

# **IoT:n mahdollisuudet kiertotalouden teollisissa symbiooseissa sekä logistiikassa**

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Vallius, Joel	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 23 + 2 liitettä	Valmistumisaika Kevät 2021
Työn nimi <b>IoT:n mahdollisuudet kiertotalouden teollisissa symbiooseissa sekä logistiikassa</b>		
Tutkinto Insinööri AMK, Energia- ja ympäristötekniikka		
<p>Jatkuvan väestönkasvun ja lisääntyneen maapallon luonnonvarojen käytön vuoksi ihmiskunnan on syytä siirtyä kohti kestävämpää kehitystä. Tätä kestäväää kehitystä tukevat kiertotalous ja sitä edistävät teolliset symbioosit. Tähän suuntaan siirtymistä edistää hyvin vahvasti nykytekniikka ja digitalisaatio. Esineiden internet (IoT) on osa digitalisaatiota, mikä edesauttaa meitä kohti tehokkaampaa materiaalien hyödyntämistä ja vähentämään ympäristön kuormitusta.</p> <p>Tämä opinnäytetyö oli osa IoT -osaamisloikka-hanketta, jossa LAB-ammattikorkeakoulu oli mukana. Työn tavoitteena oli tarkastella IoT:n tarjoamia mahdollisuuksia erityisesti ympäristöalan ja logistiikan näkökulmasta. Tarkoituksena oli selvittää, millaisia hyötyjä IoT:n avulla voidaan saavuttaa siten, että se palvelee kestäväää kehitystä.</p> <p>Työssä tarkasteltiin erityisesti Lahdessa sijaitsevan Kujalan jätekeskuksen alueella sijaitsevia yrityksiä ja niiden välillä olevaa yhteistyötä sekä niiden muodostamia teollisia symbiooseja. Tarkempaa selvitystä varten tähän opinnäytetyöhön valittiin kolme Lahden alueella toimivaa kierrätyspolttoaineisiin keskittyvää yritystä (PHJ, Lahti Energia ja Kuusakoski). Heiltä kysyttiin kyselylomakkeen sekä puhelinhaastatteluiden muodossa suhdettaan kierrätyspolttoaineisiin, yhteistyöstä keskenään sekä IoT-tekniologian merkityksestä liiketoiminnoissaan.</p> <p>Selvityksessä ilmeni, että IoT:n potentiaaliin yrityksen liiketoiminnan kasvattamiseksi uskottiin vahvasti. Kyseessä on kuitenkin kohtalaisen uusi teknologia monille yrityksille käyttöönotettavaksi, joten on ymmärrettävää, että se ei ole vielä kaikkialla laajasti käytössä. On kuitenkin melko varmaa, että digitalisaatio ja sen mukana IoT tulee tulostamaan teollisuuden tulevaisuudessa.</p>		
Asiasanat digitalisaatio, IoT, kiertotalous, teollinen symbioosi		

## Abstract

Author(s) Vallius, Joel	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2021
	Number of pages 23 + 2 appendices	
Title of publication <b>The possibilities of IoT in the industrial symbioses of the circular economy and in logistics</b>		
Name of Degree Bachelor's Degree in Energy and Environmental Technology		
<p>Due to the constant population growth and increased use of the Earth's natural resources, humanity needs to move towards more sustainable development. This sustainable development is supported by circular economy and industrial symbiosis related to it. Modern technology and digitalization are making a very strong contribution to moving in this direction. The Internet of Things (IoT) is part of digitalization. Utilizing this technology will help us for more efficient use of materials and reduce the burden on the environment.</p> <p>This thesis was part of the IoT competence leap project, in which LAB University of Applied Sciences was involved. The aim of the work was to look at the opportunities offered by the IoT, especially from the perspective of the environment and logistics. The aim was to find out what benefits IoT can achieve in terms of sustainable development.</p> <p>The work examined in particular the companies located in the area of the Kujala Waste Center in Lahti and the co-operation between them, as well as the industrial symbioses formed by them. For a more detailed study, three companies operating in the Lahti region focusing on recycled fuels (PHJ, Lahti Energy and Kuusakoski) were selected for this thesis. They were asked in the form of a questionnaire and telephone interviews about their relationship with recycled fuels, co-operation with each other and the importance of IoT technology in their business operations.</p> <p>The study found that IoT's potential to grow companies' businesses was strongly believed in. However, this is a relatively new technology for many companies to adopt, so it is understandable that it is not yet widely used everywhere. However, it is quite certain that digitalization and with it IoT will revolutionize industry in the future.</p>		
Keywords digitalization, IoT, circular economy, industrial symbiosis		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
1.1	IoT-osaamisloikkahanke .....	1
2	TEOLLINEN SYMBIOOSI KIERTOTALOUDESSA .....	3
2.1	Kiertotalous lyhyesti .....	3
2.2	Mikä on teollinen symbioosi? .....	4
2.3	Kujalan teollinen symbioosi .....	6
2.4	Logistiikka kiertotaloudessa .....	7
3	IOT .....	9
3.1	Mikä on IoT? .....	9
3.2	Esimerkkejä IoT:tä hyödyntävistä sovelluksista .....	10
3.3	IoT:n hyödyt logistiikan tehostamiseksi .....	12
3.4	IoT:n riskit ja tietoturva .....	14
4	TAPAUSTUTKIMUS .....	16
4.1	Kvalitatiivisen tutkimuksen suorittaminen .....	16
4.2	Yritysten esittely .....	16
4.2.1	Kuusakoski Oy .....	16
4.2.2	Lahti Energia Oy .....	17
4.2.3	Päijät-Hämeen jätehuolto Oy .....	17
5	HAASTATTELUJEN TULOKSET .....	18
5.1	Logistiikka ja materiaalivirrat yritysten välillä .....	18
5.2	IoT:n hyödyntäminen yrityksissä .....	18
6	YHTEENVETO .....	20
	LÄHTEET .....	21
	LIITTEET .....	23

## 1 JOHDANTO

Ympäristöasiat tulevat olemaan tulevaisuudessa entistä merkittävämmässä asemassa. Kasvavan väestön ja lisääntyneen kulutuksen takia energiaa ja luonnonvaroja on säästettävä entistä tehokkaammin. Kiertotalous - toimintamalli ja tätä edistävät teolliset symbioosit tarjoavat tähän ongelmaan helpotusta. Teollisissa symbiooseissa yritykset hyödyntävät toistensa jätteitä ja muita sivuvirtoja omissa toiminnoissaan. Tällöin esimerkiksi tuotantoprosessista syntynyt energiajäte tai lämpö pysyy hyötykäytössä. Näin menettelemällä myös ympäristöön kohdistuva kuormitus pienenee.

Digitalisaatio on yleistymässä niin kuluttajien kuin teollisuudenkin parissa. Digitaalisen tietotekniikan avulla voidaan edesauttaa kiertotaloutta sekä teollisten symbioosien toimintaa. Internet of Things (IoT) eli esineiden internet on yksi digitalisaation osa-alueista. Se tarkoittaa internetiin liitettyjä esineitä, jotka keräävät erilaisten anturien avulla dataa ympäristöstään. Tätä dataa analysoimalla saadaan ymmärrettävää tietoa esimerkiksi erilaisten päätöstentekojen tueksi tai erilaisten asioiden ennakointiin. Erityisesti teollisuudessa ja logistiikassa IoT-teknologian hyödyntäminen on jatkuvassa kasvussa. IoT:n avulla voidaan saada aikaan suuria hyötyjä niin rahallisesti kuin ympäristön kannalta.

Tämän opinnäytetyön keskiössä ovat teolliset symbioosit ja IoT. Työssä tarkastellaan myös IoT:n tarjoamia mahdollisuuksia logistiikan alalla. Työn tutkimusosuuteen valittiin kolme teolliseen symbioosiin kuuluvaa yritystä Lahden alueella. Nämä yritykset olivat Lahden Energia, Kuusakoski ja PHJ. Työssä haluttiin ottaa selvää, miten nämä yritykset toimivat kierrätyspolttoaineen tuotannon ja sen käytön suhteen. Lisäksi haluttiin saada tietoa siitä, kuinka yritykset hyödyntävät IoT:tä nyt ja mahdollisesti tulevaisuudessa. Tämä selvitys tehtiin kysymällä yritysten edustajilta kysymyksiä kirjallisesti (Liite 1) sekä puhelinhaastatteluilla.

### 1.1 IoT-osaamisloikkahanke

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on LAB-Ammattikorkeakoulu, joka on mukana Euroopan sosiaalirahaston (ESR) rahoittamassa IoT-osaamisloikka-hankkeessa. Toimialat, joihin hankkeen toiminnot keskittyvät, ovat teollisuus, ympäristö- ja yhdyskuntatekniikka, palvelu- ja kaupanala, kiinteistö- ja rakennusala sekä ICT. (LAB 2020.) Tämä opinnäytetyö keskittyy ympäristö- ja yhdyskuntatekniikan toimialaan.

