

TEOLLINEN INTERNET JA HUOLTOVARMUUS



TEOLLINEN INTERNET JA HUOLTOVARMUUS

Esiselvitys Huoltovarmuuskeskukselle

Siilojen vahtijasta siilojen purkajaksi

www.huoltovarmuus.fi

Huoltovarmuudella tarkoitetaan väestön toimeentulon, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömän kriittisen tuotannon, palvelujen ja infrastruktuurin turvaamista vakavissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa.

Julkaisija: Huoltovarmuusorganisaatio

Kirjoittajat: KTT Jarkko Vesa

Kuvat: Shutterstock

Taitto: Up-to-Point Oy

Painopaikka: Multiprint, Helsinki

Julkaisuvuosi: 2015

ISBN 978-952-5608-26-7

Teollinen internet ja huoltovarmuus

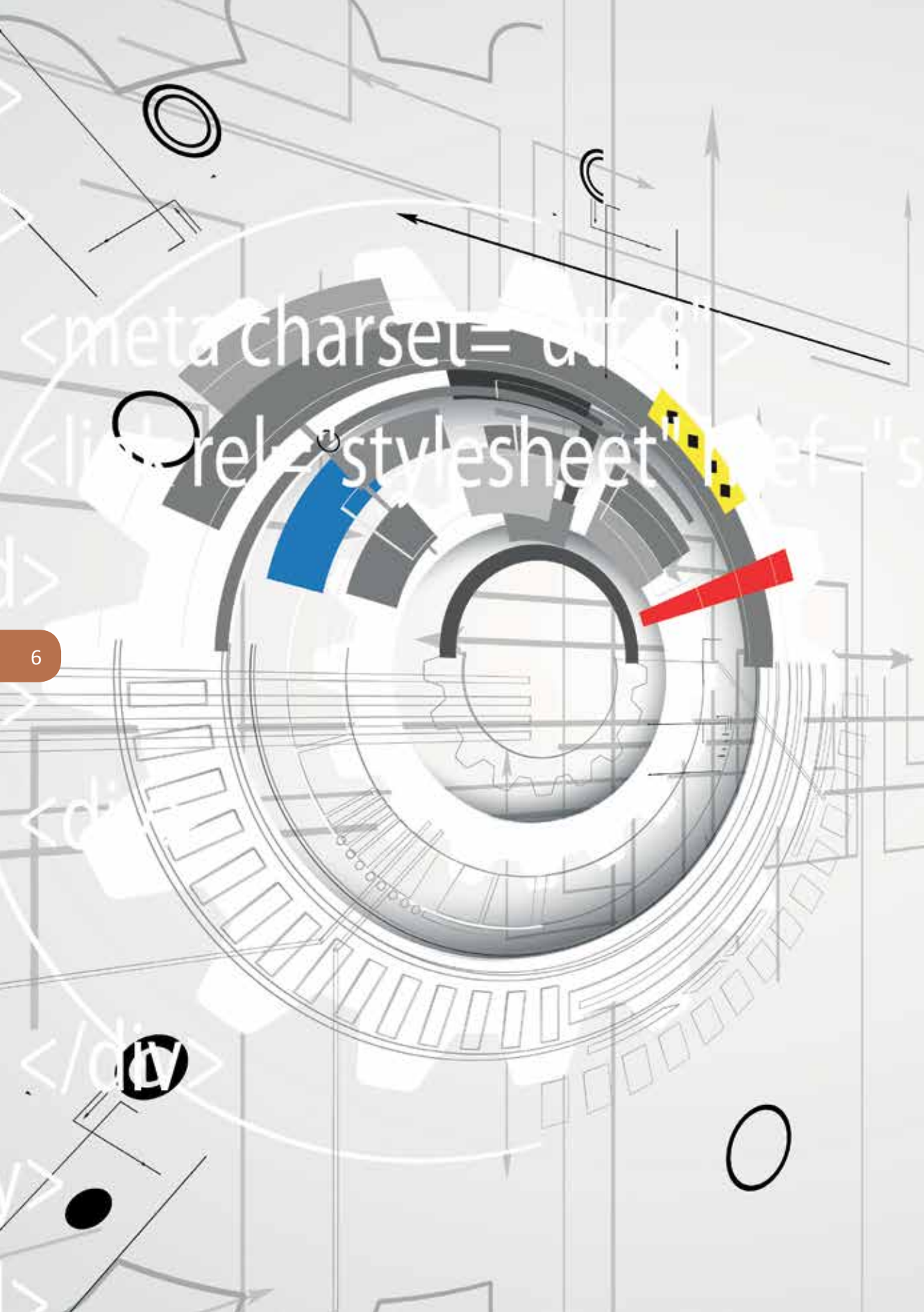
Esiselvitys Huoltovarmuuskeskukselle

Siilojen vahtijasta siilojen purkajaksi.



HUOLTOVARMUUSKESKUS
FÖRSÖRJNINGSBEREDSKAPSCENTRALEN
NATIONAL EMERGENCY SUPPLY AGENCY

Selvityksen tausta ja tavoitteet	7
Johdatus teollisen internetin maailmaan	8
Esineiden internet (Internet of Things, IoT)	10
Teollinen internet (Industrial Internet, II)	13
Teollisen internetin vaikutukset elektroniikkateollisuuteen	17
Teollinen internet ja RFID	18
Yhteiskunnan turvallisuus, kyberturvallisuus ja teollinen internet	22
Teollisen internetin tarjoamat mahdollisuudet	26
Teollisen internetin haasteet ja uhat	28
Kuluttaja-internet vs. teollinen internet	31
Käytännön toteutusesimerkkejä	33
Teollisen internetin toteutuksia sovellusalueittain	35
Huoltovarmuuden painopistealueet ja teollinen internet	38
Tutkimushankkeet Suomessa	41
Johtopäätökset	42



<meta charset=utf-8>
<link rel=stylesheet href=...>

</div>

Selvityksen tausta ja tavoitteet

Tässä dokumentissa kuvattu ”Teollinen internet ja huoltovarmuus” -esiselvitys on toteutettu touko-kesäkuussa 2014 Huoltovarmuuskeskuksen toimeksiannosta. Toteutuksesta on vastannut kauppatieteiden tohtori Jarkko Vesa. Huoltovarmuuskeskuksen puolelta esiselvityksen tilaajana on toiminut perustuotanto-osasto. Ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut johtaja Jyrki Hakola ja jäsenenä infrastruktuuriasastolta varautumispäällikkö, ICT Christian Fjäder ja teknologiapoolin valmiuspäällikkö Peter Malmström.

Esiselvityksen tavoitteena oli mm.

- ymmärtää mikä on teollinen internet
- ymmärtää teollisen Internetin vaikutukset huoltovarmuuden kannalta (uhat ja mahdollisuudet)
- ymmärtää teollisen internetin ja kuluttajapuolen esineiden internetin yhteiset piirteet ja tärkeimmät eroavaisuudet
- arvioida poolien valmiudet hyödyntää tulevat mahdollisuudet ja suojautua uhkilta
- esitellä teollisen internetin hyödyntämismahdollisuuksia ja sovelluksia yrityksissä
- saada aikaan keskustelua teollisen internetin tiimoilta huoltovarmuuden näkökulmasta.

Esiselvitys pohjautuu eri toimijoiden ja sidosryhmien haastatteluihin (lista haastatelluista henkilöistä liitteessä 1), raportteihin, lehtiartikkeleihin sekä lukuisten seminaarien ja työpajojen esityksiin ja keskusteluihin:

- Smart Apps in Industry -työpaja 12.5.
- SHOK Summit 14.5.
- Teollinen internet -seminaari 20.5. (mukana mm. Cargotec, TeliaSonera, Outotec, KONE, Metso Automation, Konecranes).
- FISC:n johtoryhmän vierailu Virossa 23.5. RIA:n ja ECCL:n luona
- Huoltovarmuusseminaari 27.5. (HVK)
- Teollinen internet Suomessa -tutkimuksen julkistus 4.6. (Teknologiateollisuus)
- Tietoturvasta kyberturvallisuuteen -seminaari 6.6. (HVK).

Esiselvityksen toteutuksen kannalta lähtökohta oli mielenkiintoinen. Kuten jäljempänä nähdään, teollinen internet on kuuma aihe niin Suomessa kuin maailmallakin. Toisaalta myös huoltovarmuuden maailmassa puhaltavat uudet tuulet, kun ”vilja- ja öljyvarastojen vahtimisesta” (erään haastatellun näkemys) siirrytään pohtimaan yhteiskunnan kokonaisuurvallisuutta ja kyberresilienssiä. Kansallisen strategian linjausten mukaisesti nähdään, että kansallinen kyberturvallisuus ja suomalaisten yritysten menestys – ja sitä kautta kansalaisten hyvinvointi – ovat yhteydessä keskenään.

Selvitystyön kantava ajatus on ollut katsoa uudeksi megatrendiksikin nimettyä teollista internetiä ”huoltovarmuus-silmälasiin” läpi linkittämällä yhteen asioita, jotka toisaalta ovat vahvasti esillä teollisen internetin puolella, ja toisaalta ovat tärkeässä roolissa huoltovarmuudelle määriteltävien tehtävien ja painopistealueiden kanssa.

Johdatus teollisen internetin maailmaan

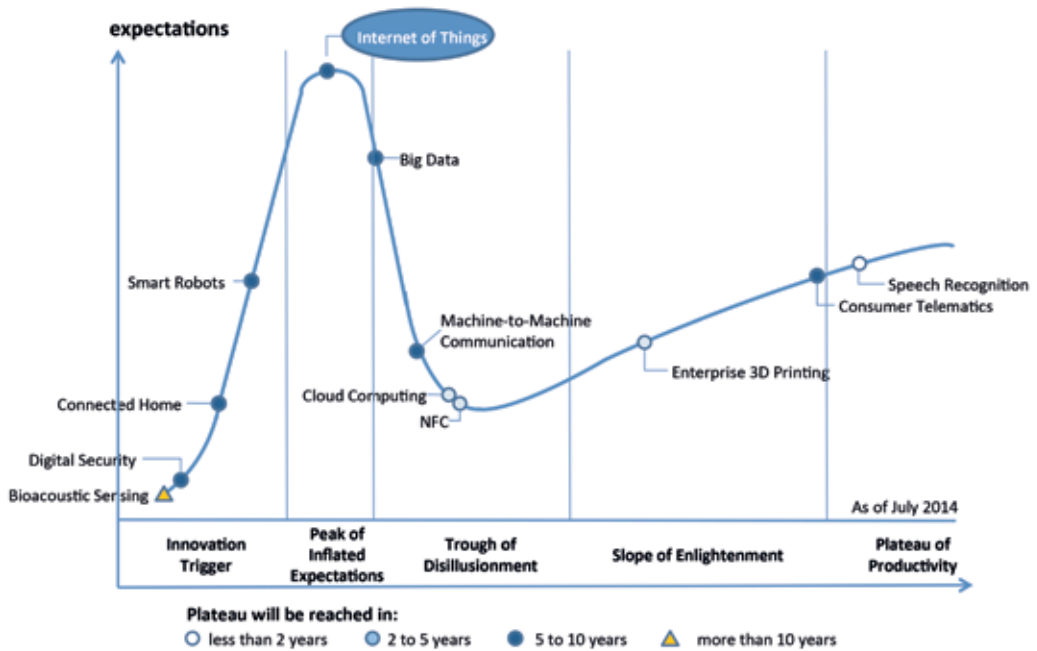
Teollinen internet on aihe, joka on levinnyt lyhyessä ajassa yritysmaailman ja poliittisten päättäjien tietoisuuteen. Suomessa teollinen internet nousi terminä vahvasti keskusteluun syksyllä 2013, kun Konecranesin Pekka Lundmark nosti asian esille blogikirjoituksessaan ”Teollisuuden uudistuminen on suuri mahdollisuus” (Toimitusjohtajablogi 15.8.2013, Teknolohiateollisuus). Teollisen internetin rinnalla puhutaan paljon myös esineiden internetistä (Internet of Things, IoT). Käymme tässä selvityksessä läpi nämä keskeiset termit, joista jopa tutkijat ja analyttikot käyttävät hieman erilaisia määritelmiä.

Teollinen internet on aiheena vielä varsin uusi ja siitä kirjoitetaan edelleen vähän verrattuna moniin muihin vastaaviin uusiin ilmiöihin. Yhtenä syynä tähän on, että alan määritelmät ovat vielä varsin väljästi määriteltyjä. Tutkimuslaitos Market-Vision selvitys keväällä 2014 teollisen internetin tilanteesta Suomessa nosti esiin käsitteiden sekamelskan:

On syntynyt käsitteet esineiden internet, asioiden ja esineiden verkottuminen sekä teollinen internet. Aiheen ympärille on myös syntynyt varsin kirjava käytäntö eri termien käytöstä ja merkityksestä. Suomenkielisten termien lisäksi käytetään niin englanninkielisiä kuin myös täysin vapaasti käännettyjä termejä, jotka sujuvasti sekoitetaan keskenään. (Internet Of Things ja teollinen internet Suomessa. Markkina- ja tilannekatsaus 2014. Market-Visio Oy)



Uusien teknologioiden leviämistä seurataan usein Gartnerin ns. hypekäyrän pohjalta. Teollisen internetin kannalta kiinnostavien teknologioiden kehitysvaihetta on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Valittuja teollisen internetin kannalta keskeisiä teknologioita Gartnerin hypekäyrällä kesällä 2014. (<http://www.gartner.com/newsroom/id/2819918> pohjalta)

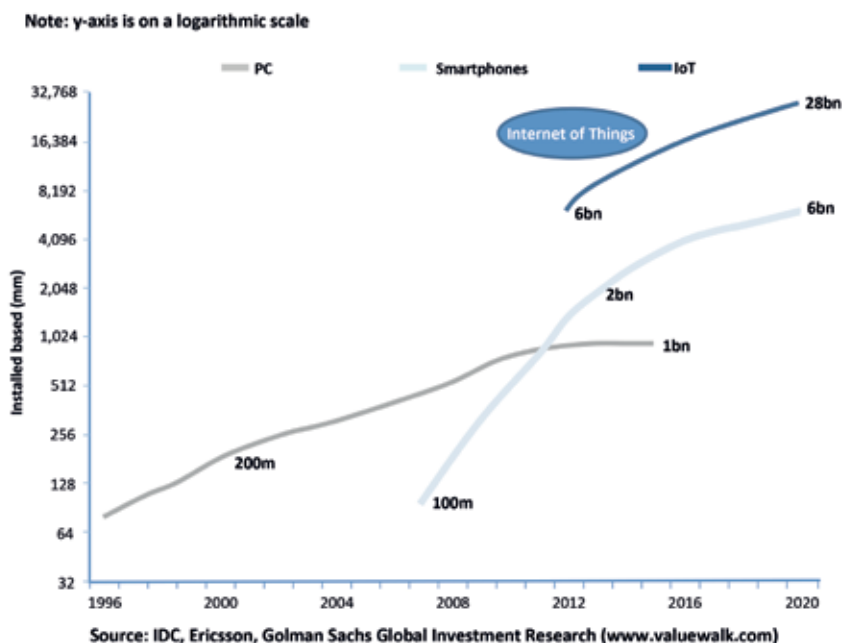
Gartnerin näkemyksen mukaan esineiden internet (Internet of Things) oli elokuussa 2014 hypekäyrän huipulla. Näin siitäkin huolimatta, että monet esineiden internetin mahdollistavat teknologiat, kuten pilvipalvelut, anturiverkot, NFC ja M2M-palvelut, ovat edenneet käyrällä jo pidemmälle.

