



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

TUOTANTOTALOUDEN KOULUTUSOHJELMA

Teollisen internetin vaikutus toimitusketjun hallintaan

**The effects of Internet of Things in supply chain
management**

Kandidaatintyö

Oskari Lehtonen

Erkka Partanen

TIIVISTELMÄ

Tekijät: Oskari Lehtonen, Erkka Partanen	
Työn nimi: Teollisen internetin vaikutus toimitusketjun hallintaan	
Vuosi: 2018	Paikka: Lappeenranta
Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous. 31 sivua, 4 kuvaa, 1 taulukko Tarkastaja(t): Annastiina Rintala	
Hakusanat: Teollinen Internet, Toimitusketjun johtaminen, Ennakoiva kunnossapito, Älykäs tehdas, Esineiden internet,	
Keywords: IoT, IIoT, Internet of Things, Industrial Internet of Things, Supply Chain Management, Smart Factory,	
<p>Tämän kandidaatin työn tavoitteena on antaa lukijalle selkeä kokonaiskäsitelmä kuinka teollinen internet vaikuttaa toimitusketjuihin ja niiden hallintaan. Työn tuloksena syntyy yleiskatsaus tämän hetkisestä tilanteesta teollisen internetin vaikutuksista.</p> <p>Tutkimus on tehty perehtymällä aiheesta saatavilla olevaan kirjallisuuteen, tieteellisiin julkaisuihin, sekä teollista internetiä koskeviin uutisiin. Esimerkkiyritysten toimintaan on perehdytty yritysten kotisivujen, vuosikertomusten ja niistä tehtyjen tutkimusten perusteella.</p> <p>Työssä pyritään selvittämään teollisen internetin ominaisuuksia, haasteita, sovelluksia, tuloksia sekä potentiaalia. Työssä käydään läpi kuinka valitut esimerkkiyritykset käyttävät teollista internetiä hyödyksi tällä hetkellä omassa liiketoiminnassaan ja mitkä ovat sen vaikutukset yrityksen toimitusketjuun.</p>	

Työn tuloksissa nähdään teollisen internetin tuovan selkeitä hyötyjä toimitusketjujen hallintaan, mutta se sisältää myös omat haasteensa. Se tuo läpinäkyvyyttä toimitusketjuihin, helpottaa niiden hallintaa sekä vähentää työmäärää toimitusketjussa. Suurimmat haasteet teollisessa internetissä on vaatima laadukas ja korkeatasoinen tietoturva sekä osaajien puute. Teollisella internetillä on kuitenkin nähtävissä suuri potentiaali ja kehittyvien teknologioiden myötä käyttökohteita tulee yhä lisää sekä tehokkuus paranevat. Toimitusketjun hallinnassa teollisella internetillä tulee olemaan tulevaisuudessa vieläkin enemmän käyttöä, sillä se tuo jo nyt merkittävää kilpailuetua sitä hyödyntäville yrityksille.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	4
2	Teollinen internet	6
2.1	Teollisen internetin ominaisuudet	6
2.2	Teollisen internetin hyödyt	10
2.3	Teollisen internetin haasteet.....	11
3	Teollinen internet toimitusketjun eri osa-alueilla	14
3.1	Hankinta	14
3.2	Tuotanto	15
3.3	Jakelu	17
3.3.1	Kuljetukset.....	17
3.3.2	Varastointi	18
4	Teollisen internetin käyttöönotto ja sen vaikutukset liiketoiminnassa	19
4.1	Konecranes: Suomen teollisen internetin edelläkävijä	20
4.2	Teollinen internet Kone Oyj:n toimitusketjun hallinnan apuna.....	21
4.3	Airbus ja tulevaisuuden työkalut.....	22
5	Teollisen internetin potentiaali ja tulevaisuuden näkymät.....	24
6	Johtopäätökset	26
7	Lähteet.....	29

1 JOHDANTO

Teollinen internet (TI) on viime vuosina tuonut yrityksille uusia mahdollisuuksia kehittää liiketoimintaansa sekä luoda kokonaan uutta liiketoimintaa. Teollista internetiä hyödynnetään jo monilla aloilla ja kehittyvien teknologioiden myötä uusia sovelluskohteita tulee jatkuvasti lisää. Teollista internetiä pidetään myös osana teollisuuden kolmatta vallankumousta. TI yhdistää koneet ja laitteet toisiinsa sekä verkkoon, johon ne jakavat keräämänsä tiedon ympäristöstään ja toiminnastaan (Juhanko et al. 2015 s.11).

Toimitusketjun hallinnan näkökulmasta teollinen internet voi mahdollistaa laitteiden lähes itsenäiset päätökset, jolloin ihmisten tekemä työ vähenee tai häviää kokonaan. Teollisen internetin hyödyntäminen voi parantaa prosesseja, lisätä toimitusketjun läpinäkyvyyttä, joustavuutta ja vähentää kustannuksia. Myös laitteista saatavaan dataan perustuva päätöksenteko on olennainen osa yritysten toimintaa. (Zhou, Chong & Ngai 2015)

On varmaa, että teollinen internet vaikuttaa ja tulee vaikuttamaan yritysten liiketoimintaan. McKinseyn (2015) mukaan teollisen internetin vuotuiset taloudelliset vaikutukset voivat olla yli 4 biljoonan dollaria vuoteen 2025 mennessä. Ovatko teollisen internetin hyödyt, niin mullistavia kuin väitetään? Tulisiko jokaisen yrityksen aktiivisesti etsiä tapoja, kuinka teollista internetiä voidaan käyttää hyödyksi omassa liiketoiminnassaan vai onko kyseessä vain lyhytaikainen teknologiatrendi, joka voidaan jättää huomioimatta.

Työn tavoitteena on selvittää kuinka teollinen internet vaikuttaa toimitusketjuihin ja niiden hallintaan. Työssä tarkastellaan teollisen internetin ominaisuuksia, haasteita ja sovellusalueita, joilla sitä voidaan hyödyntää. Työ luo yleiskatsauksen teollisen internetin tämän hetkisestä tilanteesta ja tulevaisuuden näkymistä toimitusketjujen näkökulmasta. Työssä kerrotaan myös käytännön esimerkkejä TI:n käyttöönotosta ja sen vaikutuksista yritysten toimitusketjuihin.

Tämän työn päätutkimuskysymys on: ”Millaisia vaikutuksia teollisella internetillä on toimitusketjuihin ja niiden hallintaan?”. Päätutkimuskysymys jakautuu osakysymyksiin, joita ovat:

- Minkälaisia sovelluksia yritykset hyödyntävät?

- Millaisia tuloksia yritykset ovat saaneet teollisen internetin hyödyntämisestä?
- Mitä ongelmia ja haasteita TI:n käyttöönotto ja ylläpito ovat aiheuttaneet?
- Millainen potentiaali teollisella internetillä on tulevaisuudessa?

Työ rajataan koskemaan teollista internetiä yritys- ja toimitusketjunäkökulmasta. Esineiden internetiin viittaavat kuluttajatuotteet on jätetty tarkastelusta pois, jonka vuoksi käytetään myös termiä teollinen internet. Englannin kielisessä lähdeaineistossa teollista internetiä ja esineiden internetiä ei yleensä ole eritelty, vaan yleisesti käytetään termiä ”Internet of Things” (IoT).

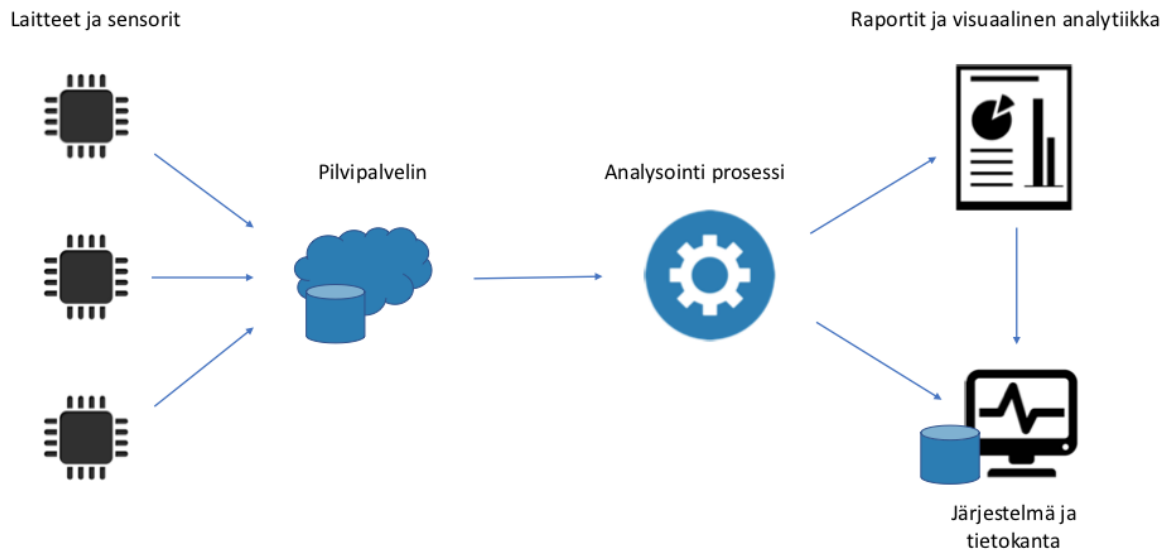
Työ alkaa teollisen internetin esittelyllä ja perehtymisellä sen ominaisuuksiin, sovelluksiin ja sovellusalueisiin. Tämän jälkeen teollista internetiä tarkastellaan toimitusketjun näkökulmasta ja kuinka se vaikuttaa toimitusketjun eri osa-alueilla. Neljännessä luvussa käsitellään todellisia esimerkkejä siitä, kuinka teollinen internet on otettu käyttöön ja kuinka se on vaikuttanut yritysten liiketoimintaan.