IoT-teknologioiden avulla on potentiaalia saavuttaa taloudellista ja tuotannollista kasvua lähes kaikilla toimialoilla. Ongelmana tällä hetkellä on kuitenkin IoT-osaamisen puutteellinen taso. IoT-osaamisloikka-hankkeen tavoitteena on kehittää alan koulutusta siten, että

IoT:n hyödyntäminen voisi johtaa yritysten tuottavuuden paranemiseen. Tavoitteina on myös lisätä tietoisuutta IoT-teknologioiden tarjoamista mahdollisuuksista ja kehittää työelämän tarpeita vastaavaa koulutusta työssä oleville, työttömille alan osaajille sekä nuorille. Hankkeen toimenpiteitä ovat:

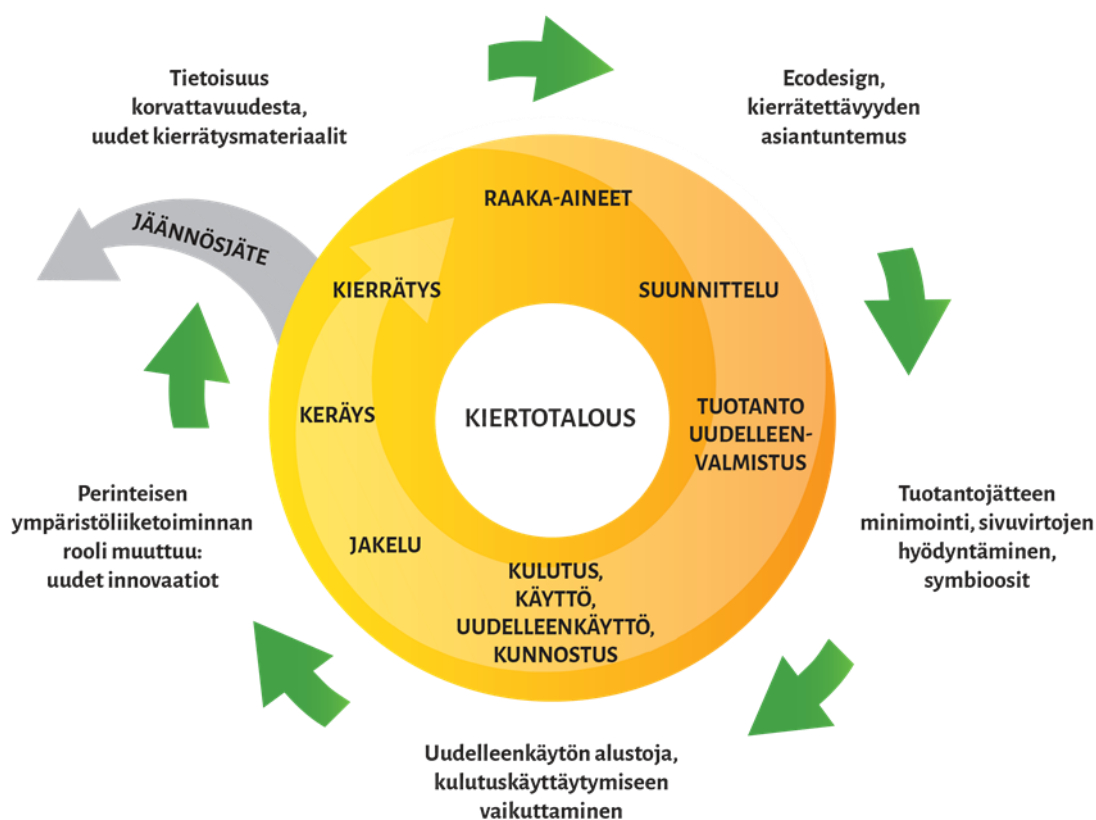
- Maksuttomat IoT-työpajat eri toimialoille
- Avoimet IoT-webinaarit
- Työelämän IoT-osaamispilotit, jotka toteutetaan valituissa yrityksissä
- IoT-virtuaalikoulutus, johon voi osallistua yritysten henkilöstöä, opiskelijoita sekä muita alan osaajia, joiden tietotaito tarvitsee päivitystä
- IoT-opintopolkujen suunnittelu, jossa kehitetään polkuja alasta kiinnostuneille nuorille ja nuorille aikuisille

(LAB 2020.)

## 2 TEOLLINEN SYMBIOOSI KIERTOTALOUDESSA

### 2.1 Kiertotalous lyhyesti

Kiertotalouden periaatteena on tarjota ratkaisu kestävään kehitykseen ja kasvuun. Uusikäytön ja kierrätyksen ansiosta voimme hyödyntää rajallisia luonnonvarojamme kestävästi. Kiertotalouden keskeisenä ajatuksena on se, että yhdestä tuotteesta syntyvä jäte on toisen tuotteen raaka-ainetta. Se on ekologisempi vaihtoehto vanhalle lineaariselle talousmallille, jossa tuotteet hävitetään, kun ne ovat tulleet elinkaarensa päähän. Kiertotalous on talousjärjestelmä, jossa tuotteille luodaan lisäarvoa hyödyntämällä ne uudelleen mahdollisimman tehokkaasti. Myös tuotteiden valmistukseen tarvittavat materiaalit halutaan pitää kierrossa niin pitkään kuin mahdollista. Näin toimimalla pyritään saamaan minimoitua syntyneen jätteen määrää. (Gasum 2020.)



Kuvio 1. Kiertotalouden periaate (YTP 2020)

Kuviosta 1 nähdään, että kierrätetyssä pyritään minimoimaan tuotannosta ja kulutuksesta syntyvä jätteen määrä. Jos jätettä kuitenkin syntyy, sille pyritään keksimään hyötykäyttöä sen sijaan, että se päätyisi loppusijoitukseen kaatopaikalle. Kaikki materiaalit pyritään pitämään kierrossa mahdollisimman pitkään. Lisäksi sivuvirrat kuten esimerkiksi tuotantoprosessista syntynyt hukkalämpö pyritään hyödyntämään jossain muualla.

Kiertotalous ei ole ainoastaan tehokasta materiaalien käyttämistä ja kierrättämistä. Se on myös uusi talousmalli, joka perustuu enemmän aineettomiin palveluihin. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteita, palveluita ja resursseja jaetaan ja vuokrataan entistä enemmän sen sijaan, että niitä omistettaisiin. Tämä tarjoaa yrityksille aivan uudenlaisia mahdollisuuksia kasvuun sekä luoda uutta liiketoimintaa. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2020.)

Kiertotalous on tulevaisuudessa välttämätön asia, sillä maapallon kantokyky ei kestä nykyisen kaltaista luonnonvarojen haaskaamista. Maapallon väestö lisääntyy hurjaa vauhtia ja ihmisten kulutus kasvaa elintason nousun johdosta. Kiertotalous tarjoaa tähän ongelmaan ratkaisun, sillä se säästää ennen kaikkea uusiutumattomia luonnonvaroja. Useat yritykset ottavat jo käyttöön vaihtoehtoisia materiaaleja ja kehittävät materiaalitehokkuuttaan. Esimerkiksi elintarvikevalmistaja HK SCAN pyrkii vähentämään tuotannostaan syntyvän elintarvikejätteen määrää kehittämällä uusia käyttökohteita tälle jätteelle. Näitä uusia käyttökohteita löytyy muun muassa energiantuotannosta ja lääketeollisuudesta. Myös Tarpaper Recycling säästää luonnonvaroja toiminnallaan. Kyseinen yritys vastaanottaa muun muassa purkutalojen kattohuopia ja tekee niistä raaka-ainetta asfaltin valmistukseen. Tämä toimintatapa vähentää neitseellisen bitumin tarvetta asfalttiteollisuudessa. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2020.)

Digitaalinen murros mahdollistaa uudenlaisen tavan hyödyntää luonnonvaroja kestäväällä tavalla. Erilaisten sensoreiden, tekoälyn, kasvavien datamäärien, mobiiliratkaisujen ja palvelualustojen ansiosta yritykset pystyvät optimoimaan ja automatisoimaan lähes jokaisen liiketoimintansa osa-alueen säästäen näin energian ja materiaalien kulutusta. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2020.) Esimerkiksi suomalainen Fluid Intelligence hyödyntää digitaalisuutta luonnonvarojen kestävässä käytössä. Sen tarjoamat palvelut perustuvat raskaan teollisuuden käyttämien erilaisten voiteluöljyjen reaaliaikaiseen kunnon seurantaan ja analytiikkaan. Tämä analytiikka tuottaa tärkeää tietoa öljyn kunnosta ja sen kehityksen suunnasta. Tämän ansiosta voidaan optimoida öljyn suorituskyky ja tehdä tarvittaessa öljyn kuntoon liittyviä toimenpiteitä. Tämä menetelmä pidentää asiakasyritysten käyttämän öljyn elinkaarta, vähentää kulutusta sekä säästää ympäristöä. (Fluid Intelligence 2021.)

