

IOT:N LISÄÄMINEN SÄHKÖASEMATYÖMAILLA
Increasing IoT usage in substation worksites
Markus Nevalainen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT
School of Energy Systems
Sähkötekniikka

Markus Nevalainen

IoT:n lisääminen sähköasematyömailla

2020

Kandidaatintyö.

30 s.

Tarkastaja: Ville Tikka

Esineiden internet (IoT, Internet of Things) tarkoittaa esineitä ja laitteita jotka ovat yhteydessä internetiin. Tässä kandidaatintyössä tutkitaan IoT:n hyötyjä ja ongelmia nykyaikana sekä kuinka tämän tekniikan käyttöönotosta voidaan hyötyä sähköasematyömailla. Tutkielma tehdään teoreettisesti, eikä käytännön kokeiluja tehdä. Tutkielman teossa hyödynnetään kirjallisia lähteitä sekä kokemusta sähköasematyömailta. Työ on tehty yhteistyössä TMV Service Oy:n kanssa.

Työssä selvitetään mitä IoT tarkoittaa ja minkälaisia käytännön sovelluksia sen avulla on rakennettu ammattilaisten sekä yksityisten ihmisten käyttöön. Tutkitaan millaisia hyötyjä sovellusten avulla saadaan eri käyttökohteissa sekä tarkastellaan miten niitä voitaisiin hyödyntää sähköasematyömailla. Hyötyjen lisäksi selvitetään tekniikan lisäämisen ongelmat, suurimpana tietoturvaongelmat, sekä pohditaan keinoja millä ongelmia voidaan välttää.

Käydään läpi tämänhetkinen tilanne IoT:n suhteen TMV Service Oy:n sähköasematyömailla ja selvitetään mitä hyötyjä niistä sovelluksista saadaan. Tutkitaan uusia mahdollisuuksia lisätä IoT:n käyttöä ja siitä saatavia hyötyjä parantamalla nykyisiä järjestelmiä ja lisäämällä uusia järjestelmiä. Pääasiassa hyötyjä saadaan työn laadun, nopeuden ja turvallisuuden näkökulmista. Haasteiksi tulevat tietoturvaongelmat sekä hyötyjen saaminen tarpeeksi suuri, jotta ne korvaavat tekniikan käyttöönottoon vaaditut panostukset.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT
School of Energy Systems
Electrical Engineering

Markus Nevalainen

Increasing IoT usage in substation worksites

2020

Bachelor's Thesis.

30 p.

Examiner: Ville Tikka

Internet of Things, IoT, stands for objects and devices which are connected to the Internet. This bachelor's thesis studies about the benefits and problems of IoT technology these days and how adding it would benefit workflow of substation worksites. This study is made theoretically and there isn't any in real world tests about the subject. The thesis is made using literary sources and writers own experience of working in substation worksites. Thesis is made in collaboration with TMV Service Oy company.

Study clarifies the meaning of IoT and sorts out which kind of practical appliances there are made for both professional and individual use. Then it is analyzed what kind of benefits appliances give in different industries and how those could improve workflow in substation worksites. In addition to benefits also the problems are considered, most importantly information security, and how to avoid those problems.

Thesis sorts out how much IoT is used on TMV Service Oy substation worksites today and what kind of benefits those IoT systems give. Novel possibilities of increasing IoT usage is studied and what sort of improvements are found by improving existing systems and adding new systems. Most of the improvements are found in improving workflow, work quality and also safety. Challenges of adding more IoT technology are making sure of information security and also discovering enough improvements to cover the costs of adding IoT system.

SISÄLLYSLUETTELO

Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

1.	Johdanto.....	6
2.	IoT	8
2.1	Käytännön sovelluksia.....	9
2.2	Tekniikka	10
2.2.1	Esimerkki IoT-järjestelmästä.....	10
2.3	IoT eri toimialoilla.....	12
2.3.1	Prosessiteollisuus.....	12
2.3.2	Logistiikka.....	12
2.3.3	Maatalous	12
2.3.4	Rakennusteollisuus ja työmaat	13
2.4	Hyötyjä	13
2.5	Ongelmat	14
2.5.1	Tietoturva	15
3.	IoT lisääminen sähköasematyömailla.....	17
3.1	Nykytilanne	17
3.1.1	Hyödyt	17
3.2	Tavoitteet.....	18
3.3	Käytännön ratkaisut.....	18
3.3.1	Työmaanäytöt.....	18
3.3.2	Sähköiset työmaadokumentit.....	19
3.3.3	NFC-sirut ja anturit.....	20
3.3.4	Nykyisten järjestelmien parannuksia.....	20
3.4	Haasteet	21
3.4.1	Tietoturva	21
3.5	Hyödyt	21
4.	Johtopäätökset	23
	Lähteet	24

