

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LUT School of Energy Systems

LUT Kone

BK10A0402 Kandidaatintyö

TEOLLINEN INTERNET HITSAUSTUOTANNOSSA

INDUSTRIAL INTERNET IN WELDING PRODUCTION

Lappeenrannassa 13.6.2018

Vesa Tepponen

Tarkastaja: Prof. Harri Eskelinen

Ohjaaja: Prof. Harri Eskelinen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Energy Systems
LUT Kone

Vesa Tepponen

Teollinen internet hitsaustuotannossa

Kandidaatintyö

2018

39 sivua, 9 kuvaa, 1 taulukko ja 1 liite

Tarkastaja: Prof. Harri Eskelinen

Ohjaaja: Prof. Harri Eskelinen

Hakusanat: Teollinen internet, asioiden internet, hitsaustuotanto, sovellus, digitalisaatio

Tämä tutkimus käsittelee teollisen internetin nykytilaa, sekä sen teknologisia ja yritystoiminallisia pääpiirteitä, haasteita ja mahdollisuuksia teollisuusyrityksissä. Tarkemmin tutkitaan teollisen internetin käyttöä hitsaustuotannossa, ja perehdytään valmiiksi saatettuihin kaupallisiin digitaalisiin sovelluksiin ja niiden ominaisuuksiin.

Työ on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, jonka lähteet perustuvat teollista internetiä käsitteleviin tutkimuksiin ja artikkeleihin, sekä hitsaustuotannon laitevalmistajien julkaisemiin esitteisiin ja ohjekirjoihin.

Kuluttajanpuolen IoT on luonut teollisuusyrityksille tarpeita kehittää omia verkkoon kytkettyjen laitteiden ja palveluiden verkostoa hyödyntäviä sovelluksia. Teollisen internetin sovellukset mahdollistavat teollisuusprosessista kerättävän datan tehokkaamman hyödyntämisen osana koko tuotantoa ja liiketoimintaa. Hitsaavan teollisuuden suurimmat toimijat ovat tuoneet markkinoille teollista internetiä hyödyntäviä sovelluksia, jotka keskittyvät hitsauksen seurannan, hallinnan, dokumentoinnin ja ennakoitavuuden parantamiseen. Sovelluksia vertailemalla huomattiin, että standardoidun teknologiajärjestelmän puute luo haasteita etenkin käyttöönottoon, ja vaatii asiantuntemuksen laajentamista hitsaustuotannosta informaatioteknologiaan.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Energy Systems
LUT Mechanical Engineering

Vesa Tepponen

Industrial internet in welding production

Bachelor's thesis

2018

39 pages, 9 figures, 1 table and 1 appendix

Inspector: Prof. Harri Eskelinen

Instructor: Prof. Harri Eskelinen

Keywords: Industrial internet, internet of things, welding production, application, digitalization

This study deals with the current state of industrial internet, as well as its technological and business features, challenges and opportunities in industrial companies. More specifically, the research will focus on the use of industrial internet in welding production and will share information of the commercial digital applications and their features.

The work has been carried out as a literature review based on research and articles on industrial internet and brochures and manuals published by welding production equipment manufacturers.

The consumer side of the IoT has created industrial companies needs to develop their own applications that utilize network of connected devices and services. Industrial internet applications enable more efficient utilization of data collected from the industrial process to enhance the entire production and business. The biggest companies in the welding industry have launched IIoT applications focusing on tracking, management, documentation and predictability of welding. Comparing applications, it was recognized that the lack of a standardized technology system poses challenges especially for the deployment purposes and calls for expertise to be extended from welding to information technology.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENTEET JA KÄSITTEET	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta.....	7
1.2 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset	7
1.3 Työn rajaukset.....	8
1.4 Työn menetelmät ja rakenne	8
2 TEOLLISEN INTERNETIN PÄÄPIIRTEET	9
2.1 TI:n tausta	9
2.2 Teollisen Internetin soveltaminen teollisuusyrityksessä.....	10
2.3 Palveluliiketoiminnan kehitys.....	11
2.4 Teknologiainfrastruktuuri	12
2.4.1 Sensorit	14
2.4.2 Tietoliikenne.....	14
2.4.3 Tietovarasto ja pilvi	15
2.4.4 Analytiikka	17
2.4.5 Sovellus ja digitaalinen palvelu	18
2.5 Teollisen Internetin haasteet	19
3 HITAUSTUOTANNON SOVELLUSALAT	21
3.1 Käytetyimmät hitsausmenetelmät	21
3.2 Hitsauksen laadunvarmistus ja dokumentointi	21
4 HITAUSTUOTANNON SOVELLUKSIA	23

4.1	Kemppi WeldEye.....	23
4.2	Esab WeldCloud	24
4.3	Fronius WeldCube ja WeldConnect	25
4.4	EWM Xnet.....	26
4.5	Lincoln Electric Checkpoint	27
4.6	Hitsausrobottien teollinen internet.....	28
4.6.1	ABB Ability Connected Services	28
4.6.2	Genesis Systems IntelligenceCenter.....	29
4.7	Hitsaustuotannon TI-sovellusten ominaisuuksien vertailu	29
5	POHDINTA	33
5.1	Vertailu ja yhtymäkohdat aiempaan tutkimukseen.....	33
5.2	Tutkimuksen luotettavuustarkastelut	33
5.3	Avaintulokset	33
5.4	Tulosten uutuusarvo.....	34
5.5	Tulosten yleistettävyys ja hyödynnettävyys	34
5.6	Jatkotutkimusaiheet	34
6	YHTEENVETO	36
7	LÄHTEET	37
	LIITTEET	

LIITE 1: Kaupallisia oheislaitteita IIoT-robottihitsauksen tueksi

LYHENTEET JA KÄSITTEET

API	Application Programming Interface. Ohjelmointirajapinta
CBD	Cloud Based Design. Pilvipohjainen suunnittelu
CBM	Cloud Based Manufacture. Pilvipohjainen valmistus
Edge Computing	Lähilaskenta
IIoT	Industrial Internet of Things. Teollinen Internet
IoT	Internet of Things. Asioiden Internet
LAN/WLAN	Local Area Network/Wireless LAN. Lähiverkko
NoSQL	Not only Structured Query Language.
PAN/WPAN	Personal Area Network/Wireless PAN. Likiverkko
pWPS	Preliminary Weld Procedure Specification. Esihitsausohje
RFID	Radio Frequency Identification. Radiotaajuinen etätunnistus
SQL	Structured Query Language.
TI	Teollinen Internet
WAN/WWAN	Wide Area Network/Wireless WAN. Laajaverkko
WPQR	Welding Procedure Qualification Record. Menetelmäkoe pöytäkirja
WPS	Welding Procedure Specification. Hitsausohje

1 JOHDANTO

Esineiden Internet eli Internet of Things -teknologian (IoT) nopea laajentuminen päivittäisten tuotteiden ja palveluiden osaksi on saanut teollisuusyritykset heräämään kyseisen teknologian potentiaaliin hyötyihin. Teollinen internet (TI, Industrial Internet of Things (IIoT)) on teollisuusyritysten malli toteuttaa ja sulauttaa IoT osaksi yrityksen omaa tuotantoa. Lähtökohdiana on hyödyntää yhteiskuntaa koskevaa digitalisaatiota, eli verkkoon kytkettyjen laitteiden ja palveluiden verkostoa, ja luoda yrityksen tuotantoon tai palveluihin sovelluskohde.

Monet hitsaustuotannon yritykset ovat ottaneet viime vuosina askeleita sulauttaakseen TI:n osaksi jo olemassa olevaa tuotantoa tai luodakseen kokonaan uusia toimintoja ja palveluita toimintaansa. Tavoitteena on luoda yritykselle ja asiakkaalle lisäarvoa, sekä pyrkiä pysymään internetin ja teknologian kehityksen mukana TI:n luomien mahdollisuuksien avulla.

Kasvu ja kilpailukyky edistäminen ovat ajavia tekijöitä maailmanlaajuisesti. Monet alan suurimmat toimijat, kuten Kemppi ja Esab, ovat jo tuoneet omia sovelluksiaan hitsaustuotantoon muun muassa monitorointiin, laadunhallintaan ja huollontarpeen ennakointiin. TI:n hyödyntäminen on kuitenkin vielä monella yrityksellä alkuvaiheessa, ja toimivien ratkaisujen luonti tuottaa paljon uusia haasteita.

1.1 Työn tausta

Tämän tutkimuksen taustana ovat mielenkiinto ja selvityksentarve TI:n nykytilanteeseen. Kyseinen teknologia on vielä viime vuodet toiminut pelkästään muoti-ilmiönä tai megatrendinä teollisuuden yrityksissä, mutta arvioidut tulevaisuuden näkymät ovat saaneet monet alan toimijat panostamaan TI:n hyödyntämiseen entistä enemmän.

Teollinen internet elää tällä hetkellä maailmanlaajuista murroskautta ja sitä on kuvattu kolmanneksi teolliseksi vallankumoukseksi. On arvioitu, että 30% henkilötövuosista teollisuudessa korvautuu digitalisaation myötä lähitulevaisuudessa. (Juhanko et al. 2015, s. 4.)

1.2 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on tuoda lukijalle käsitys teollisesta internetistä, sen mahdollisesta teknologia-arkkitehtuurista sekä perehdyttää sen viimeisimpiin sovelluskohteisiin ja

innovaatioihin hitsaustuotannossa. Tarkoituksena on kartoittaa, kuinka hitsaustuotannon suurimmat toimijat ja laitevalmistajat ovat edenneet osana digitalisaation valtakautta, ja millaisia sovelluksia ne ovat kehittämässä tai tuoneet jo markkinoille. Tutkimuskysymyksinä työssä ovat:

- Mikä on teollinen internet, ja sen mahdollisuudet ja epäkohdat?
- Miten teollista internetiä on hyödynnetty hitsaustuotannossa?
- Miten eri hitsaustuotannon TI-sovellukset eroavat toisistaan?

1.3 Työn rajaukset

Tämä työ rajataan käsittelemään teollisen internetin pääpiirteitä sekä sen sovelluksia hitsaustuotannossa. Ulkopuolelle jätetään syvälinen perehtyminen TI:n toimintamalleihin eri teollisuudenaloilla sekä yhteiskunnassa. Sovelluskohteissa pyritään tuomaan esille kaupallisia jo olemassa tai kehitteillä olevia hitsaustuotannolle olennaisia TI-ratkaisuja. Työn ulkopuolelle rajataan syvälinen perehtyminen eri hitsaustuotannon aloihin ja niiden käyttökohteisiin.