## 2.2 Mikä on teollinen symbioosi?

Ympäristöongelmien kärjistyminen edellyttää yrityksiltä entistä resurssitehokkaampia ratkaisuja, jotta mahdollisimman vähän materiaalia päätyisi kaatopaikalle. Teollinen symbioosi tarjoaa tähän ongelmaan ratkaisun. Se tarkoittaa useamman yrityksen muodostamaa kokonaisuutta, jossa ne tuottavat toisilleen hyötyä ja lisäarvoa raaka-aineiden, teknologi-

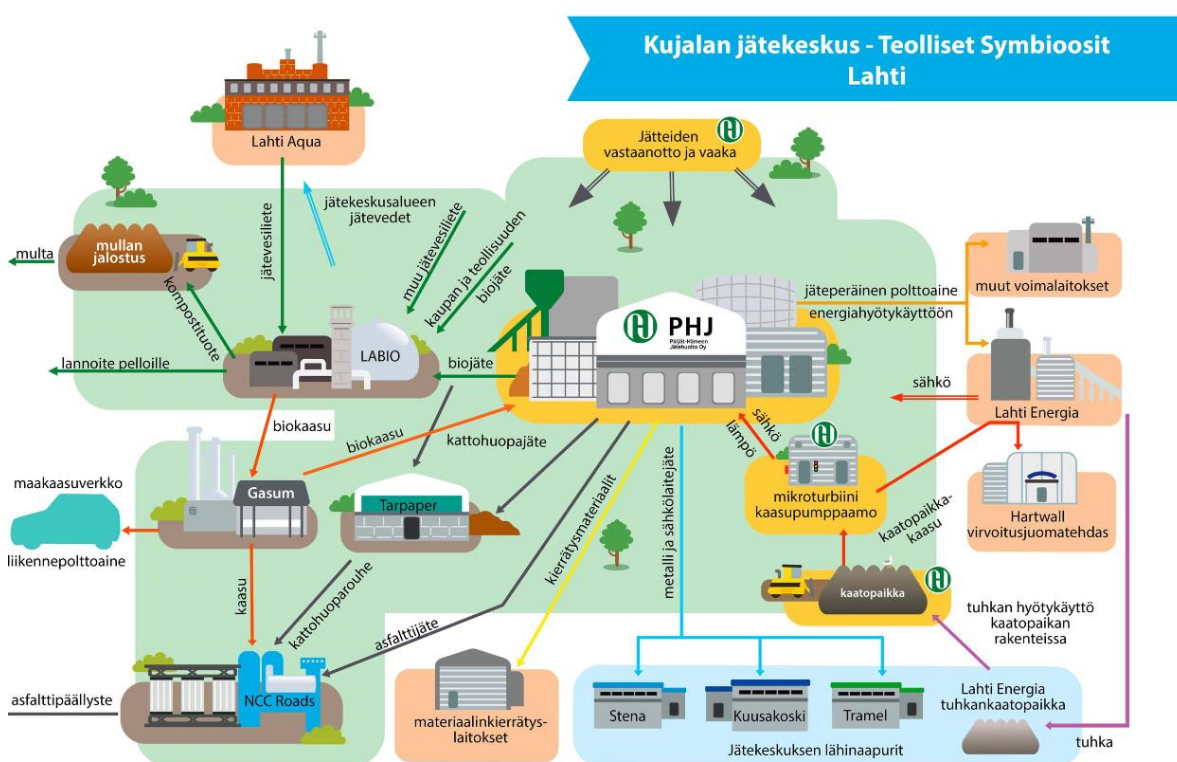


an, palvelujen ja energian muodossa. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että yritykset hyödyntävät toistensa jätteitä ja sivuvirtoja omissa toiminnoissaan. Tällöin toisen yrityksen hyödyttömäksi koettu jäte muuttuu rahanarvoiseksi tuotannon tekijäksi, jolloin kumpikin osapuoli hyöttyy. Teollisen symbioosin ympärille rakennetusta ekosysteemistä saadaan siis suurempi lisäarvo kuin yksinään toimivasta teollisuudesta. Tämä johtuu siitä, että neitseellisiä luonnonvaroja tarvitaan tuotannossa vähemmän. Toisin sanoen tämä tarkoittaa tehokkaampaa energian- ja vedenkulutusta sekä pienempää jätemäärää. (Sitra 2019.)

Teollisten symbioosien toiminnan tehostamiseen on kehitetty konkreettinen työkalu (FISS) parantamaan yritysten keskinäistä resurssien hyödyntämistä. FISS (Finnish Industrial Symbiosis System) eli teolliset symbioosit Suomessa on Motivan koordinoima yhteistyöhön perustuva toimintamalli. Sen tavoitteena on nostaa materiaalien jalostusarvoa ja luoda markkinoille uusia kilpailukykyisiä tuotteita ja palveluita. FISS-mallissa kootaan ja yhdistetään resurssien tarjoajat ja niiden tarvitsijat. Yrityksiä ja toimijoita autetaan löytämään toisensa mahdollisimman tehokkaiden symbioosien muodostamiseksi. Vuonna 2020 yrityksiä oli mukana tässä toiminnassa lähes 1000kpl neljäntoista maakunnan alueella. (Teolliset symbioosit 2020; Motiva 2018.)

## 2.3 Kujalan teollinen symbioosi

Lahdessa Kujalan jätekeskuksen alueelle on muodostunut usean yrityksen muodostama teollinen symbioosi. Tämä tarkoittaa sitä, että alueen yritykset hyödyntävät toistensa jätteitä ja sivuvirtoja tarpeisiinsa puolin ja toisin. Näin toimimalla materiaalia päätyy loppusijoitukseen hyvin vähän. Kaikki osapuolet hyötyvät, sillä toisen yrityksen jätteistä saadaan arvokasta raaka-ainetta toiselle yritykselle. Tämä kiertokulku mahdollistaa sen, että ”jätettä” ei joudu hukkaan juuri ollenkaan, vaan se pysyy tehokkaasti kiertossa ja hyötykäytössä.



Kuvio 2. Kujalan teollinen symbioosi (PHJ 2018)

Kuten Kuvasta 1 huomataan, Päijät-Hämeen jätehuollon (PHJ) ympärille on muodostunut teollinen symbioosi. Tässä tapauksessa alueella sijaitsevat yritykset tekevät tiivistä yhteistyötä jätteiden ja materiaalien hyödyntämisen suhteen. Esimerkiksi Lahti Energia pääsee eroon itselleen turhasta polttoaineen poltosta syntyneestä tuhkasta toimittamalla ne PHJ:lle. Tämä tuhka on hyödyllistä materiaalia kaatopaikan rakenteissa. PHJ saa puolestaan Lahti Energialta sähköä omien toimintojensa tarpeisiin.

Kujalan teolliseen symbioosiin kuuluvat Lahti Aqua, Labio ja Gasum hyötyvät myös toistensa toiminnasta. Lahti Aquan toiminnasta syntyvä jätevesiliete toimitetaan Kujalan alu-

eella sijaitsevalle Labiolle käsiteltäväksi. Tästä jätteesilietteestä saadaan jalostettua lan-noitetta pelloille, kompostituotetta mullan jalostukseen ja biokaasua alueella sijaitsevalle Gasumille. Vastaavasti Kujalan jätekeskus pääsee eroon alueensa jätteesistä toimitta-malla ne Lahti Aqualle käsiteltäväksi. Tämän ansiosta kaatopaikalle päätyvää jätettä ei juurikaan synny, vaan ”jäte” pysyy jatkuvasti hyötykäytössä. Mikä parasta, tästä kiertoku-lusta saadaan myös rahallista hyötyä.

Kolmantena esimerkkinä kuvan 1 teollisen symbioosin osapuolista ovat PHJ, Tarpaper, Gasum ja asfalttipäällystettä valmistava NCC Roads. PHJ:lle saapuva asfalttijäte toimitetaan suoraan NCC Roadsille raaka-aineeksi. PHJ:lle saapuva kattohuopajäte siirretään puolestaan Tarpaperin käsiteltäväksi, josta se toimitetaan edelleen NCC Roadsille raaka-aineeksi. Gasumilta NCC Roads saa biokaasua energiaksi toimintoihinsa. Kaikkien edellä mainittujen materiaali- ja energiasiirtojen ansiosta NCC Roads saa valmistettua asfaltti-päällystettä teiden rakentamiseksi. PHJ, Tarpaper ja Gasum puolestaan saavat korvauksen NCC Roadsilta tarjoamistaan materiaaleista ja energiasta. Jälleen kerran toisten jät-teistä saadaan valmistettua hyödyllistä lopputuotetta ja kaikki symbioosiin kuuluvat osa-puolet hyötyvät.

## 2.4 Logistiikka kiertotaloudessa

Logistiikalla tarkoitetaan materiaalien ja tuotteiden kuljettamista ja ohjaamista paikasta toiseen sekä niiden varastoinnista. Tavoitteena on se, että tuote on oikeassa paikassa oikeaan aikaan, kustannukset ovat mahdollisimman pienet sekä negatiiviset ympäristövai-kutukset ja turvallisuusriskit minimoidaan. Logistiikassa asiakastarpeiden tyydyttäminen on hyvin oleellista. Kun kuljetukset tulevat oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan, saadaan liiketoiminnasta paras tuloksellisuus ja kannattavuus irti. (Logistiikan maailma 2020a.)

Logistiikalla on merkittävä rooli kiertotalouden periaatteiden tavoitteiden onnistumisessa. Se on kuitenkin haasteellista, sillä se eroaa perinteisistä logistisista rakenteista. Kiertota-louden logistiikkaa haastavat muun muassa materiaalivirtojen huono ennustettavuus, pie-net materiaalierät sekä usein materiaalien rahallinen arvottomuus. Ongelmaksi muodostu-vat logistiikan liian korkeat kustannukset, sillä yritysten ja eri toimialojen välinen yhteistyö on vielä vähäistä. (VTT 2018.)