Varsinaisia epäileviä kommentteja esineiden internetin ja teollisen internetin huimista kasvuluvuista on tullut esiselvityksen aikana varsin vähän vastaan. Lähinnä visioiden toteutumisaikatauluista on esitetty erilaisia arvioita.

Esineiden internet (Internet of Things, IoT)

Vaikka tässä esiselvityksessä päähuomio on teollisessa internetissä (Industrial Internet), on taustaksi syytä käydä läpi myös sen taustalla oleva laajempi kokonaisuus eli esineiden internet (Internet of Things, IoT).

Termin **Internet of Things** esitteli aikanaan Kevin Ashton, yksi MIT:n Auto-ID Centerin perustajista, luodessaan globaalia standardointia RFID-tunnisteille ja antureille (www.cio.com). Ashtonin ajatus oli, että RFID-tunnisteet toimisivat edullisina ja yksinkertaisina ”tietokoneina”, jotka pystyvät olemaan langattomasti yhteydessä lukijalaitteeseen, joka puolestaan on kiinni internetissä. Näin yritykset saisivat näkyvyyden siihen, missä heidän laitteensa ovat, ja mahdollisesti myös tietoa laitteiden tilasta. Määritelmä ei ole kovin tarkka, joten edelleen tänäkin päivänä on hieman epäselvää, mitä termi ”Internet of Things” oikeastaan tarkoittaa, tai mitkä teknologiat ovat IoT-teknologioita (RFID Journal). RFID-teknologian roolia teollisessa internetissä käydään läpi tarkemmin myöhemmin tässä selvityksessä.



Kuva 2. Esineiden internetistä ennustetaan seuraavaa megatrendiä, huom. y-akseli logaritmisella asteikolla. (Lähde: Valuewalk.com koonnut IDC:n, Ericssonin ja Goldman Sachs Global Investment Researchin pohjalta)

Investointipankki Goldman Sachs pitää esineiden internetiä kolmantena ja mahdollisesti myös suurimpana mullistuksena internetin kehityshistoriassa. Kuva 2 havainnollistaa IoT:n roolia seuraavana megatrendinä suhteessa PC-laitteiden ja älypuhelimien leviämiseen.

Myös esimerkiksi Nokia uskoo verkkoon kytkettyjen laitteiden määrän valtavaan kasvuun:

*“The rapidly evolving world of technology provides the context for Nokia’s vision and strategy: now it’s about connecting things as well as people, and **we expect to see more than 50 billion connected things – devices, modules and sensors – by 2025.**”* Nokia President and CEO, Rajeev Suri (Nokia Capital Markets Day, 14.11.2014)

Goldman Sachs jakaa IoT:n viiteen keskeiseen vertikaaliseen sovellusalueeseen:

1. Connected wearable devices
2. Connected homes
3. Connected cities
4. Connected cars
5. **The Industrial Internet**

Teollinen internet nähdään siis IoT:n yhtenä sovelluksena ja käyttötapauksena (www.valuewalk.com). Edellä mainituista viidestä sovellusalueesta Goldman Sachs pitää teollista internetiä tällä hetkellä merkittävimpana.

Avainsana IoT-keskustelussa on ”things”, jolle sana esine on hieman epätarkka käänös. Englanninkielessä sanalla tarkoitetaan usein myös ihmisiä ja eläimiä, ei pelkästään esineitä. Tulevaisuudessa jopa ihmiset voivat verkottua erilaisten esineiden kanssa, esimerkkinä terveydenhoitoon liittyvät laitteet. Yhteenvetona esineiden internetin keskeiset ominaisuudet voidaan kiteyttää esimerkiksi seuraavasti (Telecom Circle, 2014):

- yhdistää sekä elollisia olioita että esineitä
- käyttää antureita tiedon keräämiseen
- tunnistaa, seuraa ja kommunikoi kohteiden kanssa IP-verkon yli.

Tyypillisesti mukaan liitetään vielä kerättyä dataa hyödyntävät sovellukset, tietoturvaratkaisut ja analytiikka päätöksenteon tueksi. Anturit voivat käyttää kommunikointiin erilaisia lyhyen kantaman kommunikaatiotapoja ja niissä voi olla myös muita langattomia yhteyksiä, kuten yhteydet mobiiliverkkoon.

Yksi tärkeä elementti IoT-ratkaisuissa on osoiteavaruus, koska jokaiselle esineelle ja oliolle, jota halutaan seurata, pitää olla oma, yksilöllinen osoite. IPv6-standardin uuden, jättimäisen osoiteavaruuden myötä olisi nyt teoreettisesti mahdollista määritellä yksilöllinen IP-osoite jokaiselle atomille maanpäällä, mikä kertoo osoiteavaruuden laajuudesta (Telecom Circle, 2014).

Taulukkoon 1 on kerätty esimerkkejä erilaisista määritelmistä, mitä Internet of Things (IoT) -käsitteellä tarkoitetaan eri yhteyksissä. Yleisesti käytetty suomennos termille on ”esineiden internet”.

Lähde	Määritelmä	Avainsanat
Euroopan parlamentin päätöslauselma 15. kesäkuuta 2010 esineiden internetistä.	Termi ”esineiden internet” viittaa yleiseen käsitteeseen esineistä, jotka ovat luettavissa, tunnistettavissa, tavoitettavissa, paikannettavissa ja/tai hallittavissa internetin avulla tietyn välimatkan päästä.	esineet luettavissa tunnistettavissa tavoitettavissa paikannettavissa hallittavissa etänä
Market-Visio (2014)	Asioiden ja esineiden verkottuminen / IoT= Verkottuneet laitteet ja sulautetut järjestelmät, joissa teknologia mahdollistaa laitteen tilojen mittaamisen, niistä viestimisen ja niiden pohjalta toimimisen joko sisä- tai ulkoverkossa.	verkottuminen laitteet ja sulautetut järjestelmät laitteen tilojen mittaus sisä- tai ulkoverkko
McKinsey (2013)	The Internet of Things: Networks of low-costs sensors and actuators for data collection, monitoring, decision making, and process optimization.	halvat sensorit datankeruu/monitorointi päättökenteko prosessioptimointi
RFID Journal (2014)	[RFID Journal] decided that if a company is reading RFID tags on products, inventory, assets and other items ...and data is collected and shared with third parties or consumers, then it would be [an IoT story].	luetaan tagejä dataa kerätään /jaetaan kolmansille osapuolille tai kuluttajille yrityksen sisäinen käyttö ei IoT:tä
Telecomcircle.com (2014)	The Internet of Things (IoT) is a scenario in which objects, animals or people are provided with unique identifiers and the ability to automatically transfer data over a network without requiring human-to-human or human-to-computer interaction.	esineet, ihmiset tai eläimet yksilöllinen tunnistautuma automaattinen tiedon siirto verkon yli
Teollisen yrityksen digitalisoitumisen käsikirja. Teknologiateollisuus (2014)	Asioiden ja esineiden verkottuminen (Internet of Things): laitteista kerättävän (mittaus) datan siirtämistä, analysointia sekä niiden pohjalta automatisoitua toimintaa sekä suljetussa että avoimissa tietoverkoissa.	mittausdatan kerääminen datan siirtäminen datan analysointi automatisoitua toimintaa sisä- tai ulkoverkossa

Taulukko 1. Esimerkkejä esineiden internetin (Internet of Things, IoT) määritelmistä

Lisämaustetta IoT-keskusteluun tuo Ciscon lanseeraama termi ”Internet of Everything”, joka korostaa yhtiön visiota siitä, että lopulta kaikki verkottuu. Cisco uskoo, että laitteisiin tulee mukaan myös ääni, jolloin tähän saakka hiljaiset esineet alkavat puhua meille (www.cio.com).

Teollinen internet (Industrial Internet, II)

Termin ”**teollinen internet**” (Industrial Internet) julkisti amerikkalaisjätti GE, joka näkee teollisen internetin kolmantena teollisena vallankumouksena (Evans, P.C. & Annunziata, M., 2012).

Wave 1. Industrial Revolution

Machines and factories that power economics of scale and scope

Wave 2. Internet Revolution

Computing power and rise of the distributed information networks

Wave 1. Industrial Internet

Machine-based analytics: physics-based, deep domain expertise, automated, predictive

Kuva 3. Teollinen internet kolmantena teollisena vallankumouksena (Evans & Annunziata, 2012 pohjalta)

Teollinen internet jaetaan usein eri kerroksiin, joissa alimman kerroksen muodostavat anturit ja ylimmällä tasolla on kerätyn tiedon hyödyntäminen mm. analytiikan keinoin.

VTT on jakanut ProloT-tutkimusohjelmassaan teollisen internetin kolmeen kerrokseen:

1. Information management and analysis, cyber security
2. Connectivity
3. Networked Sensors

Market-Visio (2014) on tunnistanut viisi kerrosta:

1. Analytiikka
2. Sovellukset ja palvelut
3. Palvelininfrastruktuuri
4. Verkot ja tiedonsiirto
5. Esineet, sensorit

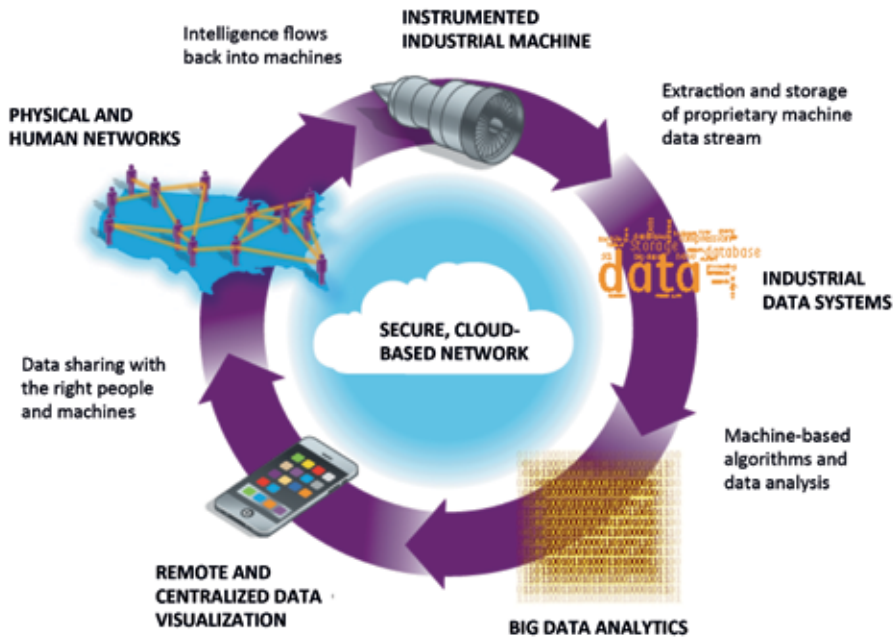
Teollista internetiä on käsitelty varsin laajasti mediassa ja erilaisissa analytiikkoraportteissa, joten emme käytä sen yleiseen läpikäyntiin tässä selvityksessä kovin laajasti palstatilaa. Taulukkoon 2 on koottu muutamia esiselvityksen yhteydessä läpikäytyjä teollisen internetin määritelmiä.

professori Heikki Ailisto, VTT	”Teollisella internetillä tarkoitetaan anturi- ja tietoliikenneteknologioiden sekä kehittyneiden tiedon analysointimenetelmien soveltamista teollisuuden ja palveluiden tuottavuuden parantamiseen ja uusien liiketoimintojen synty- miseen. Usein teollisen internetin käsitteeseen liitetään myös toiminnan digitali- sointi laajemmin, esimerkiksi työntekijöiden varustaminen mobiililaitteilla.” (Ailiston blogi, www.tieke.fi) ”Industrial internet means systematically applying sensor, communication and data analysis technologies for improving productivity and creating new business.” (Teollinen Internet 2014 -seminaari)
tj. Pekka Lundmark, Konecranes	”Uusi teknologia on tekemässä mahdolliseksi laitteiden laajamittaisen ja edulli- sen anturoinnin, mikä puolestaan tekee koneista aivan eri tavalla kuin aiemmin tietoisia omasta tilastaan. Kun laitteet kytketään reaaliajassa verkkoon, avautuu kokonaan uusi mahdollisuuksien maailma teollista tuottavuutta parantavien palveluiden tarjoamiseen.” (Lundmarkin Toimitusjohtajablogi 15.8.2013, Teknologiaeollisuus ry)
professori Jukka Manner, Aalto-yliopisto	”Industrial Internet is a Use Case.” Teollinen internet on B2B-puolen käyttöta- paus. (haastattelu 15.5.2014)
Market-Visio (2014)	Teollinen internet = teollisuuden murros, jossa tuotantoa ja tehokkuutta pa- rannetaan lisäämällä älykkyyttä sensoriteknologian, M2M-yhteyksien, teolli- suusautomaation kehittymisen sekä reaaliaikaisen tiedonsiirron mahdollista- van ohjelmistokehityksen avulla. (GE: Industrial Internet)
Teollisen yrityksen digitalisointi- digitalisointi- misen käsi- kirja.	Teollisuuden tuotannon ja tehokkuuden parantamista lisäämällä laite- ja jär- jestelmäkantaan älykkyyttä ohjelmistokehityksen avulla sekä (automatisoi- dun) päätöksen mahdollistamista reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon perustuen. (Teknologiaeollisuus 2014)

Taulukko 2. Esimerkkejä termin ”teollinen internet” määritelmistä

Teollisuuden arvoketjun eri vaiheissa mietitään teollisen internetin pohjalta hyvin erilaisia asioita. Market-Vision ”Teollinen Internet Suomessa” -selvityksen mukaan ”arvoketjun alkupäässä asiat ovat vielä konkreettisia, kun puhutaan sensoreista ja muusta teknologias-
ta, mutta loppukäyttäjien päässä ne alkavat olla jo aika abstrakteja” (*”Teollinen internet on johtamisen kriisi”*, Tekniikka&Talous 6.6.2014).

Teollisen internetin maailmassa pätee sama vanha iskulause kuin aikanaan mobiilialan alkuvaiheissa – content is the king. Teollisen internetin ympäristössä sisältö on lähinnä antureilla kerättyä dataa jalostetussa muodossa. Kysymykset, kuten kuka omistaa datan, ja kuka saa sitä käyttää, ovat kuumia aiheita teollisen internetin leviämisen kannalta. Kuvassa 4 GE:n näkemys siitä, miten dataa syntyy, kerätään, jalostetaan ja hyödynnetään teollisessa internetissä. Datan kautta teollinen internet liittyy myös ns. big data – ja pilvi-
palveluihin. Datamäärän suunnaton kasvu tuo analytiikalle uusia haasteita, joita pyritään ratkomaan mm. koneoppimisen avulla.



Kuva 4. GE:n näkemyksen mukaan teollisen internetin kulmakivi on data, jota kerätään, analysoidaan ja hyödynnetään käytännön sovelluksissa (Evans & Annunziata, 2012, s. 10)

Yhteenvedon teollisesta internetistä voidaan todeta, että alueena se on vielä nuori, vaikka monet perusteknologiat ja sovellusalueet ovat sinällään jo vakiintuneita teollisuuden piirissä. Tämän alueen terminologia on vielä sekavaa ja eri termejä käytetään ristiin.