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

5G	Langaton mobiiliverkko, viides sukupolvi
DoS	Denial-of-Service, palvelunestohyökkäys
IoT	Internet of Things, esineiden internet
RFID	Radio Frequency Identification
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkko
WSN	Wireless Sensor Networks

1. JOHDANTO

Esineiden internet (IoT, Internet of Things) tarkoittaa internetiin yhteydessä olevia esineitä ja laitteita. Työssä selvitetään mitä IoT-termi käsittää ja minkälaisia käytännön sovelluksia sen avulla nykypäivänä tehdään. IoT on nykypäivänä vahvasti kasvava tekniikan ala ja sen käyttöönotolla on löydetty eri kohteissa suuriakin hyötyjä. Käydään läpi IoT:n käyttökoh- teita monipuolisesti eri aloilla sekä myös yksityiskäytössä olevia ratkaisuja. Ratkaisujen hyödyt ja ongelmat selvitetään sekä pohditaan kuinka eri IoT sovellukset toimisivat sähkö- asematyömailla.

Tavoitteena on löytää keinoja parantaa sähköasematyömaan sujuvuutta IoT:n lisäämisellä. Tavoitteisiin kuuluu työn nopeuden, laadun sekä turvallisuuden parantaminen erilaisten IoT ratkaisujen avulla. Tekniikan avulla saadaan kerättyä informaatiota sekä lisättyä informaation kulkua työntekijöille, jolloin saadaan parannettua työmaan sujuvuutta. Lisäksi voidaan analysoida työmaiden kulkua, mitä tietoa saadaan tulevilla työmailla hyödynnettyä.

Selvitetään IoT tekniikan lisäämisestä johtuvia ongelmia ja etsitään keinoja, millä ongelmia voidaan välttää. Suurin ongelma IoT:n lisäämisessä ovat tietoturvaongelmat. Lisäksi haasteena on löytää keinot, jolla hyödyt tekniikan lisäämisestä korvaavat kustannukset mitä IoT:n käyttöönotosta tulee.

Työn tutkimus hoidetaan pitkälti kirjallisten lähteiden perusteella. Lisäksi hyödynnetään työn tekijän kokemusta sähköasematyömailta, jonka avulla voidaan pohtia eri järjestelmistä saatuja hyötyjä ja haittoja. Aihetta käydään läpi teoreettisesti, eikä käytännön kokeiluja IoT:n lisäämisestä sähköasematyömaille tehdä.



Kuva 1.1 Orimattilan sähköasema lokakuussa 2019. TMV Servicen valmistunut työmaa, missä työn kirjoittaja oli myös mukana. (Fingrid)

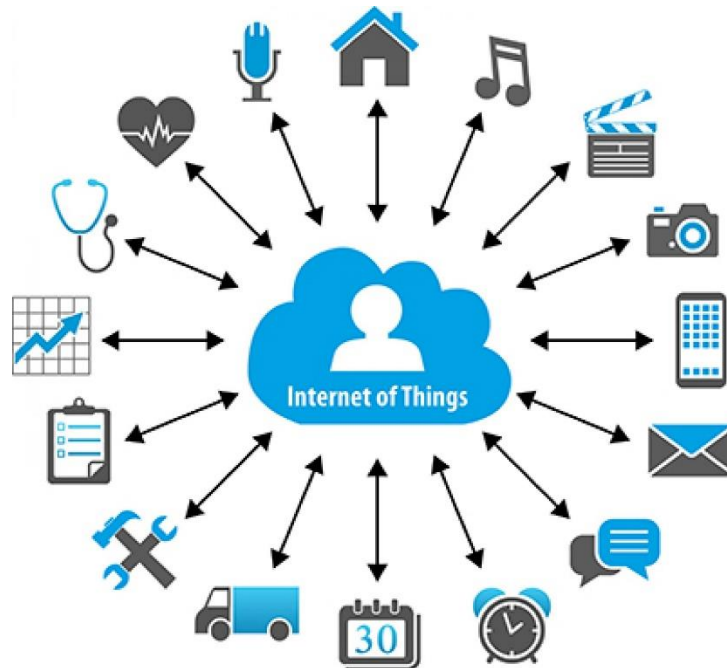
Selvitetään TMV Servicen sähköasematyömaiden nykytilanne erilaisten teknologioiden osalta ja tavoitellaan työmaiden sujuvuuden parantamista IoT:n lisäämisellä. Selvitetään eri

työmaaolosuhteisiin sopivia vaihtoehtoja ja käydään niiden hyödyt sekä ongelmat läpi. Tarkastellaan saadaanko IoT:stä tarpeeksi hyötyä, jotta sen lisääminen hyödyttäisi enemmän kuin mitä siitä tulevat haasteet aiheuttavat ongelmia.