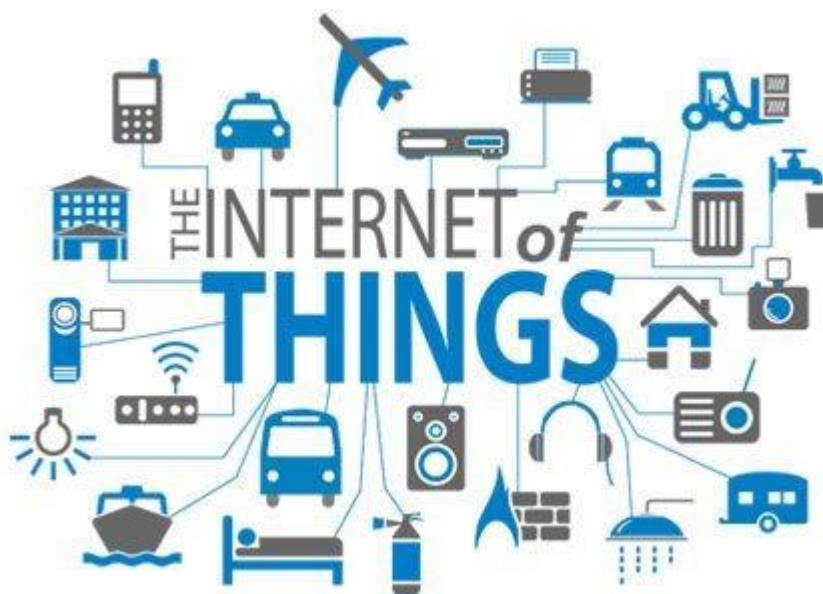
Digitalisaation hyödyntäminen on yksi keino vastata kiertotalouden logistisiin haasteisiin. Se mahdollistaa toimitusketjun tehokkaamman hallinnan. Esimerkiksi sijainti- ja tarvetie-dolla saadaan parannettua materiaalivirtojen ennakoitavuutta. Kerätyn tiedon sekä kulut-tajilta saatavalla tiedon avulla voidaan ennakoida saapuvia ja meneviä materiaalivirtoja

paremmin. (VTT 2018.) Tämä tieto helpottaa materiaalien keräystä ja toimittamista haluttuun kohteeseen siten, että kyseinen toiminta olisi taloudellisesti ja logistisesti järkevää.

## 3 IOT

### 3.1 Mikä on IoT?

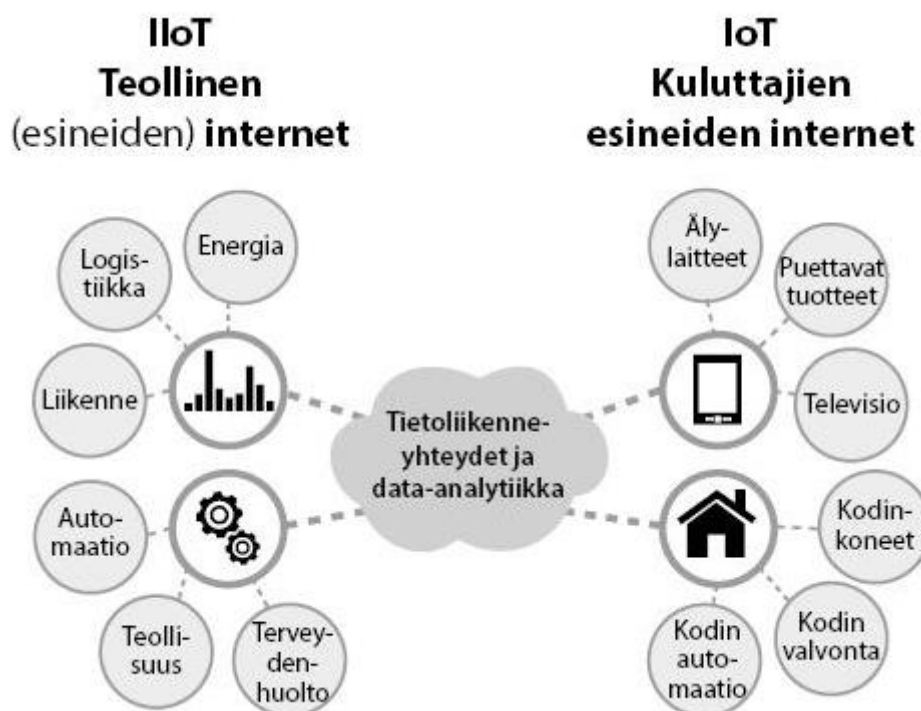
IoT (Internet of Things) eli suomeksi esineiden Internet tarkoittaa nimensä mukaisesti esineitä ja laitteita, jotka ovat kytkettyinä internetiin. IoT:n keskiössä on turhan työn vähentäminen, kustannusten minimoiminen, kilpailukyvyyn parantaminen sekä uudenlaisen liiketoiminnan luominen. (Telia 2018.) Internettiin liitettyjen esineiden yhteinen tekijä on se, että niillä jokaisella on erikseen oma yksilöllinen tunnistus, eli IP-osoite. Nämä laitteet aistivat ympäristöään erilaisten anturien avulla ja keräävät näin jatkuvasti dataa ympärillään tapahtuvista asioista, esimerkiksi lämpötilojen tai ilman kosteuden muutoksista. Tämä kerätty data sitten tallentuu laajoihin järjestelmiin, useimmiten pilvipalveluihin, joissa se analysoidaan ja siitä saadaan jalostettua ymmärrettävää tietoa. (Collin & Saarelainen 2016, 25.) Tätä analysoitua tietoa, jonka käyttäjä ymmärtää, voidaan hyödyntää esimerkiksi erilaisten päätöstentekojen tukena. IoT perustuu lyhykäisyydessään siis erilaisten internettiin kytkettyjen laitteiden vuorovaikutukseen (kuvio 3).



Kuvio 3. Internet of things (Huffington post 2016)

Kuten kuviosta 3 nähdään, lähes mikä tahansa esine tai laite voidaan nykyään kytkeä internettiin. Laitteesta tulee ”älykäs”, kun se on kytketty internetiin. Tällainen laite voi olla valaisin, auto tai vaikkapa roska-astia, kunhan se on varustettu jonkinlaisella anturilla, joka lähettää keräämänsä tiedon internetin välityksellä käyttäjälleen ymmärrettävässä muodossa.

IoT voidaan jakaa teolliseen esineiden internetiin ja kuluttajien esineiden internetiin (kuvio 4).



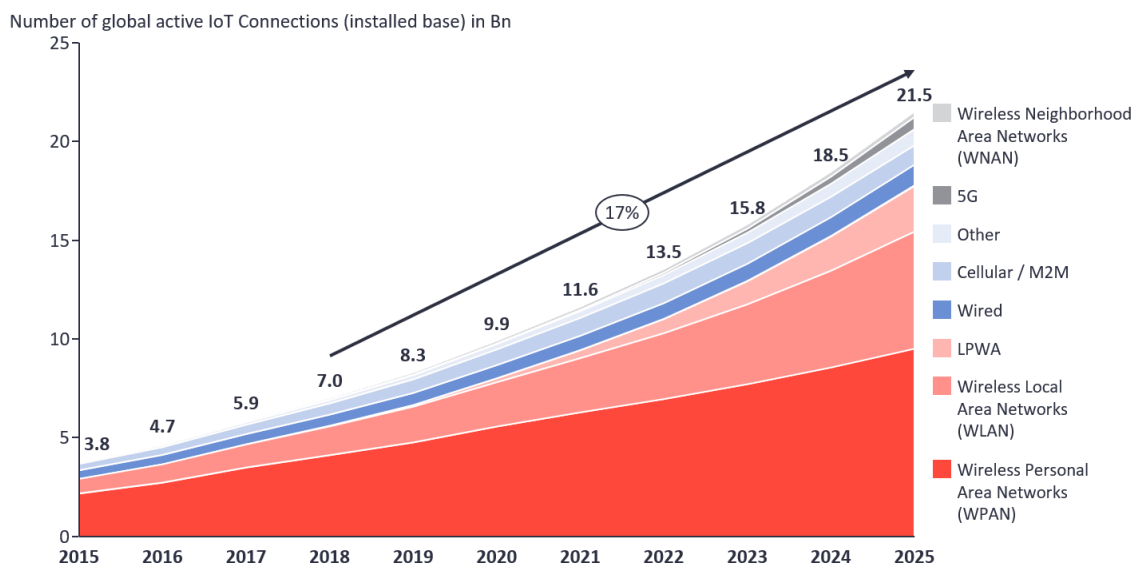
Kuvio 4. IoT jakautuu teolliseen maailmaan ja kuluttajien maailmaan (Collin & Saarelainen 2016, 26)

Kuten kuvio 4 nähdään, kuluttajien IoT:hen kuuluvat pienemmän mittakaavan laitteita kuin teolliseen IoT:hen. Näitä ovat erilaiset kodin älylaitteet kuten älykellot, älypuhelimet, televisiot ja kodinkoneet. Teolliseen internetiin puolestaan kuuluu suuremman mittaluokan laitteita ja järjestelmiä muun muassa energiasektorilta, logistiikasta, liikenteestä ja teollisuudesta. On sanomattakin selvää, että teolliseen internetiin kuuluvat laitteet keräävät huomattavasti enemmän dataa kuin tavallisten kuluttajien maailmaan liittyvät IoT-laitteet. Tästä syystä teollista IoT:tä voidaan luonnehtia painoarvoltaan raskaaksi ja kuluttajien IoT:tä kevyeksi kerätyn datan suhteen. Lisäksi teollisen internetin tuotteiden elinkaari on huomattavasti pidempi kuin kuluttajille suunnattujen IoT-laitteiden markkinoilla. (Collin & Saarelainen 2016, 28.)