2 TEOLLINEN INTERNET

Teollinen internet on verkkoinfrastruktuuri, jossa teollisuuden fyysiset esineet yhdistyvät verkkoon, jakaen aktiivisesti tietoa itsestään ja ympäristöstään. Teollisen internetin avulla saavutetaan välitön pääsy tietoihin fyysisestä maailmasta ja sen esineistä. Tietoa hyväksi käyttämällä voidaan saavuttaa uusia innovaatioita ja lisätä tehokkuutta sekä tuottavuutta. (Bandyopadhyay, Sen 2011) Teollisen internetin käsitteeseen liitetään vahvasti valmistava teollisuus, mutta tämän lisäksi siihen sisältyy myös useat yhteiskuntaa yleisesti palvelevat alat kuten esimerkiksi liikenne, maatalous, energiantuotanto sekä terveydenhuolto. Määritelmä rajaa pois kuluttajien esineiden internetin, joka on ensisijaisesti suunnattu kulutus tuotteisiin ja laitteisiin, kuten jääkaapit ja terveydentilaa seuraavat rannekkeet. (Collin, Saarelainen 2016)

2.1 Teollisen internetin ominaisuudet

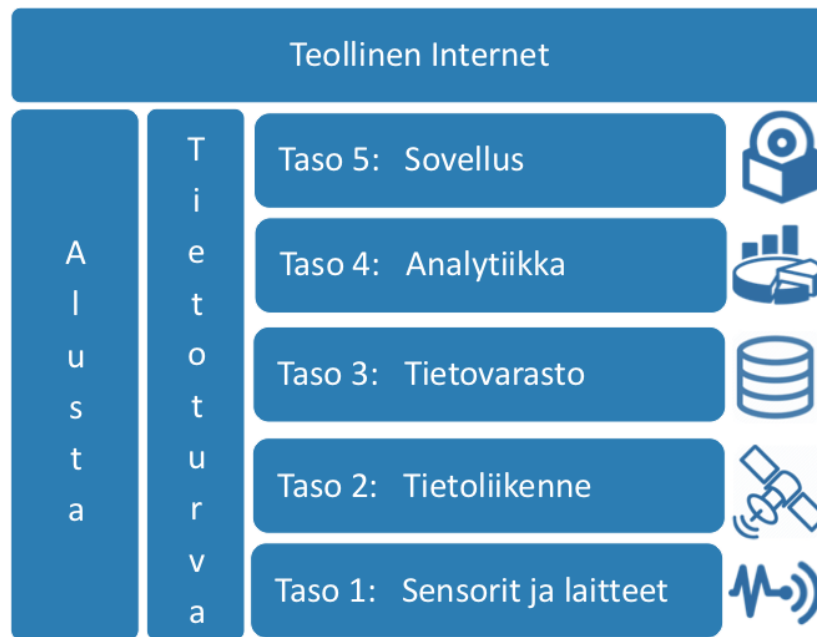
Teollinen Internet voidaan jakaa ominaisuuksiltaan kolmeen eri osa-alueeseen, joihin kuuluvat viestintä, datan keräys sekä datan analysointi. Viestinnässä teollinen internet käyttää hyväkseen verkkorakennetta, jossa jokainen esine on yhdistetty samaan verkkoon ja kommunikointi verkon ja esineiden välillä tapahtuu standardisoidujen protokollien mukaan. Datan kerääminen eli tiedon hankkiminen laitteesta itsestään ja sen ympäristöstä tapahtuu laitteeseen liitettyjen sensoreiden avulla. Sensorit lähettävät tietoa verkkoon, joka analysoidaan ja jonka perusteella pystytään tekemään päätöksiä tai jopa esineet voivat itse toimia analysoidun tiedon pohjalta. Alla olevasta kuvasta 1 nähdään teollisen internetin oleellimmat osat kuvattuna prosessikaavioon.



Kuva 1 Yleiskuva teollisen internetin rakenteesta.

Esineiden välistä viestintää, datan keräystä ja datan analysointia varten tarvitaan useita teknologisia sovelluksia. Menestyksekkään teollisen internetin käyttöönottoa varten viisi tärkeintä ja yleisesti käytettyä teknologiaa ovat radiotaajuinen etätunnistus (RFID), langattomat sensoriverkostot (WSN), väliohjelmisto, pilvipalvelu ja teollisen internetin sovellusohjelmisto (Lee, Lee 2015). Ymmärtämällä paremmin nämä TI:n käyttämät teknologiat voidaan tietää, mitä TI:n käyttöönotolla voidaan saavuttaa.

Teollisen internetin eri tasot ovat kuvattu kuvassa 2. Tasokuvaus on erinomainen malli siitä, mitä TI tällä hetkellä pitää sisällään karkeasti ulkoapäin katsottuna. Tällä hetkellä kirjallisuudesta löytyvät tasokuvaukset ovat hyvin samankaltaisia, mutta teknologioiden kehittyessä myös TI:n eri tasot tulevat varmasti muuttumaan. Oleellista tasokuvassa on myös se, että eri tasojen lisäksi kuvasta nähdään, kuinka kaikki tasot täytyy kytkeä yhteen alustalla, sekä tietoturvan merkityksen laajuus.



Kuva 2 Teollisen internetin tasokuvaus (Collin, Saarelainen 2016).

RFID avulla pystytään automaattiseen tunnistamiseen ja tiedon keräämiseen käyttämällä hyväksi radioaaltoja, tunnistetta sekä tunnisteen lukijaa. RFID tunniste voi varastoida enemmän dataa kuin perinteiset viivakoodit. Tunnisteita on kolmea eri tyyppiä, joiden tuotantokustannukset vaihtelevat aktiivisuuden mukaan. Passiiviset tunnistet tarvitsevat lukijan, joka lähettää energiaa tunnisteeseen radiotaajuudella. Aktiivisissa tunnisteeissa on oma virtalähde, jonka avulla tunnistet voivat sisältää ulkoisia jatkuvasti ympäristöä tarkkailevia sensoreita. Semiaktiivisissa tunnisteeissa on virtalähde prosessorille, jonka avulla se voidaan käynnistää lukijan kanssa viestimistä varten. Tuotantokustannukset kasvavat sitä mukaan, kuinka aktiivinen tunniste on. (Lee, Lee 2015)

Langaton sensoriverkosto koostuu itsenäisistä sensoreilla varustetuista laitteista, jotka tarkkailevat ympäristön ja laiteensa itsensä tilaa. Sensoriverkosto voi toimia yhdessä RFID teknologian kanssa muodostaen yhä paremman kuvan esineen ympäristöstä ja ominaisuuksista. (Lee, Lee 2015)

Sensoreiden ja tunnisteen lisäksi teollinen internet tarvitsee tuekseen sovelluksia ja informaatioteknologiaa. Väliohjelmisto on erityisen tärkeä, jotta WSN ja RFID tieto saadaan

siirrettyä ilman yhteensopivuus ongelmia internetiin. Teollisen internetin hyöty kasvaa samaan verkkoon yhdistyneiden laitteiden määrään kasvaessa. Verkossa esiintyvän datan määrä on yleensä valtava. Dataa täytyy voida varastoida ongelmitta ja näin ollen toimivan ja tehokkaan pilvipalvelun merkitys on erittäin suuri infrastruktuurin laadun kannalta. Tietovarastointiratkaisu ja kokonaisarkkitehtuuri vaikuttavat olennaisesti siihen, kuinka tehokkaasti tietoa voidaan varastoida ja lopulta myös siihen, kuinka hyvin datasta saadaan liiketoimintaa hyödyntävää tietoa analytiikan työkaluilla. On hyvin oleellista ymmärtää, mitkä tekijät ratkaisevat tietovarastoinnin ongelmat.