1.4 Työn menetelmät ja rakenne

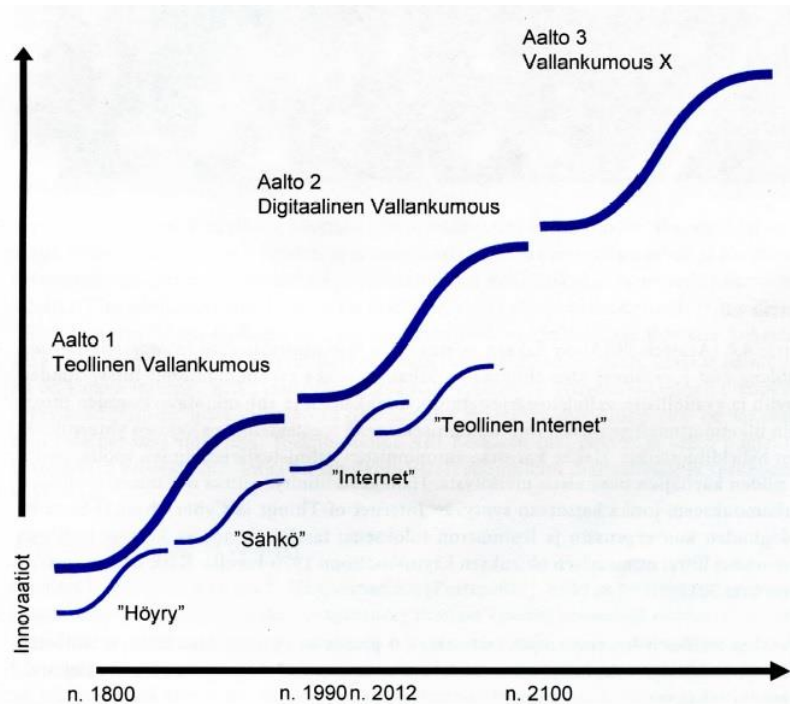
Tämä kandidaatintyö on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, jonka aineisto perustuu kirjallisuuteen, lehtiartikkeleihin sekä internetlähteisiin. Lähteet pitävät sisällään alan tutkimuksia sekä sovellusesittelyitä. Työ koostuu johdanto- ja teoriaosuudesta sekä pohdinnasta ja yhteenvedosta. Johdanto-osuus taustoittaa työn lähtökohtia, sisältöä sekä käytännön asioita. Teoriaosuus käsittelee työn aihealuetta ja esittelee teollisen internetin pääpiirteitä ja sen sovelluksia hitsaustuotannossa. Pohdinnassa ja yhteenvedossa tuodaan esille teoriaosuuden tuomia vastauksia tutkimukseen, sekä kerrataan tiivistetysti tärkeimmät asiat.

2 TEOLLISEN INTERNETIN PÄÄPIIRTEET

Teollista Internettiä koskevat tutkimukset ja sovelluskehitykset kumpuavat kuluttajapuolen digitalisaation luomasta IoT:stä. Verkkoon kytketyt älykkäät laitteet ja palvelut ovat luoneet tavalliselle kuluttajalle uuden elämäntavan, jossa tieto, tuotteet ja palvelut ovat jatkuvasti saatavilla, ja verkostoituna muihin kuluttajiin, palveluntarjoajiin sekä koko yhteiskuntaan. IoT-termi on yhdistetty juuri kuluttajapuolen digitalisaatioon, kun taas TI-termi on teollisuusyrityslähtökohtainen. Käytännön lähtökohtina IoT:lle ovat kuluttajien tarpeet sekä innovaatiot, joihin tiedon keruu ja analysointi on toteutettu edulliseksi ja nopeaksi. Analysoidun tiedon pohjalta kehitetään kuluttajalle uusia tuoteominaisuuksia ja oheispalveluita, jotka tuottavat lisäarvoa alkuperäiselle tuotteelle tai palvelulle. Kyseisen toimintamallin luoman avoimuuden ja monipuolisuuden on huomattu kasvattavan markkina- ja innovaatiopotentiaalia. Tavallisia arkipäivän IoT-tuotteita ovat esimerkiksi Internet yhteydelliset televisiot, kodinkoneet, autot sekä erilaiset langattomat tuotteet esim. terveyden, valaistuksen tai sähkönkulutuksen etäseurantaan ja hallinnointiin. Yrityksistä muun muassa Apple ja Google ovat tunnetuimpia ja menestyneimpiä IoT:n hyödyntäjiä maailmalla. (Juhanko et al. 2015, s. 8-11.)

2.1 TI:n tausta

Teollinen Internet elää tällä hetkellä murroskautta, eli sen luomat mahdollisuudet, käytännön sovellukset, uhat sekä taloudelliset vaikutukset ovat vielä laajalti tutkimuksen alla. TI:tä on luonnehdittu kolmanneksi teolliseksi vallankumoukseksi, jossa teollisuuden koneet ja prosessit yhdistetään toisiinsa ja verkkoon (Kuva 1.) Perinteisesti teollisuuden alat ovat toimineet omissa suljetuissa ympäristöissään, jolloin esimerkiksi tuotannon prosesseista kerätty data on hyvin keskitettyä, eikä helposti saatavilla ulkopuolisille. Uusien näkökulmien ja kehityksen, kuten Industry 4.0:an myötä, tuotanto ja prosessit ovat siirtymässä läpinäkyvämpään ja asiakasvaikutteisempaan suuntaan. Älykkäiden tuotteiden tarvitseman teknologian kehittyminen, yleistymisen ja sen käyttöönoton kustannuksien laskeminen ovat vaikuttaneet olennaisesti TI-sovellusten kehitykseen viime vuosina. Muita vaikuttajia ovat muun muassa globaalien tietoverkkojen laajentuminen osaksi teollista maailmaa ja sen mahdollistama tehokas liiketoiminnan ja prosessien hallinta laajassa mittakaavassa. (Juhanko et al. 2015, s. 8-11.)

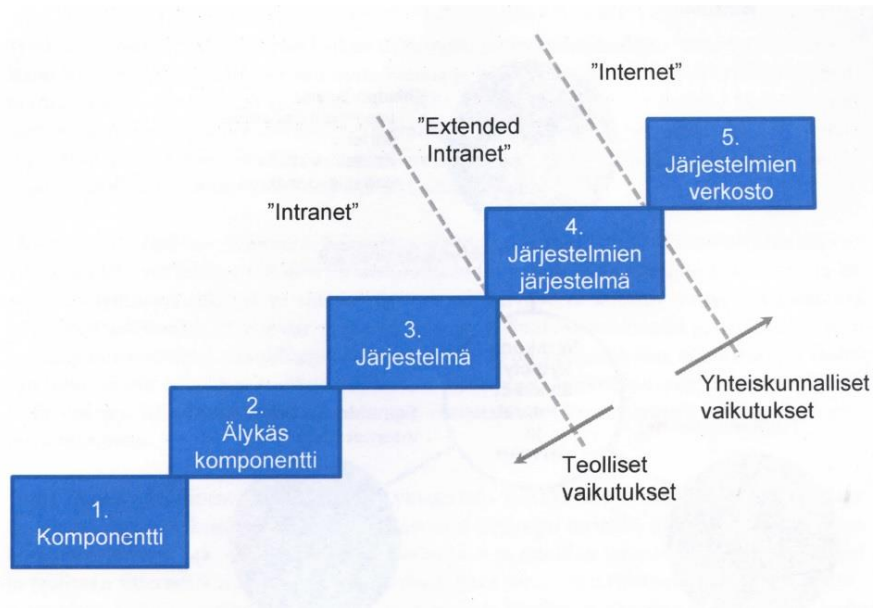


Kuva 1. Teollinen Internet osana teollista vallankumousta (Juhanko et al. 2015, s.11).

2.2 Teollisen Internetin soveltaminen teollisuusyrityksessä

Toisin kuin kuluttajapuolen IoT:ssä, jossa kerätty tieto koostuu ihmisten tarpeista ja innovaatioista, teollisen internetin data tuotetaan esimerkiksi koneeseen liitetyillä sensoreilla, jotka lähettävät kerätyn tiedon internetin välityksellä analysointiin ja tiedontallennukseen, ja edelleen hyödynnetään esimerkiksi koneen toiminnan, huollontarpeen tai energiankulutuksen ennakoinnissa ja käsittelyssä. Kyseissä mallissa kehitys tapahtuu niin sanotusti ylhäältä alaspäin, jolloin esimerkiksi yrityksen tuottama kokonaisprosessi ja sen kehitys asettelevat innovaatiotarpeet niiden osa-alueille eli alemmille tasoille. (Juhanko et al. 2015, s. 10-11.)

Teknologian ja liiketoiminnan edistys teollisuusyrityksessä TI:n avulla voidaan jakaa portaikkomalliin, jossa jokainen askelma kuvastaa tuotteen tai palvelun kehittyneisyyttä (Kuva 2.) Askelmat ovat: 1) komponentti, 2) älykäs komponentti, 3) järjestelmä, 4) järjestelmien järjestelmä ja 5) järjestelmien verkosto, joista jokainen vaatii tuotteelta tai palvelulta nousujohteisesti enemmän monipuolisuutta. (Juhanko et al. 2015, s. 9-10.)



Kuva 2. Teollisen Internetin soveltamisen systeemitasot (Juhanko et al. 2015, s. 10).

Millä askelmalla yritys toimii, on sen oma strateginen valinta. Jokainen porras tuo mukanaan erilaisia teollisia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia, ja yrityksen liiketoiminta ja teknologia on kehitettävä vastaamaan haluttua systeemitasoa. (Juhanko et al. 2015, s. 9.)

2.3 Palveluliiketoiminnan kehitys

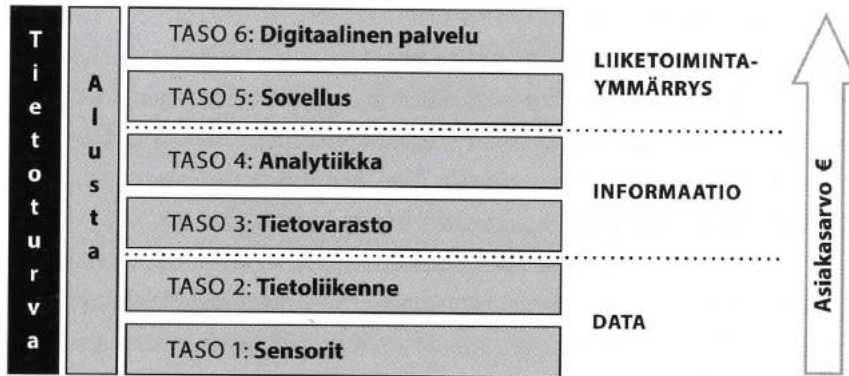
Palveluliiketoiminta on olennainen osa yrityksen toimintaa, johon teollisella internetillä pyritään tuomaan uusia hyötyjä. Nykyinen palveluliiketoiminta eri kone- ja laitevalmistajilla käsittää erilaisia takuu-, huolto-, varaosa- sekä elinkaaripalveluita, jotka ovat yhä tärkeä osa valmistavan teollisuuden liikevaihtoa. Palvelutoiminta on kuitenkin kasvavissa määrin siirtymässä tietointensiivisempiin palveluihin, kuten suunnittelu-, koulutus- ja simulointipalveluihin, sekä ennakoivaan tai reaaliaikaiseen huoltotoimintaan. Näin yritys on kasvavassa määrin mukana myymänsä tuotteen elinkaareissa. Teollisella Internetillä saavutettavat hyödyt liiketoimintaan voidaan Juhanko et al. mukaan karkeasti jakaa seuraavasti:

- Nykyisen liiketoiminnan tehostaminen
- Uusi liiketoiminta
- Tuotteiden arvon kasvattaminen

Nykyisen liiketoiminnan tehostaminen käsittää muun muassa koneen tai laitteen ennakoivan huollon tai energiatehokkuuden kehityksen, sekä eri tuotekehitykseen ja valmistamiseen saatavia hyötyjä. Esimerkiksi korvaamalla koneen perinteinen määräaikainen huolto ennakoivalla menetelmällä, saadaan kasvatettua koneen käyttöastetta ja ennakoimaan mahdollisia seisokkeja toiminnassa. Uusi liiketoiminta TI:n avulla on teollisuusyrityksissä vahvasti kytkettynä palveluliiketoimintaan. Esimerkiksi kytkemällä huolto- ja operointitoimenpiteet palveluna osaksi myytyä laitekokonaisuutta, siirtyy vastuu, seuranta ja hallinta kasvavassa määrin yritykselle. Liiketoiminnasta saatavat tulot ovat näin tarkemmin ennakoitavissa. Tuotteiden arvon kasvattaminen perustuu yrityksen tuotteen omaisuuksien ja älykkyyden kehitykseen. Älykkyyden kehitys pitää sisällään muun muassa tuotteeseen liitettävät anturit, sensorit, etäyhteydet ja käyttöjärjestelmät, jotka parantavat tuotteen seurattavuutta, hallittavuutta ja käyttökokemusta. Käyttäjälle saavutetaan tehokkaampi ja tuottavampi toiminta, ja myyjälle korkeampi tuotteen myyntihinta. Koneen tai laitteen älykkyyden kehityksellä myös saavutetaan järjestelmätason toiminta, eli kyseisten koneiden ja laitteiden yhteistoiminta. (Juhanko et al. 2015, s. 22-24.)