Tutkimuslaitos Market-Vision (2014) on tunnistanut mm. seuraavanlaisia termejä, joita käytetään yleisesti keskustelussa:

Termi	Selitys
M2M, machine-to-machine	koneiden välinen älykäs viestintä
Asioiden ja esineiden verkottuminen, Internet of Things, IoT	verkottuneet laitteet ja sulautetut järjestelmät, joissa teknologia mahdollistaa laitteen tilojen mittaamisen, niistä viestimisen ja niiden pohjalta toimimisen joko sisä- tai ulkoverkossa
Teollisuuden internet	Industrie 4.0, Saksassa fokuksessa oleva teollisuustuotannon tehostaminen ICT:n avulla
Teollinen internet	teollisuuden murros, jossa tuotantoa ja tehokkuutta parannetaan lisäämällä älykkyyttä innovatiivisen sensoriteknologian, M2M-yhteyksien, teollisuusautomaation kehittymisen sekä reaaliaikaisen tiedonsiirron mahdollistavan ohjelmistokehityksen avulla (GE Industrial Internet)
Digitalisoituminen	liiketoiminnan siirtyminen tai laajentuminen sähköisiin kanaviin, sisältöihin ja transaktioihin.

Taulukko 3. Epästandardien termistöjen sekamelska (Market-Visio 2014 pohjalta)

Käsitteiden epämääräisyys ei ole mikään Suomen erityisongelma, vaan samaa keskustelua käydään globaalisti. Yhteisen näkemyksen syntymistä edistämään perustettiin vuonna 2014 riippumaton organisaatio **Industrial Internet Consortium** (<http://www.iiconsortium.org/>), joka pyrkii edistämään teollisen internetin laajaa leviämistä. IIC on määritellyt tavoitteikseen mm.

- hyödyntää olemassa olevia ja luoda uusia teollisuuden käyttötapauksia ja testausalustoja reaali maailman sovelluksille
- tuottaa parhaita käytäntöjä, referenssiarkkitehtuureja, case-kuvauksia ja vaatimuksia standardoinnille helpottamaan teknologioiden käyttöönottoa
- vaikuttaa internetin ja teollisuusjärjestelmien globaaliin standardointiin
- fasilitoida avoimia foorumeita ideoiden, käytäntöjen, oppien ja näkemysten vaihtoon
- rakentaa luottamusta uusia ja innovatiivisia turvaratkaisuja kohtaan.

Nämä IIC:n tavoitteet ovat hyviä esimerkkejä tekemisestä, jota myös Suomen teollisen internetin kehittäminen kaipaa. Huoltovarmuuskeskuksella voisi olla oma roolinsa tällaisen yhteistyön edistäjänä. Marraskuussa 2014 käynnistyneellä Finnish Industrial Internet Forum (FIIF) -hankkeella on myös samantyyppiset tavoitteet edistää teollisen internetin leviämistä Suomessa.

Teollisen internetin vaikutukset elektroniikkateollisuuteen

Teollisen internetin vaikutus elektroniikkateollisuuteen on merkittävä. Mikäli ennusteet teollisen internetin, ja laajemmin esineiden internetin, kehityksestä osuvat edes hehtaarilleen oikeaan, tarkoittaa se huimaa kysynnän kasvua elektroniikkateollisuudelle.

Tutkimuslaitos ABI Research ennustaa, että langattomien piirisarjojen (Bluetooth, Wi-Fi, NFC, GPS ja ZigBee) vuosittaiset toimitukset hipovat jo yhdeksää miljardia yksikköä vuoteen 2019 mennessä ("Nearly 9 billion wireless connectivity chipsets", 2014). Kumulatiivisesti piirisarjojen toimitukset saavuttaisivat kymmenen vuoden jaksolla 2010 – 2019 yli 60 miljardin kappaleen rajan. Tämän kasvun taustalla on uudenlaiset laitteet, joita tulee markkinoille mm. esineiden internetin myötä.

Myös anturimarkkinat ovat kasvaneet parin viime vuoden ajan selvästi yli muiden puoli-johteiden markkinoiden ja saman trendin uskotaan jatkuvan ("Internet of Things to become biggest mega trend yet", ValueWalk 2014). Vastaavasti myös NFC-känyköiden toimitukset ovat vahvassa kasvussa. Tänä vuonna NFC-känyköiden toimitusten uskotaan kasvavan vielä 50 prosenttia lisää, vuosina 2013 – 2018 NFC-kelpoisten matkapuhelinten toimitukset kasvaisivat siten 325 prosenttia ("NFC-enabled cell phones to hit 416 million shipments", www.cnet.com). NFC-ominaisuus on esineiden internetin palveluiden tärkeä mahdollistaja.

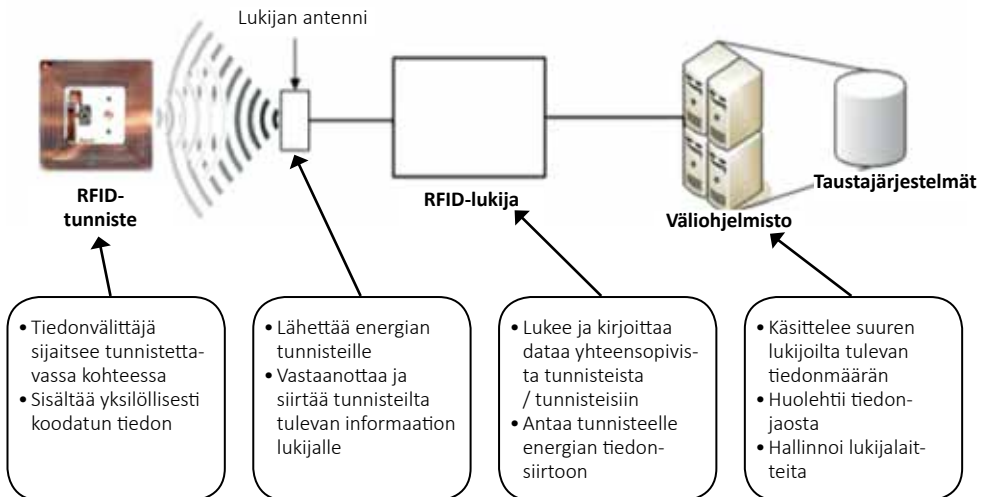
Tutkimuslaitos Gartner ennusti joulukuussa 2013, että esineiden internet tulee kasvamaan 26 miljardiin asennettuun laitteeseen vuonna 2020, mikä tarkoittaa lähes kolmikymmenkertaista kasvua vuoteen 2009 verrattuna, jolloin IoT-valmius oli asennettuna noin 0,9 miljardissa laitteessa. Tämä kehitys tulee näkymään IoT-tuotteiden ja -palveluiden kysynnän voimakkaana kasvuna.

Huoltovarmuuden näkökulmasta tämä buumi tarjoaisi uusia mahdollisuuksia säilyttää ja vahvistaa entisestään suomalaista elektroniikkateollisuutta.

Teollinen internet ja RFID

Eräs keskeinen esineiden internetin ja teollisen internetin mahdollistaja on RFID-teknologia (Radio-frequency identification, RFID). Vaikka RFID-ratkaisut ovat olleet käytössä jo vuosikymmeniä, teknologian kehittyminen on mahdollistanut lukemattomia uusia sovelluksia. RFID onkin yksi keskeinen esineiden internetin rakennuspalikka, jonka avulla laitteet ja esineet voidaan tunnistaa ("RFID Makes Internet of Things Come to Life", Machine Design 2014).

RFID-tunnisteet ovat langattomia siruja, joiden avulla tuotteet voidaan merkitä automaattista tunnistusta varten. RFID-järjestelmään kuuluvat myös lukulaitteet, joissa on prosessointivoimaa ja muistikapasiteettia sekä yhteydet tietoverkkoihin. Toisin kuin esim. optiseen lukuun perustuvat viivakooditunnisteet, RFID-tunnisteiden lukeminen ei vaadi suoraa näköyhteyttä (line-of-sight). Kuvassa 5 on havainnollistettu RFID-järjestelmien perusrakenne, johon kuuluu RFID-tunniste, RFID-lukija ja taustajärjestelmiä.



Kuva 5. RFID-järjestelmän komponentit (<http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniiikan-perusteet>)

Teknisesti RFID-tunnisteita on kolme eri tyyppiä (ks. kuva 6):

1. **Passiivisissa RFID-tunnisteissa** on hyvin rajallisesti prosessointikykyä tai kykyä kommunikoida toisten tunnisteen kanssa, sillä ne reagoivat ainoastaan lukijalaitteen komentoihin. Passiiviset tunnisteen ovat edullisia ja pienikokoisia, eikä niissä ei tarvita virtalähdettä.
2. **Paristotuetuissa RFID-tunnisteissa** (battery-assisted passive, BAP) on mukana virtalähde, jonka avulla tunnisteenessä oleva suoritin voi toimia. Virtalähde aktivoituu, kun tunnisteen tuodaan lukijalaitteen lähelle. Näitä tunnisteen käytetään mm. anturisovelluksissa.
3. **Aktiivisissa RFID-tunnisteissa** on oma virtalähde ja ne lähettävät määräajoin tunnistesignaalin. Ne mahdollistavat pidemmän lukuetaisyuden ja korkeamman tietoturvan.



Kuva 6. RFID-tunnisteen kolme päätyyppiä
(<http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniiikan-perusteet>)

Etätunnistusmaailma sai uutta eloa syksyllä 2014, kun Apple julkisti Apple Pay -palvelunsa, joka pohjautuu NFC (Near Field Communication) -teknologiaan. Kyseessä on lyhyen lukuetaisyuden teknologia, jossa käyttäjä voi käyttää maksu- tai muita palveluita niin, että NFC-tunnisteen tuodaan hyvin lähelle (maksimi lukuetaisyys säädetty tyypillisesti noin neljään senttimetriin) lukulaitetta. NFC-tunnisteenella "koskettelemalla" voidaan myös kerätä tai välittää tietoa.

Matkapuhelinvalmistajat ovat kehittäneet NFC-teknologiaa jo pitkään. NFC-puhelimeen on integroitu RFID-lukija ja -tunniste, mikä mahdollistaa hyvin laajan palveluvalikoiman. Maksamisen ohella ”liputtaminen” (bussi- ym. liput) on tyypillinen NFC:n käyttöalue. NFC on yleistymässä mm. kaupan kassajärjestelmissä. Yhdysvalloissa Apple on törmännyt kaupan ja teleoperaattorimaailman kilpaileviin ratkaisuihin Apple Pay -palvelunsa kanssa, joten seuraava vuosi tulee olemaan mielenkiintoista aikaa NFC-rintamalla (”Retailers are disabling NFC readers to shut out Apple Pay”, The Verge, 25.10.2014).



Kuva 7. Erilaisia NFC-tunnisteita

RFID-tunnisteilla on lukemattomia erilaisia sovellusalueita. Liitteessä 2 on esitelty RFID Labin kokoama lista esimerkkejä RFID-teknologian hyödyntämisestä Suomessa. RFID Lab Finland ry on neutraali ja voittoa tavoittelematon yhdistys, joka edistää Suomessa toimivien yritysten tehokkuutta tunnistusteknologian avulla (www.rfidlab.fi).

Entä milloin RFID:stä tulee esineiden internetiä? Alan johtaja julkaisi **RFID Journal** on linjannut, että jos yrityksellä on käytössä RFID-tunnisteita tuotteissa tai laitteissa, ja dataa kerätään ja jaetaan muiden osapuolten (toiset yritykset tai kuluttajat) kanssa, niin silloin kyseessä on esineiden internet -ratkaisu. Yritysten sisäistä RFID-tunnisteiden käyttöä ei näin ollen lueta IoT- tai teollisen internetin ratkaisuksi.



Vaikka RFID on ollut pitkään käytössä, sen käyttöä ei ole aiemmin laajemmin säännelty. Regulaatiota ei pidetty kovin tärkeänä, koska lukuetaisyydet olivat lyhyet ja RFID-tunnisteita käytettiin lähinnä yksinkertaisiin merkintä- ja valvontasovelluksiin. Mutta NFC-tunnisteiden (Near Field Communication, NFC) ja esineiden internetin myötä RFID:n käyttöalueet ovat laajentuneet merkittävästi, joten Euroopan Unioni on ottamassa tunnisteita sääntelyn piiriin mm. osana EU:n yksityisydensuojaa määrittelevää direktiiviä. EU on luonut RFID-merkin, joka tulisi olla näkyvillä joka tuotteessa ja palvelussa, joka käyttää RFID-tunnisteita. Kuluttajilla tulisi myös olla mahdollisuus poistaa RFID-tunniste ostoksesta heti ostotapahtuman jälkeen. ("EU to Boost RFID Use & Privacy", 20.8.2014, www.eetimes.com).

Etätunnisteiden käyttöön liittyvistä rajoituksista ja velvoitteista puhutaan lisää jäljempänä tässä esiselvityksessä, kun tarkastellaan teollisen internetin mahdollisuuksia ja uhkia.

Yhteiskunnan turvallisuus, kyberturvallisuus ja teollinen internet

Tämän esiselvityksen kohteena on teollinen internet huoltovarmuuden näkökulmasta. Kuten teollinen internet liittyy taustalla oleviin teknologia- ym. megatrendeihin, huoltovarmuuden keskeiset tavoitteet on määritelty laajemmassa kontekstissa, kuten yhteiskunnan turvallisuusstrategia ja kyberturvallisuusstrategia. Tavoitteet teollisen internetin mahdollisuuksien hyödyntämiselle ja uhkien minimoimiselle on määritelty hyvin selkeästi näissä strategioissa.

Yhteiskunnan turvallisuuden näkökulmasta keskeinen tavoite on elintärkeiden toimintojen turvaaminen (Yhteiskunnan turvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 16.12.2010). Käytännössä tähän tavoitteeseen pyritään kolmella tasolla: häiriötilanteisiin varautuminen, häiriötilanteiden hallinta ja kriisistä toipuminen (kuva 8).



22

Kuva 8. Elintärkeiden toimintojen turvaaminen (Yhteiskunnan turvallisuusstrategia, 2010 pohjalta)

Yhteiskunnan elintärkeistä toiminnoista teollisen internetin ja huoltovarmuuden näkökulmasta ehkä merkittävin on **talouden ja infrastruktuurin toimivuus**, mutta myös sisäinen turvallisuus sekä väestön toimeentuloturva ja toimintakyky ovat tärkeitä näkökulmia.

Kuten Suomen kyberturvallisuusstrategiassa (Suomen kyberturvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 24.1.2014) on todettu, avoimuus lisää uhkia.

Yhteiskunnan lisääntynyt tietointensiivisyys, ulkomaisen omistuksen kasvu ja toimintojen ulkoistaminen, tieto- ja viestintäjärjestelmien keskinäinen integraatio, kaikille avointen tietoverkkojen käyttö sekä lisääntynyt riippuvuus sähköstä ovat asettaneet uudenlaisia vaatimuksia yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamiseksi normaalioloissa, normaaliolojen vakavissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. (Suomen kyberturvallisuusstrategia, Valtioneuvoston periaatepäätös 24.1.2014)

Teollisen internetin keskeinen filosofia on tietointensiivisyys ja eri järjestelmien (tiedonkeruu, tietoverkot, integraatioalusta, sovellukset, analytiikka) integraatio. Mikäli visiot kaikenkattavasta asioiden ja esineiden verkostoitumisesta toteutuvat, asettaa se aivan uudenlaisia haasteita yhteiskunnan kokonaisturvallisuudelle.