Tietovarastointiin voidaan käyttää käytännössä kahden tyyppistä tietovarastoa; SQL-pohjaista tai NoSQL-pohjaista tietovarastoa. Kummallakin on omat etunsa ja heikkoutensa, jotka on tärkeä ymmärtää arkkitehtuuria rakentaessa. Toisena kokonaisuuden kannalta ratkaisevana tekijänä on arkkitehtuuriratkaisu eli tehdäänkö keskitetty- vai hajautettu arkkitehtuuriratkaisu. Erot ratkaisujen välillä löytyvät skaalautuvuudesta sekä ratkaisun hallittavuudesta. (Collin, Saarelainen 2016) Viimeisenä tietovarastointiin liittyvänä tekijänä on, kuinka rajapinnat hoidetaan. Tämä on erityisen tärkeää suorituskyvyn sekä tietoturvan kannalta. On tärkeää suunnitella tarkkaan, kuinka sensoridataa lähdetään siirtämään tietovarastoon ja kuinka tietovarastosta saadaan tehokkaasti tietoa analytiikkaa varten. Joissakin tapauksissa on myös mahdollista hyödyntää dataa varastoimatta sitä. Tällöin dataa tarkastellaan ja analysoidaan suoraan datavirrasta.

Jotta sensoreiden ja tunnisteen lähettämää dataa voitaisiin käyttää hyödyksi, täytyy sitä analysoida. Analysointiohjelmisto tekee datasta tietoa, jota voidaan hyödyntää päätöksenteossa. (Collin, Saarelainen 2016) Mielenkiintoista analytiikasta tekee sen haastavuus ja monimutkaisuus. Tärkeintä on ymmärtää, mitä dataa halutaan analysoida ja mitkä ovat tavoitteet, joihin datan analysoinnilla pyritään. Analytiikan perimmäinen tarkoitus on tuottaa ennusteita sekä tuottaa ja parantaa liiketoiminnan laatua. Datan analysointiin on tällä hetkellä kasvava kirjo monia menetelmiä. Näitä ovat esimerkiksi huippunopea muistinvarainen analytiikka, koneoppiminen sekä neuroverkkolaskenta.

Teknisten laitteiden, ohjelmiston sekä analytiikan lisäksi teollinen internet sisältää myös sovelluksen. Sovellus on hyvin keskeinen osa kokonaisuutta, sillä se yhdistää teollisen

internetin ja käyttäjän. Markkinoilla on paljon erilaisia sovelluksia sekä uusia kehitetään jatkuvasti. Tärkeintä sovellusta valitessa on se, että se palvelee omaa liiketoimintaa sekä tuo sovelluksen käyttäjälle lisäarvoa. Kuten tietovarastointi ratkaisussa, niin myös sovelluksessa sujuvan toiminnan kannalta on erittäin merkittävää, kuinka rajapinnat analytiikkaan ja dataan on suunniteltu.

2.2 Teollisen internetin hyödyt

Teollisen internetin käyttöönoton keskeinen tavoite on yleensä nykyisen liiketoiminnan tehostaminen, sekä resurssien tehokkaamman käytön saavuttaminen. Teollisen internetin hyödyntämisellä voidaan saavuttaa muun muassa kustannussäästöjä, tehokkuuden kasvua ja parempia päätöksiä. Myös tuotteiden ja palvelujen kehittäminen älykkäämmiksi ja asiakasarvon nostaminen ovat olennaisia hyötyjä, joita teollisen internetin hyödyntämisellä haetaan (Elisa Oyj, Quva Oy 2015). TI:n hyödyt perustuvat pitkälti sen avulla kerättyyn dataan ja sen tehokkaaseen käsittelyyn. Kuitenkin McKinseyn (2015) tutkimuksen mukaan tällä hetkellä osa datasta usein häviää ennen kuin sitä on edes analysoitu ja vain hyvin pieni osa datasta päätyy päätöksenteon tueksi asti. Teollisen internetin sovellusten kehittämisellä ja muokkaamalla niitä yrityksen omiin tarpeisiin voidaan tämä ongelma tulevaisuudessa korjata.

Teollisen internetin avulla voidaan myös luoda kokonaan uutta liiketoimintaa jo olemassa oleville yrityksille. ETLA:n raportissa mainitaan tästä esimerkkinä palveluliiketoimintaan siirtyminen. Ei siis enää myydä itse konetta, vaan sen tekemää työtä palveluna. TI:n vaikutus tähän on sen mahdollistama tiedon kerääminen eri asiakkaiden laitteista ja sen tehokas analysointi. Palveluliiketoimintaan siirtyessään yritys saavuttaa etuja tulojen ennakoitavuudessa ja niiden sijoittumisessa pitkälle aikavälille. Tällöin myös herkkyyys suhdannevaihteluille pienenee. (Juhanko et al. 2015 s.22)

Teollisen internetin hyödyntämisellä yrityksissä voidaan prosessien tehokkuutta nostaa jopa 10-25% (McKinsey 2015). Taulukkoon 1 on kerätty olennaisimpien TI:n sovelluskohteiden mahdolliset hyödyt prosentteina. Kuten taulukosta nähdään voi yritys saavuttaa merkittäviä etuja hyödyntämällä teollista internetiä toimitusketjujensa eri osissa.

Taulukko 1 TI:n hyödyt eri sovelluskohteissa (McKinsey 2015)

Sovelluskohde	Potentiaalinen hyöty
Toimintojen optimointi	5-12,5% pienemmät kustannukset
Ennakoiva kunnossapito	10-40% kustannussäästöt
Varastojen optimointi	20-50% pienemmät kustannukset
Terveys ja turvallisuus	10-25% säästöt
Varastojen logistiikka	30% lyhyemmät tuotteiden/osien käsittelyajat
Kuljetusreittien optimointi	17% kasvu tehokkuudessa

Oleellisimmiksi TI:n hyödyiksi voidaankin siis nimetä datan avulla saavutettu toiminnan optimointi, reaaliaikaisen datankäsittelyn avulla vältetyt virhetilanteet ja vauriot, sekä toimintojen etävalvonta. Jotta yritykset kuitenkin hyötyisivät uusista teknologioista mahdollisimman paljon, tulee niiden käyttöönottoon sitoutua ja sovellukset tulee muokata yrityksen omiin tarpeisiin. Uusiin toimintatapoihin ja niiden käyttöönottoon kohdistuu usein muutosvastarintaa ja pahimmissa tapauksissa työntekijät jatkavat työskentelyä vanhalla ja tutulla tavalla, eivätkä hyödynnä uusien teknologioiden tuomia mahdollisuuksia.

2.3 Teollisen internetin haasteet

Paljon puhuttujen hyötyjen lisäksi teollisen internetin hyödyntämiseen liittyy haasteita ja jopa haittoja. Monet TI:n nykyisistä haitoista ja haasteista tulevat korjaantumaan teknologian kehittyessä eteenpäin, mutta uusien innovaatioiden mukana syntyy myös uusia ongelmia. Teollisen internetin oleellisimpina ongelmina voidaan pitää datan käsittelyyn, yksityisyyteen ja tietoturvaan, sekä erittäin nopeaan kehitykseen ja järjestelmien integraatioon liittyviä ongelmia (Lee, Lee 2015). Kuitenkin tulee ottaa huomioon, että teollisen internetin käyttöönottoon liittyy myös kaikki muut riskit, jotka liittyvät minkä tahansa uuden tietojärjestelmän tai teknologian käyttöönottoon.

Sensoreiden ja laitteiden kerätessä valtavat määrät tietoa muodostuu saatavan datan varastoinnista ja käsittelystä ongelma. Yksi täysin automatisoitu älykäs tehdas voi tuottaa dataa jopa miljoona gigatavua päivässä (Western Digital 2017). Yritykset, joilla ei ole valmiita datakeskuksia, joutuvat tekemään investointeja tai ostamaan ulkoisia palveluita. Suuret

alkuinvestoinnit voivat johtaa käyttöönottoprojektien lykkääntymiseen tai jopa peruuntumiseen, jos siihen ei ole sitouduttu riittäväällä vakavuudella.

Vaikka dataa tuotetaan suuret määrät, tulee dataa kuitenkin kerätä pitkiä aikoja, ennen kuin sen perusteella voidaan tehdä luotettavia päätelmiä esimerkiksi tuotantolaitteen hajoamiseen johtavista tekijöistä tai muita päätöksiä. Tämä on myös yksi syy, jonka vuoksi TI:n käyttöönottoa ei kannata venyttää, jos tiedetään sen mahdollisesti tuottavan lisäarvoa tulevaisuudessa.

Suuret määrät dataa vaativat myös nopeat tietoliikenneyhteydet. Tietoliikenneyhteyksien kehittyminen, kuten 5G verkot, mahdollistavat kuitenkin tulevaisuudessa ratkaisun tähän ongelmaan. Toinen dataan liittyvä ongelma on sen käsittely. Suurten datamäärien käsittely reaaliajassa vaatii tehokkaita työkaluja ja datavirtojen yhdistäminen eri lähteistä voi olla hyvin haastavaa. Onneksi viime vuosina paljon tutkitut Big Data-sovellukset tarjoavat apua tähän ongelmaan.