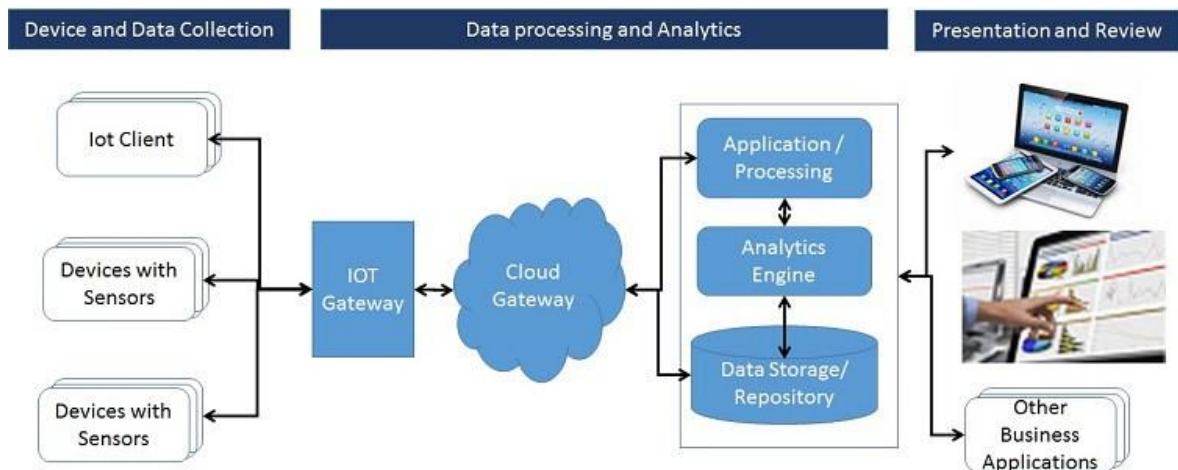
2.4 Teknologiainfrastruktuuri

Teollisen Internetin hyödyntäminen vaatii oman monimuotoisen teknologiainfrastruktuurin rakentamisen yrityksen sisällä. Infrastruktuurin voidaan ajatella lähtevän älykkäistä verkkoon kytketyistä laitteista ja koneista, joista tieto siirtyy aina antureiden, tietoliikenneyhteyksien, pilvipalveluiden ja data-analyysin kautta hyödynnettäväksi yritykselle ja asiakkaille sovelluksen muodossa. Kaikki infrastruktuurin osat ovat tähän päivään mennessä kypsyneet riittävästi teknisesti, ja ovat kustannuksiltaan tarpeeksi pienet, jolloin laaja tuotantokäyttö ja kustannustehokkuus ovat saavutettavissa. Infrastruktuuriin ei kuitenkaan ole määriteltyä standardia vaan jokaisen teollisuusyrityksen on koottava oma osakokonaisuutensa tarvittavine tasoinen. Teknologiainfrastruktuuria voidaan yksinkertaistettuna kuvata kuusi tasoisena teknologiapinona (kuva 3), missä esiintyvät teknologiaosakokonaisuudet. (Collin et al. 2016, s. 141-143.)



Kuva 3. Teknologiaapinon tasot (Collin et al. 2016, s. 143).

Teollisen internetin käytännön teknologia-arkkitehtuurin voi kuvata yksinkertaisina lohkoina kuvan 4 mukaan. Lohkot mukailevat edellä mainitun teknologiaapinon pääperiaatetta alkaen keräystä laitteiden ja koneiden sensoridatasta, jatkuen tiedon yhteen keräykseen, pilvitalennukseen, analysointiin sekä valmiiseen sovellukseen. Arkkitehtuuri on kuitenkin hyvin oleellisesti riippuvainen käyttökohteestaan, ja pitkälle kehitetty räätälöity malli voi sisältää monimutkaisia suunnitteluvaiheita. (Digital Startup, 2018.)



Kuva 4. Esimerkki IoT-teknologia-arkkitehtuurin toteutuksesta. (Digital Startup, 2018).

2.4.1 Sensorit

Sensoreihin luetellaan tässä tapauksessa erilaiset anturit, mittarit ynnä muut toimilaitteet, joiden tarkoituksena on kerätä dataa käytettävästä koneesta, laitteesta, prosessista tai ympäristöstä. Sensorien päätoiminta on muuttaa ei-sähköinen informaatio, kuten lämpötila, paine tai sijainti sähköiseen muotoon. Mittausdata saadaan analogisena signaalina, joka edelleen muutetaan digitaaliseen muotoon sensoriin kuuluvan ohjausyksikön avulla. Yleisimpiä sensortyyppejä teollisuussovelluksissa ovat muun muassa asemaa ja liikettä mittaavat kiihtyvyyssanturit ja gyroskoopit, magneettikentän voimakkuuden tunnistavat magnetometrit sekä eri ympäristön ilmiöitä, kuten painetta tai lämpötilaa, mittaavat sensorit. Hitsaustuotannossa yleisimpiä sensoreilla mitattuja parametreja ovat hitsausvirta ja -jännite, kaasuvirtaus sekä langansyöttönopeus (kuva 5). (Collin et al. 2016, s. 155-157.)



Kuva 5. Retco Oy WeldScanner S3:n langansyöttönopeuden mittausanturi (Retco Oy, 2018).

2.4.2 Tietoliikenne

Tietoliikenneverkon tarkoituksena on yhdistää dataa keräävät sensorit teknologiapinon ylempiin tasoihin, eli saada kerätty tieto eteenpäin. Teolliseen internettiin käytettävän verkkoteknologian määrä ja monimuotoisuus on hyvin laaja, sillä eri käyttötarkoitukset ja -ympäristöt voivat edellyttää kukin oman verkkoyhteyden vaatiman teknologian. Ongelma voidaan ratkaista yhtenäisen verkkoliikenteen suunnittelulla tai niin kutsuttujen gateway- eli

yhdyskäytäväratkaisujen käytöllä, jolloin tieto eri yhteyksistä kerätään solmukohtaan ja välitetään eteenpäin yhtenäisessä muodossa. Solmukohtana toimii usein gateway-tietokone, joka on yhteydessä raakadataa lähetettäviin lukuisiin sensoreihin, internetiin ja yrityksen lähiverkkoon. (Collin et al. 2016, s. 163-165.)

Yksinkertaistettuna verkkoteknologiat voidaan jakaa kattavuusalueisiin, joista jokainen pitää sisällään eri langalliset ja langattomat verkot. PAN/WPAN (Personal Area Network/Wireless PAN), eli likiverkko on kantamaltaan pienin luokka, ja sisältää muun muassa Bluetooth ja RFID -teknologiat. LAN/WLAN (Local Area Network/Wireless LAN), eli tavanomainen lähiverkko, on seuraava aste kantavuusluokassa, ja datansiirtonopeudeltaan suurin luokka. LAN/WLAN pitää sisällään muun muassa ethernet-, teollinen ethernet- ja WiFi-verkot. Laajin kantavuus saavutetaan WAN/WWAN (Wide Area Network/Wireless WAN) -verkoilla, eli laajaverkoilla, joihin kuuluvat esimerkiksi kiinteän verkon internet sekä mobiiliverkot, kuten 2G-, 3G- ja 4G-verkot. (Collin et al. 2016, s. 165-175.)

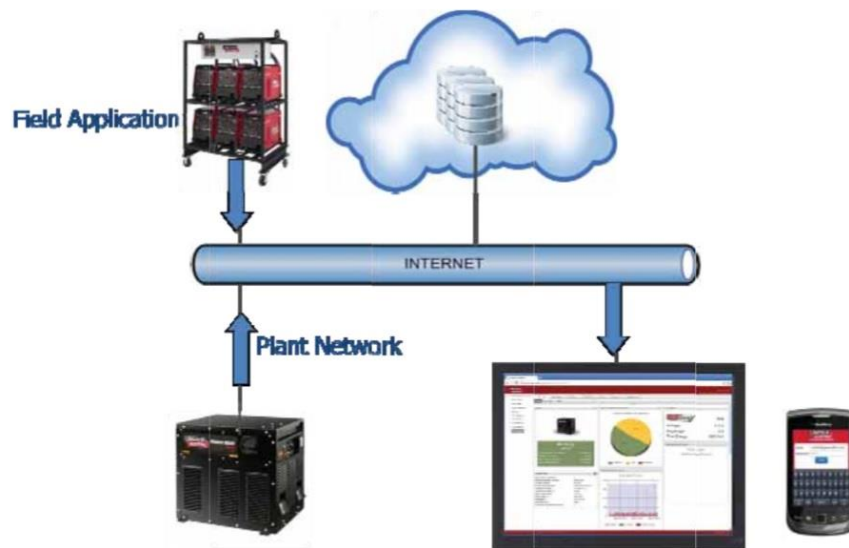
Osana tietoliikennettä mainittakoon RFID (Radio Frequency Identification), joka keskittyy asioiden ja esineiden tunnistamiseen radioaaltojen avulla. Kyseinen teknologia koostuu RFID-tunnisteesta, johon tallennetut tiedot luetaan RFID-lukijalla langattomasti radioaaltojen avulla. Tunniste on usein haluttuun kohteeseen liitettävä langaton muistilaite, jonka lukija havaitsee ja lähettää tallennetun tiedon eteenpäin taustajärjestelmille. RFID-teknologia soveltuu samantapaisiin sovelluskohteisiin kuin viivakooditkin, mutta tarvittava laitteisto vaatii investointeja. RFID-teknologian etuina ovat kuitenkin esimerkiksi etäluku, tunnistamiseen tallennettujen tietojen vaihto sekä kestävyys likaisissa olosuhteissa. Erilaiset kulkuavaimet, matkakortit sekä logistiikan tavaravirtojen seuranta ovat yleisimpiä RFID-tekniikkaa käyttäviä sovellusaloja tällä hetkellä, mutta teollisen internetin kehittyessä, sovellusmahdollisuudet teollisuuden aloilla ovat laajat. (RFIDLab, 2016.)

2.4.3 Tietovarasto ja pilvi

Tietovaraston tehtävänä on keskittää ja tallentaa useilta sensoreilta ja antureilta kerätty data samaan kohteeseen. Keskitetty tietovarasto on olennainen osa teollista internetiä, koska tällöin pystytään hyödyntämään analytiikkaa päätelmien tekemiseen valtavasta datamäärästä. Käyttötarkoituksesta riippuen dataa tietovarastoon saattaa kertyä hyvin monimuotoisista lähteistä aina koneen sensoridatasta käyttäjien omaan dokumentointiin ja kuviin. Tietovaraston kehityksessä olennaista on määrittää sen tyyppi, arkkitehtuuri sekä integroinnit. Tyyppimuodot

ovat SQL (Structured query language) sekä NoSQL (Not only structured query language), jotka nimensä mukaisesti eroavat datan tallennuksen rakenteellisuudessa. SQL-tietokanta vaatii datan täsmällisen luokittelun ja pilkkomisen omiin rakenteellisiin sarakkeisiin, kun taas NoSQL-tietokanta, eli ei-rakenteellinen tietokanta, on tallennuksessa hyvin joustava, skaalautuva ja nopea. Heikkoutena NoSQL-tietokannalla on sen tiedon eheyden varmistus sekä tiedonhaun ongelmat. Kyseisten heikkouksien hallintaan on kuitenkin mahdollisuus kehittää SQL-rajapinta tiedonhaun avuksi. Kerätyn datan määrän ja monimuotoisuuden kasvaessa, teollisen internetin kehitys yrityksissä on vahvasti suuntautunut NoSQL-tietokantojen käyttöön. Perinteisestä NoSQL-tietokannasta seuraava askel on niin sanottu Hadoop-tietokanta, eli hajautettu tallennusjärjestelmä, jossa data pilkotaan suurina palasina eri palvelimille. Hadoop-kanta on hajautuksen ansiosta erittäin luotettava. Muita hyötyjä ovat muun muassa suuren datamäärän tallennus, kustannustehokkuus sekä pilvipalvelumahdollisuudet. Hadoop-tietokanta vaatii kuitenkin käyttäjiltään merkittävää osaamista analytiikkavälineiden käyttöön ja hajautetun datan prosessointiin. (Collin et al. 2016, s. 195-199.)