Vaikka teolliseen internetiin on huoltovarmuuden näkökulmasta helppo yhdistää paljon erilaisia riskejä ja uhkakuvia, on tärkeä tunnistaa myös teollisen internetin tarjoamia mahdollisuuksia.

*Kybertoimintaympäristö tulee nähdä myös mahdollisuutena ja voimavarana. **Turvallinen kybertoimintaympäristö** helpottaa yksilöiden ja yritysten oman toiminnan suunnittelua, mikä lisää taloudellista aktiiviteettia. Hyvä toimintaympäristö parantaa myös Suomen kansainvälistä houkuttelevuutta investointikohteena. Näiden lisäksi **kyberturvallisuus on itsessään uusi ja vahvistuva liiketoiminnan alue**. Kansallinen kyberturvallisuus ja suomalaisten yritysten menestys ovat yhteydessä keskenään. (Suomen kyberturvallisuusstrategia, Valtioneuvoston periaatepäätös 24.1.2014)*

Yhteiskunnan toimivuuden ja turvallisuuden kannalta teollinen internet tarjoaa uudenlaisia mahdollisuuksia toimintojen kehittämiseksi, kun laitteiden ja esineiden sijainti ja niiden tila (lämpötila, kosteus, värinä jne.) on reaaliaikaisesti tiedossa. Tehokkaan analytiikan avulla toimintoja voidaan optimoida automaattisesti ja ihmisten tekemien päätösten pohjalta. Parhaimmillaan teollinen internet tarjoaa ”reaaliaikaisen tilannekuvan” ja auttaa nostamaan yhteiskunnan resilienssiä häiriötilanteiden varalta.

Teollinen internet on osa kansallista kyberturvallisuutta, jonka toteutus on puolestaan osa Yhteiskunnan turvallisuusstrategian toimeenpanoa. Teollinen internet on oikein toteutettuna merkittävä mahdollisuus myös huoltovarmuudelle, mutta huonosti toteutettuna uhkaa huoltovarmuuden tavoitteiden toteutumista.



Kuva 9. Teollinen internet on yksi ulottuvuus kyberturvallisuusvisiossa (Suomen kyberturvallisuusstrategian pohjalta)

Esiselvitystä varten on haastateltu kyberturvallisuuden asiantuntijoita Suomessa. Yleisvaikutelma on, että Suomessa on yritysmaailmassa ja tutkimusalalla runsaasti kovan luokan osaamista kyberturvallisuuden alueella. Vaikka yleistilanne on hyvä, on haastatteluiden myötä noussut esiin muutamia seikkoja, joita on syytä pohtia myös huoltovarmuuden näkökulmasta.

Kyberturvallisuuden tavoitteita	Esiselvityksen huomioita
<p>Kyberturvallisuuden johtaminen ja häiriötilanteiden hallinta edellyttävät, että valtioneuvostolla ja eri toimijoilla on käytettävissä luotettava ja ajantasainen kyberturvallisuuden tilannekuva yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen tilasta ja niihin kohdistuvista häiriöistä.</p>	<p>Lukuisat jo toteutuneet, parhaillaan käynnissä olevat ja käynnistyvät uudet tutkimushankkeet auttavat tämän tavoitteen saavuttamisessa, mutta tärkeää on nostaa vaikuttavuutta tuomalla laajemmin mukaan eri toimijoita ja varmistamalla, että tunnistetut turva-aukot korjataan. Analytiikan puolella yhteistyö (kansainvälisten) yritysten kanssa toisi lisäresursseja ja -osaamista.</p>
<p>Kybertoimintaympäristö ja uhkien luonne korostavat yhteistyötä ja varautumisen yhteensovittamistoimenpiteiden tehokkuutta ja joustavuutta.</p>	<p>Huoltovarmuuskeskuksella voisi olla merkittävä rooli neutraalina toimijana yhteistyön edistäjänä teollisen internetin kyberturvallisuuden kehittämisessä yhdessä muiden toimijoiden kanssa.</p>
<p>Kansallinen kyberuhkien sietokyky (kyberresilienssi) mitoitetaan siten, että sillä kyetään luomaan kokonaisturvallisuuden päämäärien mukainen varautumis- ja ennakointikyky, toimintakyky kyberhäiriötilanteissa sekä kyberhäiriöiden jälkeinen toipumis- ja palautumiskyky.</p>	<p>Älykkäästi suunnitellut teollisen internetin ratkaisut voidaan rakentaa niin, että normaalioloissa toimitaan optimaalisella teholla (kaikki kapasiteetti hyötykäytössä, ei joutilaana odottavia varajärjestelmiä), ja poikkeustilanteissa järjestelmät (automaattisesti) priorisoivat kriittiset toiminnot ja palvelut.</p>
<p>Kyberturvallisuus on kiinteä osa yhteiskunnan kokonaisturvallisuutta ja sen toimintamalli noudattaa Yhteiskunnan turvallisuusstrategiassa (YTS) määritettyjä periaatteita ja toimintatapoja</p>	<p>Teollinen internet on kyberturvallisuuden näkökulmasta merkittävä käyttötapa, ja sitä kautta myös osa yhteiskunnan kokonaisturvallisuutta erityisesti talouden ja infrastruktuurin toimivuuden näkökulmasta. Huoltovarmuuskeskus olisi luonteva toimija pitämään tätä näkökulmaa esillä.</p>
<p>Kyberturvallisuuden kehittämisessä panostetaan voimakkaasti kybertoimintaympäristön tutkimukseen, koulutukseen, työllistymiseen ja tuotekehitykseen, jotta Suomi voisi kehittyä yhdeksi kyberturvallisuuden johtavista maista.</p>	<p>Kyberturvallisuuden osaaminen ja tekniset ratkaisut voivat olla Suomelle merkittävä potentiaalinen uusi liiketoiminta-alue, Suomen perinteisesti vahvan tietoturvaklusterin jatkona.</p>
<p>Parannetaan yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamiseen osallistuvien keskeisten toimijoiden kokonaisvaltaista kyberturvallisuuden tilannetietoisuutta ja tilanneymmärrystä.</p>	<p>Teollisesta internetistä ja huoltovarmuudesta puhuttaessa on tärkeä muistaa, että kyberturvallisuus on vain yksi osa kokonaisuutta – eihän ICT:n hyödyntämisessäkin puhuta vain tietoturvasta. Kyberturvallisuuspuoli korostuu ehkä liikaakin, kun pitäisi puhua myös hyödyistä.</p>
<p>Parannetaan kaikkien yhteiskunnan toimijoiden kyberosaamista ja -ymmärrystä.</p>	<p>Huoltovarmuuskeskuksella tässä keskeinen rooli myös teollisen internetin yhteydessä.</p>

Taulukko 4. Huomioita teollisesta internetistä ja kyberturvallisuudesta

Teollisen internetin tarjoamat mahdollisuudet

Kuten aiemmin tässä raportissa todettiin, ovat odotukset laitteiden ja esineiden internetille huimat. Cisco on arvioinut, että vuoteen 2016 mennessä maailmassa on yli kymmenen miljardia internetiin kytkettyä laitetta. Gartner on ennustanut, että vuoteen 2020 mennessä IoT-laitteiden määrä nousee 26 miljardiin. Vaikka eri arvioissa esitetyt luvut vaihtelevat, kaikilla näyttää olevan yhteinen vahva usko siihen, että internetiin kytkettyjen laitteiden ja esineiden määrä tulee kasvamaan merkittävästi.

Teollisen internetin näkökulmasta keskeinen hypoteesi on, että soveltamalla teollisen internetin ratkaisuja eri toimialoilla voidaan saavuttaa tehostumista, joka yksittäisellä toimialalla voi olla suhteellisen pientä, mutta näistä pikku puroista muodostuu globaalisti merkittävää tehostumista (GE 2012). GE:n laskelmat perustuvat ”prosenttiliikkeeseen”: jo yhden prosenttiyksikön pieneltä kuulostava tehostuminen voi johtaa merkittäviin euro-määräisiin säästöihin, kun teollisen internetin ratkaisuja sovelletaan eri toimialoilla ja eri maantieteellisillä alueilla. GE:n tutkimuksen mukaan aiempi internet-vallankumous paransi tuottavuutta 1,5 prosenttiyksiköllä vuosittain noin kymmenen vuoden ajan, mikä tukee yhtiön näkemyksen mukaan edellä esitettyä arviota teollisen internetin potentiaalista.

26

Myös Euroopan parlamentti (EP 15.6.2010) näkee teollisen internetin uusien mahdollisuuksien hyödyntämisessä suurta potentiaalia Euroopalle. Uusi teknologia voi auttaa parantamaan esimerkiksi energiatehokkuutta ja vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä sekä nostamaan EU-kansalaisten elämänlaatua, turvallisuutta ja hyvinvointia. Parlamentti on korostanut myös teollisen internetin potentiaalia uuden liiketoiminnan luomiseksi Euroopassa, mikäli osaaminen saadaan huipputasolle.

Talouden ja tuotannon puolella Euroopan parlamentti (EP 15.6.2010) näkee myös suurta potentiaalia:

”...esineiden internet tarjoaa huomattavia mahdollisuuksia talouden ja tuotannon kehittämiseen, palveluiden laadun parantamiseen ja yritysten logistiikka- ja jakeluketjujen ja omaisuusluettelon hallinnoinnin optimoimiseen sekä uusien työpaikkojen ja liiketoimintamahdollisuuksien luomiseen.” (Esineiden internet. Euroopan parlamentin päätöslauselma 15. kesäkuuta 2010 esineiden internetistä)

Tämä kehitys tukee vahvasti myös huoltovarmuuden tavoitteita teollisen internetin kehittämisessä. Parlamentti on arvioinut myös, että esineiden internet voi edistää kansainvälistä kaupankäyntiä ja tehdä eurooppalaisista tuotteista kilpailukykyisempiä ja resurssitehokkaampia. Myös paikallisviranomaiset voivat hyödyntää esineiden internetiä esimerkiksi joukkoliikenteen järjestämisessä, jätteiden keruussa ja liikenteen hallinnassa (EP 15.6.2010). Palaamme teollisen internetin potentiaaliin soveltamisalueisiin huoltovarmuuden näkökulmasta myöhemmin tässä selvityksessä.

Suomen kannalta teollinen internet nähdään suurena mahdollisuutena niin tutkimusmaailmassa, yrityksissä kuin julkisen sektorin puolellakin.

”Voimme saavuttaa kilpailukykyä ja kasvua konepajateollisuudelle, uutta liiketoimintaa ICT-alalle ja kustannustehokkuutta julkisiin palveluihin. Tämä arvio perustuu osaamisiimme ja vahvuksiimme, joista tärkeimpiä ovat maailmanluokan konepajayritykset, uusia markkinoita hakeva ICT-ala ja teknologian mahdollisuudet ymmärtävä hallinto. Vaikka suomalaiset yritykset tuskin pääsevät luomaan teollisen internetin platformeja tai teollisuusstandardeja, ne voivat olla edelläkävijöitä ja markkinajohtajia valitsemillaan sektoreilla.” (Heikki Ailisto, VTT 2014)

Professori Ailiston mukaan teollisen internetin teknologiset perusratkaisut ovat olleet olemassa jo kymmenisen vuotta, mutta viime vuosina niiden hinnat ovat laskeneet ja suorituskyky on parantunut. Anturit ovat kehittyneet, liitettävyyden on parantunut kehittyneiden langattomien verkkojen myötä, kasvanut edullinen laskentateho mahdollistaa monipuoliset analyysit kerätyn datan pohjalta ja myös ihmisten asenteet ja kyvykkyudet ovat paremmalla tasolla kuin aiemmin (professori Ailisto Teollinen Internet 2014 –seminaarissa Helsingissä).

Uusien teknologioiden nähdään tuovan selkeitä etuja nykyisin käytössä oleviin nähden esineiden internetissä. Kun tunnistetut voidaan liittää helposti esimerkiksi matkapuhelinverkkoihin, ja sovellukset pystyvät yhdistämään eri anturitietoja (esim. maantieteellinen sijainti, lämpötila, valo, paine, G-voimat jne.), syntyy aivan uudenlaisia mahdollisuuksia.

”...esineiden internetiin liittyviä teknologioita koskevat sovellukset helpottavat tuotteiden tunnistamista ja jäljitettävyyttä ja tarjoavat lupaavia kehitysmahdollisuuksia useilla aloilla, erityisesti terveydenhuollossa, liikenteessä, energiatehokkuudessa, ympäristöalalla, vähittäiskaupassa ja vääreännösten torjunnassa.” (Esineiden internet. Euroopan parlamentin päätöslauselma 15. kesäkuuta 2010 esineiden internetistä)

Professori Heikki Ailiston mukaan luvassa on merkittäviä hyötyjä sekä Suomelle että suomalaisille yrityksille:

- hyppäys uudelle tasolle konepajateollisuuden kilpailukyvyssä tuottavuuden kasvun ja uusien liiketoimintamallien kautta
- uutta liiketoimintaa ICT- ja elektroniikkayrityksille.

Myös Työ- ja elinkeinoministeriö on tunnistanut teollisen internetin yhdeksi kasvun kärjeksi, yhdessä terveysteknologian ja julkisten palveluiden uudistamisen kanssa. (*”Teollisuus osana elinvoimaista elinkeinorakennetta”*, TEM 2014).

Teollisen internetin lupaus on kova, ja sen myötä myös odotukset korkealla. Esineiden internetin leviämiseksi on kuitenkin myös esteitä ja haasteita, joita käydään seuraavassa läpi.

Teollisen internetin haasteet ja uhat

Juhlapuheista ja analyytikkojen huimista ennusteista huolimatta teollisen internetin on edelleen lunastettava paikkansa ja osoitettava, että sen lupaamat hyödyt on saavutettavissa. Market-Vision tutkimuksessa (”Internet of Things ja Teollinen Internet Suomessa”, 2014) listataan asioiden ja esineiden internetin etenemiseen liittyviä haasteita:

- tarvitaan konkreettisia kehityshankkeita, joista lähteä liikkeelle – mutta, kuten niin usein uusien teknologioiden leviämisen kohdalla Suomessa – hankkeiden veturit kuitenkin puuttuvat.
- organisaatioilta kaivataan rohkeutta antaa tilaa innovoida ja kokeilla teollisen internetin mahdollisuuksia pienessä mittakaavassa.

Tällaisten liiketoimintaan liittyvien haasteiden lisäksi teollinen internet joutuu väistämättä mukaan myös esineiden internetin yleisiin, lähempänä kuluttajamaailmaa oleviin keskusteluihin. Euroopan parlamentti on listannut tällaisia haasteita (EP 15.6.2010):

- kun uuden teknologian myötä voidaan toteuttaa entistäkin monimuotoisempia sovelluksia, syntyy samalla uusia henkilötietojen suojaan liittyviä ongelmia
- esineiden internetin kehittämisen sosiaalisia vaikutuksia ei tiedetä, ne voivat kärjistää nykyistä tai luoda uutta digitaalista kahtiajakoa
- kaikkien käyttäjien on voitava valvoa henkilötietojaan
- verkon ruuhkautumisen vaikutuksia on vaikea arvioida, samoin ovatko esineiden internetiin liittyvät sovellukset ja laitteistot yhteensopivia ja asianmukaisia
- vaikka asioiden ja esineiden internetin avulla voidaan tehokkaasti torjua esimerkiksi väärennöksiä tai tunnistaa eläimiä, se saattaa myös osoittautua vaaralliseksi tai aiheuttaa yksityishenkilöille tai yhteiskunnalle eettisiä ongelmia
- jos teollisen internetin myötä jätteisiin päättyy miljardeja siruja, pitää näiden ympäristövaikutukset selvittää ja miettiä niiden kierrätys
- tietoturva on ratkaistava, jotta voidaan välttyä petoksilta ja mahdollistaa tunnistetietojen varmentaminen
- on tarkkailtava mahdollisia uusia uhkia, joita erittäin pitkälti toisiinsa liitettyjen järjestelmien haavoittuvuus aiheuttaa
- esineiden internetiin liittyvien teknologioiden tarjoaminen tietojen on oltava jäljitettävissä, varmennettavissa ja korjattavissa siinä tapauksessa, että niihin perustuva järjestelmä kaatuu
- järjestelmien väärät tiedot eivät saa vaarantaa ihmishenkiä.