### 3.2 Esimerkkejä IoT:tä hyödyntävistä sovelluksista

IoT-teknologiaa hyödyntävien laitteiden määrä on hurjassa kasvussa. Vuonna 2018 IoT-laitteita oli maailmassa 7 miljardia, vuonna 2020 noin 10 miljardia ja vuoteen 2025 mennessä niitä arvioidaan olevan jo yli 21 miljardia (IoT Analytics 2018). Kuviossa 5 esitetään

## IoT-laitteiden määrää ja kasvutrendiä.



Kuvio 5. IoT-laitteiden määrä maailmanlaajuisesti (IoT Analytics 2018)

Kuten kuvio 5 nähdään, IoT-laitteiden määrän arvioidaan olevan 17%:n vuosittaisessa kasvussa. Kuviossa ei ole otettu huomioon tietokoneita, matkapuhelimia tai tabletteja.

IoT:tä voidaan hyödyntää hyvin monella sovellusalueella sekä teollisuudessa että kuluttajamaailmassa. Kuluttajille suunnatut IoT-teknologiaa hyödyntävät laitteet ovat pääsääntöisesti tarkoitettu helpottamaan ihmisten arkielämää. Teollisuudessa IoT:llä on valtava potentiaali prosessien helpottamisessa ja tehostamisessa ja sitä sovelletaan monella teollisuuden alalla. Seuraavaksi on esitetty muutama esimerkki IoT:tä hyödyntävistä sovelluksista.

### 1. Älykaupungit

Infrastruktuurin kuten rakennusten ja siltojen kuntoa voidaan seurata antureiden avulla. Älykkäät katuvalot syttyvät ja sammuvat valoisuuden mukaan. Liikenteessä älykkäät tiet varoituskyltteineen ilmoittavat ilmasto-olosuhteista ja mahdollisista liikenneuhkista. Jätehuollossa älykkäät jäteastiat ilmoittavat täyttymisestään, jolloin jäteautojen keräysreitti voidaan optimoida.

### 2. Älykäs ympäristönseuranta

Tehtaiden ja ajoneuvojen CO<sub>2</sub>-päästöjä voidaan seurata. Sääolosuhteita, kuten ilmankosteutta, lämpötilaa, ilmanpainetta ja tuulen nopeutta voidaan monitoroida. Tulvia voidaan ennakoida seuraamalla vedenpinnan vaihteluita. Myös villieläinten liikkeitä voidaan tarkkailla ja niitä voidaan suojella seuraamalla niiden liikkeitä gps-paikantimilla varustetuilla pannoilla.

### 3. Teollisuus

Teollisuusympäristöissä, kaivoksissa ja kemikaalitehtaissa voidaan havaita mahdolliset kaasuvuodot työntekijöiden turvallisuuden takaamiseksi. Myös esimerkiksi vesi-, öljy- ja kaasusäiliöiden täyttöastetta voidaan monitoroida. Laitteiden huolto- ja korvaustarve voidaan ennakoida ja ajastaa automaattisesti niihin sijoitettujen sensoreiden keräämän tiedon ansiosta. Näin saadaan minimoitua riskit laitteiden vaurioitumisten suhteen.

### 4. Älykoti

Valvontakameralla ja kotiin asennetulla turvajärjestelmällä voidaan seurata kaukaakin kodin turvallisuutta varkaiden varalta. Energian- ja vedenkulutusta voidaan seurata ja näin saada tieto siitä, miten niissä voitaisiin säästää kustannuksia. Myös kodinkoneet voidaan kytkeä verkkoon ja seurata niiden tilannetta. Esimerkiksi älykäs jääkaappi voi kertoa, milloin sen sisältämä ruoka menee pilalle ja mitä kaupasta pitäisi ostaa seuraavaksi. Myös pesukoneen tilaa voidaan seurata ja nähdä siten, milloin pyykkiä ovat pestyinä.

### 5. Älykäs terveydenhuolto

Sairaaloissa olevien potilaiden ja kotona olevien sairaiden ihmisten terveydentilaa voidaan tarkkailla etänä. Lääkkeiden ja rokotteiden kylmäsäilytystilojen olosuhteita voidaan seurata ja tarvittaessa säätää. Näin voidaan pitää huoli siitä, että lääkkeet ja rokotteet ovat oikeassa lämpötilassa eivätkä mene pilalle. Myös ihmisen nukkumista voidaan seurata sensorien avulla. Ne mittavat ihmisen hengitystä, sykettä ja liikehdintää yön aikana. Näistä seikoista kerätystä datasta saadaan tietoa ihmisen unen laadusta.

(Patel & Patel 2016, 6130.)

IoT-teknologiaa hyödyntäviä sovelluksia on siis hyvin paljon ja monella alalla. Tässä opinäytetyössä pyritään keskittymään erityisesti myös IoT:n hyödyntämismahdollisuuksiin logistiikka-alan sektorilla.

#### 3.3 IoT:n hyödyt logistiikan tehostamiseksi

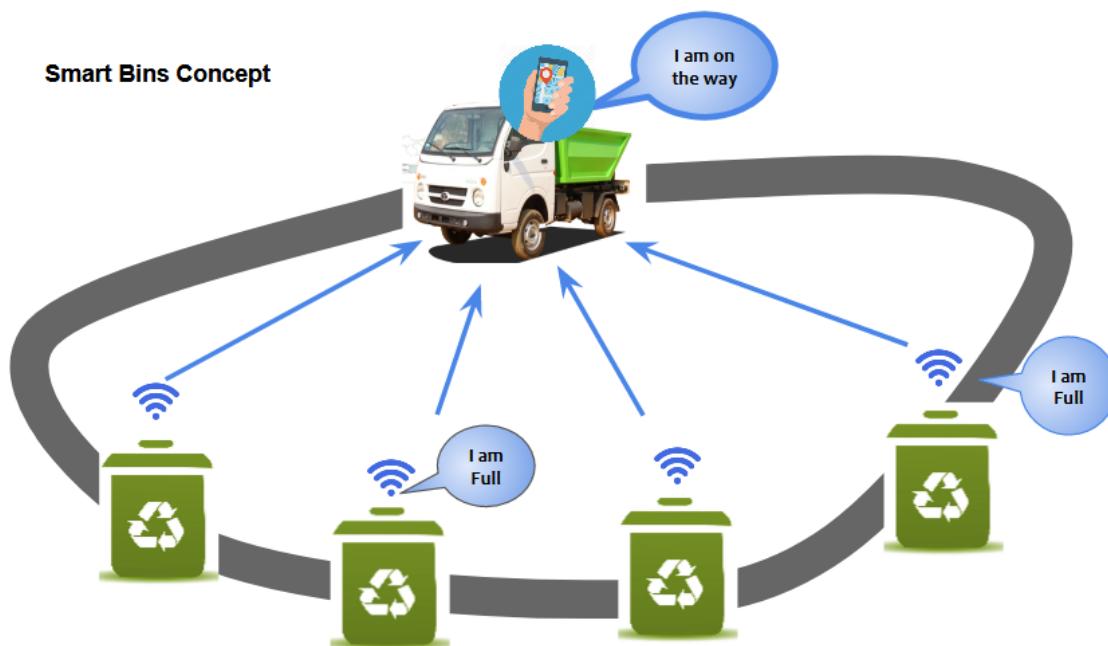
IoT on logistiikassa jo hyvin laajasti käytössä ja on koko ajan lisääntymässä kyseisellä sektorilla. Esimerkiksi liikennejärjestelmissä käytetään havainnointi- ja ohjauslaitteistoja, joilla liikennettä seurataan. Ajoneuvoja voidaan seurata GPS-paikantimilla ja näin pystytään tuottamaan ennusteita niiden saapumisajoista. Ajoneuvon lastiin voidaan myös sijoit-



taa antureita, jotka seuraavat esimerkiksi kuorman lämpötilaa. Mikäli tämä lämpötila on halutusta poikkeava, nämä anturit pystyvät ilmoittamaan siitä kuljettajalle. Ajoneuvojen tilaa ja käyttöä voidaan myös seurata IoT-järjestelmillä. Ajoneuvojen huoltotarpeen, taloudellisuuden ja turvallisuuden seurannan perusteella voidaan ohjata kaluston määrää ja kuljettajia optimaaliseen ajoon. Navigaattori on myös oivallinen laite. Sen tuottaman datan avulla voidaan esimerkiksi nähdä ajantasaisesti teiden ruuhkaisuus. (Logistiikan Maailma 2020b.) Tämä edesauttaa sitä, että kuorma pääsee kohteeseensa ajoissa ja parasta mahdollista reittiä. Tämä reitin optimointi vähentää myös polttoainekustannuksia ja ilmastopäästöjä.