Pilvellä viitataan tietokannan sijaintiin ulkoisella palvelimella internetyhteyden välityksellä. Oman fyysisen palvelimen sijaan, prosessissa kerätty anturidata sijoitetaan esimerkiksi palveluntarjoajan ylläpitämään pilveen, jolloin saavutetaan käyttäjälle edullinen tallennustila sekä yhtenäinen datanhallinta useille eri laitteille. Monet TI-sovelluksia hyödyntävät yritykset tarjoavat pilvipalvelut osana myytyä konetta tai palvelua, jolloin järjestelmä sisältää usein valmiin yhteen toimivan laitehallinnan, analytiikan ja käyttöjärjestelmän. Esimerkiksi Lincoln Electric tarjoaa Checkpoint -pilvitoimintaympäristön osaksi hitsausvirtalähteitään (kuva 6). Mallissa virtalähteistä kerätty hitsausdata tallennetaan verkkoyhteydellä pilveen, josta se on käytettävissä tietokone- ja mobiiliympäristöissä. (Collin et al. 2016, s. 202; Lincoln Electric Checkpoint, 2012.)



Kuva 6. Lincoln Electricin pilvipohjainen arkkitehtuuri. (Lincoln Electric Checkpoint. 2012).

2.4.4 Analytiikka

Valtava datamäärä ei sinänsä ole vielä tehokkaasti käytettävissä, vaan sen seulomisen tueksi on kehitettävä analytiikka. Analytiikan tehtävänä on etsiä tietomäärästä haluttu olennainen informaatio tavoiteltuun käyttökohteeseen, jolloin data voidaan näin käyttää oikein esimerkiksi päätöksentekoon laitteen tai koneen toiminnassa. Kehittynyt analytiikka toimii pääosin tehokkaiden ja automaattisten algoritmien varassa, käsin tehtävän analyysin sijaan. Algoritmit ovat käyttökohteeseen kehitettyä ohjelmakoodia, jotka automaattisesti seulovat ja tulkitsevat tietoa. Algoritmi voidaan esimerkiksi kehittää etsimään koneen vikaantumiseen johtavaa tai ennustavaa dataa, jolloin hälytys- ja huoltotoimenpiteet voidaan ennakoida. Analytiikan kehityksessä on kuitenkin tärkeää tuntea käsitellyn datan toimintaympäristö niin alkuperäisessä prosessissa, kuin koko yritystoiminnassa, jotta saataisiin kehitettyä konkreettisia hyötyjä ja palveluja. Tänä päivänä on saatavilla valmiita analytiikkatyökaluja esimerkiksi osana pilvipalveluja, kuten Microsoft Azure, Amazon AWS tai Google Cloud. (Collin et al. 2016, s. 206-209.)

Analytiikan ei tarvitse tapahtua pelkästään yhteen kerätystä suuresta tietokannasta, vaan tietoa voidaan seuloa jo laitetasolla reaaliajassa. Jos informaatiota ja johtopäätöksiä prosessista on saatava nopeasti, voidaan käyttää niin sanottua edge computing- eli lähilaskentaperiaatetta, jolloin jo sensoridatasta analysoidaan tarvittavaa tietoa ilman tallennuksen luomaa viivettä.

Reaaliaikainen lähilaskenta-analytiikka voidaan hyödyntää hyvin myös poikkeamien nopeaan havaitsemiseen, jolloin yhdenmukaista ja odotettua dataa sensorilta ei ole tarpeen tallentaa. (Collin et al. 2016, s. 209-210, 214-216.)

2.4.5 Sovellus ja digitaalinen palvelu

Kerätty ja analysoitu prosessi-informaatio on valjastettavissa tietokone- ja mobiilipohjaisella sovelluksella, joka toimii viimeisenä osana kohti valmista kaupallista digitaalista palvelua. Sovelluskehitys teollisuuteen tehdään usein kolmannen osapuolen ohjelmistonkehittäjien toimesta, jolloin teknologiainfrastruktuuri on avattava sovelluksen kehittäjälle ohjelmointirajapinnalla. API (Application Programming Interface), eli ohjelmointirajapinta, määrittelee, miten ohjelmisto tarjoaa tietoa tai palveluita sovellukselle tai muille tietojärjestelmille. (Collin et al. 2016, s. 218)

Kehitetyt sovellukset ovat kasvavissa määrin selainkäyttöisiä webbisovelluksia, jolloin käyttäjällä ei ole tarvetta asentaa ja päivittää ohjelmistoa käyttölaitteella. Webbisovellukset toimivat käyttölaitteen näytölle mukautuvana html5-pohjaisina sovelluksina, jotka eivät ole sidottuja laitteen käyttöjärjestelmään. Olennainen osa sovellusta on käyttöliittymä (kuva 7), joka esittää halutut tiedot mahdollisimman käyttäjäystävällisesti. Haluttu informaatio, kuten prosessiparametrit, ennusteet ja hälytykset on hyvä esittää helposti ymmärrettävästi, mikä helpottaa ja nopeuttaa sovelluskäyttöä. Valmis digitaalinen palvelu on erityisesti kytkettynä yrityksen liiketoimintaan, missä määritellään esimerkiksi palvelun kohdennus ja hinnoittelu. Kaupallisessa muodossa, kehitetty palvelu on asiakkaiden näkymä yrityksen teollista internettiä hyödyntävään teknologiaan, jonka pääpiirteinä voidaan pitää reaaliaikaisuutta, ennakoitavuutta, mobiliteettia ja automaatiota. (Collin et al. 2016, s. 220-225.)



Kuva 7. Lincoln Electric Checkpoint -ohjelmiston käyttöliittymä (Lincoln Electric, 2018).

2.5 Teollisen Internetin haasteet

Teollisen internetin käyttöönotto ja soveltaminen luo yrityksille uusia haasteita niin osaamisen, kuin teknologian kannalta. Teollisen internetin soveltaminen on vielä kehitysvaiheessa, jolloin standardoidun infrastruktuurin saatavuus on vielä alkutekijöissä. TI-sovelluksen luominen vaatii laajaa osaamista jokaiselta teknologiapinon osa-alueelta, jolloin tuotantoprosessin asiantuntemuksen lisäksi on hallittava käytetty informaatioteknologia sekä liiketoiminta, jotta saadaan kehitettyä toimiva kokonaisuus. Teollisuusyrityksillä on yleisesti käytössä vakiintuneet teknologia-alustat, tietojärjestelmät ja -arkkitehtuurit, joihin teollisen internetin integrointi on haastavaa tai jopa mahdotonta ilman niiden uudistamista yhteensopivammiksi ja avoimemmiksi. Uudet tietojärjestelmät tuovat mukanaan myös käyttöönoton haasteet henkilöstön osaamiseen sekä liiketoiminnan uudelleen optimoimiseen. (Juhanko et al. 2015, s. 40-41.)

Avoin verkotettu järjestelmä tuo haasteita myös tietoturvaan. Usein teollisuusyrityksen laitteistokannasta löytyy monia eri verkkoyhteyksiä, jotka ovat kertyneet laitokseen ajan myötä. Jokaisen yhteyden suojaaminen erikseen on haastavaa, kun verkkokaavioista ja datavirroista ei ole yhtenäistä ja keskitettyä järjestelmää. Lisäksi yleinen tieturvatuntemus on usein puutteellista. Teollisen internetin tietoturvassa toimitaan samoilla periaatteilla, kuin tavallisen internetin käytössä, jolloin vaaditaan tarvittavat palomuurit, ajan tasalla olevat

tietoturvaohjelmistot ynnä muut vastaavat turvajärjestelmät. Verkkoon kytkettyjen laitteiden määrän kasvaessa tulee huolehtia, että kokonaisuus pysyy hallinnassa, ja että vain valtuutetuilla laitteilla on sallittu yhteys. Avoin verkkojärjestelmä, jossa dataa liikkuu yrityksen ja asiakkaan välillä, on huolehdittava, että vain asianomaisilla on pääsy tietojärjestelmään, ja että verkossa liikkuva data pitää sisällään mahdollisimman vähän merkityksellistä aineistoa. (Collin et al. 2016, s. 245-247.)

3 HITSASTUOTANNON SOVELLUSALAT

Tämän päivän hitsaustuotannon teollista internetiä hyödyntävät sovellukset pyrkivät tuomaan hyötyjä erityisesti hitsauksen seurantaan, analysointiin ja ennakoitavuuteen. Sovellukset pitävät sisällään useita valmistuksen, suunnittelun ja laadunvarmistuksen hitsausteknisiä käsitteitä, joista yleisimpiä esitellään lyhyesti tämän kappaleen yhteydessä.

3.1 Käytetyimmät hitsausmenetelmät

TI-sovelluksia on tähän mennessä kehitetty pääsääntöisesti kaikkein yleisimmille ja joustavimmille hitsausmenetelmille, kuten MIG/MAG- (Metal-arc inert gas welding/Metal-arc active gas welding) ja TIG- (Tungsten inert gas arc welding) hitsauksille, joiden laitteisto on varsin helposti liitettävissä TI-infrastruktuuriin. Modernit MIG/MAG- ja TIG-laitteistot ovat usein valmiita kokonaisuuksia, joilla tarvittavien hitsausparametrien ja -asetusten säätö ja tallennus onnistuu laitteistojen omalta käyttöliittymältä. Molemmat menetelmät ovat kaasukaarihitsausprosesseja, joissa hitsausenergian lähteenä toimii valokaari, ja hitsaustapahtuma suojataan ilmalta suojakaasun avulla. MIG/MAG-hitsauksessa lisäainelanka toimii sulavana ja virtaa johtavana elektrodina, kun taas TIG-hitsauksessa valokaari palaa työkappaleen ja sulamattoman elektrodin välillä, ja lisäaine tuodaan prosessiin erikseen. (Lukkari 1997. s. 159, 249.)

3.2 Hitsauksen laadunvarmistus ja dokumentointi

Hitsaustyössä oleellisimpia asiakirjoja ovat hitsausohje sekä menetelmäkokeen dokumentit. WPS (Welding Procedure Specification), eli hitsausohje, on hitsausprosessille laadittava dokumentti, joka pitää sisällään kaikki prosessin vaatimat oleelliset tiedot. Hitsausohje toimii osana hitsaustyön suunnittelua, toteutusta ja laadunvalvontaa. WPS:n käyttö on usein edellytys toimivalle laadunvalvonnalle yrityksessä, ja asiakas, viranomaiset sekä standardit usein vaativat niiden käyttöä. Hitsausohjeessa todetaan esimerkiksi käytetty hitsausprosessi, perusainetiedot, railotiedot, hitsausaineet, -parametrit, -energia sekä -asento. (Lukkari 1997, s. 55, 58.)