Työ on tehty yhteistyössä TMV Service Oy:n kanssa ja työtehtävissä saadun kokemuksen avulla arvioidaan IoT:llä saavutettavia hyötyjä. TMV Service Oy on osa TM Voima -konsernia ja se tuottaa palveluja tuulivoima-, aurinkovoima- sekä sähköverkkoprojekteihin (TM Voima).

2. IOT

IoT (Internet of Things) on suomeksi esineiden internet. Esineiden internet tarkoittaa esineitä ja laitteita jotka ovat yhteydessä internetiin. Internet yhteyden avulla esineet voivat tallentaa informaatiota, käsittelemään informaatiota sekä toimimaan informaation mukaan. Usein internet yhteyden lisäksi laitteelta vaaditaan kykyä aistia ympäristöä ja tehdä ratkaisuja tämän perusteella. Terminä IoT on laaja ja sen määrittely tarkasti on vaikeaa, mutta eri henkilöt ja organisaatiot ovat tehneet termille omat määritelmänsä.



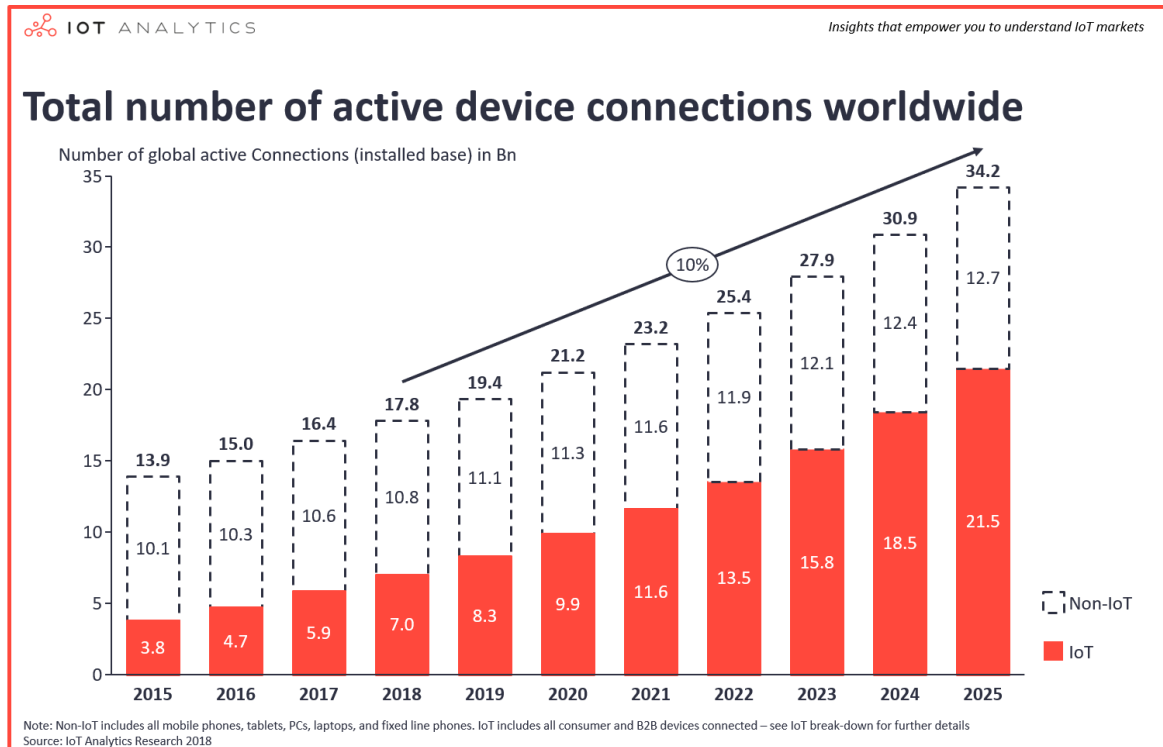
Kuva 2.1 IoT-järjestelmään voidaan liittää monia eri käytännön asioita. (Gibson 2017)

Kevin Ashton keksi IoT termin ja käytti sitä ensimmäisenä vuonna 1999 esitelmänsä otsikossa joka käsitteli RFID sirujen käytöstä P&G yhtiön toimitusketjussa. Hänen käsityksensä termistä käsittää seuraavaa: ”Tietokoneet, jotka pystyvät aistimaan ja tunnistamaan maailmaa ilman ihmisen lisäämiä tietoja.” Ihminen ei ole erityisen tehokas tietojen lisäämiseen ja keräämiseen sillä ihmisten toimintaa rajoittavat aika, keskittyminen sekä tarkkuus. Tietokone kykenee keräämään tietoja ennen näkemättömiä määriä sekä erinomaisella tarkkuudella. Näin saadaan suuria määriä käsiteltävää dataa. (Ashton 2009).