IoT hyödyttää logistiikkaa niin maalla merellä kuin ilmassakin. Etävalvonnan ja sensorien ansiosta kuljetuskalustoa ja kuljetettavaa tavaraa voidaan seurata reaaliaikaisesti. Tämä mahdollistaa koko logistisen järjestelmän seurannan. Sensorien tuottamaa dataa analysoimalla saadaan arvokasta tietoa siitä, miten voitaisiin optimoida ja koordinoida ihmisten, järjestelmien ja resurssien käyttöä. Tavarankuljetuksia, kuljetuskaluston sekä varastojen hallintaa pystytään tehostamaan huomattavasti. Rahdeissa IoT tehostaa tarkkuutta ja ajoitusta. Tämä tarkoittaa sitä, että oikeanlaatuista tavaraa saadaan toimitettua oikea määrä oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Sensoreista saatua tietoa analysoimalla saadaan siis monenlaista hyötyä. Tavarankuljetuksen läpimenoaika lyhenee sekä tuottavuus ja tehokkuus kasvavat. Lisäksi varastojen hallinta helpottuu, koska tavarankuljetukset voidaan ajoittaa tarkasti eikä tavarankuljetuksen tarvitse makoilla varastossa liian pitkiä aikoja. (Collin & Saarelainen 2016, 98-99.)

Jätelogistiikan tehostamisessa IoT:lla on merkittävä potentiaali. Tämä tarkoittaa esimerkiksi jäteastioiden sijoitettavia antureita, jotka seuraavat jäteastioiden täyttymistä. Näiden sensoreiden keräämää tietoa analysoimalla saadaan muun muassa luotua ennuste optimaalisesta tyhjennysvälistä ja reitistä (kuvio 6).



Kuvio 6. Havainnekuva IoT:n hyödyntämisestä jätelogistiikassa (BioEnable 2021)

### 3.4 IoT:n riskit ja tietoturva

IoT tarjoaa yrityksille suuria mahdollisuuksia liiketoimintansa edistämisessä. Sen hyödyntäminen on merkittävässä kasvussa ja lisääntyy jatkuvasti huimaa vauhtia. Tästä syystä tietoturva on hyvin tärkeässä asemassa, sillä mitä enemmän laitteita on kytkettynä internetiin sitä todennäköisemmin laitteet altistuvat tietoturvahyökkäyksille. Onkin arvioitu, että vuonna 2020 yli 25% yrityksiin kohdistuneista verkkohyökkäyksistä liittyy IoT:iin (Gartner 2017, 13).

Vuoden 2016 lopussa joukko hakkereita hyökkäsi monia suuryritysten tietoverkkojärjestelmiä kohtaan. Näitä yrityksiä olivat muun muassa Amazon, PayPal, Netflix, Spotify ja Twitter. Nämä hyökkäykset onnistuivat hyödyntämällä tuhansien IoT-laitteiden tietoturva-aukkoja aiheuttaen tietoliikenteen kaatumisen. Vuonna 2020 maailmassa arvioidaan olevan noin 10 miljardia IoT-laitetta, joten edellä mainitut vuonna 2016 tapahtuneet hyökkäykset olivat varmasti vasta alkusoittoa. IoT-laitteiden määrän valtava kasvu on synnyttänyt laitteille suuria vaatimuksia tietoturvan kannalta. Valitettavasti liian usealla näistä laitteista on vain vähän tai jopa ei lainkaan suojausta ohjelmisto- ja infrastruktuuritasolla. (Gartner 2017, 13-14.)

Tietoturvalla on siis hyvin tärkeä rooli IoT-laitteissa ja järjestelmissä, sillä niitä käytetään hyvinkin tärkeissä ja suurissa kohteissa. Esimerkiksi teollisuuslaitoksissa, jossa hyödynnetään IoT-laitteita, tietoturva on hyvin tärkeää. Hakkerin onnistuessa murtautumaan lai-

toksen IoT-järjestelmiin, koko laitoksen toiminta voi häiriintyä tai pahimmassa tapauksessa vaarantua ja vaurioitua.

## 4 TAPAUSTUTKIMUS

### 4.1 Kvalitatiivisen tutkimuksen suorittaminen

Tämän opinnäytetyön tutkimuksen kohteiksi valittiin kolme Kujalan teollisen symbioosin vaikutuspiiriin kuuluvaa yritystä. Nämä kolme yritystä olivat Lahti Energia, PHJ ja Kuusakoski. Kyseiset yritykset valikoituivat tähän siksi, koska jokaisen liiketoiminta perustuu tavalla tai toisella saman asian ympärille: kierrätyspolttoaineisiin, niiden keruuseen ja hyödyntämiseen. Tutkimuksessa haluttiin ottaa selvää näiden kolmen yrityksen toiminnoista kierrätyspolttoaineiden suhteen ja niiden välisestä yhteistyöstä. Lisäksi haluttiin tietoa siitä, kuinka yritykset hyödyntävät IoT:tä toiminnoissaan tällä hetkellä. Lisäksi yrityksiltä kysyttiin mielipiteitä IoT:n tarjoamiin mahdollisuuksiin tulevaisuudessa.

Tutkimusmenetelminä käytettiin kymmenen kysymyksen kirjallista listaa (Liite 1) sekä puhelimitse tehtyjä haastatteluita. Lahti Energian puolelta haastatteluun vastasi polttoainepäällikkö Sakari Salonen ja PHJ:n puolelta vastaanotto- ja käsittelypäällikkö Pekka Kilpeläinen. Kuusakoski Oy:n puolelta ei tavoitettu haastateltavaksi ketään, joten sen kohdalla saatu tieto jäi varsin vähäiseksi. Itse kuitenkin siellä työskennelleenä tiedän yrityksen toiminnoista kierrätyspolttoaineiden suhteen jonkin verran. Lahti Energian ja PHJ:n edustajien antamat vastaukset on esitetty tiivistettynä liitteessä 2.

### 4.2 Yritysten esittely

Seuraavaksi esitellään tähän opinnäytetyöhön valitut yritykset ja niiden roolit kierrätyspolttoaineiden suhteen.

#### 4.2.1 Kuusakoski Oy

Kuusakoski Oy on vuonna 1914 perustettu kierrätysliiketoimintaa harrastava suomalainen perheyritys. Sillä on toimintaa yhdeksässä maassa ja se työllistää lähes 3000 ihmistä. Yrityksen vahvuudet perustuvat erityisesti materiaalien käsittelyyn ja jalostukseen sekä kierrätysratkaisuihin. Yrityksellä on 21 toimipistettä ympäri Suomea. (Kuusakoski Oy 2018.) Näistä kahden toimipisteen voidaan sanoa kuuluvan Kujalan alueen teolliseen symbioosiin. Toinen näistä sijaitsee Kujalan jätekeskuksen alueella ja toinen (Lahti Ekopark) sijaitsee aivan Lahti Energian vieressä. Kuusakosken Lahti Ekopark – toimipisteen pääasiallinen rooli on energia- ja rakennuspurkujätteen vastaanottaminen, prosessointi ja toimittaminen Lahti Energian Kymijärvi II-voimalaitoksen käyttöön polttokelpoisena energianlähteenä.

#### 4.2.2 Lahti Energia Oy

Lahti Energian tarina alkoi vuonna 1907, jolloin Lahden kaupungin sähkölaitos perustettiin. Lahti Energialla on tällä hetkellä noin 200 vakituista työntekijää. Yritys tuottaa nykyään asiakkailleen voimalaitoksissaan sähköä ja lämpöä lähes kokonaan uusiutuvilla energianlähteillä. (Lahti Energia 2020.) Tässä Kuusakoski – PHJ – Lahti Energia - symbioosisa Lahti Energia toimii vastaanottavana osapuolena kierrätyspolttoaineen suhteen ja täten siis sen loppukäyttäjänä. Yritys saa polttoainetta voimalaitoksiinsa sekä Kuusakoskelta että PHJ:lta. Kuten teollisten symbioosien periaatteisiin kuuluu, myös antavat puolet saavat jotain. Tässä tapauksessa Kuusakoski ja PHJ saavat toimintoihinsa sähköä ja lämpöä, joita Lahti Energia toiminnallaan tuottaa.

#### 4.2.3 Päijät-Hämeen jätehuolto Oy

Päijät-Hämeen jätehuolto Oy, eli PHJ on vuonna 1993 perustettu yhdyskuntajätehuollon tehtävistä huolehtiva jätealan yritys. Yrityksen tehtäviin kuuluu vastuualueellensa kuuluvien asiakkaittensa jätteiden vastaanotto, käsittely, hyödyntäminen, jäteneuvonta sekä muut jätehuoltoon liittyvät asiat. Yrityksen toimialueella asuu yli 200000 henkeä ja lisäksi noin 13000 yritystä. Yhtiön päämääränä on vastata kiertotalouden lisääntyviin haasteisiin. Yrityksellä menee tavoitteisiinsa nähden varsin hyvin, sillä jätteen hyödyntämistä on siellä vuosittain lähes 100%. (Salpakierto 2021.) PHJ:n rooli tässä symbioosisa on samankaltainen kuin Kuusakoskella. Se vastaanottaa muualta materiaalia ja jalostaa itse siitä polttoainetta Lahti Energialle toimitettavaksi.

## 5 HAASTATTELUJEN TULOKSET

### 5.1 Logistiikka ja materiaalivirrat yritysten välillä

Lahti Energia toimii siis polttoaineen vastaanottajana edellä esiteltyjen yritysten välisessä toiminnassa. Lahti Energian Kymijärvi II – kaasutuslaitos vastaanottaa ja käyttää vuosittain noin 250 000 tonnia kierrätyspolttoainetta. Tämä polttoaine tulee Lahti Energialle PHJ:lta sekä monista muista kohteista rekoilla. Lahti Energian vieressä olevasta Kuusakosken toimipisteestä kierrätyspolttoaine toimitetaan hihnakuuljettimella suoraan Kymijärvi II:n polttoainesiiiloihin. (Salonen 2020.)