Ennen valmista hitsausohjetta, hitsaustyölle suoritetaan usein menetelmäkoe, jossa testataan ja todetaan hitsauksen toimivuus tuotantoa vastaavalla koekappaleella. Menetelmäkoetta varten laaditaan pWPS (Preliminary Welding Procedure Specification), eli esihitsausohje, ja hyväksytystä menetelmäkoekkeesta tuotetaan WPQR (Welding Procedure Qualification Record),

eli hitsausmenetelmän hyväksymispöytäkirja. WPQR sisältää koehitsin kaikki oleelliset tiedot työstöstä ja testauksesta, joiden pohjalta voidaan laatia valmis WPS. (Lukkari 1997, s. 55, 58; Kiwa Inspecta, 2018.) Dokumentoinnin ja laadunvarmistuksen tueksi on hitsaustuotannossa laaja määrä standardeja, kuten:

- ISO 3834: Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset
- EN 287-1, ISO 9606-2...5: Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus
- ISO 15607: Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille

Standardien käyttö hitsaustuotannossa on tärkeä osa hitsauksen laatuvarmistusta, mikä on usein liitettävissä teollisella internetillä hallittaviin kokonaisuuksiin. (Kiwa Inspecta, 2018.)

4 HITSASTUOTANNON SOVELLUKSIA

Teollista internettiä hyödyntäviä kaupallisia hitsaustuotannon sovelluksia on jo melko monipuolisesti saatavilla maailmanlaajuisesti. Niiden kehitys on viime vuodet olleet vahvasti kasvussa, ja eri hitsauslaittevalmistajat ovat solmineet uusia kolmannen osapuolen yhteistyösopimuksia esimerkiksi sensoriteknologian ja käyttöliittymäkehityksen saralla. Hitsaustuotannon TI-sovellukset vaihtelevat konkreettisesta datan keräämisestä ja hyödyntämisestä hitsausdokumenttien hallintaan ja mobiilisovelluksiin. Kaikki valmiiksi tuotteeksi tai palveluksi kehitetyt sovellukset käyttävät hyväkseen eriävissä määrin eri teknologiapinon tasoja, riippuen niiden monipuolisuudesta.

4.1 Kemppi WeldEye

Kemppi Oy on suomalainen hitsausalan yritys, joka suunnittelee, valmistaa ja myy hitsauslaitteita, -ohjelmistoja ja -sovelluksia maailmanlaajuisesti. WeldEye on yrityksen luoma TI-sovellus hitsaustuotannon hallintaan ja tehostamiseen, joka koostuu tarvittavasta laitteistosta, ohjelmistosta ja pilvipalvelusta. WeldEye on jaettu sovelluskohtaisesti neljään eri moduuliin: hitsaustuotannon analysointi, hitsausmenetelmien ja -pätevyyksien hallinta, hitsauksen laadunhallinta sekä hitsausdokumenttien hallinta, jotka toimivat yhteistyössä keskenään. (Kemppi WeldEye, 2018.)

Welding Production Analysis, eli hitsaustuotannon analysointimoduuli, on kaariajan mittaamiseen ja seuraamisen kehitetty sovellus, jolla pyritään lisäämään tietämystä tuotannosta ja näin edelleen tuotantotehokkuutta. Kaariaikaa mitataan lukulaitteella, joka on yhteensopiva myös muiden valmistajien hitsauslaitteiden kanssa, ja kerätty data analysoidaan pilvessä toimivalla ohjelmistolla. Kemppi on kehittämässä Suunto Oy:n kanssa sovellukselle uutta sensoriteknologiaa, joka hyödyntää kaarihitsauksessa syntyvää magneettikenttää. Kaariaikadata esitetään WeldEye:n omalla käyttöliittymällä, josta voidaan lukea esimerkiksi hitsausasemien kaariaikajanat sekä kaariseisokit syineen. Pilven ansiosta ohjelmisto ei vaadi käyttäjältään manuaalista asennusta tai päivityksiä. (Kemppi WeldEye, 2018.)

Welding Procedure and Qualification Management, eli hitsausmenetelmien ja -pätevyyksien hallintamoduuli, on pilvessä toimiva ohjelmisto, jolla voidaan hallita AWS, ASME, EN ja ISO standardien mukaisia menetelmädokumentteja ja pätevyystodistuksia hitsaustuotannon

yrittäjässä. Ohjelmisto päivittää automaattisesti pilvitietokantaansa muutokset kansainvälisissä standardeissa. Pätevyystodistukset on mahdollista pitää ajan tasalla yhtenä kokonaisuutena, ja sovellus lähettää automaattisen ilmoituksen päättyvistä sertifiikaateista. Ohjelma pitää sisällään myös hitsausliitosten piirtotyökalun, jolla luodut kuvat on mahdollista liittää suoraan osaksi menetelmädokumenteja. (Kemppi WeldEye, 2018.)

Welding Quality Management, eli hitsauksen laadunhallintamoduuli, kerää reaaliaikaisesti hitsikohtaista dataa, kuten langansyötön ja lämmöntuonnin muodossa, dokumentoi ne ja vertaa käytössä oleviin standardien mukaisiin digitaalisiin hitsausohjeisiin. Järjestelmä ilmoittaa automaattisesti laatueroista, mikä mahdollistaa reaaliaikaisen laadunhallinnan. Sovellus toimii pilvessä, jolloin ohjelmiston käyttö ja standardien päivitys on yksinkertaista, ja on yhteensopiva muiden valmistajien hitsauslaitteiden kanssa. (Kemppi WeldEye, 2018.)

Welding documentation management on hitsausdokumenttien hallintamoduuli, jolla voidaan hallita hitsausprosessissa vaadittuja asiakirjoja, kuten hitsausohjeita ja pätevyystodistuksia. Sovelluksen tarkoituksena on vähentää käsintehtyä paperityötä eri dokumenttien parissa ja helpottaa hitsausprojektien kokonais kuvan käsittelyä kokoamalla ne yhteen ohjelmaan. Moduulilla voidaan myös hallita hitsausohjeiden päällekkäisyyksiä tietokannassa, NDT- ja korjaushitsausraportteja sekä materiaalisertifikaatteja. (Kemppi WeldEye, 2018.)

4.2 Esab WeldCloud

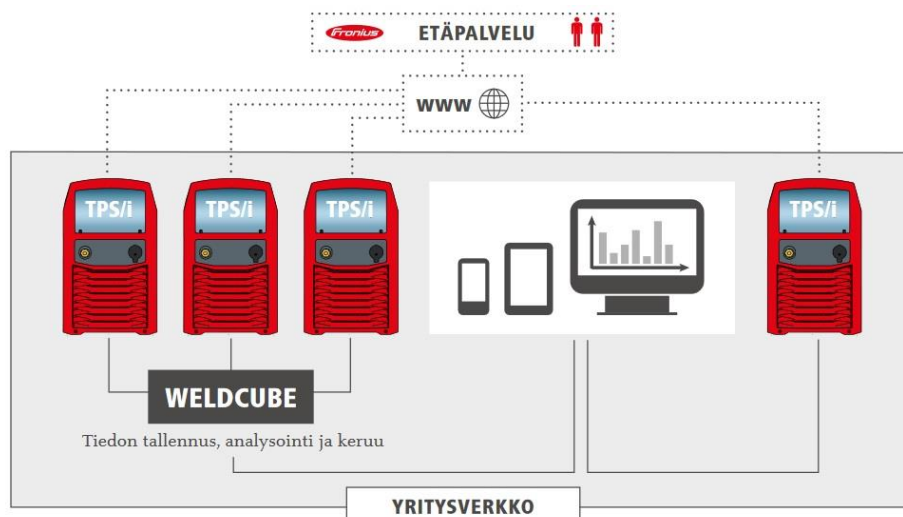
Esab on ruotsalainen hitsaus- ja leikkauslaitteiden sekä hitsauslisäaineiden valmistaja, joka tarjoaa sovelluksia myös hitsaus- ja leikkausautomaatioon. WeldCloud on yrityksen kehittämä hitsaustuotannon TI-sovellus, jonka tavoitteena on parantaa tuottavuutta käyttäjälleen. Sovellus yhdistää hitsausvirtalähteen tiedonsiirtomoduulilla langattomasti tietokoneeseen tai palvelimelle, ja lähettää dataa hitsausarvoista sekä koneentiedoista. Tietoja voidaan käsitellä verkkoselaimella varustetulla laitteella WeldCloud:in analyysityökaluilla ja käyttöliittymällä lähiverkolla, 3G- tai Wi-Fi-yhteydellä etänä. (Esab WeldCloud, 2018.)

Sovelluksella voidaan tietokannan avulla jäljittää jokaisen hitsausseaman ja valmiin tuotteen avaintiedot, hallinnoida hitsausasetuksia, rajoituksia ja hälytyksiä etänä, laatia hitsausaikatauluja ja menetelmiä sekä jakaa pilven välityksellä ne muille hitsausjärjestelmille sekä tehostaa hitsauslaitteiston korjaus- ja huoltotoimenpiteitä automaattisilla hälytyksillä. (Esab, 2017.)

WeldCloud ei käytä kolmannen osapuolen tarjoamaa pilvipalvelua, vaan omaa laajaa pilvitietokantaansa, jolloin tietoturva on käyttäjäkohtaisesti varmempaa. Tiedonsiirto ja analytiikka toimivat avoimessa arkkitehtuurissa, jolloin ne voi tarpeen mukaan integroida osaksi muita yrityksen käyttämiä business intelligence -järjestelmiä. Business intelligence -järjestelmät ovat yrityksen päätöksentekoon luotuja työkaluja. WeldCloud-sovellus toimii kuitenkin osana vain tiettyjä Esabin omia hitsauslaitteita, kuten Aristo Mig 4004i Pulse, Aristo Mig 5000iR robotti- sekä LAF/TAF-jauhekaarilaitteet, jolloin sulautus osaksi erityisen vanhoja tai muiden valmistajien laitteita ei ole mahdollista. (Esab WeldCloud, 2018; Konekuriiri, 2018.)

4.3 Fronius WeldCube ja WeldConnect

Fronius on hitsausteknologiaa, akunlatausjärjestelmiä ja aurinkoenergiatekniikkaa kehittävä yritys. WeldCube on valmistajan hitsausvirtalähteiden verkotukseen ja valvontaan luotu TI-sovellus, jota käytetään hitsaustuotannon optimointiin. Sovellus mahdollistaa hitsausdatan tallennuksen ja analysoinnin, hitsausprojektien hallinnan, yksittäisten hitsien dokumentoinnin sekä valmiiden hitsattujen tuotteiden dokumentoinnin. WeldCube koostuu virtalähteisiin liitettävästä laitteesta, joka kerää, tallentaa ja analysoi hitsausdatan, sekä datan esityksen mahdollistavasta käyttöjärjestelmästä ja etäpalvelusta (kuva 8). (Fronius WeldCube, 2018.)