Kuten edellä kuvattu lista osoittaa, liittyy teollisen internetin leviämiseen vielä runsaasti avoimia kysymyksiä ja erilaisia teknisiä, taloudellisia ja juridisia haasteita. Monet näistä uhkakuvista ovat osa yhteiskunnan normaaleja (kyber-)uhkia, joita pyritään hallitsemaan

mm. huoltovarmuuden piirissä. Keskeinen viesti on, että **avoimuuden lisääntyessä uhkat kasvavat ja toisaalta uusien teknologioiden myötä systeemit muuttuvat monimutkaisemmiksi ja vaikeammin hallittaviksi.**

Investointipankki Goldman Sachsin tutkimuksen (*"Internet of Things" to Become Biggest Mega Trend Yet*, 2014) mukaan turvallisuuskysymykset nousevat aivan uudelle tasolle esineiden internetin myötä. Syynä tähän on mahdollisuus mahdollisuus manipuloida fyysisiä esineitä etäyhteydellä. Esimerkkeinä tällaisista haavoittuvuuksista raportti mainitsee auton hallinnan kaappauksen etäyhteydellä sekä 700 livekameran kaappauksen ja ihmisten päivittäisen elämän välittämisen internetiin. Raportti nostaa esiin myös regulaatioon ja standardointiin liittyvät haasteet.

Tutkimuslaitos Forresterin vuoden 2013 Networks & telecommunications -tutkimuksen (*Mapping the Connected World*, Mines & Pelino, 2013) mukaan yli puolella yrityksistä ei ollut kiinnostusta tai suunnitelmia ottaa käyttöön esineiden internetin sovelluksia. Suurimpana syynä kiinnostuksen puutteeseen olivat turvakysymykset (37 %), kustannukset (32 %) ja teknologian kypsyttömyys (25 %).

VTT:n professori Heikki Ailiston (Teollinen Internet 2014 –seminaari, 20.5.2014) tunnistamia teollisen uhkia ovat kyberturvallisuuteen ja yksityisyyteen liittyvät uhkat. Merkittävä tietoturvamurto jossain yrityksessä voisi hidastaa koko alueen kehitystä. Liiketoiminnan kannalta Ailisto pitää riskinä sitä, että yritykset eivät tee mitään, jolloin ne jäävät jälkeen kilpailijoistaan.

Muita mielenkiintoisia teollisen internetin haasteita (Ailisto, 2014):

- liiketoimintahyödyn tunnistaminen ja hyödyntäminen
- löytää arvoverkostossa kaikille toimijoille hyötyjä
- taistelu datan omistajuudesta ja kenellä on oikeus käyttää sitä
- sovellusten kehittäminen ja täysimääräinen hyödyntäminen
- eri lähteistä saatavan datan hyödyntäminen
- kyberturvallisuuteen ja yksityisyyteen kohdistuvat uhkat
- suljetut / pirstaleiset sovellukset
- 50 miljardin älykkään laitteiden asentaminen ja hallinnointi
- biljoonan anturin virransyöttö.

Standardointi

Oma iso kysymyksensä on esineiden internetin ja teollisen internetin standardointi. Standardointityö on käynnissä (*"Standardi lupaa tuoda järjestyksen esineiden internetiin"*, 2014), mutta kuten aiemmat kokemukset globaalien teknologiastandardien luomisessa ovat osoittaneet esimerkiksi RFID-tunnisteiden osalta, ei globaalin standardin synnyttäminen esimerkiksi käytettävissä radiotaajuuksissa tai yksilöllisissä tunnisteissa ole mikään



helppo operaatio. Tavoitteena on luoda esineiden internetille viitearkkitehtuuri, jotta eri esineiden verkot toimisivat saumattomasti yhteen.

Myös kyberturvallisuuden puolella on vahva tarve standardeille. Eurooppalaiset standardisointiorganisaatiot CEN, CENELEC ja ETSI perustivat vuonna 2011 kyberturvallisuuden koordinoitiryhmän Cyber Security Coordination Group (CSCG), joka haluaa tehdä Euroopan verkkoympäristöstä maailman turvallisimman. CSCG pyrkii organisoimaan eri tahojen kyberturvallisuusalan standardointityötä siten, että syntyvät standardit tukisivat toisiaan (Kyberturvallisuuden standardisoinnilla tehdään turvallista Eurooppaa. Suomen Standardoimisliitto ry 22.5.2014).

Myös EU on kiinnittänyt huomiota standardointiin. Komission (Com 2009, 278) näkemyksen mukaan standardoinnilla on tärkeä osuus esineiden internetin käyttöönotossa, koska se

- alentaa uusien toimijoiden markkinoilletulokynnystä ja käyttäjille aiheutuvia käyttökustannuksia
- on yhteentoimivuuden ja mittakaavaetujen edellytys
- parantaa toimialan kansainvälistä yhteistyötä.

Euroopan parlamentti puolestaan korostaa, että ilman selviä ja tunnustettuja standardeja esineiden internetin laajentuminen RFID-ratkaisuja pidemmälle ei voi saavuttaa maanlaajuista mittakaavaa (EP 15.6.2010).

Kuten edellä kuvatut esimerkit osoittavat, liittyy teollisen internetin leviämiseen vielä runsaasti erilaisia haasteita. Seuraavaksi tarkastellaan, miten teollinen internet poikkeaa ns. perinteisestä, kuluttajien käyttämästä internetistä.

Kuluttaja-internet vs. teollinen internet

Perinteinen ”ihmisten internet”, vastakohtana esineiden ja asioiden internetille, ei suoraan kuulu tämän selvityksen piiriin, mutta yhtenä näkökulmana on ollut tarkastella teollisen internetin eroja suhteessa kuluttaja-internettiin. Myös kuluttaja-internetin puolella on käynnissä voimakas trendi kohti esineiden internetiä. Erityishaasteena kuluttaja-puolella on yksityisyydensuoja, joka heijastuu välillisesti myös teollisen internetin yritys-ratkaisujen puolelle.

Seuraavassa Euroopan unionissa esiin nousseita kysymyksiä liittyen esineiden internetin toteutuksiin kuluttajaympäristössä (EP 15.6.2010):

- ”...yleiseksi periaatteeksi on hyväksyttävä, että esineiden internetiin liittyvät teknologiat on suunniteltava keräämään ja käyttämään ainoastaan tehtäviensä suorittamista varten tarvitsemiaan vähimmäistietoja ja että kaikkien muiden tietojen kerääminen on estettävä.”
 - **Vähimmäistiedot.** Tämä periaate rajoittaa kerätyn datan hyödyntämistä analytiikan pohjana
- ”...yksityisyyden suojan turvaamiseksi suuren osan esineiden internetissä jaettavista tiedoista on oltava nimettömiä ennen tietojen siirtämistä.”
 - **Nimettömät tiedot.** Tämä periaate tuo lisähaastetta sovellusten suunnitteluun, varsinkin koska tiedonkeruulaitteissa on usein rajallinen määrä kapasiteettia, lisäksi tiedon anonymisointi laskee datan arvoa ja käyttömahdollisuuksia.
- ”...yksilöillä tulisi olla oikeus kytkeytyä irti verkkoympäristöstä milloin tahansa.” KOM(2009) 278
 - **Radiohiljaisuus.** Tämä periaate voi olla haastava toteuttaa, koska esineiden internetin käyttämiä tunnisteita ja antureita tulee kuluttajan käyttämiin esineihin lukuisista eri lähteistä. Miten esineiden internetin saa pois päältä?
- ”...tietojen paikkansapitävyyden ja järjestelmän toiminnan tarkastamisen mahdollisuuden antaminen kuluttajille ja asiasta vastaaville viranomaisille.”
 - **Tietojen tarkastaminen.** Tämä tavoite on helpommin sanottu kuin tehty. Esineiden internetissä tiedot ovat hajallaan verkostossa ja tiedonkeruuta tapahtuu lukemattomissa pisteissä. Perinteisten tietojärjestelmien ”vastuulista rekisterienpitäjää” voi olla hyvin hankala löytää.
- ”...kuluttajille on annettava tiedot sekä passiivisten että aktiivisten RFID-tunnisteiden läsnäolosta, lukuikäisyydestä ja laitteiden vastaanottamista ja siirtämistä tiedoista sekä näiden tietojen käytöstä ja että tietojen on oltava selvästi merkittynä pakkauksiin ja ne on määriteltävä yksityiskohtaisemmin kaikissa asiakirjoissa.”
 - **Tiedot tunnistesta.** Kun tunnisteita on jatkossa lukemattomissa esineissa, asioissa, paikoissa jne. on tällaisen tiedon antaminen kuluttajille haastavaa tai jopa mahdotonta. Myös lukijoita tulee olemaan huomattavasti enemmän kuin perinteisissä RFID-tyyppisissä toteutuksissa.



Edellä kerrotut esimerkit EU:n periaatteista kuluttajien etujen suojaamisesta esineiden internetissä havainnollistavat hyvin tämän alueen erityishaasteita. Nämä vaatimukset tulevat näkymään myös yrityspuolella, koska työntekijöiden yksityisyydensuoja on EU:ssa vahva. Linjanvetoa tässä asiassa tullaan varmasti käymään pitkään, kunhan käytännön sovelluksia tulee enemmän. Euroopan Unionissa mietitään tietoturvaa myös yritysten näkökulmasta samassa hengessä kuin kuluttajien kohdalla:

- ”Liike-elämän alueella tietoturvallisuudella tarkoitetaan liiketoimintatietojen saatavuuden, luotettavuuden ja luottamuksellisuuden turvaamista. Yrityksille keskeisiä kysymyksiä ovat esimerkiksi se, kenellä on oikeus päästä käsiksi yrityksen tietoihin tai se, miten yritys voi sallia kolmannelle osapuolelle osittaisen pääsyn tietoihinsa. Vaikka nämä kysymykset ovat näennäisesti yksinkertaisia, tämän päivän liiketoimintaprosessien monisäikeisyys vaikuttaa niihin perusteellisesti.” (EP 15.6.2010)
- Kuten aiemmin on jo todettu, ”liiketoimintaprosessien monisäikeisyys” tulee vielä kasvamaan merkittävästi teollisen internetin avoimuuden myötä.

Käytännön toteutus esimerkkejä

Yhtenä tämän esiselvityksen tavoitteena on ollut löytää esimerkkejä käytännön toteutuksista teollisen internetin alueella ja arvioida näitä toteutus esimerkkejä huoltovarmuuden näkökulmasta. Seuraavassa käymme läpi case-esimerkkejä eri sovellus- ja toimialoilla. Tutkimuslaitos Market-Vision keväällä julkistetussa selvityksessä kartoitettiin, millaisia hankkeita suomalaisyrityksillä on ollut tällä alueella:

Eri toimialat pyrkivät hyödyntämään digitaalisuuden ja internetin tuomaa hyötyä omiin tarpeisiinsa. Ensimmäisen asteen hyödyntäminen on hyvin pitkälti keskittynyt operatiivisen tehokkuuden parantamisen ympärille. Manuaalista työtä pyritään minimoimaan tuomalla älykyyttä eri tavoin mm. tuotantoprosessiin, ennakoiavaan huoltoon sekä laitteiden ja koneiden väliseen automaatioon. (Market-Visio, 2014)

Vaikka esineiden internet ja teollinen internet ovat vielä termeinä tuoreita, on saman tyyppisiä sovelluksia toteutettu jo vuosien varrella. Euroopan komissio on listannut esimerkkejä esineiden internetin varhaisista vaiheista (KOM 2009, 278):

- lähimaksaminen ja tuotetietojen (esim. allergiatiedot) saanti NFC-kelpoisten matkapuhelinten avulla
- yksilöivien sarjanumeroiden käyttö farmaseuttisissa tuotteissa tuotteen alkuperän todentamiseksi, jolloin voidaan vähentää väärennöksiä, korvauspetoksia, virheitä lääkkeiden annostelussa asiakkaalle ja parantaa tuoteturvallisuutta
- älykkäiden sähkömittareiden avulla kuluttajat saavat tosiaikaista tietoa kulutuksesta ja sähköntoimittajat voivat seurata sähkölaitteita etänä
- perinteisillä toimialoilla, kuten logistiikka, valmistusteollisuus ja vähittäiskauppa, "älykkäät objektit" helpottavat tiedonvaihtoa ja tehostavat tuotantoprosessia. (KOM 2009, 278)

Vastaavia toteutuksia, joissa esimerkiksi etätunnistustekniikkaa on käytetty onnistuneesti liiketoiminnan tehostajana Suomessa, löytyy runsaasti mm. RFID Labin case-kannasta. Esimerkkejä Suomen etätunnistusalan toimijoiden tekemistä RFID-toteutuksista ja -projekteista liitteessä 2.

Tuoreempia ja huoltovarmuudenkin kannalta kiinnostavia sovelluksia löytyy esimerkiksi vesihuollon puolelta, jossa älykäs taajuusmuuttaja säätää pumppujen pyörimisnopeutta ja parantaa pumppauksen energiatehokkuutta. Taajuusmuuttajan kyky monitoroida sähkömoottorin ja pumpun toimintatilaa antaa uudenlaisen mahdollisuuden pumppaustehtävän optimointiin ("*Taajuusmuuttajan älykkyys parantaa pumppauksen energiatehokkuutta*", Cleen).

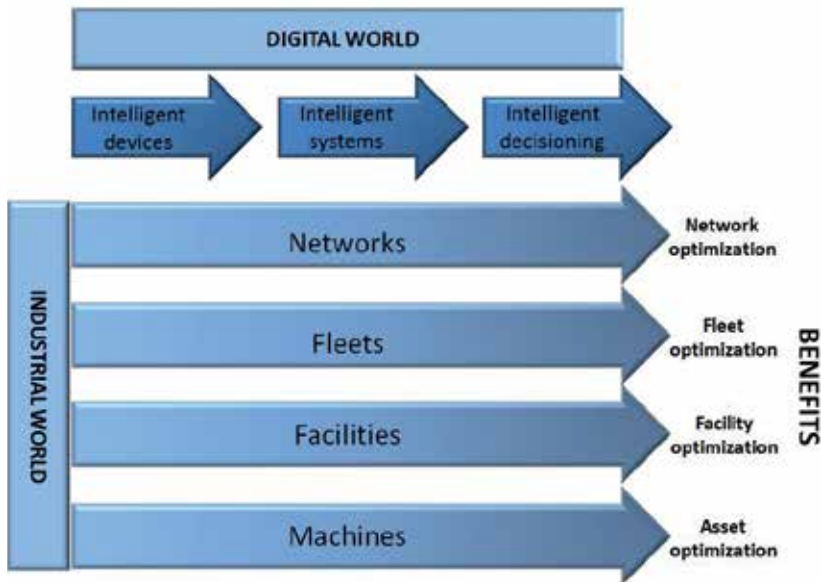
Pelastuspalvelun puolella on kehitetty ratkaisuja, joissa hätänumeroon soittaja voidaan paikantaa lähimmän wlan-tukiaseman avulla (TCS Cisco using Wi-Fi for 911 indoor geolocation, GPS Business News). Vastaavasti Hebrew University Jerusalemissa on ottanut käyttöön ratkaisun, jossa laboratoriohenkilöstön painaessa paniikinappulaa, RFID- ja videotek-

nologian yhdistelmänä henkilö voidaan paikantaa ja hänet saadaan näkyviin videokameran kuvaan (www.rfidjournal.com).