PHJ vastaanottaa pääsääntöisesti Päijät-Hämeen alueen asukkaiden asumisesta syntyvät energijätteet polttoaineen tuottamiseen. Lisäksi kaupoista ja teollisuudesta tulee jonkin verran tätä jätettä. Yrityksellä on itsellään laitoksia, joissa se pystyy jalostamaan vastaanotetusta jätteestä kierrätyspolttoainetta. Tätä jalostettua polttoainetta toimitetaan rekoilla Lahti Energian lisäksi myös muille voimalaitoksille. Yrityksen vuosittain toimittaman polttoaineen määrä vaihtelee 12 000 tonnin ja 22 000 tonnin välillä. (Kilpeläinen 2020.)

Polttoaineen toimittamiseen ja vastaanottoon liittyy kaikilla yrityksillä myös haasteita. Salosen mukaan Lahti Energialla haasteet liittyvät polttoaineen varastointiin, sillä heidän polttoainesiiiloihin mahtuu vain noin kahden vuorokauden polttoainemäärä. Tästä syystä tilatuissa määrissä täytyy pysyä. Lisäksi varsinkin arkipyhät vaativat vastaanoton osalta lisäsuunnittelua. PHJ:n Kilpeläinen taas kertoo, että heillä haasteet liittyvät usein polttoaineen toimittamiseen. Tämä johtuu siitä, että voimalaitosten kulloinkin tarvitsema polttoainemäärä ei ole aina ennustettavissa.

### 5.2 IoT:n hyödyntäminen yrityksissä

Lahti Energialla IoT:tä hyödynnetään ainakin saapuvien polttoainekuormien analysoimisessa. Jokainen kuorma punnitaan vaa'alla ja niistä otetaan näytteet. Näytteistä saadaan jo vaa'alla siis tärkeää dataa kuorman sisällöstä. Näytteitä analysoimalla saadaan määritettyä toimitusten sisältämä energiamäärä. (Salonen 2020.) Kysyessäni Saloselta yrityksen nykyisestä IoT:n hyödyntämistasosta, hän kertoi olevansa varsin tyytyväinen nykyiseen järjestelmään. Hän ei kuitenkaan voinut kertoa kovinkaan paljoa asiasta lisää, sillä aihe sisältää paljon yrityksen kannalta herkkää tietoa. Salonen ilmaisi kuitenkin kiinnostuksensa IoT:n jatkokehityksen suhteen. Hän näkee siis IoT:lla suuren potentiaalinen yrityksen liikevaihtoon, joustavuuteen ja ennakointiin liittyen.

PHJ:lla IoT:tä ei tällä hetkellä hyödynnetä juuri lainkaan. Yrityksellä on mahdollisesti alkamassa yksi IoT:iin liittyvä projekti erään laitostoimittajan kanssa. Tämän projektin toteutumisen suhteen ei kuitenkaan ole varmuutta. (Kilpeläinen 2020.) Kilpeläinen näkee kuitenkin IoT:ssä paljon mahdollisuuksia. Hän kertoo, että PHJ:lla on paljon laitoksia, joissa käsitellään erilaisia jätteitä. Näissä laitoksissa on tuhansia erilaisia kuluvia laitteita ja osia. Laitteisiin sijoitettavien sensoreiden avulla voitaisiin saada paljon hyödyllistä tietoa näiden laitteiden kulumisesta ja tuotannon kapasiteetin seurannassa. Saadulla tiedolla voitaisiin ennakoida laitteiden huolto- ja uusimistarve ilman, että mitään suurempia vahinkoja kerkeää syntymään. Toiseksi IoT:n hyödyntämismahdollisuudeksi hän mainitsee kierrätyspolttoaineiden koostumuksen mittauksen. Tämä tarkoittaa, että polttoaineen kosteuspitoisuuksia, klooripitoisuuksia ja muita polttoaineen laatuun vaikuttavia tekijöitä voitaisiin seurata. Kysyin vielä Kilpeläiseltä, että olisiko IoT-järjestelmän käyttöönotto heille tällä hetkellä taloudellisesti järkevää. Tähän hän vastasi, että tulevaisuudessa se varmasti tulee olemaan, mutta toisaalta aikajänne siihen siirtymiseen on melko pitkä.

## 6 YHTEENVETO

Kiertotalous ja sitä edistävät teolliset symbioosit ovat eittämättä ympäristön kannalta hyvin tärkeitä asioita kasvavan kulutuksen maailmassamme. Siihen suuntaan siirtyminen on myös yrityksille kannattavaa, sillä se avaa mahdollisuuksia uusille liiketoiminnoille. Digitalisaation avulla voidaan edesauttaa kiertotalouteen siirtymistä. IoT-teknologian avulla saadaan luotua kustannus- ja energiatehokkaampia ratkaisuja yritysten toiminnoissa. Siihen siirtyminen ei kuitenkaan ole vielä niin yksinkertaista, sillä alan osaamista tulee kehittää.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen, mutta haastava, sillä se ei ollut itselleni kovin tuttu käsite ennen työn aloittamista. Lisäksi IoT:n hyödyntäminen on monissa yrityksissä vielä olematonta tai melko vähäistä. Opinnäytetyössä onnistuttiin kuitenkin saamaan hyvä yleiskatsaus kiertotalouteen ja teollisiin symbiooseihin. Lisäksi opin IoT:stä paljon uutta ja sen hyödyntämismahdollisuudet tulivat tutummiksi.

Haasteiksi tässä opinnäytetyössä osoittautui erityisesti yrityshaastattelut. Haastatteluista saatiin varsin vähän tietoa yritysten tämän hetkisestä IoT-teknologian hyödyntämistasosta. Tämä saattoi johtua ensinnäkin siitä, että IoT-teknologia on ilmeisesti vielä varsin uusi asia näiden yritysten toiminnassa. Toinen syy vähäisen tiedon saantiin oli yrityssalaisuudet ja aiheeseen liittyvä ”herkkä” tieto. Tämän vuoksi haastateltavat eivät voineet kertoa aivan kaikkea. Kolmas mahdollinen syy laihoihin tutkimustuloksiin saattoi olla itse yrityksille esitetyt kysymykset ja niiden esittämistapa. Kysymykset olisi mahdollisesti voinut muotoilla ja esittää eri tavalla, jotta haastateltavan olisi ollut helpompi antaa laajempia vastauksia.

IoT:n on siis jatkuvasti lisääntymässä tavallisten kuluttajien arjessa ja teollisuudessa. Erityisesti teollisuudessa IoT:llä voidaan saavuttaa suuriakin säästöjä tuotannon kustannuksissa, ennakoida tapahtumia sekä helpottaa prosesseja. Myös tässä opinnäytetyössä haastatellut yritysten edustajat olivat asiasta samaa mieltä. Tämän vuoksi näen hyvän syyn, että IoT:stä ja sen hyödyntämisestä varsinkin teollisuudessa tehtäisiin tutkimuksia ja selvityksiä jatkossakin.



## LÄHTEET

Antikainen, M. 2018. Kiertotalouden logistiikka on haaste, mutta selätettävissä! VTT. Blogi [viitattu 22.4.2021]. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/kiertotalouden-logistiikka-haaste-mutta-selatettavissa>

BioEnable 2021. Smartbin Sensors. [viitattu 22.4.2021]. Saatavissa: <https://www.bioenabletech.com/smartbin-sensors>

Collin, J. & Saarelainen, A. 2016. Teollinen internet. Helsinki:Talentum Pro.

Elinkeinoelämän keskusliitto 2020. Mikä ihmeen kiertotalous? [viitattu 30.9.2020]. Saatavissa: <https://ek.fi/syty-kiertotaloudesta/mika-ihmeen-kiertotalous/>

Fluid Intelligence 2021. Connected oil solutions. [viitattu 1.4.2021]. Saatavissa: <https://fi.fluidintelligence.fi/ratkaisut>

Gasum 2020. Mitä on kiertotalous? [viitattu 30.9.2020]. Saatavissa: <https://www.gasum.com/ajassa/tulevaisuuden-energia/2020/kiertotalous--resurssien-hyotykaytolla-kestavaa-kulutusta-ja-lisaarvoa>

Huffington post 2016. Internet of Things as the next Industrial Revolution. [viitattu 1.10.2020]. Saatavissa: [https://www.huffpost.com/entry/rise-of-iot-internet-of-things\\_b\\_59b373dee4b0bef3378ce052](https://www.huffpost.com/entry/rise-of-iot-internet-of-things_b_59b373dee4b0bef3378ce052)

IoT Analytics 2018. State of the IoT 2018: Number of IoT devices now at 7B – Market accelerating. [viitattu 22.10.2020]. Saatavissa: <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-update-q1-q2-2018-number-of-iot-devices-now-7b/>

Kilpeläinen, P. 2020. Vastaanotto- ja käsittelypäällikkö. PHJ Oy. Haastattelu 1.12.2020.