Tietoturva ja yksityisyys ovat merkittäviä asioita niin digitalisoituvassa yhteiskunnassa, kuin myös teollisen internetin hyödyntämisessä yritystoiminnassa. Yritysten kerätessä dataa tuotteistaan, laitteistaan tai työntekijöistään on erityisen tärkeää, ettei dataan ole pääsyä ylimääräisillä osapuolilla. Niin dataan käsiksi pääsy, kuin sen muokkaaminen ulkoisen osapuolen toimesta voivat olla erittäin haitallisia yrityksen liiketoiminnan kannalta. Myös kaikkien laitteiden ollessa yhdistettynä internetiin on oleellista, että niiden tietoturva on kunnossa, eikä niihin ole pääsyä ulkoisilla osapuolilla. Verrattuna kuluttajille suunnattuun esineiden internetiin, teollisen internetin tietoturvamurrot voivat aiheuttaa huomattavasti suurempaa vahinkoa johtuen suuremmasta määrästä yhdistettyjä laitteita yhdessä verkossa, kuten teollisuusalueilla tai sähköverkoissa (Schneider 2016).

Teollisen internetin teknologiat ovat viime vuosina olleet erittäin tutkittu kohde ja uusia innovaatioita syntyy koko ajan. ETLA:n (2015) tutkimuksen mukaan suuri määrä uusia teknologioita ja sovelluksia luovat pullonkaulan teollisen internetin kehitykselle. Standardisoimalla teknologia-alustoja ja parantamalla verkkojen ja palvelujen yhteensopivuutta voitaisiin edesauttaa TI:n innovaatioiden kehitystä. Myös tarvittavan

osaamisen hankkiminen hankaloituu jatkuvasti muuttuvassa teknologiaympäristössä (Juhanko et al. 2015 s.40). Myös Inmarsatin (2017) tutkimuksen mukaan yhdistettävyyden ja luotettava tiedonsiirto olivat suurimpia huolenaiheita teollisen internetin käyttöönotossa. Sadasta haastattelemastaan logistiikkayhtiöistä 40% uskoi yhdistettävyyden olevan suurin ongelma ja 28% prosenttia uskoivat sen mahdollisesti kaatavan TI:n käyttöönoton heti projektin alkutaipaleella (Inmarsat 2017).

3 TEOLLINEN INTERNET TOIMITUSKETJUN ERI OSA-ALUEILLA

Toimitusketjulla tarkoitetaan prosessien verkostoa, jonka tavoitteena on toimittaa asiakkaalle haluttu tuote tai palvelu. Toimitusketjun tarkastelussa on tärkeää määritellä millä tasolla sitä tarkastellaan (Hopp 2008). Tässä työssä toimitusketjua tarkastellaan kolmella pääalueella, jotka ovat hankinta, tuotanto sekä jakelu.

3.1 Hankinta

Hankinnassa teollisen internetin hyödyt ja sovellukset jakautuvat pääosin toimittajan hyötyihin tavarankuljetuksessa ja ostajan hyötyihin tavaravirtojen seurannassa. Toimittajaosapuolen kuljetushyötyihin keskitytään kappaleessa 3.3.1 ja tässä kappaleessa keskitytään vain hyötyihin, joita saavutetaan ostajayrityksen toiminnalla. Tietysti toimittajayrityksen laadukas TI:n hyödyntäminen ja tiedon jakaminen ostajayritykselle edesauttavat molempien osapuolten toimitusketjun hallintaa.

Hankinnan saamat hyödyt TI:n hyödyntämisestä ovat hyvinkin sidoksissa läpinäkyvään ja reaaliaikaiseen toimitusketjun seurantaan. Hankintaosasto pystyy esimerkiksi seuraamaan materiaalin reaaliaikaista menekkiä ja saamaan ennusteita varastojen riitoista. Tavarankuljetuksen seurannassa läpi toimitusketjun RFID-tunnistella on merkittävä rooli. Myös laadunhallinnasta saadun tiedon avulla voidaan esimerkiksi seurata toimittajien raaka-aineiden laatua ja näin ollen tehdä päätöksiä toimittajien suhteen.

Teollisen internetin sovellusten ja laitteiden kehittyessä voitaisiinkin kuvitella, että hankinnan operatiivinen osuus siirtyisi lähes täysin koneiden väliseksi toiminnaksi ja ihmisten hoidettaviksi jäisi enää hankinnan strategiset tehtävät, kuten toimittajasuhteiden ylläpito ja hintaneuvottelut. Jos toimittajan ja tilaajan TI-järjestelmät toimisivat saumattomasti yhteen ja jakaen tarvittavan tiedon, olisi mahdollista välttää suurien varastojen muodostuminen sillä molempien osapuolten tarjonta ja kysyntä olisivat jatkuvasti tiedossa ja laitteet pystyisivät itse optimoimaan toimintansa niiden mukaan.

3.2 Tuotanto

Tuotanto on toimitusketjun osa, jossa tuotantoon tulevasta materiaalista tai puolivalmisteista tuotetaan erilaisten prosessien avulla haluttu lopputuote, joka voidaan toimittaa asiakkaalle. Tuotantoa voidaankin pitää toimitusketjun eräänlaisena keskipisteenä, sillä sen on toimittava tiiviisti yhteistyössä niin jakelun, kuin hankinnankin kanssa. Tärkeimpiä kehityskohteita tuotannossa ovat prosessien yksinkertaistaminen, läpimenoaikojen lyhentäminen läpinäkyvyys ja hukkan poistaminen (Ritvanen et al. 2011 s.136).

Tuotannossa etävalvonta ja -ohjaaminen ovat jo vanhoja sovelluskohteita, mutta teollinen internet tuo siihen täysin uuden ulottuvuuden pilvipalveluiden ja analytiikan muodossa (Collin, Saarelainen 2016). Nykyään tuotannonohjauksessa usein käytössä olevat logiikat (PLC) ja PC-pohjaiset järjestelmät ovat hyvinkin itsenäisiä ja irrallaan muusta IT-arkkitehtuurista (Lopez Research 2014). TI:n avoimen ja hyvin yhdistetyn arkkitehtuurin avulla tuotannosta saadaan enemmän dataa, jota voidaan käyttää toimintojen optimointiin ja täten tuottavuuden kasvattamiseen. Dataa voidaan kerätä esimerkiksi laitteiden käyntiasteista ja tuotantomääristä, joista voidaan reaaliajassa tehdä analyysejä ja ennusteita esimerkiksi tuotannossa olevan erän valmistumisajasta tai nähdä tuotannon mahdolliset pullonkaulat (Goran D. Putnik et al. 2015). McKinseyn raportin (2015) mukaan prosessien optimoinnilla TI:n avulla voidaan saavuttaa, jopa 25% parannus tuottavuudessa.

Toinen teollisen internetin mahdollistava merkittävä etu on huoltotarpeiden ennakointi. Ennakoivan huollon idea perustuu tuotantolaitteen tai robotin sisäisten sensoreiden välittämään dataan, joka analysoidaan ja sen perusteella ennustetaan huollon tarvetta (McKinsey 2015). Laitteen todelliseen kuntoon perustuva huolto tulee aina tarpeeseen, toisin kuin määrääaikaishuollot, joita tehdään, vaikka laite olisikin todellisuudessa aivan kunnossa. Ennakoivan huollon ja kunnan etäseurannan oleellimmat kustannussäästöt syntyvät varaosavarastojen poistumisesta, laitteiden täydellisen rikkoutumisen estämisestä, laitteiden elinkaarten pidentymisestä ja laitteiden tuotantoasteen kasvattamisesta (Collin, Saarelainen 2016). Bloomberg (2017) kirjoitti General Motorsin (GM) välttäneen kahden vuoden aikana noin 100 mahdollista tuotannon pysähtymistä ennakoivan huollon avulla. Yhden

tuotantolaitteen rikkoutuminen GM:n tuotantolinjalla voi pysäyttää tuotannon jopa kahdeksan tunnin ajaksi, joka tuottaisi yritykselle merkittävät taloudelliset tappiot. (Bloomberg 2017)

Yksi valmistavan teollisuuden merkittäviä hukan syitä tuotannossa ovat virheet tuotteen laadussa. Virheelliset tuotteet voivat johtua esimerkiksi huonosta raaka-aineesta, tuotteen vahingoittumisesta valmistusprosessin aikana, tuotantolaitteen virheellisestä toiminnasta tai tuotantolaitteen rikkoutumisesta. Huonosta laadusta johtuvat todelliset kustannukset voivat olla jopa 20-25% yrityksen liikevaihdosta, mutta usein yritykset tiedostavat kustannukset vain noin 6% tasolle (Ritvanen et al. 2011). Teollisen internetin sovelluksilla on siis selkeä mahdollisuus tuoda säästöjä yritysten laadunhallintaan.

Merkittävä TI:n sovelluskohde on automatisoitu laaduntarkastus läpi tuotantoprosessin. Tuotantolaitteiden ollessa yhteydessä toisiinsa, pystyy alempana tuotantoprosessissa oleva laite ilmoittamaan ylempänä prosessissa olevalle laitteelle mahdollisesta viasta tuotteessa ja riippuen vian vakavuudesta voi laite itse tehdä muutoksia asetuksiinsa tai tehdä asiasta ilmoituksen. Tällöin myös vialliset tuotteet voidaan poistaa tuotannosta välittömästi, vika korjata välittömästi ja vältetään viallisen tuotteen lähettäminen asiakkaalle.

