Network of RFID. Viitattu 02.06.2019 <http://lib.pyu.edu.vn/handle/123456789/4449>

Kumar, N. & Kumar, J. (2019). Efficiency 4.0 for Industry 4.0. Human Technology. Vol.15. Viitattu 02.06.2019 <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/63027>

Laki sähköisen viestinnän palveluista 07.11.2014/917. Annettu Helsingissä 07.11.2014.Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140917>

Lee, J. Bagheri, B & Kao, H-A. 2015. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters Vol. 3. 01/ 2015. Viitattu 30.05.2019 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221384631400025X>

Lehtiniitty, M. 2019. Nokiella jo 42 sopimusta 5Gverkkotoimituksista – ”enemmän kuin kilpailijoilla”.Mobiili.fi. 03.06.2019, Viitattu 05.06.2019 <https://mobiili.fi/2019/06/03/nokiella-jo-42-sopimusta-5g-verkkotoimituksista-enemman-kuin-kilpailijoilla/>

Logistiikan maailma 2019a. Esineiden internet. Viitattu 04.05.2019 <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/digitalisaatio/esineiden-internet/>

Logistiikan Maailma 2019b. Kuljetusten ja jakelun logistiikkaa Viitattu 04.05.2019 www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikkaa.../kuljetusten-ja-jakelun-logistiikkaa/

MacDougall, W. (2014). Industry 4.0: Smart manufacturing for the future. GTAI. Berlin. Viitattu 30.05.2019 <https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/@@search?SearchableText=Industry+4.0&x=0&y=0>

Mäkinen, V. 2009. Mittarilukema kerran päivässä. Tivi. 20.2.2019. Viitattu 30.05.2019 <https://www.tivi.fi/uutiset/mittarilukema-kerran-paivassa/f63dc11e-1ffc-3256-b739-4aaf66216685>

Na, C. & Lei, S. 2010. Analysis of Quality Game Behavior for Cold-Chain Logistics Outsourcing. Viitattu 02.06.2019 <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.turkuamk.fi/document/5461436>

Net 2017. Industry 4.0 voi palauttaa valmistuksen perinteisiin teollisuusmaihin. Net. 28.4.2017. Viitattu 30.05.2019 [https://net.fujitsu.fi/fi-FI/2017/Industry_40_voi_palauttaa_valmistuksen_p\(9772\)](https://net.fujitsu.fi/fi-FI/2017/Industry_40_voi_palauttaa_valmistuksen_p(9772))

Posti 2019. Pakettilähetys verkoissa. Viitattu 05.05.2019 <https://www.posti.fi/palvelutverkossa/lahehtaminen/#/>

Posti 2019. Seuranta. Viitattu 07.06.2019 https://beta.posti.fi/fi/yrityksille#_ga=2.254416904.1451558149.1558418719-2142573452.1558418719

Pöyskö, T. Hurskainen, E. Lapp, T. & Vaarala, H. 2016. Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä. 41/2016. Viitattu 06.08.2017 https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/124788/lts_2016-41_978-952-317-307-1.pdf?sequence=2

Rabinovich, E. Windle, R. Dresner, M. & Crosi, T. 1999. Outsourcing of integrated logistics functions: An examination of industry practices. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 29. Iss. 6. Viitattu 08.06.2019 <https://search-proquest-com.ezproxy.turkuamk.fi/docview/29733427>

Ray. P.P. 2016. A survey on Internet of Things architectures. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. 07/2018. Viitattu 12.05.2019 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157816300799>

RFID Lab Finland ry 2019a. Mitä on RFID? Viitattu 26.05.2019 <http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/>

RFID Lab Finland ry 2019b. Suomen etätunnistusalan toimijoiden tekemiä RFID-toteutuksia ja -projekteja, Viitattu 26.05.2019 <http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/casepankki/>

Ruuvi Tag 2019. Viitattu 07.06.2019 <https://shop.ruuvi.com/product/ruuvitag-3-pack/>

Saarelainen, A. 2016a. Tavaroiden Uber tuo Älyn tyhmillekin tavaroille suurhanke alkaa. Tivi. 13.4.2006. Viitattu 04.05.2019 <https://www.tivi.fi/uutiset/tavaroiden-uber-tuo-alyntyhmillekin-tavaroille-suurhanke-alkaa/0fb76198-0441-3c8e-bd3b-bea582b36402>

Saarelainen, A. 2016b. Esineiden internet vaatii omat verkot. Tivi. 19.11.2016. Viitattu 05.05.2019 <https://www.tivi.fi/uutiset/esineiden-internet-vaatii-omat-verkot/e2f397c2-f8f3-33e9-a84a-525f748bfa0f>