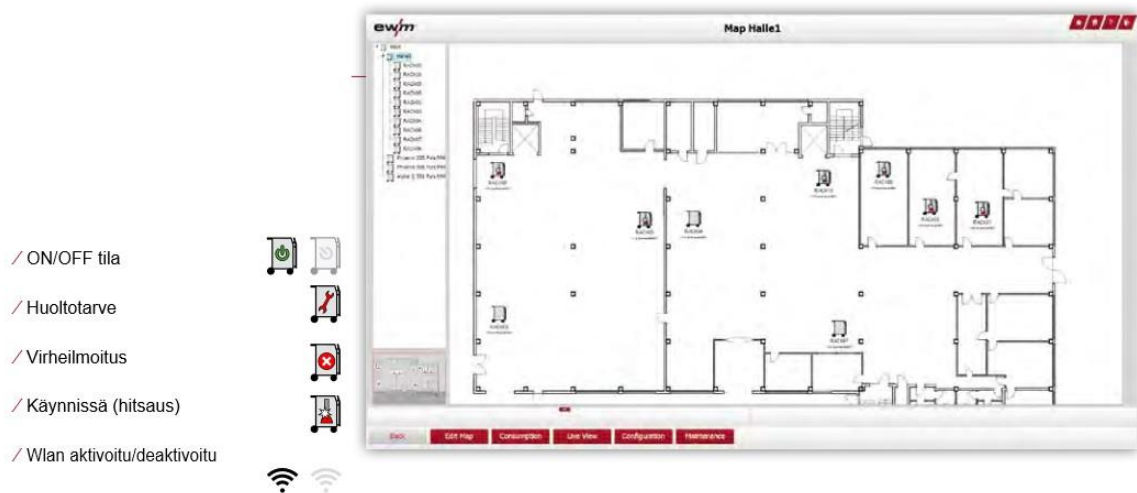
Kuva 8. Virtalähteiden verkotus WeldCubella (Fronius.fi, 2018).

WeldConnect on Froniuksen tarjoama sovellus mobiililaitteisiin, joka mahdollistaa hitsausparametrien nopean säädön identtisiin hitsauskohteisiin. Sovelluksella voidaan skannata

lisäainemateriaali- ja perusainemateriaalipakkausten, sekä suojakaasupullon viiva- tai QR-koodit, joiden materiaalitiedot voidaan WLAN-yhteydellä siirtää mobiililaitteesta valmistajan TPS/i-sarjan MIG/MAG-hitsauslaitteistoon. Laitteisto tarjoaa materiaaleja vastaavat alustavat hitsausparametrit yksinkertaisiin hitseihin. Käytetyt materiaalitiedot ja parametrit voidaan edelleen lähettää mobiililaitteesta toiseen, jolloin prosessi voidaan toistaa identtisillä parametreilla toisella laitteistolla. (Fronius WeldConnect, 2018.)

4.4 EWM Xnet

Xnet on EWM:n kehittämä teollista internetiä hyödyntävä sovellus hitsausprosessin laadunhallintaan. Sovellus pitää sisällään hitsaustietojen keruun, tallennuksen ja analysoinnin valmistajan omilta hitsauskoneilta, sekä hitsatun komponentin suunnittelun ja siirron tietokoneelta hitsauslaitteelle. Datankeruu tapahtuu hitsauskoneisiin liitettävältä tai integroidulta reitittimeltä LAN- tai WLAN-yhteydellä. Verkkoon liitetystä laitemäärästä riippuen, data ohjataan joko suoraan palvelimena toimivalle käyttötietokoneelle, tai palvelintietokoneiden kautta käyttötietokoneille. Käyttötietokoneilla hitsausdata analysoidaan ja hallitaan Xnet:in omalla selainpohjaisella ohjelmistolla. Hitsauskoneilta voidaan reaaliaikaisesti ohjelmistolla lukea graafisesti muun muassa käytössä olevat asetukset, hitsausvirta ja -jännite, langansyöttönopeus, lämmöntuonti, suojakaasun määrä sekä laitekohtainen virrankulutus, ja tallentaa tiedot myöhempää tarkastelua ja dokumentointia varten. Järjestelmään kytketyistä hitsauslaitteista on mahdollista laatia pohjakaavio (kuva 9), joka antaa yleiskuvan laitteiden verkostosta. Pohjakaaviosta voidaan reaaliaikaisesti nähdä laitekannan käyttötilanne ja huollontarve, joka on ennalta ohjelmoitu. Ohjelma sisältää myös työkalut suojakaasun, sähkön ja kulutusosien kustannuksien, sekä tuotannon ja keskeytysten aikakustannuksien laskentaan. (EWM Xnet, 2018.)



Kuva 9. Xnet:in pohjakaavio -näkyvä hitsauslaitteistolle (EWM Xnet, 2018).

Hitsatun komponentin hallintatyökalulla voidaan tietokoneella luoda komponenttikohtainen työsuunnitelma, joka sisältää komponenttiedot, hitsausjärjestyksen, hitsausohjeen sekä vaadittavat hitsauspätevyudet. Työsuunnitelma lähetetään LAN/WiFi -yhteydellä hitsauslaitteistoon, ja tulostetaan viivakoodin sisältävänä dokumenttina tai tarrana. Hitsaaja skannaa työpisteellä viivakoodin hitsauslaitteen lukijalla, joka noutaa hitsaustyön komponenttikohtaiset tiedot käyttöön, ja tunnistautuu järjestelmään pätevyyksien varmistamiseksi. Hitsauslaite ohjaa työsuunnitelman mukaiseen hitsausjärjestykseen ja asettaa hitsausparametrit automaattisesti jokaiselle saumalle, jotka valmistuttuaan kuitataan järjestelmään. (EWM Welding 4.0, 2018). EWM Xnet -sovellus toimii osana vain valmistajan omia hitsauslaitteita poissuljettuna vanhemmat laitemallit. Lisäksi järjestelmä vaatii yrityksen sisäisen palvelinverkon muodostamisen ja ylläpidon. (EWM Xnet, 2018.)

4.5 Lincoln Electric Checkpoint

Checkpoint of Lincoln Electricin kehittämä pilvipohjainen TI-sovellus hitsaustuotannon seuraamiseen. Sovellus verkottaa valmistajan omat hitsausvirtalähteet palvelimelle, johon kerätty hitsausdata on käytettävissä selainperäisellä Checkpoint-ohjelmistolla tietokoneilla tai mobiililaitteilla. Ohjelmisto ei vaadi erityistä asennusta tai ylläpitoa päivityksillä, ja pilvipalveluun kerätty data on käytettävissä monesta eri kohteesta. (Lincoln Electric Checkpoint, 2018.)

Hitsausvirtalähteiltä on tallennettavissa yksittäisistä hitseistä tapahtumalokeja, jotka pitävät sisällään virran, jännitteen, langansyötön ja hitsausajan minimi-, maksimi- ja keskiarvot sekä ennalta määrättyjen raja-arvojen ylitykset. Loki kirjaa automaattisesti myös hitsin keston, ajankohdan ja päivämäärän. Hitsattaessa kappaletta, joka sisältää useita eri hitsejä, voidaan jokaiselle eri hitsille määrittää sallitut parametriraja-arvot. Raja-arvojen mukaan voidaan tietokantaan tallentaa hitsikohtainen profiili, jonka järjestelmä valitsee työn alkaessa. (Lincoln Electric Checkpoint, 2012.)

4.6 Hitsausrobottien teollinen internet

Hitsausrobotit ovat oleellinen osa hitsaustuotannon automatisointia, jolla pyritään lisäämään tuottavuutta alan yrityksissä. Hitsausrobottien kaupalliset TI-sovellukset keskittyvät erityisesti kunnan seurantaan, huollon ennakkointiin ja robottilaivueiden monitorointiin.

4.6.1 ABB Ability Connected Services

ABB:n kehittämä Ability Connected Services teollista internetiä hyödyntävä sovellus, joka on yhdistettävissä valmistajan jokaiseen robottiin. Sovellus koostuu viidestä eri osa-alueesta: kunnan seuranta ja diagnostiikka, varmuuskopioiden hallinta, robottien ryhmäarviointi, voimavarojen optimointi sekä etähallinta. Ability Connected Services -osa-alueet toimivat osana ABB:n MyRobot-ohjelmistoa. Kunnan seuranta ja diagnostiikka sisältää visuaaliset työkalut robottien kunnan analysointiin sekä hälytysjärjestelmän, joka ilmoittaa vioista sähköpostilla ja tekstiviestillä. Osa-alueen tarkoituksena on nopeuttaa reagointia ongelmatapauksiin, tunnistaa yleisimmät viat sekä auttaa robotin toiminnan optimoimisessa. Varmuuskopioiden hallinta tallentaa automaattisesti halutut robottiohjelmat pilvipalveluun tai muulle palvelimelle. Tapauksissa joissa robottiohjelmat vioittuvat tai katoavat, on niistä tällöin saatavilla varmuuskopiot. Ryhmäarviointi avustaa käyttäjää tunnistamaan robottilaivueessa suurimalla käytöllä ja kuormituksella toimivat yksittäiset robotit. Tarkoituksena on pidentää laitteiston käyttöikää ennakoimalla vaurioriskit robottien vaihteistoissa ja moottoreissa. Voimavarojen optimointi tuottaa robottien toiminnasta ja kunnosta jaksoittaisia analyysejä, jotka sisältävät myös suosituksia virheellisen toiminnan korjaamiseen. Etähallinta sisältää robottien sekä muun järjestelmään kytketyn laitteiston etäohjauksen ohjelmiston avulla. Sovelluksen päätavoitteena on järjestelmän ongelmatilanteiden korjaus etänä, jolloin kunnan seuranta ja diagnostiikka on käytettävissä samalta pisteeltä. (ABB Ability Connected Services, 2018.)

4.6.2 Genesis Systems IntelligenceCenter

IntelligenceCenter on Genesis Systems:in sovellus, joka keskittyy erityisesti robottisolujen seurantaan. Sovellus kerää reaaliajassa dataa robottisolun toimintatilasta, tuotannosta sekä tarvittaessa myös hitsausparametreista, mitkä esitetään visuaalisesti ohjelmiston käyttöliittymässä. Robottisolun kriittisistä toimintatilanteista on saatavilla hälytykset sähköpostilla tai tekstiviestillä. Ohjelmisto on selainperäinen, joka toimii myös mobiililaitteissa, ja tietokanta sijaitsee pilvessä. Sovellus on yhdistettävissä myös FANUC:in, Panasonicin sekä Yaskawa Motoman:in robotteihin. (Genesis Workcells Software, 2018. Genesis IntelligenceCenter Brochure, 2018.)

4.7 Hitsaustuotannon TI-sovellusten ominaisuuksien vertailu

Jokainen esitelty sovellus keskittyy pääpiirteiltään hitsaustuotannon seurantaan, hallintaan ja ennakkointiin. Lähteiden kaupallisuus antaa ominaisuuksista hyvin yleistävän kuvan, joten yksityiskohtainen ominaisuuksien vertailu ei ole mielekäästä.

Taulukkoon 1 on kerätty hitsaustuotannon kaupallisten TI-sovellusten ominaisuuksia, jotka koskettavat yhteensopivuutta sekä käytön ja käyttöönoton helppoutta. Ominaisuuksien valinta perustuu teollisen internetin haasteina pidettävien standardoinnin ja ammattitaidon puutokseen. Osa-alueet, joista ei ole tarkkaa tietoa tai mainintaa lähdetiedoissa, on jätetty vertailutaulukossa tyhjäksi.

Taulukko 1. TI-sovellusten yhteensopivuuden, käytön ja käyttöönoton ominaisuuksia.

Sovel- lus	Yhteen- sopivuus	Tieto- kanta	Webbi- sovellus	Hälytys- järjes- telmä hitsaus- työhön	Stan- dardien hallinta	Hen- kilös- tön hal- linta	Lisälaitteet
Kemp- pi Weld- Eye	Omat ja muiden valmistajien MIG/MAG- ja TIG- laitteet.	Pilvi	Kyllä	Kyllä	AWS, ASME, EN ja ISO	Kyllä	Tietojen ja viivakoodien lukijalaite, sensoriadapt- terit
Esab Weld- Cloud	Valmistajan oma laitteisto: Aristo Mig 4004i Pulse, Aristo Mig 5000iR robotti- ja LAF/TAF- jauhekaari- laitteet	Pilvi	Kyllä	Kyllä			Tiedonsiirto moduuli vanhempaan laitetekantaan.