Työturvallisuutta tuotantoympäristössä voidaan myös kehittää älykkäiden laitteiden ja sensoreiden avulla. McKinseyn (2015) raportin mukaan työtaturmia voitaisiin vähentää 10-25% näiden sovellusten avulla. Turvallisuutta voidaan lisätä esimerkiksi tarkkailemalla työntekijöiden terveydentilaa, elintoimintoja tai sijaintia vaarallisten laitteiden suhteen. Analytiikan avulla voidaan myös saada selville loukkaantumisiin johtaneita virheitä, jotka voidaan tulevaisuudessa välttää (Collin, Saarelainen 2016).

Yhdistämällä kaikki TI:n sovelluskohteet tehtaan sisällä saadaan luotua älykäs kokonaisuus, jossa inhimilliset virheet ja jatkuva valvonta vähenevät. Collin (2015) kuvaa tätä tilannetta visiona älykkäästä tehtaasta, jossa koneet pystyvät tekemään itsenäisiä päätöksiä, muistamaan paikkansa ja menneisyytensä ja optimoimaan tuotantoa ilman ihmisen ohjaamista. Älykäs tehdas pystyy itse optimoimaan tuotantoaan, tilaamaan tarvittavat materiaalit ja toimimaan kuten täydellisesti, tuotannosta jo ennestään tuttuja, Lean-metodologioita noudattava tuotantolaitos. Parhaassa tapauksessa älykkäät tehtaot muodostaisivat valtavia ekosysteemejä

tehtaiden välille, jotka pystyisivät ohjaamaan materiaalivirtoja ja tuotantoa saumattomasti yhdessä. (Collin, Saarelainen 2016) Tehtaiden ja tuotannon siirtyessä kohti lähes täydellistä automaatiota tuotannon työntekijöiden määrä tulee varmasti laskemaan, mutta robotiikan, automaation, teollisen internetin ja muun tietotekniikan osaajista tulee olemaan suurta kysyntää.

3.3 Jakelu

Jakelu on yksi tärkeimmistä tehtävistä toimitusketjuissa ja niiden hallinnassa. Jakelu on tavaroiden ja palveluiden virran ohjaamista ja suunnittelua. Konkreettisemmalla tasolla jakeluun sisältyy tuotteen varastointi ja kuljetukset sekä tilausten ja varastotasojen hallinta.

Yleisempiä jakelun aiheuttamia ongelmia liiketoiminnassa ovat muun muassa virheellinen tai puutteellinen toimitus, turha tai päällekkäinen työ, liian suuret varastot ja virheellinen toimitusaika (Ritvanen et al. 2011). Kuitenkin teollisen internetin useiden hyödyllisten ominaisuuksien vuoksi sitä pystytään hyödyntämään edellä mainittujen ongelmien ratkaisemisessa.

3.3.1 Kuljetukset

TI:n suurimmat käyttökohteet kuljetuksessa ovat tavarannassa sekä kuljetusten optimoinnissa. Suurimmat ongelmakohdat kuljetuksissa ovat sen sisältämät suuret riskit sekä kuljetusten monimutkaisuus. Kuljetusten ja niiden riskien hallinnan kannalta tärkeää on saada mahdollisimman paljon tietoa kuljetuksista ja kuljetettavasta tavarasta. TI:n ominaisuudet ja teknologiat sopivat erinomaisesti reaaliaikaisen tiedon hankkimiseen tavarasta sen kuljetuksen aikana.

Läpinäkyvyyden lisääminen kuljetuksissa voidaan pitää TI:n jopa tärkeimpänä hyödyntämiskohteenä jakelussa. Kuljetettavan tavarannan lähettämä tieto sijainnista, kunnosta sekä ympäristöstä tehostaa ja helpottaa koko kuljetusprosessia ja vähentää siihen liittyviä riskejä. TI:n avulla saadaan tietoa reaaliaikaisesti kuljetuksen myöhästymisistä ja tavarannan mahdollisista tuhoutumisista. Tämän lisäksi tiedetään aina, missä kuljetettava tavara on, eli sitä

ei voida varastaa, eikä se voi hävitä. Tavarankuljetus ympäristöstä keräämää tietoa voidaan hyödyntää parantamaan tuotteen laatua.

Globalisaation ja kasvaneen kilpailun myötä tavarankuljettaminen paikasta A paikkaan B on monimutkaistunut. Kuljetusmatkat ovat pidentyneet sekä vaihtoehdot kuljetukseen ovat kasvaneet. Kuljetusalan kilpailun kasvaessa etsitään yhä tehokkaampia tapoja viedä kuljetus perille. Tämän myötä kuljetusten käsittelyjen sekä mahdollisten reittien määrä kasvaa alati. TI:n RFID teknologian avulla käsittelyaikoja voidaan lyhentää huomattavasti. Skannaus ja käsittelyajoissa uskotaan voivan säästää jopa 300% (Ben-Daya, Hassini & Bahroun 2017). TI keräämän datan avulla myös kuljetusreittien optimointi on mahdollista.

3.3.2 Varastointi

TI:n hyödyntäminen varastoinnin seurannassa ja ohjauksessa on ollut viime vuosina laajan tutkimuksen kohteena (Zhou, Chong & Ngai 2015). Varastointiin liittyy varastotilat, varastokäsittely sekä varastotasot. TI voidaan käyttää hyödyksi jokaisella varastoinnin alueella.

Varastotilojen ja varastoalueiden hallinnassa TI:tä voidaan käyttää hyödyksi varaston turvallisuuden parantamiseksi sekä tavaroiden paikantamiseen varastossa. RFID teknologian avulla voidaan seurata ja valvoa tarkasti, missä paikassa mikäkin tavara sijaitsee.

Varastotasojen seurantaan ja ohjaukseen TI:n teknologiat pystyvät tuomaan hyötyä ja tehokkuutta. Varastossa oleva, sieltä lähtevä sekä sinne saapuva tavara on reaaliaikaisessa seurannassa. Varastotasoista saatavaa tietoa voidaan hyödyntää optimoimaan tilaukset sekä yleinen varastotaso. Inventaarioita ei myöskään tarvitse tehdä, sillä TI:n seuraa jatkuvasti, mitä varastossa on, eikä se oikein toimiessaan myöskään erehdy varastotasoista. TI:n avulla varastotasot on yleisesti pystytty optimoimaan sekä varaston puutetilanteet ovat vähentyneet (Lee, Lee 2015).

4 TEOLLISEN INTERNETIN KÄYTTÖÖNOTTO JA SEN VAIKUTUKSET LIKETOIMINNASSA

Yritysten miettiessä teollisen internetin sovellusten käyttöönottoa, on oleellista selvittää, kuinka TI:n hyötyjä voidaan käyttää hyväksi omassa liiketoiminnassa ja mihin sillä pyritään. Oleellisinta on, että käyttöönotto mahdollistaa lisäarvon tuottamisen asiakkaalle sekä tuottaa kilpailuetua yritykselle. Elisan ja Quvan tuottamassa ohjeessa mainitaan ainakin seuraavat oleelliset asiat, jotka tulee huomioida TI-projektin alkuvaiheissa:

- Kenellä on pääsy kerättyyn dataan ja minkälaiset tietoturvajärjestelmät se vaatii?
- Rakennetaanko järjestelmä olemassa olevan verkkoinfrastruktuurin päälle vai tarvitaanko uusia nopeampia yhteyksiä?
- Hyödynnetäänkö pilvipalveluita vai varastoidaanko data jonnekin muualle ja kuuluuko näihin myös datan analysointi työkalut?
- Onko alusta tarpeeksi joustava, jotta sen päälle voidaan jatkossa rakentaa lisäominaisuuksia?
- Minkälainen elinkaari TI ratkaisulla on? (Elisa Oyj, Quva Oy 2015)

TI:n käyttöönotto pitäisi mieltää ennen kaikkea liiketoiminnan kehitysprojektina. Käyttöönotto vaiheessa tulee suvaita virheitä ja askelia taaksepäin. Tuloksia, joita teollinen internet tuo yritykselle on erittäin vaikea arvioida etukäteen, sillä vaikutus leviää koko yrityksen liiketoiminnan alueelle eikä vain yksittäisiin prosesseihin. On hyvin vaikea ennustaa kuinka paljon järjestelmä todellisuudessa säästää ja optimoi, kun sitä ei koskaan ole ollut olemassa. On myös muistettava, että TI projektit tuovat lähes poikkeuksetta muutakin kuin säästöjä nykyiseen liiketoimintaan. TI:n käyttöönotto ja kehitysprojekti tuo yritykselle säästöjen lisäksi usein myös uusia palvelu- sekä tuoteinnovaatioita. Esimerkiksi hissien valmistaja voi tarjota tietoa, jota kunnossapito käyttää, myös palveluna hissinkäyttäjille.