Tässä muutamia esimerkkejä käytännön toteutuksista esineiden internetin ja teollisen internetin alueella. Seuraavassa katsomme tarkemmin sovellusalueittain, millaisia toteutus-
esimerkkejä maailmalta löytyy.

Teollisen internetin toteutuksia sovellusalueittain

Teollisen internetin alueella on tunnistettu runsaasti potentiaalisia sovellusalueita. Kuvasa 10 on esimerkkinä GE:n tapa jäsentää teollisen internetin soveltamisalueita.



Kuva 10. Teollisen internetin sovellusalueita (GE 2012 pohjalta)

Kuten GE:n kaaviokuva osoittaa, soveltamisalueita löytyy runsaasti älykkäistä laitteista ja järjestelmistä aina älykkääseen päätöksentekoon asti. Kohteena voivat olla laitteet, tehtaat tai toimitilat, kuljetuskalusto ja –järjestelmät, tai vaikka esineiden, ihmisten tai yritysten verkostot.

Seuraavassa esimerkkejä teollisen internetin ja/tai esineiden internetin hyödyntämisestä sovellusalueittain:

- **Jätehuolto.** Säiliöiden varustaminen antureilla ja reittien optimointi jätesäiliöiden täyttöasteen mukaan auttoi Clevelandin kaupunkia säästämään 13 prosenttia käyttökustannuksissa ja eliminoimaan kymmenen jätereittiä. Cincinnatiassa asukasjätteen määrä pieneni 17 prosenttia ja kierrätysvolyymit nousivat 49 prosenttia, kun jätemaksut sidottiin jätteen määrään ("pay as you throw") ja jätelmiittien ylitäjille tuli sanktiot. ("The worlds top cities are in a race to a manage..", Business Insider)



- **Kotiautomaatio.** Kotien automaatio on nousemassa yhdeksi tärkeimmistä kilpailukentistä esineiden internetin alueella (What is internet of things, Telecom Circle). Google on ostanut useita yrityksiä tällä alueella, suurimpana (kauppahinta 3,2 miljardia dollaria) hankintana älykkäiden termostaattien ja savuhälyttimien toimittaja Nest, joka puolestaan on hankkinut mm. videovalvontajärjestelmiä kehittävän Dropcamin ("Why I am not in a hurry to a smart home", WSJ.com). Älykotien osalta varsinaista läpimurtosovellusta odotetaan edelleen, jotkut uskovat sellaisen löytyvän kodinturvallisuuden puolelta, toiset uskovat energiaa säästäviin ratkaisuihin, tai vaikka lasten ja lemmikkieläinten seurantaan.
- **Liikenne.** Merkittävää säästöpotentiaalia mm. ruuhkamaksujen, tietullien ja älykkään pysäköinnin alueella. Isona teemana myös itseohjautuvat ajoneuvot mm. Googlen pilottiprojektien pohjalta. Julkisen liikenteen puolella erilaisilla anturiteknologioilla voidaan parantaa asiakaspalvelua sijainti- ja saapumistietojen avulla. EU näkee, että uudet teknologiat ovat erittäin merkittävässä roolissa "liikenneketjujen yksinkertaistamisen, liikenteen laadun ja tehokkuuden parantamisen, älykkäiden liikennejärjestelmien kehittämisen tukemisen ja vihreiden liikennekäytävien edistämisen kannalta" (EU 15.6.2010).
- **Paikannus.** Esineiden tai henkilöiden paikannus (Real-Time Location Systems, RTLS). Lukemattomia erilaisia sovellutuksia ratapihoilta sairaaloihin ja myymälätiloihin, vanhusten liikkumisen seurannasta asekaluston paikannukseen kenttäolosuhteissa.

- **Sairaanhoito.** Eliniän pidentyessä kroonisten sairauksien määrä kasvaa, ihmisille sattuu enemmän onnettomuuksia, sairaalainfektiot tappavat entistä enemmän ihmisiä jne. Tällainen kehitys luo uusia paineita terveydenhuollolle ja sairaalajärjestelmälle. Tavoitteena on parantaa laitteiden käyttöä, vähentää odotusaikoja ja jätemääriä, vähentää manuaalisten virheiden määrää – ja samalla nostaa potilastyytyväisyyttä ja työn laatua ("better outcomes more efficiently", Didier/GE 20.5.2914). Anturi- ym. teknologian avulla potilaita voidaan valvoa tehokkaasti ja hienotunteisesti. Potilaiden etämonitoroinnin markkinoiden on arvioitu kasvavan lähes 20 miljardiin euroon vuoteen 2018 mennessä ("Remote patient monitoring to reach", TelecomTV)
- **Sähköverkko.** McKinseyn raportin mukaan älykäs sähköverkko, joka sopeutuu kuormitushuippujen mukaan, tuo 200 – 500 miljardin vuosisäästöt vuoteen 2025 mennessä ("The worlds top cities are in a race to a manage.", Business Insider).
- **Tilatieto.** Reaaliaikainen tieto laitteiden tilasta (Real-Time Status of Things – RTST) on merkittävä sovellusalue teollisen internetin näkökulmasta. Esimerkiksi etävalvonnan ja etähuollon kehittäminen pohjautuu tietoon siitä, missä tilassa laitteet ovat ja tarvitsevatko ne esimerkiksi ennakoivaa huoltoa.
- **Vesihuolto.** Vesihuollon infra on monissa maissa, kuten Suomessa, huonossa kunnossa ja edessä on merkittäviä investointeja vesijohtoverkoston. Lisäämällä älykkyyttä vesijohtoverkostoniinsa ovat monet kaupungit saavuttaneet merkittäviä säästöjä mm. vuotokohtien tehokkaamman havaitsemisen kautta. Esimerkiksi Peking, Doha ja Sao Paulo ovat vähentäneet vesivuotoja 40 – 50% laittamalla antureita pumppuihin ja muuhun vesi-infraan. Vesilaitokset säästävät miljardeja, jos ne pystyvät verkottuneiden antureiden avulla mittaamaan vesivarastojen määrää, vedenpainetta ja vuotoja.

Potentiaalisia sovellusalueita teollisen internetin ja esineiden internetin hyödyntämiselle on satoja. Tässä esiselvityksessä on pyritty tunnistamaan sellaisia sovellusalueita, jotka ovat mielenkiintoisia huoltovarmuuden näkökulmasta. Seuraavassa tarkastellaan lähemmin teollista internetiä tästä tulokulmasta.

Huoltovarmuuden painopistealueet ja teollinen internet

Edellä on käyty läpi yleisellä tasolla esineiden internetin ja teollisen internetin määritelmiä, ominaisuuksia ja soveltamisalueita. Seuraavassa linkitetään yhteen teollisen internetin trendit ja huoltovarmuuden näkökulma.



Kuva 11. Yhteiskunnan huoltovarmuuden kehittämisen painopistealueet (VNp 857 / 5.12.2013)

Kuvassa 11 on kuvattu yhteiskunnan huoltovarmuuden kehittämisen painopistealueita valtioneuvoston päätöksen pohjalta. Kun vertaillaan teollisen internetin vahvoja trendejä ja kiinnostavia sovellusalueita, nähdään helposti, että huoltovarmuuden kehittämisen ja teollisen internetin kehityksen välillä on paljon yhteisiä soveltamisalueita.

Taulukossa 5 on esitetty tarkempi analyysi siitä, miten huoltovarmuuden kehittämisen painopistealueet näkyvät tänä päivänä teollisen internetin tutkakuvasa, ja millaisia hankkeita huoltovarmuuden eri kehittämisalueilla on tunnistettu teollisen internetin puolella. Tämä alustava ”mäppäys” on vain suuntaa-antava.

Kriittisen infrastruktuurin turvaaminen	Näkyvyys teollisen internetin kartalla	Esimerkkihankkeita
Energian tuotanto-, siirto- ja jakelujärjestelmät	Keskisuuri/suuri	Energiatehokkuus, smart grid, kulutushuippujen hallinta
Tieto- ja viestintäjärjestelmät, -verkot ja -palvelut	Keskisuuri	Verkonhallinta, asset management, access control
Finanssialan palvelut	Keskisuuri	Lähinnä kuluttajapuolen hankkeita, lähimaksaminen (NFC) , yleisemmin digitalisoinnin puolen hankkeita
Liikenne ja logistiikka	Korkea	Älykäs liikenne, älykäs logistiikka, sähköautot, vähäpäästöiset ajoneuvot
Vesihuolto	Keskisuuri/suuri	Smart pipes, Smart water systems and meters, leak detection.
Infrastruktuurin rakentaminen ja kunnossapito	Keskisuuri	Infrastruktuurin kunnan seuranta (esim. sillat)
Jätehuolto	Suuri	Jätehuollon tehostaminen, kustannussäästöt, ekotehokkuus, tunnisteet jäteongelmana, tunnisteet mahdollistajina, kulutuksen ohjaaminen ("pay as you throw")
Kriittisen tuotannon ja palveluiden turvaaminen	Näkyvyys teollisen internetin kartalla	Esimerkkihankkeita
Elintarvikehuolto	Keskisuuri	Jäljitettävyyttä, alkuperämerkinnät, tuoteturvallisuus perinteisiä alueita
Terveystuolto ja peruspalvelut	Korkea	Yksi tärkeimmistä sovellusalueista teollisen internetin puolella
Teollisuus	Korkea	Tuotannon tehostaminen, ihmistyön vähentäminen huoltotoiminnoissa, robotiikka, 3D-tulostus, tulevaisuuden tehtaat (EU), materiaalitehokkuus, energiatehokkuus
Sotilaallista maanpuolustusta tukeva tuotanto ja palvelut	Pieni (ei julkisia)	Esineiden ja ihmisten paikannus (asset management), tilan seuranta (projektit ei julkisia)

Taulukko 5. Huoltovarmuuden kehittämisen painopistealueet ja teollinen internet

Kun katsotaan huoltovarmuuden uusia tehtäviä ja painotuksia (Kananen 27.5.2014), löytyy lisää yhtäläisyyksiä teollisen internetin kehityksen ja huoltovarmuuden välillä. Esimerkiksi keskinäisriippuvuuksien ja yhteistyön merkitys korostuvat teollisen internetin maailmassa, kun avoimuus lisääntyy – ”kaikki liittyy kaikkeen” ja häiriöt näkyvät laajasti. Myös kansainvälisen yhteistyön kehittämistarve on yhteinen tavoite sekä huoltovarmuuden että teollisen internetin kehittämisen kannalta.

Kuten edellä on käyty läpi, standardointi, kansainvälinen yhteistyö (ei vain EU:n piirissä, vaan myös globaalisti) sekä yritysten ja viranomaisten yhteistyö (vapaaehtoinen, ei vain virallisiin tutkimuksiin liittyvä) ovat kriittisiä tekijöitä teollisen internetin yleistymisen ja kyberturvallisuuden kannalta.

Taulukkoon 6 on koottu lisää **huoltovarmuuden uusia tehtäviä ja painotuksia** (VNp 857 / 5.12.2013) sekä tarkasteltu niitä teollisen internetin näkökulmasta.

Kriittisen infrastruktuurin varmistaminen	Teollisen internetin näkökulma
Kyberuhkiin varautuminen ja tarvittavan suojautumiskyvyn ylläpito.	Kyberturvallisuuteen liittyvät kysymykset ovat teollisen internetin ytimessä ja auttavat osaltaan varmistamaan kriittistä infrastruktuuria.
Kriittiset tietojärjestelmät ja tietovarannot varmistettava myös tilanteissa, joissa tietoliikenneyhteydet eivät ole käytössä.	Tämä tavoite on iso haaste teollisen internetin ja esineiden internetin aikana, koska data on kaiken ydin. Jos data ei liiku, niin miten silloin toimitaan? Tämä näkökulma pitää tuoda vaatimuksena mukaan teollisen internetin suunnittelu periaatteisiin.
Finanssialan palvelut nousevat painopistealueiksi.	Finanssipalvelut eivät nykyisellään ole teollisen internetin ytimessä. Toisaalta finanssipalvelut on lähtökohtaisesti aina suunniteltu kriittisiä tilanteita varten, joten jatkuvuuden varmistaminen on keskeinen suunnitteluperiaate jo nykyisellään. Tosin palveluestohyökkäykset suomalaispankkeihin tammikuussa 2015 osoittivat, että myös finanssialalla on merkittäviä uhkakuvia olemassa ("Kyberhyökkäys voi uhata yhteiskuntarauhaa", HS 4.1.2015).
Koko kuljetus- ja liikennejärjestelmän näkökulma (työssäkäyntiliikenteen turvaaminen) korostuu.	Tehokas ja toimiva liikenne on yksi teollisen internetin fokusalueista.
Jätehuolto erityistilanteissa turvataan.	Erityistilanteissa on erityisen tärkeää, että niukat resurssit käytetään optimaalisesti. Jätehuolto on yksi teollisen internetin/ esineiden internetin kannalta kiinnostava alue.

Taulukko 6. Kriittisen infrastruktuurin varmistaminen ja teollinen internet

Yhteenvedon voidaan todeta, että yhteiskunnan huoltovarmuuden kehittämisen tavoitteet ja teollisen internetin painopistealueet tukevat hyvin toisiaan.

Tutkimushankkeet Suomessa

Esineiden internetin (IoT), teollisen internetin ja kyberturvallisuuden alueella on runsaasti tutkimushankkeita käynnissä ja käynnistymässä. Esiselvityksen haastattelujen perusteella voi hyvin olla samoilla linjoilla Market-Vision markkinaselvityksen (2014) kanssa, että tämän alueen yhteistyöverkostot ovat varsin tutkimuspainotteisia. Keskeisiä toimijoita alueella ovat mm. VTT, Aalto-yliopisto, Helsingin yliopisto, Oulun yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Tekes, Digile, FIMECC ja Suomen Akatemia.

Kesäkuussa 2014 Suomen Akatemia ja Tekes myönsivät mittavan rahoituksen ICT 2023 -ohjelman tietoturvatutkimuksen hankkeisiin. Suomen Akatemian osuus oli noin 3,7 miljoonaa euroa, Tekes rahoittaa tutkimushankkeisiin liittyviä yritysten projekteja 2,3 miljoonalla eurolla. Hankkeet liittyivät mm. tieto- ja kyberturvallisuuden tilannetietoisuus -tutkimuksiin, ennakoiviin riskipohjaisiin kyberturvallisuusmalleihin ja pilvipalveluiden tietoturvaan.