Sovel- lus	Yhteen- sopivuus	Tieto- kanta	Webbi- sovel- lus	Hälytys- järjes- telmä hitsaus- työhön	Stan- dardi- en hallin- ta	Hen- kilös- tön hal- linta	Lisä- laitteet
EWM Xnet	Valmistajan oma laitteisto: Multimatrix MIG/MAG-ja TIG-laitteet	Käyttä- jän palvelin	Kyllä	Kyllä	ISO 3834 ja EN 109	Kyllä	Virtalähde reitin, PC-dongle
Fronius Weld- Cube	Valmistajan oma laitteisto: TPS/i MIG/MAG- laitteet	Käyttä- jän palvelin	Kyllä			Kyllä	WeldCube -lisälaite tiedon tallennuk- seen, analysoin- tiin ja keruuseen
Lincoln Electric Check- point	Valmistajan oma laitteisto: MIG/MAG- ja TIG- virtalähteet	Pilvi	Kyllä	Kyllä		Kyllä	

Sovellus	Yhteensopivuus	Tietokanta	Webbisovellus	Hälytysjärjestelmä hitsaus-työhön	Standardien hallinta	Henkilöstön hallinta	Lisälaitteet
ABB Ability Connected Services	Valmistajan omat robotit	Pilvi	Kyllä	Kyllä			
Genesis Systems Intelligence Center	Valmistajan omat sekä Fanuc, Panasonic ja Yaskawa Motoman robotit	Pilvi	Kyllä	Kyllä			

5 POHDINTA

Teollinen internet elää aikakautta, jossa kehitys on nopeaa ja kehitysnäkymät ovat laajat, mutta osaltaan hämärän peitossa. IoT-trendi on saanut teollisuusyritykset panostamaan entistä enemmän valmiiden kaupallisten sovellusten luomiseen ja markkinoille tuontiin. Tutkimuksessa etsittiin teollisen internetin pääpiirteitä niin tarvittavan teknologian, yritystoiminnan ja haasteiden kannalta, sekä perehdyttiin hitsaustuotannon valmiiksi saatettuihin TI-sovelluksiin ja niiden ominaisuuksiin.

5.1 Vertailu ja yhtymäkohdat aiempaan tutkimukseen

Teollista internetiä, sen konkreettista kehitystä ja tulevaisuudennäkymiä koskevaa tuoretta tutkimusta on löydettävissä kasvavissa määrin. Hitsaustuotannon TI-sovelluksista on löydettävissä yhtymäkohtia niin vaadittavan teknologian kuin tavoiteltujen hyötyjen osalta.

5.2 Tutkimuksen luotettavuustarkastelut

Tutkimus perustuu lähteisiin, jotka ovat alan edelläkävijöiden tuottamia, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina. Tutkimus kohdistuu kuitenkin alaan, joka on alati kehittyvä, joten luotettavuus voi muuttua hyvin nopeasti. Uusien teknologioiden integrointi osaksi teollista internetiä voi muuttaa etenkin sovelluskehitystä. Tutkittavien TI-sovellusten tiedot perustuvat kaupallisiin lähteisiin, jolloin toimintojen ja ominaisuuksien kuvaus on useassa tapauksessa hyvin yleistettyä tai jopa puutteellista.

5.3 Avaintulokset

Tutkimuksen avaintuloksina saatiin yhdistettyä teollisen internetin pääpiirteet osaksi hitsaustuotannon sovelluskehitystä. Kaupallisia sovelluksia tutkimalla huomattiin, että teollisen internetin hyödyntäminen hitsaustuotannossa on laajalti keskittynyt hitsauksen monitoroinnin, hallinnan, dokumentoinnin ja ennakoitavuuden parantamiseen. Vaikka TI-sovellusten rakenteen toteutuksesta puuttuu perustavanlaatuinen standardointi, huomattiin yhtäläisyydet TI:n vaatimaan teknologia-arkkitehtuuriin aina datan keruusta sensoreilta, tallennukseen, analysointiin ja valmiiseen digitaaliseen sovellukseen. Hitsaustuotannon kaupallisia TI-sovelluksia vertailemalla huomattiin eroavaisuuksia etenkin informaatioteknologian toteutuksessa ja ominaisuuksissa. Lähteiden kaupallisuudesta johtuen,

moni yksityiskohta, kuten tietoturvan toteutus tai tarvittava verkkojärjestelmä, jäivät usein epäselviksi. Sovellusjärjestelmien laajuudesta ja monimuotoisuudesta johtuen, osaamista on kasvavissa määrin laajennettava pelkän hitsaustuotannon tuntemuksesta etenkin juuri informaatioteknologian saralle.

5.4 Tulosten uutuusarvo

Teollisen internetin tutkimusta on laajassa määrin kohdennettu käsittelemään kaikkia teollisuuden aloja. Tutkimustulosten uutuusarvo tulee kohdennuksesta nimenomaan hitsaustuotantoon, sekä eri toimijoiden kaupallisten sovellusten vertailusta.

5.5 Tulosten yleistettävyys ja hyödynnettävyys

Tutkimustulokset antavat yleistettyä kuvaa TI-sovelluksen rakenteen vaatimasta ylläpidosta ja ammattitaidosta niin teknologian kuin liiketoiminnan kannalta. Vertailutulokset antavat sovellushankintaa harkitsevalle yritykselle näkökulmia etenkin käyttöönottoa, ylläpitoa ja ammattitaitoa kartoittaviin osa-alueisiin.

5.6 Jatkotutkimusaiheet

Tutkimus antoi hyvän kuvan teollisen internetin tämän hetken hyödyntämisestä hitsaustuotannossa, mutta TI:n laajuus ja nopea kehitys tuovat varmasti ajan myötä paljon uusia mahdollisuuksia. Valmiit sovellukset ovat vahvasti keskittyneet hitsaustyön seurantaan ja laadunvalvontaan, joten jatkotutkimukset voisivat käsitellä muun muassa suunnitteluun ja valmistukseen liittyvää teollista internetiä. Aiheet, jotka nousivat keskeisesti esille, olivat CBM (Cloud Based Manufacture) sekä CBD (Cloud Based Design), eli pilvipohjainen valmistus ja suunnittelu, jotka ovat mahdollisesti integroitavissa osaksi teollista internetiä.

Toinen jatkotutkimusaihe käsittelee teollisen internetin teknologia-arkkitehtuurin standardointia. Nykyiset järjestelmät ovat vielä kehitysvaiheessa ja varsin vaihtelevia etenkin verkotuksen ja muun tietotekniikan osa-alueilla. Standardoitu järjestelmä oletettavasti parantaisi teknologiaosa-alueiden yhteensopivuutta, mutta mitä sellaisen luonti vaatii, on vielä avoinna.

Kolmantena jatkotutkimusaiheena esille nousi teollisen internetin laajentaminen kaikille hitsausmenetelmille. Nykyiset TI-sovellukset ovat lähtökohtaisesti kehitetty yleisimmille ja

helposti automatisoitaville kaasukaarihitsausprosesseille, mutta teollisen internetin kehittyessä ja yleistyessä, kysyntää voi mahdollisesti löytyä myös muille aloille.

6 YHTEENVETO

IoT -trendi on saanut monet teollisuudenalat tutkimaan ja kehittämään omaa tuotantoaan uusien liiketoimintamahdollisuuksien toivossa. Tänä päivänä monet laitteet ja palvelut ovat verkotettu internetin välityksellä, jolla saavutetaan laaja ja monipuolinen tietojen keruu ja yhdistely. Teollinen internet on yritysten näkökulma asioiden ja esineiden internettiin, jossa ihmisten tuottaman tiedon sijaan, hyötyjä pyritään saavuttamaan tuotantoprosesseista kerätystä datasta. TI elää kuitenkin vielä murroskautta, jolloin sillä saavutettavat konkreettiset hyödyt ja haasteet ovat vielä hämärän peitossa.

Tämä tutkimus aloitettiin perehtymällä teollista internetiä koskeviin tutkimuksiin, joista koottiin TI:n ajavia tekijöitä, olennaisia liiketoiminnallisia ja teknologisia ominaisuuksia, mahdollisuuksia sekä haasteita. Lisäksi kartoitettiin hitsaustuotannon suurimpien toimijoiden kaupallista sovellustarjontaa, ja miten ne ovat lähteneet mukaan teollisen internetin hyödyntämiseen. Löydettyjen sovellusominaisuuksien pohjalta koottiin teoriaosuuteen vielä lyhyet esittelyt käytetyimmistä hitsausteknisistä sovellusaloista, kuten hitsausmenetelmistä ja laadunhallinnasta.

Työn tavoitteena oli perehtyä markkinoilla oleviin hitsaustuotannon TI-sovelluksiin, niiden keskeisiin ominaisuuksiin ja toteuttaa vertailua. Löydettyjen kaupallisten lähteiden pohjalta luotiin tiivistetyt sovellusesittelyt, joissa käydään läpi keskeisimpiä valmistajien ilmoittamia ominaisuuksia, hyötyjä ja vaatimuksia, sekä pohdittiin mahdollisia haasteita. Sovelluksista koottiin vertailutaulukko, josta voidaan nähdä yhteensopivuuteen, käyttöön ja käyttöönottoon vahvasti vaikuttavia piirteitä.

7 LÄHTEET

ABB. 2018. ABB Ability Connected Services. [ABB www-sivuilla]. [Viitattu 18.5.2018]. Saatavissa: <http://new.abb.com/products/robotics/service/connected-services>

Collin, J & Saarelainen, A. 2016: Teollinen internet. Talentum Media Oy, Helsinki. ISBN 978-952-14-2849-4.

Digital Startup. 2018. Trends in Internet of Things (IoT) – 2018. [Digital Startup www-sivuilla]. [Viitattu 13.5.2018]. Saatavissa: <http://www.mydigitalstartup.net/top10trends2018/trend-iot/>

Esab Oy. 2017. ESAB:n Weldcloud™ online-tiedonhallintaohjelmistolle Industrie Lyon-palkinto. [Esab www-sivuilla]. [Viitattu 10.5.2018]. Saatavissa: <http://www.esab.fi/fi/fi/news/latest/esab-wins-industrie-lyon-award-for-weldcloud.cfm>

Esab Oy. 2018. Weldcloud. [Esab www-sivuilla]. [Viitattu 10.5.2018]. Saatavissa: <http://www.esab.fi/fi/fi/weldcloud/index.cfm#weldcloudcontactform>

EWM. 2014. EWM Xnet: Hitsausprosessin kokonaisvaltainen laadunhallinta. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.5.2018]. PDF saatavilla: http://www.woikoski.fi/sites/default/files/wm093101_xnet_fi_pieni_0.pdf

EWM. 2017. Welding 4.0 – the future of welding. [EWM www-sivuilla]. [Viitattu 11.5.2018]. Saatavissa: <https://www.ewm-group.com/en/innovation-research/welding-4-0.html>

Fronius. 2018. Weldconnect. [Fronius www-sivuilla]. [Viitattu 10.5.2018]. Saatavissa: <https://fronius.com/en/welding-technology/products/3752/3755/weldconnect/23852>

Fronius. 2018. WeldCube. [Fronius www-sivuilla]. [Viitattu 10.5.2018]. Saatavissa: <http://www.fronius.com/en/welding-technology/products/digital-products/digital-products/weldcube/weldcube>

Genesis Systems Group. 2015. IntelligenceCenter Brochure. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 18.5.2018]. PDF saatavilla: <https://www.genesis-systems.com/wp-content/uploads/2015/08/IntelligenceCenter-Brochure.pdf>

Genesis Systems Group. 2018. Workcells Software. [Genesis Systems www-sivuilla]. [Viitattu 18.5.2018]. Saatavissa: <https://www.genesis-systems.com/robotic-integration/workcells-software>

Juhanko, J., Jurvansuu, M., Ahlqvist, T., Ailisto, H., Alahuhta, P., Collin, J., Halen, M., Heikkilä, Kortelainen, H., Mäntylä, M., Seppälä, T., Sallinen, M., Simons, M. & Tuominen, A. 5.1.2015: Suomalainen teollinen internet – haasteesta mahdollisuudeksi: taustoittava kooste. ETLA Raportit No 42.