Käyttöönottoa helpottavat tällä hetkellä TI palvelujen tarjoajat, joita markkinoille tulee jatkuvasti lisää. Esimerkiksi Amazonin AWS, Microsoftin Azure, IBM:n Watson sekä Googlen Cloud IoT ovat tällä hetkellä yleisiä ja paljon kehitettyjä IoT alustoja. On olemassa myös monia muita alustoja ja niiden tarkoitus on juurikin helpottaa TI:n käyttöönottoa sekä hyödyntämistä

liiketoiminnassa. Mahdollisuutena on myös rakentaa teolliselle internetille oma alusta. TI internetin pariin on monia polkuja ja niitä valitessa tärkeintä on ymmärtää, kuinka ratkaisu tukee yrityksen strategiaa ja mitä ratkaisulla halutaan saavuttaa.

Käytännössä TI:n käyttöönotto tapahtuu seuraavia vaiheita seuraamalla. Käyttöönotto alkaa mahdollisuuksien kartoittamisella. Etsitään prosesseja ja liiketoiminnan osa-alueita, joita TI:n käyttöönotto voisi tehostaa. Tähän vaiheeseen tarvitaan usein jo yrityksen ulkopuolista apua TI palveluntarjoajilta tai muilta ammattilaisilta. Kun strateginen päätös TI:n hyödyntämisestä yrityksen liiketoiminnassa on tehty, voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Tässä vaiheessa valitaan TI:n käyttöönottoon sopiva palveluntarjoaja sekä alusta. Vaihtoehtoisesti alusta voidaan kehittää myös itse, jos yrityksen sisäinen osaaminen riittää ja markkinoilla olevat alustat eivät täytä kriteereitä. Tämän jälkeen aloitetaan TI:n kehitysprojekti. Projektia voitaisiin luonnehtia myös kehitysprosessiksi, sillä jo TI:n luonteen takia jatkuva kehitys on hyvin oleellista. Kehitystä seurataan ja arvioidaan jatkuvasti, jotta onnistumisista ja epäonnistumisista saadaan mahdollisimman paljon hyötyä.

4.1 Konecranes: Suomen teollisen internetin edelläkävijä

Konecranes on maailman johtavia nostolaittevalmistajia, joka pyrkii toteuttamaan innovatiivisia ja huipputeknologiaa hyödyntäviä ratkaisuja asiakkaidensa hyväksi (Konecranes 2018). Konecranesia pidetään yhtenä edelläkävijöistä teollisen internetin osaamisessa ja hyödyntämisessä liiketoiminnassaan. Konecranes (2018) mainitseekin visiossaan, että heidän tavoitteenaan olisi seurata reaaliajassa miljoonien nostolaitteiden toimintoja ja käyttää tätä tietoa hyväksi kehittääkseen asiakkaidensa toimintoja.

Konecranes toimii siis asiakkaalle teollisen internetin palveluntarjoajana, jolloin Konecranesilla on pääsy laitteensa käyttödataan. Collinin (2015) haastattelussa Konecranesin CDO Juha Pankakoskea, Pankakoski korosti kuitenkin datan käsittelyn turvallisuutta, sekä läpinäkyvyyttä datan keräämisessä. Yksi esimerkki tästä on YourKonecranes sovellus, joka antaa asiakkaalle mahdollisuuden seurata kerättyä dataa. Toistaiseksi Konecranes on onnistunut hyvin säilyttämään luotettavuutensa, eikä suuria tietoturva skandaaleja ole noussut esiin.

Konecranesin tuotteet sijoittuvat pääosin asiakkaidensa tuotannon ja kuljetuksen prosesseihin. Tuotannossa Konecranesin tuotteista tuotannon prosesseissa voivat toimia teollisuusnosturit sekä muut pienemmät nosturit ja trukit. Kuljetusprosesseihin Konecranes puolestaan tarjoaa suurempia nostureita ja trukkeja esimerkiksi konttien lastaamista varten. Älykkäiden nostolaitteiden lisäksi Konecranes on kehittänyt materiaalinhallintajärjestelmä Agilonin, jonka avulla voidaan vapauttaa aikaa tavaroiden noutamisesta ja tilaus-toimitusprosessien automatisoinnista (Konecranes 2016).

Pääasiassa Konecranesin TI:n sovellukset koskevat ennakoivaa huoltoa ja nostolaitteidensa elinkaarien hallintaa. Konecranesin vuosikertomuksesta (2017) voidaan oleellisimmiksi tavoitteiksi TI:n hyödyntämisessä poimia prosessien ja kunnossapidon optimointi, kaluston seuranta ja seisonta-aikojen lyhentäminen. Collinin (2015) kirjasta selviää tarkemmin, kuinka Konecranes mittaa laitteidensa käyttömääriä, rasituksia ja sitä kuinka laitetta käytetään ja saamansa datan perusteella arvioi laitteidensa huoltotarpeen. Seuraamalla käyttödataa Konecranes pystyy myös arviomaan vaaratilanteita ja välttämään ne jatkossa koulutusten avulla. (Collin 2015)

4.2 Teollinen internet Kone Oyj:n toimitusketjun hallinnan apuna

Kone Oyj on suomalainen hissejä ja liukuportaita valmistava yritys. Liiketoimintaan sisältyy valmistuksen lisäksi myös hissien ja liukuportaiden asennukset, kunnossapito sekä nykyaikaistaminen. Kone on aloittanut teollisen internetin hyödyntämisen liiketoiminnassaan jo 2015. (Kone 2018) TI:ä käytetään hyväksi toimitusketjun hallinnassa sekä tuotteen ja palvelun arvon lisäyksessä.

Kone hyödyntää TI:ä käyttäen kolmannen osapuolen TI alustaa tuotteidensa etävalvontaan, hallintaan sekä ennakoivaan huoltoon. Tuotteissa olevat sensorit lähettävät valtavan määrän reaaliaikaista dataa pilvitietokantoihin, joita järjestelmä lukee ja analysoi. (IBM 2016) Järjestelmän tuottaman tiedon pohjalta pystytään tunnistamaan ja ennakoimaan

ongelmatilanteita sekä maksimoimaan tuotteiden käyttöastetta. Kone maksimoi tuotteidensa käyttöastetta ennakoivalla huollolla sekä etävalvonnalla (Kone 2016a).

TI toimitusketjun hallinnan apuna näkyy, niin huolto kuin valmistusliiketoiminnassa. Varsinkin huollon toimitusketjuun TI on tuonut varsinkin suuren määrä hyötyjä. Huollon toimitusketjuun kuuluvat osien hankinta, huollon lähetys ja kuljetus sekä itse huoltotapahtuma. (Kone 2016a, 2016b) TI tuottaa huollon avuksi raportteja ja reaaliaikaista dataa, siitä milloin huoltoa tarvitaan ja millaisessa kunnossa koneen osat ovat.

Etävalvonta on yksi tärkeimmistä TI:n tuomista eduista koneen toimitusketjun hallinnan tueksi. TI mahdollistaa reaaliaikaisen näkyvyyden laitekantaan. Laitteista nähdään etänä laitteiden kunto, toiminta, liike sekä historiatiedot kaikista näistä tapahtumista. Tämän ansiosta laitteiden huollon ja valmistuksen toimitusketju muuttuu entistä läpinäkyvämmäksi. Puolestaan toimitusketjun läpinäkyvyys tarkoittaa tässä tapauksessa nopeampaa toimitusta sekä nopeampaa reagoitua ongelmiin.

Koneen liiketoiminnan kannalta hissien käyttöasteen pitäminen mahdollisimman korkealla on erityisen tärkeää. TI tarjoaa erityisen hyvän alustan ennakoivaan huoltoon, jota pidetään yleisesti parhaana menetelmänä koneiden ja laitteiden käyttöasteen nostamiseen. Käyttöaste puolestaan vaikuttaa suoraan kannattavuuteen. TI:n avulla voidaan kerätä ja analysoida reaaliaikaista dataa suoraan laitteen kunnosta. Analytiikka etsii datasta jatkuvasti poikkeamia, joiden avulla on mahdollista nähdä komponentin olevan rikkoutumassa. Tähän voidaan reagoida vaihtamalla komponentti ennen kuin laite hajoaa tai mahdollisesti korjata komponentti. Parhaimmassa tapauksessa laite voisi toimia itsenäisesti datan pohjalta ja estää rikkoutumisen.

4.3 Airbus ja tulevaisuuden työkalut

Lentokonevalmistaja Airbus aloitti vuonna 2015 National Instrumentsin (NI) kanssa projektin, jonka tarkoituksena oli kehittää älykkäitä työkaluja helpottamaan valmistusprosessia ja takaamaan parempaa laatua (Chang 2015). Monimutkaisissa ja monivaiheisissa valmistusprosesseissa teollisen internetin sovellukset ovat hyvin tervetullut lisä varmistamaan

prosessin oikeellisuutta. Inhimillisiä virheitä ja unohduksia voi sattua usein monivaiheisissa tehtävissä, ja juuri tähän ongelmaan myös Airbus kaipasi ratkaisua. Airbus kehittää myös ”Tulevaisuuden lentokonesuojaa”, jossa lentokoneiden huoltoa helpottavat useat sensorit, älykkäät robotit, lennokit sekä 3D-tulostimet (Airbus 2016a).