Kuusakoski 2018. Yritys. [viitattu 14.1.2021]. Saatavissa: <https://www.kuusakoski.com/fi/finland/#/yritys/yritys>

LAB. 2020. IoT-osaamisloikka. [Viitattu 31.3.2021]. Saatavissa: <https://lab.fi/fi/projekti/iot-osaamisloikka>

Lahti Energia 2020. Yritysesittely. [viitattu 14.1.2021]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/yritysesittely>

Logistiikan maailma 2020a. Logistiikka. [viitattu 30.9.2020]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>

Logistiikan maailma 2020b. Esineiden Internet. [viitattu 1.10.2020]. Saatavissa:

<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/digitalisaatio/esineiden-internet/>

Motiva 2018. Teolliset symbioosit kiertotalouden edistäjinä. [viitattu 30.9.2020]. Saatavissa:

[https://www.motiva.fi/yritykset/verkotot/teolliset\\_symbioosit\\_fiss](https://www.motiva.fi/yritykset/verkotot/teolliset_symbioosit_fiss)

Patel, K. & Patel, S. Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. International Journal of Engineering Science and Computing 2016. Vol. 6 (5), pp. 6122-6131. [viitattu 22.10.2020]. Saatavissa:

[https://www.researchgate.net/publication/330425585\\_Internet\\_of\\_Things-IOT\\_Definition\\_Characteristics\\_Architecture\\_Enabling\\_Technologies\\_Application\\_Future\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/330425585_Internet_of_Things-IOT_Definition_Characteristics_Architecture_Enabling_Technologies_Application_Future_Challenges)

PHJ 2018. Kujalan jätekeskus – teolliset symbioosit. [viitattu 30.9.2020]. Saatavissa:

<https://www.phj.fi/wp-content/uploads/2019/01/Kujalan-j%C3%A4tekeskus-teolliset-symbioosit-2018.pdf>

Salonen, S. 2020. Polttoainepääällikkö. Lahti Energia Oy. Haastattelu 14.12.2020.

Salpakierto 2021. Salpakierto Oy. [viitattu 15.1.2021]. Saatavissa:

<https://salpakierto.fi/yritysinfo/salpakierto-oy/>

Sitra 2019. Teolliset symbioosit. [viitattu 4.5.2020]. Saatavissa:

<https://www.sitra.fi/aiheet/teolliset-symbioosit/>

Telia 2018. IoT – Esineiden Internet. [viitattu 1.10.2020]. Saatavissa:

[https://www.telia.fi/yrityksille/iot/esineiden-internet?qclid=EA1aIQobChMI7\\_6E05GS7AIVTxV7Ch3-dQmoEAAYASAAEgImBvD\\_BwE](https://www.telia.fi/yrityksille/iot/esineiden-internet?qclid=EA1aIQobChMI7_6E05GS7AIVTxV7Ch3-dQmoEAAYASAAEgImBvD_BwE)

Teolliset symbioosit 2020. Mikä on FISS ja teollinen symbioosi? [viitattu 22.10.2020]. Saatavissa:

<https://www.teollisetsymbioosit.fi/mika-on-fiss-ja-teollinen-symbioosi>

YTP 2020. Kiertotalous. [viitattu 30.9.2020]. Saatavissa: <https://ytpliitto.fi/kiertotalous/>

## LIITTEET

## LIITE 1

## Kysymykset yrityksille

1. Haastateltavan nimi, työtehtävä, yritys, pvm
2. Mikä on yrityksenne rooli kierrätyspolttoaineen hyödyntämisessä? (PHJ – Lahti Energia - Kuusakoski -välisestä yhteistyöstä kun on kysymys.)
3. Miten PHJ - Lahti Energia - Kuusakoski välinen symbioosi toimii mielestänne poltettavan materiaalin toimitusten suhteen?
4. Millaisia materiaalivirtoja edustamasi yrityksen ja muiden välillä on? Kenelle toimitatte poltettavaa materiaalia ja keneltä kaikilta otatte sitä vastaan? Millainen yhteistyö materiaalivirtojen suhteen yritysten välillä on?
5. Olisiko mahdollista saada tietoa päivittäisistä / kuukausittaisista / vuosittaisista määristä toimitetuista ja vastaanotetuista materiaaleista? Jos kyseessä on luottamuksellinen tieto, voiko saada arvioita tästä esimerkiksi viime vuoden tiedoista. Löytyisikö tämä tieto lähetysluetteloiden tai vastaanottotositteiden kautta?
6. Mitä haasteita teillä on tällä hetkellä materiaalien kuljetusten ajoituksessa? Onko materiaalien toimituksissa mielestänne pullonkauloja? (Toimitusten ennakoimattomuus, varastointi, ruuhkauput, epävarmuus jatkohyödyntämisestä.)
7. Miten yrityksenne hyödyntää tällä hetkellä IoT-tekniologiaa? (Eryityisesti logistiikassa ja yritysten välisissä materiaalivirroissa.) Voisiko IoT:n avulla vähentää logistisia haasteita?
8. Kuinka täysiä (%) toimitettavat kuormat keskimäärin ovat ja kuinka hyvin yritysten välinen tiedonkulku toimii? Kuinka hyvin on tiedossa kysynnän ja tarjonnan suhde yritysten välillä?
9. Millä tasolla IoT:n tarjoamaa potentiaalia yrityksessänne on tällä hetkellä hyödynnetty, erityisesti logistiikan näkökulmasta?
10. Onko IoT:llä tulevaisuudessa mielestänne kuinka potentiaalinen vaikutus erityisesti yrityksenne liikevaihtoon, kuljetusten joustavuuteen ja ennakointiin liittyen? Kiinnostaaako yritystänne jatkokehitys IoT:n hyödyntämisen suhteen?

KYSYMYKS	LAHTI ENERGIA	PHJ
Haastateltavan työtehtävä, yritys	Polttoainepäällikkö, Lahti Energia	Vastaanotto- ja käsittelypäällikkö PHJ Oy
Mikä on yrityksen rooli poltettavan raaka-aineen hyödyntämisessä? (PHJ – Lahti-Energia – Kuusakoski -välisestä yhteistyöstä kun on kysymys.)	Polttoaineen loppukäyttäjä.	Toimitamme polttoainetta Lahti Energialle.
Miten PHJ-Lahti-Energia-Kuusakoski välinen symbioosi toimii mielestänne poltettavan materiaalin toimitusten suhteen?	Yhteistyö toimii kaikkiin suuntiin hyvin.	Kuusakoski toimittaa myös polttoainetta Lahti Energialle eli on PHJ:n kilpailija.
Millaisia materiaaliavintoja edustamas yrityksen ja muiden välillä on? Kenelle toimitatte poltettavaa materiaalia ja keneltä kaikilla otatte sitä vastaan? Millainen yhteistyö materiaaliavintojen suhteen yritysten välillä siis on?	Kuusakoski ja Pijjät-Hämeen Jätehuolto toimittavat Lahti Energialle kierrätyspolttoainelajetta. Lahti Energia ei toimita kierrätyspolttoainetta eteenpäin.	Toimitamme myös muille voimalaitoksille poltettavaa materiaalia. Sisään tuleva energialajite on pääasiain osi-aseti asumisesta syntyvä, mutta osa tulee myös kaupoista ja teollisuudesta.
Mikä on vuosittainen määrä toimitettua tai vastaanotettua materiaaleista?	Kymijärvi II – kaasutuslaitoksen vuosittainen käyttö on noin 250 000 tonnia.	Toimitettu polttoainemäärä vaihtelee 12 000-22 000 t:n välillä vuodessa.
Mitä haasteita tai pullokauloja teillä on tällä hetkellä materiaalien kuljetusten ajatuksessa?	Voimalaitoksella polttoainetta voidaan varastoida vain silloissa, joihin mahtuu noin kahden vuorokauden polttoainemäärä. Tilauksia määrissä täytyy siis pysyä. Toimitusten rytmikka on muodostunut hyvin toimivaksi vuosien varrella, mutta esimerkiksi arkipyhät vaativat toimitusten osalta lisäsuunnittelua.	Kuljetusten ajotukset ok, mutta haasteena on välillä voimalaitosten kulloinkin tarvitsema polttoainemäärä, sillä se ei ole aina ennustettavissa.
Miten yrityksenne hyödyntää tällä hetkellä IoT-teknologiaa?	Polttoainekuormat pummitaan ja niitä otetaan näytteen. Näin saadaan määritettyä toimitusten energiamäärä. Massa-tieto tulee siis luonnollisesti jo vaaralta.	Ei hyödynnetä tällä hetkellä, mutta tulevaisuudessa mahdollisesti.
Kuinka täysää (%) toimitettavat kuormat keskimäärin ovat ja kuinka hyvin yritysten välinen tiedonkulkua toimii? Kuinka hyvin on tiedossa kysynnän ja tarjonnan suhde yritysten välillä?	Kuormat ovat 100% täysää, tosin matkan varrella tapahtuu aina pientä painumista. Toimitusmäärät sovitaan pääsääntöisesti vuositasolle. Polttoainetiliä voimalaitoksella jakaa nämä sitten viikko- ja vuorokausitasolle.	Kuormat ovat täysää aina.
Onko IoT:llä tulevaisuudessa mielestänne kuinka potentiaalinen vaikutus erityisesti yrityksenne liikevaihtoon, kuljetusten joistavuuteen ja ennakointiin liittyen? Kinnostaako yritystänne jatkokehitys IoT:n hyödyntämisen suhteen?	Nykyinen järjestelmä toimii hyvin, mutta uusista mahdollisuuksista on aina mielenkiintoista kuulla.	En näe kuljetuksissa sitä olevan hyötyä, mutta polttoainetuotannon ja varsinaisen polttoon kokeytystä siitä voisi olla hyötyä, mm. polttoaineen laadun seurannassa.