Kemppi Oy. 2018. WeldEye: Welding Production Analysis. [WeldEye www-sivuilla]. [Viitattu 9.5.2018]. Saatavilla: <https://www.weldeye.com/en-US/software/weldeye-functions/welding-production-analysis/>

Kemppi Oy. 2018. WeldEye: Welding Procedure and Qualification Management. [WeldEye www-sivuilla]. [Viitattu 9.5.2018]. Saatavissa: <https://www.weldeye.com/en-US/software/weldeye-functions/welding-procedure-and-qualification-management/>

Kemppi Oy. 2018. WeldEye: Welding Quality Management. [WeldEye www-sivuilla]. [Viitattu 9.5.2018]. Saatavissa: <https://www.weldeye.com/en-US/software/weldeye-functions/welding-quality-management/>

Kemppi Oy. 2018. WeldEye: Welding documentation management. [WeldEye www-sivuilla]. [Viitattu 9.5.2018]. Saatavissa: <https://www.weldeye.com/en-US/software/weldeye-functions/welding-documentation-management/>

Kiwa Inspecta. 2018. Hitsauksen laadunvarmistus (ISO 3834). [Kiwa www-sivuilla]. [Viitattu 23.5.2018]. Saatavilla: <https://www.inspecta.fi/Palvelut/Sertifiointi-ja-arviointi/Johtamisjarjestelmasertifiointi/valmistava-teollisuus/Hitsauksen-laadunvarmistus-ISO-3834/>

Konekuriiri. Julkaistu 30.1.2018. Leikkaus- ja hitsaustoiminnot online-tiedonhallintajärjestelmiin. [Konekuriiri www-sivuilla]. [Viitattu 20.5.2018]. Saatavilla: <http://www.konekuriiri.fi/uutiset/leikkaus-ja-hitsaustoiminnot-online-tiedonhallintajarjestelmiin/>

Lincoln Electric. 2018. Cloud-Based Production Monitoring Reshapes Weld Performance Tracking. [Lincoln Electric www-sivuilla]. [Viitattu 10.5.2018]. Saatavilla: <http://www.lincolnelectric.com/en-us/support/process-and-theory/Pages/cloud-based-production-monitoring.aspx>

Lincoln Electric. 2012. Checkpoint IM8000 Operator's Manual. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.5.2018]. PDF saatavilla: <http://www.lincolnelectric.com/fr-fr/equipment/mig-Welders/Documents/im8000.pdf>

Lukkari, J. 1997. Hitsaustekniikka. Perusteet ja kaarihitsaus. 3. painos. Helsinki: Edita Prima Oy. 292 s. ISBN 951-719-469-2.

Pronius Oy. 2015. Täydellinen hitsaussauma – täysin mahdollista. TPSi Robotics. Esite V.01. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.5.2018]. PDF saatavilla: http://www.pronius.fi/uploads/Esite_TPSi_Robotics_FIN.pdf

Retco Oy. 2018. Monitorointi: WeldScanner S3. [Retco www-sivuilla]. [Viitattu 17.5.2018]. Saatavissa: http://www.retco.fi/tuotteet-32-monitorointi_weldscanner_s3.php

RFIDLab Finland ry. 2018. Mitä on RFID? [RFIDLab www-sivuilla]. [Viitattu 13.5.2018]. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tek>

KAUPALLISIA OHEISLAITTEITA IIOT-ROBOTTIHITSAUKSEN TUEKSI

Tämä työ käsittelee markkinoilla olevia kaupallisia robottien oheislaitteita, jotka ovat mahdollisesti liitettävissä osaksi robottihitsauksen IIoT (Industrial Internet of Things) -järjestelmää. IIoT-järjestelmään kytkettävät oheislaitteet keräävät tuotannosta dataa tietokantaan, jota itse robotti tai hitsauslaitteisto eivät tee. Osa markkinoilla olevista hitsausrobottijärjestelmistä pitää jotkin oheislaitteet valmiiksi integroituina.

Kerätyn datan tarkoituksena on avustaa robottihitsauksen hallittavuutta ja monitorointia. Dataa keräävät sensorit voidaan robottihitsauksessa jaotella geometrisiin ja teknologisiin sensoreihin. Geometriset sensorit ohjaavat robotin railonhakua ja –seurantaa, kun taas teknologiset sensorit mittaavat hitsausprosessin parametreja. (Pires et al. 2006. s. 73-74.) Kyseiset sensorit ovat usein nykyään valmiiksi osana robottia tai hitsauslaitteistoa, mutta niitä on myös saatavilla oheislaitteina. Seuraavissa kappaleissa on lyhyesti esitelty muutamia markkinoilla olevia robottihitsauksen IIoT-järjestelmään sulautettavia oheislaitteita.

Vitronic VIRO WSI

VIRO WSI on Victronicin valmistama hitsaussaumojen laaduntarkistukseen kehitetty oheislaitte (kuva 1). Laite sisältää kamerapohjaisen sensorin, laskentayksikön sekä tarvittavat ohjelmistot. Sensori kerää olennaista dataa hitsaussauman virheistä, joiden tyyppi ja paikka näytetään ohjelmiston mallintamassa 3D-kuvassa. Kuvat ovat automaattisesti tallennettavissa ja arkistoitavissa. (Vitronic, 2018.)



Kuva 1. Vitronic VIRO WSI kamera hitsaussaumojen laaduntarkistukseen (Vitronic, 2018).

Fanuc iRVision

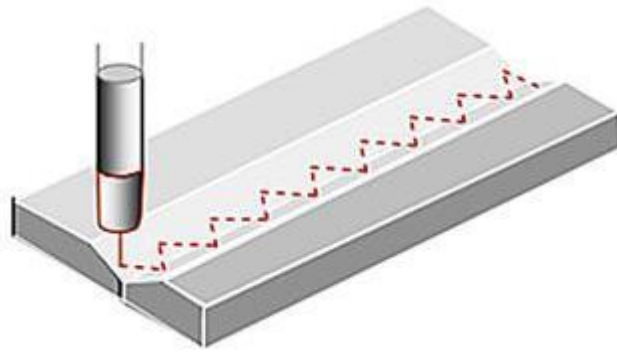
Fanucin kehittämä iRVision kattaa laajan määrän robottityön seurantaan ja paikannukseen tarkoitettuja konenäkösovellutuksia. Eri tyypit pitävät sisällään työkappaleen paikoitukseen tarkoitettut 2D-näkölaitteet, 3D-lasernäkölaitteet (kuva 2) sekä laajan alueen 3D-näkölaitteet. Erityisesti hitsaustyöhön on kehitetty Weld Tip sekä Torch Mate -toiminnot. Weld Tip toimii pistehitsauksen laadunvalvonnan apuna tarkastamalla visuaalisesti hitsin mahdollisilta virheiltiltä. Torch Mate -toiminto on hitsauspolttimen kuljetuksen seurantaan kehitetty sovellus, jossa konenäön avulla polttimen keskipiste pidetään halutulla reitillä. (Fanuc, 2018.)



Kuva 2. Fanuc iRVision 3D-lasernäkölaite (Lincoln Electric, 2018).

ABB Weldguide IV

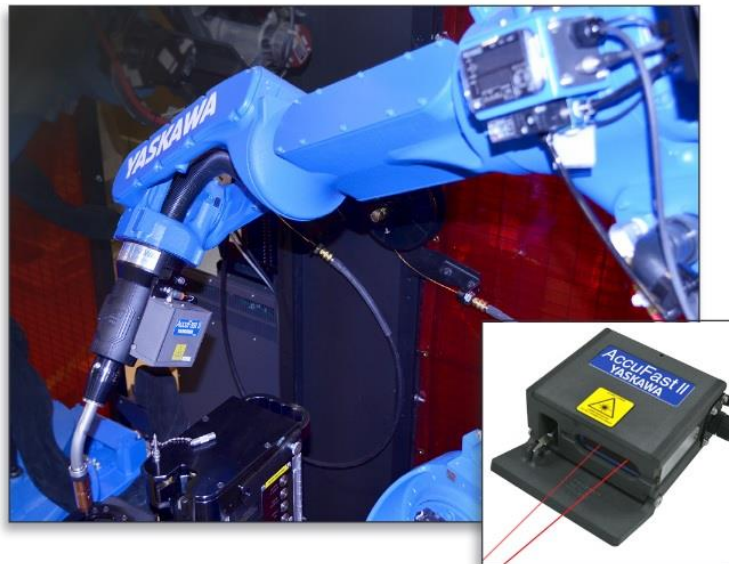
Weldguide IV on railonseurantaan kehitetty laite, joka mittaa kahdella eri sensorilla valokaaren virtaa ja jännitettä, ja synkronoi niiden muutoksista robotille hitsauspolttimen kuljetuksen reaaliajassa (kuva 3). Weldguide IV tekee mittauksia kaaresta 25 000 kertaa sekunnissa, ja on tarkoitettu hankalien hitsausaumavariaatioiden seurantaan.



Kuva 3. ABB Weldguide IV railonseuranta valokaaren impedanssin avulla (ABB, 2018).

Yaskawa Accufast II

Accufast II on Yaskawan kehittämä laserpohjainen railonhakuun kehitetty laite (kuva 4). Lasersäteen koskettaessa haluttua pistettä, välittää se tiedot robotille. Accufast II:n etuina ovat kosketukseton railonhaku, työkappaleen asennonmääritys sekä yhteensopivuus kosketukseen perustuviin railonhaku menetelmiin, joissa kiiltävät työkappalepinnat eivät aiheuta häiriötä. Sensori on suojattu hitsauksen roiskeilta ja savuilta suojakotelolla. (Yaskawa, 2017.)



Kuva 4. Yaskawa Accufast II laserpohjainen railonhakulaite (Yaskawa, 2017).

LÄHTEET

ABB. 2018. Weldguide IV. [ABB www-sivuilla]. [Viitattu 23.5.2018]. Saatavissa: <https://new.abb.com/products/robotics/application-equipment-and-accessories/arc-welding-equipment/process-support-tools/weldguide>

Fanuc. 2018. Vision functions for robots. [Fanuc www-sivuilla]. [Viitattu 23.5.2018]. Saatavissa: <https://www.fanuc.eu/uk/en/robots/accessories/robot-vision>

Lincoln Electric. 2018. Automation system accessories. [Lincoln Electric www-sivuilla]. [Viitattu 23.5.2018]. Saatavissa: <https://www.lincolnelectric.com/en-za/equipment/robotic-automation/products-and-systems/Pages/automation-technology-accessories.aspx>

Pires, J., Loureiro, A & Bolmsjö, G. 2006. Welding Robots. Technology, System Issues and Applications. Springer, London. Online ISBN 978-1-84628-191-4. DOI: https://doi.org/10.1007/1-84628-191-1_3

Vitronic. 2018. Fully Automated 3D Inspection of Welded and Brazed Seams with VIRO WSI. [Vitronic www-sivuilla]. [Viitattu 23.5.2018]. Saatavissa: <https://www.vitronic.com/industrial-and-logistics-automation/sectors/automotive/weld-seam-inspection/viro-wsi.html>

Yaskawa Motoman. 2017. AccuFast II – NonContact Seam Finding Sensor. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 24.5.2018]. Saatavissa: <https://www.motoman.com/hubfs/PDFs/AccuFastII.pdf>