Sigfox 2019. Sigfox verkkojen peitto. Viitattu 29.05.2019 <https://www.sigfox.com/en/coverage>

Stevens, G & Johnson, M. 2015. Integrating the Supply Chain ... 25 years on. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 46. 2016. Viitattu 26.05.2019 <https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/IJPDLM-07-2015-0175>

Supply Chain Council 2012. SCOR (The Supply Chain Operations Reference) Revision 11.0. Viitattu 26.05.2019 <http://www.tecnoali.com/files/emensa/D11/Report%20Iim.pdf>

Sovelto 2017. Pilvipalvelualusta tavaroiden internetille. Viitattu 20.05.2018 https://www.sovelto.fi/app/uploads/2017/10/Kuva_Thing2Datasta.pdf

Sovelto 2015. Think2datahanke. Sovelto. 15.10.2015 Viitattu 04.05.2019 https://www.sovelto.fi/app/uploads/2017/10/Thing2Data_hanke-esite.pdf

Unifaun 2019. Delivery Management, Toimitustenhallintajärjestelmä. Viitattu 26.05.2019 <https://www.unifaun.com/fi/>

Talouselämä, 2017. Jättitappiot pakottivat hakemaan uuden bisneksen - Enevo sai 10 miljoonaa lisää Yhdysvaltojen valloittamiseen. Talouselämä. 22.09.2017. Viitattu 30.05.2019 <https://www.talouselama.fi/uutiset/jattitappiot-pakottivat-hakemaan-uuden-bisneksen-enevo-sai-10-miljoonaa-lisaa-yhdysvaltojen-valloittamiseen/ac50507c-a37c-3603-95a8-4780739c9c59>

DNA 2018. Tässä ovat kuumimmat IoT-trendit tälle vuodelle 2018. Talouselämä. 08.05.2018 Viitattu 04.05.2019 <https://www.talouselama.fi/kumppanit/dna/tassa-ovat-kuumimmat-iot-trendit-talle-vuodelle/1e0afca8-0211-3255-84a2-bd7d4f6d3fba>

Tietosuojavaltuutetun toimisto 2019. Tietosuoja turvaa oikeutesi henkilötietoja käsitellessä Viitattu 05.05.2019 <https://tietosuoja.fi/tietosuoja>

Perkola, T. 2006. Posti arpoo rfid:n tulevaisuutta. Tivi. 17.02.2016. Viitattu 29.05.2019 <https://www.tivi.fi/uutiset/posti-arpoo-rfidn-tulevaisuutta/d5573d96-d599-3dba-8ecf-4d5834d5f3a1>

Traficom 2019. Kansainvälisten maantiekuljetusten sähköiset rahtikirjat käyttöön Suomessa. Traficom. 05.04.2019. Viitattu 26.05.2019 <https://www.traficom.fi/fi/ajankoh-taista/kansainvalisten-maantiekuljetusten-sahkoiset-rahtikirjat-kayttoon-suomessa>

Uitto, T. 2015. Tätä kaikkea on esineiden internet. Teknologiateollisuus.fi. 06.10.2015. Viitattu 21.05.2019 <https://teknologiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/yrityspuheen-vuoro/tata-kaikkea-esineiden-internet>

Viitala, J. 2016. Mikä on lohkoketju? Blogi Juha Viitala. 20.12.2016. Viitattu 11.05.2019 <https://juhaviitala.com/2016/12/20/mika-on-lohkoketju/>

VTT 2015. VTT:n anturi havaitsee elintarvikkeen pilaantumisen. Viitattu 30.05.2019 <https://www.vtt.fi/medialle/vtt-n-anturi-havaitsee-elintarvikkeen-pilaantumisen>

Wirepas 2019. Asset Management: Use case in transport. Viitattu 29.05.2019 <https://wirepas.com/knowledge/>

Wirepas 2018. Forget the buzzword IoT - It's just about data-driven decision making in asset management. Viitattu 29.05.2019 <https://wirepas.com/knowledge/>

Wittenberg C. 2015. Cause the trend Industry 4.0 in the automated industry to new requirements on user interfaces? In M. Kurosu (Ed.), Human-computer interaction: Users and contexts. Lecture Notes in Computer Science. vol. 9171. Cham, Switzerland: Springer.

Xu, L.; He, W. & Schancang, L., 2014. Internet of Things in Industries: A Survey. IEEE Transactions on Industrial Informatics. Vol.10. Iss.4. 11/2014. Viitattu 06.08.2017 <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.turkuamk.fi/document/6714496>

Østergaard Laursen, C. 2017. Internet of Things, Communication Technologies, Comparison. Montem.io. 10.03.2017. Viitattu 28.05.2019 <https://blog.montem.io/2017/03/10/internet-of-things-a-comparison-of-communication-technologies/>