NI tarjoaa Airbus:ille alustan datan käsittelyyn ja työkalujen kehittämiseen. Työkaluja kehitetään pääasiassa poraamiseen, mittaamiseen, kiristämiseen ja laadun lokitietoja varten. (Chang 2015) Gilchrist (2016) käsittelee kirjassaan tarkemmin, kuinka työkaluista saadun datan avulla työntekijä pystyy seuraamaan reaaliajassa oman työskentelynsä etenemistä ja varmistamaan työkalujen oikeanlainen käyttö jättämättä mitään vaihetta välistä. Toinen hyvin oleellinen hyöty uusista työkaluista on pulttien kiristäminen tarkalleen oikealla momentilla. Pulttien liiallinen kiristäminen tai liian vähäinen kiristäminen on hyvin yleinen syy materiaalien rikkoutumiseen. (Gilchrist 2016)

Airbus kertoo vuosikertomuksessaan (2016) TI:n sovellusten parantavan työntekijöiden tuottavuutta ja ergonomiaa loppukokoonpanossa, mutta tunnistaa myös teolliseen internetiin liittyvät riskit. Teollisen internetin mukana lisääntyvien mobiililaitteiden ja pilvipalveluiden tietoturva on yritykselle suurin riski. Airbus kuitenkin selkeästi pyrkii kehittämään älykkäitä työkalujaan ja lisäämään teollisen internetin hyödyntämistä kilpailuedun saavuttamiseksi liiketoiminnassaan.

Tulevaisuudessa Airbus voisi hyödyntää teollista internetiä myös logistiikassaan, sillä tällä hetkellä esimerkiksi Airbus A380 lentokoneen tärkeimmät osat tulevat neljästä eri sijainnista Ranskassa sijaitsevaan loppukokoonpanoon vesi- ja maanteitse (CNN 2018). Monivaiheisia kuljetusprosesseja pystyisi optimoimaan ja valvomaan erilaisten sensoreiden ja RFID tunnisteiden kautta.

5 TEOLLISEN INTERNETIN POTENTIAALI JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Teknologioiden ja sovellusten kehittyessä teollisen internetin tulevaisuus vaikuttaa erittäin lupaavalta. Yritykset yrittävät jatkuvasti kehittää toimintojaan ja yritykset tarvitsevat kilpailuetua nyt ja tulevaisuudessa. Gartnerin tutkimuksen (2017) mukaan vuoteen 2020 mennessä yrityksillä on käytössä noin 7,5 miljardia laitetta, joka on noin 3,4 miljardia laitetta enemmän kuin vuonna 2018. Teollisen internetin kehitykseen vaikuttavat niin sen sisäisten ominaisuuksien kehitys (Kuva 3) kuin myös tulevaisuuden uudet teknologiat, joita voidaan mahdollisesti hyödyntää teollisessa internetissä. Mahdollisia TI:n tulevaisuuteen vaikuttavia asioita ovat, tekoälyn ja koneoppimisen kehittyminen, lohkoketjuteknologiat, sekä 5G-verkot.



Kuva 3 Teollisen internetin ominaisuuksien kehittyminen (Muokattu Lee, Lee 2015)

Teollisen internetin oleelliset osa-alueet ovat kehittyneet viime vuosien aikana selkeästi, ja jatkavat kehitystään myös tulevaisuudessa (Kuva 3). Selkeimmät muutokset niiden kehityksessä on datan käsittelyn kehittyminen, tehokkaammat verkostot ja paremmat sensorit. Yleisenä trendinä kuitenkin voidaan nähdä tekoälyn kasvava rooli jokaisella osa-alueella.

Vaikka monet TI:n sovellukset jo jollakin tapaa hyödyntävätkin koneoppimista tai tekoälyä, on niiden kehityksellä vielä suurta potentiaalia. Tekoälyn hyödyntäminen datankäsittelyssä on

huomattavasti tehokkaampaa, kuin käsitellä dataa ennalta määritettyjen algoritmien perusteella (Lee, Lee 2015). Mahdollisia sovelluskohteita teollisessa internetissä voisi olla koneiden välisen viestinnän kehittäminen, edistynyt kuvan tunnistus sekä koneiden kontekstitietoisuuden lisääminen.

Lohkoketjuteknologia on viimevuosina noussut voimakkaasti esille virtuaalivaluuttojen mukana ja usein sen muut käyttökohteet jäävät taka-alalle. Hyvin yksinkertaistettuna lohkoketju on avoin tietokantamainen rakenne, johon voidaan tallettaa haluttua tietoa, mutta sinne laitettua tietoa ei voida enää jälkikäteen muokata (Tivi 2016). Tätä teknologiaa pystyttäisiin hyödyntämään esimerkiksi laitteiden ja tuotteiden välisessä tunnistuksessa tai datan säilömisessä. Myös yrityksillä on jo käynnissä tutkimuksia, kuinka lohkoketjuja ja teollista internetiä voidaan hyödyntää yhdessä. Esimerkiksi Bosch tutkii, kuinka näitä teknologioita voitaisiin hyödyntää moottoriajoneuvojen matkamittareiden lukemisessa huijausyrityksistä huolimatta (Bosch 2017). Varsinaisia läpimurtoja TI:n ja lohkoketjujen saralla ei ole vielä kuitenkaan ilmennyt.

Teollisen internetin laitteiden lisääntyessä ja datamäärien kasvaessa, tulee uudella 5G-teknologialla olemaan merkittävä rooli. 5G-verkkojen uskotaan vähentävän viivettä, lisäävän tiedonsiirron kapasiteettia sekä nopeutta huomattavasti (TM 2018). 5G-verkon avulla viive, joka tulee valtaviin datamääriin lähettämisestä pilveen analysoitavaksi ja takaisin laitteelle, voisi lyhentyä huomattavasti. Myös suuremman kapasiteetin vuoksi olisi mahdollista kytkeä samaan verkkoon useampia laitteita ilman yhteyksien hidastumista.

Teknologioiden kehittyessä teollisen internetin kokonaisuudet pystyvät toimimaan tehokkaammin yhdessä optimoiden toimitusketjua kokonaisuutena. Tulevaisuudessa itse toimitusketjussa tullaan todennäköisesti tarvitsemaan yhä vähemmän ihmisiä, sillä esimerkiksi itsestään ajavat autot, rekat, laivat sekä lentävät kuljetuslaitteet kehittyvät jatkuvasti.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Teollinen internet on tuonut yrityksille paljon uusia mahdollisuuksia toimitusketjujen hallintaan, mutta TI tuo myös mukanaan omat haasteensa ja ongelmat. Teollisen internetin käyttöönottoon ei tule suhtautua kevyesti, vaan siihen tulee sitoutua ja perehtyä. TI:n avulla saavutetut hyödyt perustuvat hyvin pitkälti jo tuttuihin optimointi- ja tehostusmenetelmiin, mutta ne saavutetaan huomattavasti tarkemmin ja tehokkaammin.

Ymmärtämällä millaisia ovat TI:n ominaisuudet ja mitä se pitää sisällään, voidaan sitä soveltaa yhä paremmin palvelemaan liiketoimintaa. Olennaista TI verkkoinfrastruktuurin tehokkaan toiminnan kannalta on huolellinen suunnittelu, liiketoimintaan sopiva arkkitehtuuri sekä eri tasojen rajapinnat. Kun sisältö on kunnossa, voidaan TI käyttöönotolla saavuttaa todennäköisemmin positiivisia tuloksia.

TI voidaan soveltaa toimitusketjun jokaisella osa-alueella. Eniten TI:ä hyödynnetään tällä hetkellä jakelussa ja tuotannossa, sillä sen ominaisuudet soveltuvat erityisen hyvin näiden alueiden optimointiin. Ennakoivahuolto sekä etävalvonta ovat tärkeimmät TI hyödyntämiskohteet tuotannossa. Jakelussa TI käytetään varastotilojen ja -tasojen optimointiin, varastoinnin hallintaan, kuljetusten hallintaan sekä tavaran seurantaan.

Swot analyysissä esiin nousee toimitusketjujen kannalta hyvin tasapuolisesti vahvuuksia, heikkouksia, uhkia ja mahdollisuuksia (Kuva 4). Teollisen internetin vahvuudet pohjautuvat pitkälti kustannussäästöihin sekä toiminnan nopeuttamiseen sekä optimointiin. Kyseiset asiat ovatkin hyvin oleellisia asioita toimitusketjujen kannalta, ja saatava hyöty on selkeä.