Myös VTT panostaa vahvasti teollisen internetin ja kyberturvallisuuden tutkimukseen. Professori Heikki Ailiston mukaan teollisen internetin tulo on jo huomioitu FIMECC:n ja Digilen ohjelmissa. VTT panostaa neljän vuoden aikana yritysten ja yhteiskunnan teollisen internetin kyvykkyyksien ja kilpailukyvyn kehittämiseen 90 miljoonaan euron arvosta tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotyötä useissa projekteissa (Ailiston blogi, Tiek.fi). Tutkimustyötä tehdään Pro IoT -kärkihjelman puitteissa, jonka keskeiset tutkimusalueet ovat Global asset management ja Intelligent infrastructures (Ailisto 2014).

Tuoreimpana teollisen internetin tutkimushankkeena on käynnistynyt ”Suomalainen teollinen internet – haasteesta mahdollisuudeksi” -hanke, joka pyrkii käsittelemään teollista internetiä monipuolisesti teknologian, liiketoiminnan, kansantalouden ja yhteiskunnan näkökulmista. Hankkeen toteutuksesta vastaavat Aalto, ETLA ja VTT. Tutkimus valmistuu keväällä 2015.

VTT tekee myös vahvaa kyberturvallisuustutkimusta mm. KYBER-TEO-hankkeessa, jossa kehitetään ja jalkautetaan kyberturvallisuutta teollisuuteen. Hanke on jatkoa aiemmille tämän aihealueen hankkeille, kuten TITAN (”Tietoturva teollisuusautomaatioon”, 2008-2010), TEO-TT (”Teollisuuden tietoturvan kansallinen kehittäminen teematyöpajoissa”), COREQ-VE (”Yhteinen tietoturva vaatimuskanta teollisuudelle – Toimittajan hallinnan vaatimukset”, 2011-2012) ja COREQ-ACT (”Tietoturvan aktiiviset teollisuuscaset”).

Tutkimuspuoli näyttääkin olevan hyvässä vauhdissa Suomessa. Hankkeissa mukana olleet yritykset ovat antaneet hyvää palautetta hankkeista. Jatkossa olennaista on tulosten levittäminen ja hankkeiden skaalaus ylöspäin, jotta kattavuutta saadaan lisää. Myös tutkimushankkeissa tunnistettujen epäkohtien ja uhkien korjaustoimenpiteiden seurantaa on syytä kehittää, erityisesti kyberturvallisuuden puolella.

Johtopäätökset

Teollinen internet tulee – oletko valmis?

Teollinen internet on yksi kuumimmista puheenaiheista yritysmaailmassa tänä päivänä, mutta vaikka keskustelussa on paljon hypeäkin ja ennusteet teollisen internetin taloudellisista vaikutuksista ovat astronomisia, niin useimpien näkemysten mukaan ”murros ja iso mahdollisuus on tulossa” (Ailisto, 2014 TI2014). Teollinen internet ja sen taustalla laajempi esineiden internet (Internet of Things, IoT) ovat edelleen ”tulevaisuudenvisio teknologioista, jotka yhdessä voivat seuraavien 5 – 15 vuoden aikana merkittävästi muuttaa tapaa, jolla yhteiskunnat toimivat” (KOM 2009, 278).

Kuten viime vuosikymmenten aiemmat teknologiamurrokset ovat osoittaneet, ihmisillä on taipumus yliarvioida, mitä voidaan saada aikaan yhdessä vuodessa, ja toisaalta aliarvioida, mitä voidaan tehdä viidessä tai kymmenessä vuodessa (Licklider, 1965). Teollinen internet muuttaa isolla kädellä monia tuttuja asioita, mutta muutos vie oman aikansa. Tällä polulla on omat liiketoiminta-, teknologia-, tietoturva- ja lainsäädännölliset haasteensa, mutta todennäköisesti näihin löytyy ratkaisut joko perinteisellä telemaailman tyyliä tai hieman villimmällä internet-maailman tyyliä.

Se, että tiedämme pian reaaliajassa esineiden sijainnin lisäksi myös niiden lämpötilan, liikkeen, värähtelyn, kosteuden ja joukon muita suureita, avaa suunnattomasti uusia mahdollisuuksia. (Our Future: The Real-Time Status of Things, RFID Journal 1.6.2014). Edelläkävijäyritykset ovat jo nähneet teollisen internetin vaikutukset: perinteinen laitetalon GE on muuttumassa kovaa vauhtia ohjelmistotaloksi ja tämä kehitys on ollut yhtiölle merkittävä vallankumous (GE:n Deltort T&T:n seminaarissa, 20.5.2014). Kuten Outotecin toimitusjohtaja Pertti Korhonen on usein lainatussa kommentissaan todennut, ”teollinen internet ei ole mahdollisuus, se on pakko”.

Suosituksia Huoltovarmuuskeskukselle teollisen internetin osalta

Tämän esiselvitystyön alkuvaiheessa näytti jo hetken siltä, että teollinen internet on huoltovarmuuden näkökulmasta hoidossa: erilaisia tutkimushankkeita oli paljon käynnissä ja osassa HVK oli jo mukana rahoittajan roolissa, työpajoja oli pidetty yritysten kanssa ja kyberturvallisuuden puolella oli maahan saatu uusia toimijoita ja työryhmiä. Haastatteluiden ja lukuisten seminaarien myötä tämä kuva alkoi kuitenkin muuttua.

Näytti siltä, että asioita pohti rinnakkain ja toisistaan tietämättä useita eri ryhmiä. Perinteisen ICT-maailman toimijat, tietoturvayhtiöt, teollisuusautomaation toimittajat ja huoltovarmuusväki näyttivät ulkopuolisen katsojan silmin siiloutuneilta ryhmitä. Huoltovarmuuskeskus esiselvityksen toimeksiantajana osoittautui erinomaiseksi viitekehyykseksi kartoittaa teollisen internetin tilaa ja kehitysnäkymiä Suomessa: Huoltovarmuuskeskus on neutraali toimija, jonka kanssa kaikki voivat huolettaa keskustella ja jakaa näkemyksiään. Huoltovarmuus on asiana yhteinen hyvä, varsinkin jos sen sivussa syntyy hyödyllisiä asioita myös oman yrityksen tai organisaation kannalta.

Seuraavassa käydään läpi esiselvityksen perusteella tunnistettuja alueita, joilla Huoltovarmuuskeskuksella voisi olla merkittävä rooli kansallisen tason neutraalina toimijana:

- Teollinen internet voisi olla Huoltovarmuuskeskuksen sisällä samanlainen **vertikaalihanke** kuin kyberturvallisuus tänä päivänä.
- Huoltovarmuuskeskus voisi neutraalina toimijana tarjota **fokusoituja ja tuloshakuisia foorumeita**, joilla eri toimijat voisivat yhdessä ideoida teollisen internetin mahdollisuuksien hyödyntämistä huoltovarmuuden parantamiseksi ja oman toimintansa kehittämiseksi.
- HVK voisi isännöidä eri teemoihin keskittyvä **työpajoja** sekä tarjota puitteet pooliyritysten ja muiden toimijoiden yhteisille **pilottihankkeille**, joissa teollisen internetin hyödyntämistä kokeiltaisiin käytännön tasolla.
- Kuten aiemmin tässä raportissa on todettu, Suomessa on käynnissä paljon erilaisia tutkimus- ja yrityshankkeita teollisen internetin alueella, mutta toiminta on hyvin siiloutunutta ja eri alueiden (tietoturva, huoltovarmuus, teollisuusautomaatio) asiantuntijat ja päättävät tapaavat lähinnä omien alueidensa ihmisiä, puhuvat eri kieltä ja liikkuvat eri paikoissa. Huoltovarmuuskeskus voisi **purkaa siloja** ja tuoda eri alueiden tuntijoita yhteen.
- Teollisen internetin haasteet ja tavoitteet ovat hyvin lähellä huoltovarmuuden uusia tehtäviä ja painotuksia (Kananen 27.5.2014) **keskinäisriippuvuuksien ja yhteistyön merkityksen korostuessa** niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Mikäli teknologiaskenaariot toteutuvat ennustusten mukaisesti, ei huoltovarmuutta voi miettiä ottamatta huomioon teollisen internetin vaikutuksia ja haasteita.
- Huoltovarmuus-näkökulma teolliseen internetiin pitää nostaa **osaksi kokonaisturvallisuutta**, ei vain kyberturvallisuuden näkökulmasta, vaan myös laajemmin.
- Kyberturvallisuus nähdään helposti tärkeimpänä – ja ehkä myös ainoana – huoltovarmuuden näkökulmana teolliseen internetiin. Tämä on liian suppea näkökulma: eihän ICT:n vaikutuksia mietitä vain tietoturvan näkökulmasta. Teollinen internet on **liian tärkeä asia jätettäväksi vain kyberturvallisuusihmisten murheeksi**.
- Huoltovarmuuskeskus voi omalta osaltaan edistää esimerkiksi tutkimushankkeissa tunnistettujen tietoturva-aukkojen korjaamista ja kattavan tilannekuvan ylläpitämistä yhdessä alan muiden toimijoiden (esim. Kyberturvallisuuskeskus) kanssa. Kotimaisten toimijoiden lisäksi yhteistyön merkitys yritysmaailman ja kansainvälisten toimijoiden kanssa korostuu, kun teollisen internetin synnyttämästä **massiivisesta tietomäärästä** pitää **analysoinnin** kautta tunnistaa huoltovarmuuden kannalta tärkeitä **signaaleja ja trendejä**.
- Huoltovarmuuskeskus voisi ottaa vahvan roolin **teollisen internetin kansallisen strategian** luomisessa (vrt. Ruotsin kansallinen IoT-strategia) yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa (esim. TEM, LVM, Teknologiateollisuus, Tekes, Turvallisuuskomitea, Tieke).
- Edistämällä omalta osaltaan teollisen internetin leviämistä Suomessa, Huoltovarmuuskeskus voi auttaa säilyttämään **strategista osaamista** tärkeillä toimialoilla, kuten elektroniikka-ala, tietoturva-ala ja analytiikkaosaaminen. Useissa haastattelussa ja muissa lähteissä on korostettu, että **teollinen internet** voi olla **suuri mahdollisuus Suomelle** – pitää vain löytää hankkeita, jotka ovat hyväksi huoltovarmuudelle ja suomalaiselle elinkeinoelämälle.

LÄHDELUETTELO

- *Here's Why 'The Internet Of Things' Will Be Huge, And Drive Tremendous Value For People And Businesses.* **Business Insider** 6.2.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.businessinsider.com/growth-in-the-internet-of-things-market-2014-1#ixzz360dXnovR>
- Cisco Puts a Huge Value on the 'Internet of Everything'. **CIO.com** 19.2.2013. Viitattu 19.6.2014. Saatavilla verkossa os. http://www.cio.com/article/729048/Cisco_Puts_a_Huge_Value_on_the_39_Internet_of_Everything_39_
- DIGILE Cyber Trust -ohjelma valmisteille – kutsu yrityksille! **Digile** 16.6.2014. Viitattu 25.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.digile.fi/article/319>
- Disruptive technologies: Advances that will transfor life, business and the global economy. **McKinsey Global Institute**. May 2013.
- Esineiden internet. Euroopan parlamentin päätöslauselma 15. kesäkuuta 2010 esineiden internetistä. P7_TA(2010) 0207.
- *Esineiden internet – Toimintasuunnitelma Euroopalle.* Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. Bryssel 18.6.2009, KOM(2009) 278 lopullinen.
- *Erikoinen 4G-verkko Suomeen: Rakentaja löytyi Kiinasta.* **ITviikko** 27.6.2014. Viitattu 29.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.itviikko.fi/uutiset/2014/06/27/erikoinen-4g-verkko-suomeen-rakentaja-loytyi-kiinasta/20149052/7>
- *EU to Boost RFID Use & Privacy.* EE Times, Pablo Valerio 20.8.2014. Luettu 16.11.2014. Saatavilla: http://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1323595
- Evans, P.C. & Annunziata, M. (2012). Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. GE, November 26, 2012. Viitattu 4.1.2015. Saatavilla verkossa os. http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf
- *Finnish Industrial Internet Forum – Technology growth paths for Finnish companies.* Tekes 2.9.2014.
- *Gartner (2014). Press Release, August 11, 2014. Gartner's 2014 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps the Journey to Digital Business.* Viitattu 4.1.2015. Saatavilla verkossa os. <http://www.gartner.com/newsroom/id/2819918>
- "GE:n Deltort T&T:n seminaarissa: "Teollisen internetin arvo asiakkaillemme on huima". **Tekniikka&Talous** 20.5.2014. Viitattu 30.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.tekniikkatalous.fi/ict/gen+deltort+tamptn+seminaarissa+quotteollisen+internetin+arvo+asiakkaillemme+on+huimaquot/a988842>
- *Goldman Projects "Internet of Things" To Become Biggest Mega Trend Yet.* **ValueWalk** 26.6.2014. Viitattu 27.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.valuewalk.com/2014/06/internet-of-things-to-become-biggest-mega-trend-yet/>
- *Google's Nest to buy Dropcam for \$555 million: report.* **Reuters** 22.6.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.reuters.com/article/2014/06/22/us-google-nest-dropcam-idUSKBN0EW02820140622>

- *Global NFC Chips Market 2014-2018*. MarketWatch, **The Wall Street Journal** 13.5.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.marketwatch.com/story/global-nfc-chips-market-2014-2018-2014-05-13>
- *Hebrew University's Nanotech Lab Tracks Researcher Locations, Emergencies*. Julkaisu 30.5.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. http://www.rfidjournal.com/articles/view?11823&utm_medium=email&utm_source=rfid+journal&utm_campaign=4223864_ManufacturingNewsletter_06-03-14&dm_i=1JOI,2IJ5K,9AON-BP,95T87,1#sthash.vVYHP5yw.dpuf
- *How 'The Internet Of Things' Will Power The World's Cities*. **Business Insider** 11.3.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.businessinsider.com/the-worlds-top-cities-are-in-a-race-to-manage-traffic-water-electricity-and-parking-over-the-internet-2014-3#ixzz35XhI54An>
- *Industrial Internet – What it means for GE and the opportunities for global healthcare*. Didier Deltort, Healthcare Global Monitoring Solutions –liiketoiminnan johtaja & President of GE Healthcare in Finland. Keynote-esitys. Teollinen Internet 2014 –seminaari, Helsinki.
- *Internet Of Things ja teollinen internet Suomessa Markkina- ja tilannekatsaus 2014*. **Market-Visio Oy**. Toukokuu 2014.
- *Is Ford Motor's Amazing Turnaround Due to 3D Printing?* Luettu 23.6.2014. Saatavilla: <http://3dprintingindustry.com/2014/06/06/ford-motors-amazing-turnaround-due-3d-printing/>
- "Kyberhyökkäys voi uhata yhteiskuntarauhaa". **Helsingin Sanomat**, 4.1.2015, s.A11.
- *Kyberturvallisuuden standardisoinnilla tehdään turvallista Eurooppaa*. **Suomen Standardoimisliitto SFS ry** 22.5.2014. Saatavilla verkossa os. http://www.sfs.fi/standardien_laadinta/sfs_n_tekniset_komiteat_ja_seurantaryhmat/it-standardisointi/it_-_ajankohtaista/kyberturvallisuuden_standardisoinnilla_tehdaan_turvallista_eurooppaa.2225.news
- *Kyberturvallisuusstrategian seuranta ja jatkokehittäminen*. Viitattu 25.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.turvallisuuskomitea.fi/index.php/fi/20-ajankohtaista/65-kyberturvallisuusstrategian-seuranta-ja-jatkokehittaminen>,
- Licklider, J. (1965). *Libraries of the Future*. **MIT Press**.
- Lundmark, P. (2013). *Teollisuuden uudistuminen on suuri mahdollisuus*. Toimitusjohtajablogi 15.8.2013, **Teknologiateollisuus ry**. Viitattu 27.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/uutishuone/blog/2013-8/teollisuuden-uudistuminen-on-suuri-mahdollisuus>
- **Mines, C. & Pelino, M.** (October 31, 2013). *Mapping the Connected World. Software control of physical world will change your business*. Forrester, October 31, 2013.
- Ministeriöiden kyberturvallisuustehtävät. **Turvallisuuskomitea**, 10.2.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.turvallisuuskomitea.fi/index.php/fi/materiaalia/julkaisut/kyberturvallisuusstrategia>