Kuva 4 SWOT-analyysi TI:n hyödyntämisestä toimitusketjun hallinnassa

Heikkouksista olennaisimpana on tietoturva ja sitä voidaankin pitää TI:n merkittävimpänä hidastavana tekijänä. Teollisen internetin käyttöönotto vaatii myös vahvaa teknologia osaamista sekä investointeja. Myös yritykset, jotka lähtevät myöhässä hyödyntämään TI:n sovelluksia, jäävät selkeästi kehityksestä jälkeen, sillä käyttöönoton jälkeen datan kerääminen ja siitä luotettavan tiedon saaminen voi kestää hyvinkin kauan.

Ulkoisina ajureina TI:n puolella on erittäin nopea teknologioiden kehittyminen, yritysten tarve uudistua ja muut uudet innovaatiot. Voidaan myös ajatella, että teollinen internet edesauttaa itse itseään toimitusketjujen tehostuessa. Tällöin myös TI:ssä vaadittujen sensoreiden, tunnistajien ja muiden komponenttien hinnat tulevat laskemaan. Kehittyneempien teknologioiden lisäksi TI tarvitsee myös muutoksia lakeihin ja säädöksiin, esimerkiksi täysin

itsestään liikkuvien kulkuneuvojen osalta. Toistaiseksi näille mahdollisuuksille ei ole suuria esteitä näkyvissä.

Ulkoisissa uhissa myös tietoturva nousee oleelliseen asemaan. Vaikka jatkuvasti kehitetään turvallisempia yhteyksiä, laitteita ja ohjelmistoja voi silti niiden suojauksen murtaminen tulevaisuudessa olla helppoa ammattirikollisille. Pääsy yritysten dataan voisi johtaa suuriinkin menetyksiin yritysten kannalta. Tällä hetkellä TI-ratkaisuja tuottavat yritykset käyttävät useita eri standardeja omissa alustoissaan. Jos standardien määrä kasvaa uusien toimijoiden mukana, voi olla, ettei toimitusketjujen kokonaisuuden optimointi tule olemaan riittävän tehokasta. Tulevaisuuden uhkana voi myös olla laitteisiin tarvittavien metallien ja muiden raaka-aineiden hupeneminen ja hinnan kallistuminen. Myös osajista voi tulevaisuudessa tulla suurta pulaa. Näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta voi myös suuret investoinnit toimitusketjuihin kääntyä kannattamattomiksi tai niiden takaisinmaksuaika venyä niin pitkäksi, ettei se enää houkuttele yrityksiä.

Jatkotutkimuksissa yritysten saamiin tuloksiin voitaisiin perehtyä paremmin esimerkiksi haastattelujen muodossa tai ottamalla muulla tavoin yhteyttä yrityksiin. Tarkkojen taloudellisten tietojen, sekä sovellus kohteiden selvittäminen vain julkisista lähteistä ei ole täysin mahdollista. Tutkimuksessa kuitenkin saatiin muodostettua hyvä yleiskuva, kuinka tutkitut yritykset hyödyntää TI:ä liiketoiminnassaan ja millaisia vaikutuksia sillä on toimitusketjuihin ja niiden hallintaan.

7 LÄHTEET

Airbus. 2016a. Hangar of the Future. [verkkosivut]. [Viitattu 27.3.2018]. Saatavissa <<http://www.airbus.com/newsroom/news/en/2016/12/Hangar-of-the-future.html>>

Airbus. 2016b. Vuosikertomus. [verkkodokumentti]. [Viitattu 27.3.2018]. Saatavissa <<http://www.airbus.com/content/dam/events/annual-general-meeting/airbus-ra-rf-2016-en-02.pdf>>

Bandyopadhyay, D. & Sen, J. 2011, "Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization", *Wireless Personal Communications*, vol. 58, no. 1, pp. 49-69

Ben-Daya, M., Hassini, E. & Bahroun, Z. 2017, "Internet of things and supply chain management: a literature review", *International Journal of Production Research*, , pp. 1-24

Bloomberg Markets. 2017. GM Hooking 30,000 Robots to Internet to Keep Factories Humming. [verkkolehti]. [Viitattu 24.3.2018] Saatavissa <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-04-04/gm-hooking-30-000-robots-to-internet-to-keep-factories-humming>>

Bosch. 2017. Lehdistöiedoite. [verkkosivut]. [Viitattu 3.4.2018]. Saatavissa <<http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/bosch-and-other-international-companies-set-up-new-alliance-to-make-use-of-blockchain-technology-126592.html>>

Chang, A. 2015, "The Industrial IoT Enables The First Factory Of The Future", *Manufacturing Business Technology*,

CNN. 2018. Four million parts, 30 countries: How an Airbus A380 comes together. [verkkolehti]. [Viitattu 30.3.2018]. Saatavissa <<https://edition.cnn.com/travel/article/airbus-a380-parts-together/index.html>>

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

Gartner. 2017. Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016. [Lehdistötiedote]. [Viitattu 3.4.2018]. Saatavissa <<https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>>

Gilchrist, A. 2016, *Industry 4.0 : The Industrial Internet of Things*, Apress, Berkeley, CA.

Goran D. Putnik, Leonilde R. Varela, Carlos Carvalho, Cátia Alves, Vaibhah Shah, Hélio Castro & Paulo Ávila 2015, "SMART OBJECTS EMBEDDED PRODUCTION AND QUALITY MANAGEMENT FUNCTIONS", *International Journal for Quality Research*, vol. 9, no. 1, pp. 151-166.

Hopp, W.J. 2008, *Supply chain science*, McGraw-Hill, Boston [u.a.].

IBM. 2016. [verkkosivut]. [Viitattu 3.4.2018]. Saatavissa <<http://www-05.ibm.com/fi/ibm/references/casefiles/kone.html>>

Inmarsat Research Programme. 2017. The future of IoT in Enterprise – 2017. [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://research.inmarsat.com/>>

Juhanko, J., Juhanko, J., Jurvansuu, M., Ahlqvist, T., Ailisto, H., Alahuhta, P., Collin, J., Halen, M., Heikkilä, T., Kortelainen, H., Mäntylä, M., Seppälä, T., Sallinen, M., Simons, M. & Tuominen, A. 2015, *Suomalainen teollinen internet - haasteesta mahdollisuudeksi : taustoittava kooste*, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA, Helsinki

Kone Oyj. 2016a. IoT makes its mark. [verkkosivut]. [Viitattu 3.4.2018]. Saatavissa <<https://www.kone.com/en/stories-and-references/stories/IoT-makes-its-mark.aspx>>

Kone Oyj. 2016b. Taking services to the next level. [verkkosivut]. [Viitattu 3.4.2018]. Saatavissa <<https://www.kone.com/en/stories-and-references/stories/taking-elevator-services-to-the-next-level.aspx>>

Kone Oyj. 2018. Vuosikatsaus 2017. [verkkodokumentti]. [Viitattu 2.4.2018]. Saatavissa <<http://hugin.info/3057/R/2163730/832390.pdf>>

Konecranes Oyj. 2018. Konecranes lyhyesti. [verkkosivut] [Viitattu 25.3.2018]. Saatavissa <<http://www.konecranes.com/investors/fin/sijoittajat/konecranes-sijoituskohteena/konecranes-lyhyesti>>

Konecranes Oyj. 2016. Agilon materiaalinhallinta. [verkkosivut]. [Viitattu 25.3.2018]. Saatavissa <<http://www.konecranes.fi/laitteet/agilon-materiaalinhallinta>>

Lee, I. & Lee, K. 2015, *The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises*

Lopez Research LLC. 2014. Building Smarter Manufacturing with the Internet of Things (IoT): Part 2 of the IoT Series. San Francisco, CA: Lopez Research LLC.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Bell, A. v. & Santala, J. 2011. *Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet*. [Helsinki]: Suomen huolintaliikkeiden liitto : Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY.

Schneider, S. 2016, "Leading industrial internet of things for the applications & architecture", [e-kirja]. Saatavissa <<https://www.rti.com/leading-applications-ebook>>

Tivi. 2016. Lohkoketjuteknologia pähkinäkuoressa – tämä kannattaa tietää. [verkkolehti]. [Viitattu 3.4.2018]. Saatavissa <https://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/lohkoketjuteknologia-pahkinakuoressa-tama-kannattaa-tietaa-6537904>

TM. 2018. 5g-mobiiliverkko tulee, mikä muuttuu?. [verkkolehti]. [Viitattu 4.4.2018]. Saatavissa <<https://tekniikanmaailma.fi/5g-mobiiliverkko-tulee-mika-muuttuu-nopeus-jopa-10-gbit-s-dataliikenne-10-000-kertaistuu-verkko-tulee-kaikkialle/>>

Western Digital. 2017. Storage and the IoT: What kind of storage is needed, and where? [verkkojulkaisu]. [Viitattu: 9.4.2018]. Saatavissa <<https://blog.westerndigital.com/storage-iot-kind-storage-needed/>>

Zhou, L., Chong, A.Y.L. & Ngai, E.W.T. 2015, "Supply chain management in the era of the internet of things", *International Journal of Production Economics*, vol. 159, pp. 1