- *Nearly 9 Billion Wireless Connectivity Chipsets to Ship During 2019 Alone, Says ABI Research.* **Market Watch** 22.5.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.marketwatch.com/story/nearly-9-billion-wireless-connectivity-chipsets-to-ship-during-2019-alone-says-abi-research-2014-05-22>
- *NFC-enabled cell phones to hit 416 million shipments – report.* **www.cnet.com** 12.2.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.cnet.com/news/nfc-enabled-cell-phones-to-hit-416-million-shipments-report/>
- *Nokia Capital Markets Day 2014.* **Nokia** 14.11.2014. Viitattu 17.11.2014. Saatavilla verkossa os. <http://company.nokia.com/en/news/press-releases/2014/11/14/nokia-capital-markets-day-2014>
- *Our Future: The Real-Time Status of Things.* **RFID Journal**. Julkaistu 1.6.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. http://www.rfidjournal.com/articles/view?11829&utm_medium=email&utm_source=rfid+journal&utm_campaign=4223864_Manufacturing-Newsletter_06-03-14&dm_i=1JOI,2IJ5K,9AONBP,95T87,1
- *Remote patient monitoring revenues to reach €19.4 billion by 2018.* **TelecomTV** 28.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.telecomtv.com/articles/m2m/remote-patient-monitoring-revenues-to-reach-19-4-billion-by-2018-11485/>
- *Retailers are disabling NFC readers to shut out Apple Pay.* **The Verge** 25.10.2014. Viitattu 16.11.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.theverge.com/2014/10/25/7069863/retailers-are-disabling-nfc-readers-to-shut-out-apple-pay>
- *RFID Makes Internet of Things Come to Life.* **Machine Design**. Julkaistu 15.5.2014. Viitattu 16.11.2014. Saatavilla verkossa os. <http://machinedesign.com/temperature-sensors/rfid-makes-internet-things-come-life>
- *RFID tietoutta, Casepankki.* **RFID Lab Finland ry**, <http://www.rfidlab.fi/et%C3%A4tunnistustekniikka-onnistuneesti-liiketoiminnan-tehostajana-suomessa>
- *Standardi lupaa tuoda järjestyksen esineiden internetiin.* **Tivi** 29.1.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.tivi.fi/uutisia/standardi+lupaa+tuoda+jarjestyksen+esineiden+internetiin/a963575>
- *Suomen Akatemialta ja Tekesiltä mittava rahoitus ICT 2023 -ohjelman tietoturvatutkimuksen hankkeisiin.* **Suomen Akatemia** 12.06.14. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.aka.fi/fi/A/Suomen-Akatemia/Mediapalvelut/Tiedotteet1/Suomen-Akatemialta-ja-Tekesilta-mittava-rahoitus-ICT-2023--ohjelman-tietoturvatutkimuksen-hankkeisiin/>
- *Suomen kyberturvallisuusstrategia.* **Valtioneuvoston periaatepäätös** 24.1.2013. Saatavilla verkossa os. <http://www.yhteiskunnanturvallisuus.fi/fi/materiaalit>
- *Taajuusmuuttajan älykkyys parantaa pumppauksen energiatehokkuutta.* **Cleen Ltd.** 4.6.2014. Viitattu 23.6.2014. Saatavilla verkossa os. http://www.slideshare.net/CLEEN_Ltd/taajuusmuuttajan-lykkyys-parantaa-pumppauksen-energiatehokkuus
- *TCS, Cisco Using Wi-Fi for 9-1-1 Indoor Geolocation.* **GPSbusinessnews.com**. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. http://www.gpsbusinessnews.com/TCS-Cisco-Using-Wi-Fi-for-9-1-1-Indoor-Geolocation_a4908.html

- Vesa, J. (2014). Teollinen internet on johtamisen kriisi. **Tekniikka&Talous** 6.6.2014.
- *Teollinen internet – Suomen uusi sampo*. **Ailisto, H.** (2014). Blogikirjoitus. Saatavilla verkossa os. <http://www.tieke.fi/pages/viewpage.action?pageId=33685609>
- *Teollisen yrityksen digitalisoitumisen käsikirja*. **Teknologioteollisuus** (2014).
- *Teollisuus osana elinvoimaista elinkeinorakennetta – Teollisuuden globaalit trendit, Suomen teollisuuden tilanne ja uudistuvan suomalaisen teollisuuden askelmerkit*. **Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja**. Innovaatio 20/2014.
- *The Internet of Everything: 2014 [SLIDE DECK]*. **Business Insider**. Viitattu 29.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.businessinsider.com/the-internet-of-everything-2014-slide-deck-sai-2014-2>
- Viitasaari, J. (2014). *Teollisen internetin tilannekuva*. **IloT-seminaari** 16.6.2014, Mikkelin. Saatavilla verkossa os. <http://www.slideshare.net/KimmoHaaapea/teollinen-internet-mikkeli-16-6-2014-jv>
- What is Internet of Things? Telecomcircle.com. Julkaistu 26.5.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.telecomcircle.com/2014/05/what-is-internet-of-things/>
- *What Is the Internet of Things?* **RFID Journal**. Julkaistu 27.5.2014. Viitattu 24.6.2014. Saatavilla verkossa os. http://www.rfidjournal.com/articles/view?11813&utm_medium=email&utm_source=rfid+journal&utm_campaign=4223864_Manufacturing-Newsletter_06-03-14&dm_i=1JOI,2IJ5K,9AONBP,95T87,1
- *What is Boston Dynamics and why does Google want robots?* **The Guardian**. Julkaistu 17.12.2013. Viitattu 25.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.theguardian.com/technology/2013/dec/17/google-boston-dynamics-robots-atlas-bigdog-cheetah>
- *What the Internet of Things Will Mean for CIOs*. **www.cio.com**. Julkaistu 3.2.2014. Saatavilla verkossa os. http://www.cio.com/article/747634/What_the_Internet_of_Things_Will_Mean_for_CIOs
- *Yhteiskunnan turvallisuusstrategia*. Valtioneuvoston periaatepäätös 16.12.2010. **Puolustusministeriö**. Vammalan kirjapaino, 2011. ISBN: 978-951-25-2170-8 pdf. yts_2010_fi_nettiin.pdf. Luettu 29.6.2014. Saatavilla verkossa os. <http://www.yhteiskunnanturvallisuus.fi/fi/materiaalit>.

LIITE 1.

HAASTATTELUT

- Heikki Seppä, VTT (14.4.)
- Christian Fjäder, HVK (22.4.)
- Kari Pekkala, Elektroniikkapooli (24.4.)
- Jukka Manner, Aalto (15.5.)
- Heikki Ailisto, VTT (7.5.)
- Pasi Ahonen, VTT (19.5.)
- Kari Wirman, Ficora (8.5.)
- Pekka Pokela, Mari Hjelt, Gaia (6.5., 2.6.)
- Reijo Mäihäniemi (22.5.)
- Reijo Svento, Ficom (6.6.)
- FISC-johtoryhmä (23.5. Tallinnassa)
- Tuomo Haukkovaara, Timo Koskinen / IBM (12.6.) ,
- Reijo Savola, VTT Cyber and Information Security (13.6.)
- Sasu Tarkola , HY / MATINE (9.6.)

SEMINAARIT JA TYÖPAJAT

- Smart Apps in Industry –työpaja 12.5.
- SHOK Summit 14.5.
- Teollinen internet 2014 –seminaari 20.5. (mukana mm. Cargotec, TeliaSonera, Outotec, KONE, Metso Automation, Konecranes).
- FISC:n johtoryhmän vierailu Virossa 23.5. RIA:n ja ECCE:n luona
- Huoltovarmuusseminaari 27.5. (HVK)
- Teollinen internet Suomessa -tutkimuksen julkistus 4.6. (Teknologiaateollisuus)
- Tietoturvasta kyberturvallisuuteen 6.6. –seminaari (HVK).

LIITE 2.

Etätunnistustekniikka onnistuneesti liiketoiminnan tehostajana Suomessa
Alla Suomen etätunnistusalan toimijoiden tekemiä RFID-toteutuksia ja -projekteja.

ABB – lähtevän tavaran hallinta RFID:n avulla
ABB – lähtevän tavaran hallinta RFID:n avulla (2)
ABB – materiaalin vastaanotto RFID:n avulla
Assistor – autojen maahantuonnin logistiikka
Assistor – autojen maahantuonnin logistiikka (2)
Comforta – rullakoiden seuranta
Eazybreak – mobiiliseteli lounaiden ja liikunta- sekä kulttuuritapahtumien maksamiseen
Encore Ympäristöpalvelu Oy – keräysastioiden seuranta ja hallinta
Encore Ympäristöpalvelu Oy – prosessien optimointi luottamuksellisen asiakirjamateriaalin tuhoamispalveluissa
Etra – RFID-pohjainen täydennystilauspalvelu
Fazer Makeiset Oy – NFC-pohjainen työmatkaraportointi
Fenestra – RFID-pohjainen tuotannonohjausjärjestelmä ikkunavalmistukseen
Ferrometal Oy – RFID-pohjainen täydennystilausjärjestelmä
Finnpark Tekniikka Oy – ajoneuvojen automaattinen tunnistus pysäköintilaitoksissa
HY / Metla – RFID-pohjainen puiden tunnistus metsäntutkimuksessa
Honkarakenne – RFID-tunnistus hirsitalojen tuotannossa (2)
Kauhajoen kirjasto – Suomen ensimmäinen RFID-tunnistusta käyttävä kirjasto
Kone – älykäs ja opastava hissikortti RFID-tekniikan avulla
Pankki pääkaupunkiseudulla – langaton kulunvalvontajärjestelmä pankkiin
Lassila & Tikanoja – RFID palautuspullojen logistiikassa ja pullosäiliöiden hallinnassa
Martela – kalusteiden hallinta ja inventointi asiakaskohteissa RFID:n avulla
Martela – kalusteiden hallinta ja inventointi asiakaskohteissa RFID:n avulla (2)
Marttiini Oy – NFC-pohjainen työajanseurantajärjestelmä
Metsä Fibre – RFID-pohjainen sellutuotteiden tunnistus tilaus-toimitusketjussa
Metso Paper – automaattinen paperikoneiden varaosien täydennystilausjärjestelmä
NP Collection – tilaus-toimitusketjun ja ostokokemuksen parantaminen RFID:n avulla
NP Collection – tilaus-toimitusketjun ja ostokokemuksen parantaminen RFID:n avulla (2)
Nappula-projekti – NFC-tekniikka lisäämässä päiväkotien tehokkuutta ja turvallisuutta
Nokia – materiaalivirtojen hallinta RFID:n avulla
Oulun kaupunki – laaja-alainen RFID-pohjainen kulunvalvontajärjestelmä
Oy Rekrum Ab – langattomat NFC-työpäätteet rakennustyömailla
PeopleNearMe – RFID-tekniikan käyttö sosiaalisen kanssakäymisen työkaluna
Perussuomalaiset – sähköinen NFC-pohjainen äänestysjärjestelmä
Plandent – RFID-pohjainen hammaslääkäritarvikkeiden täydennystilausjärjestelmä
Oulun kaupunki – Selvityshanke: RFID-tekniikan hyödyntämismahdollisuudet luonnonvara- ja ympäristöalalla
Raahen Rakennuskolmio – sähköinen kulunseuranta rakennustyömailla

RJ-Kuntoiluseteli Oy – mobiili liikuntaseteli
S-ryhmä – iltaravintoloiden RFID-pohjainen kanta-asiakaskortti
SPAGU – Kulkureittien opastus sisätiloissa RFID-tekniikan avulla
STX Europe – RFID-pohjainen kulunseuranta laivatelakalla
Salpomec – esittelyjärjestelmä RFID-tunnistuksen hyödyistä vaatealalla
Sandvik – tilatun materiaalin seuranta asiakkailta RFID:n avulla
Savon koulutuskuntayhtymä – RFID-Tekniikan soveltaminen tuotantoteollisuudessa
SRV RAKENNUS – mobiili toiminnanohjausjärjestelmä
Stockholm Diskotek – RFID-pohjainen kanta-asiakaskortti
Stormossen – asiakkaiden tunnistusjärjestelmä jäteasemille
Sukkamestarit Oy – RFID-tunnistus sukkatuotannon eri vaiheissa
Sukkamestarit Oy – RFID-tunnistus sukkatuotannon eri vaiheissa (2)
Takamäki Yhtiöt – langattomat NFC-työpäätteet rakennustyömailla
Tampereen joukkoliikenne – ajantasaiset pysäkkiaikataulut NFC-tekniikan avulla
Team 226 – ajanotto urheilutapahtumissa RFID:n avulla
Technical Trade RFID/EPC Project – RFID-tunnistuksen hyödyt teknisessä tukkukaupassa
Technical Trade RFID/EPC Project – RFID-tunnistuksen hyödyt teknisessä tukkukaupassa (2)
Tiehallinto – autojen tunnistus autolauttaliikenteessä
Tiehallinto – autojen tunnistus autolauttaliikenteessä (2)
Turun yliopisto – mobiili järjestelmä oppimisen seurantaan
Turun yliopistollinen keskussairaala – autoklaavin kestävä tunnistusratkaisu sairaalan vä-
linehuollolle
Valio – RFID juustonvalmistuksessa
Valio – RFID-pohjainen rullakoiden ja alusvaunujen seuranta
Valmet Automotive – RFID-tunnistus autojen valmistuksessa
Valtion talous- ja henkilöstöhallinnon palvelukeskus – RFID-pohjainen työajanseurantajär-
jestelmä kosketusnäyttöpaneelin
Valtra Oy – RFID-pohjainen pientarvikkeiden täydennystilausjärjestelmä
Valtra Oy – RFID-pohjainen materiaalinseuranta- ja tilausjärjestelmä
VR / VR Transpoint – junakaluston RFID-pohjainen tunnistus ja käyttö varikkotoiminnoissa
VR / Liikennevirasto – vaunujen ja junien tunnistus vikatunnistuspisteissä RFID:n avulla
VR / Stora Enso – automaattinen puulastien mittauksen rekisteröinti RFID:n avulla
Vaasan ammattikorkeakoulu – järjestelmä todistusten aitouden toteamiseen
Vaasan kaupunki – mobiili toiminnanohjausjärjestelmä kotihoitoon
Würth Oy – automatisoitu keräilyjärjestelmä RFID:n avulla
World Design Capital (WDC) Helsinki 2012 – NFC helpottamassa mobiilisovellusten lataa-
mista



HUOLTOVARMUUSKESKUS
FÖRSÖRJNINGSBEREDSKAPSCENTRALEN
NATIONAL EMERGENCY SUPPLY AGENCY