Kansainvälinen standardisointiorganisaatio ISO määritteli IoT:n seuraavasti: “An infrastructure of interconnected objects, people, systems and information resources together with intelligent services to allow them to process information of the physical and the virtual world and react.”. Suomennettuna sama tarkoittaa seuraavaa: yhteen liitettyjen esineiden, ihmisten, järjestelmien sekä informaation infrastruktuuria joka mahdollistaa älykkäiden järjestelmien avulla käsittelemään fyysisen ja digitaalisen maailman informaatiota ja toimimaan sen mukaan. Määritelmään päädyttiin 16 kuukauden keskustelujen jälkeen ammattilaisten kesken. Keskustelujen aikana todettiin, että IoT on mahdotonta kuvailla kiistattomasti ja tarkkaan näin lyhyellä määritelmällä, sillä sen sisältämät aihealueet on hyvin vaikea rajata. (ISO 2014).

2.1 Käytännön sovelluksia

Nykyään IoT sovellukset yleistyvät käytännössä kaikissa tuotesegmenteissä. IoT-tekniikkaa käytetään kodin esineissä, puettavissa esineissä ja vaatteissa sekä myös työkaluissa. Näiden lisäksi tekniikkaa kehitetään muun muassa kaupunkien ja sähköverkkojen toiminnan parantamiseksi. (Lueth 2015).



Kuva 2.2 Verkkoon yhdistettyjen laitteiden kokonaismäärät nykyään ja ennustetut määrät tulevaisuudessa. Kuvasta nähdään IoT-laitteiden määrän kasvu. (Lueth 2018).

Älykäs koti on termi, joka kuvaa kotia, jossa IoT-tekniikkaa on käytettynä eri esineissä. Yleisimpiä käytännön sovelluksia tällä hetkellä kodeissa ovat sähkölukot, älykäs valaistus sekä älykäs lämmönsäätö. Yksittäisiä laitteita joihin IoT:tä on lisätty ovat esimerkiksi jääkaapit. Älykkäiden sähkölukkojen avulla ei tarvitse kuljettaa avaimia mukana, sillä ne voivat toimia muun muassa sormenjäljellä, älypuhelimien avulla tai numerokoodilla. Hyötyä saadaan, kun voidaan etänä antaa henkilöille pääsy ovesta sekä voidaan seurata ketä ja mihin aikaan ovesta liikutaan. Älykkään valaistuksen ja lämmönsäädön avulla voidaan parantaa asumisen mukavuutta ja säästää myös lämmitys- ja sähkökuluissa. Valaistus voi automaattisesti säätää itseään valoisuuden, kellonajan sekä aktiivisuuden perusteella. Esimerkiksi aamuisin valaisimet voivat näyttää kylmää eli sinistä valoa, jolla on piristävä vaikutus, ja iltaisin lämmintä eli punertavaa valoa, joka taas rauhoittaa ihmistä. Valaistus myös toimii silloin kun sille on tarvetta eli ulkoa tuleva valo on vähäistä sekä sisällä on havaittu ihmisiä. Älykkäät jääkaapit voivat sisältää esimerkiksi kameroita, jonka kautta voidaan älypuhelimesta katsoa kaupassa mitä jääkaapista löytyy ja mitä tarvitaan.

Puettaviin esineisiin liitetään nykypäivänä myös IoT tekniikkaa. Puettavia älykkäitä esineitä ovat esimerkiksi älykello, aktiivisuusranneke, aktiivisuussormus sekä älylasit. Puettavat esineet mittaavat usein kehon toimintoja ja liikettä, kuten sykettä ja askeleita. Mitatut tiedot siirretään pilveen ja näitä mitattuja tietoja voidaan tarkastella joko kyseisen esineen näytöltä tai esimerkiksi älypuhelimesta. Älylasien avulla saadaan suoraan näkökenttään näytettyä tärkeätä tietoa, jolloin sitä tietoa ei tarvitse erikseen katsoa jostain toisesta laitteesta. Näin molemmat kädet pysyvät vapaina toimimaan. Älylaseja on kehitelty muun muassa sotilaiden käyttöön. Näin sotilaille saadaan annettua ajantasaista tietoa sijainnista sekä muista asioista ja tapahtumista. Tämän avulla sotilaiden ymmärrys ympäristöstä saadaan pysymään hyvänä samalla kun he ovat täysin toimintakykyisiä.

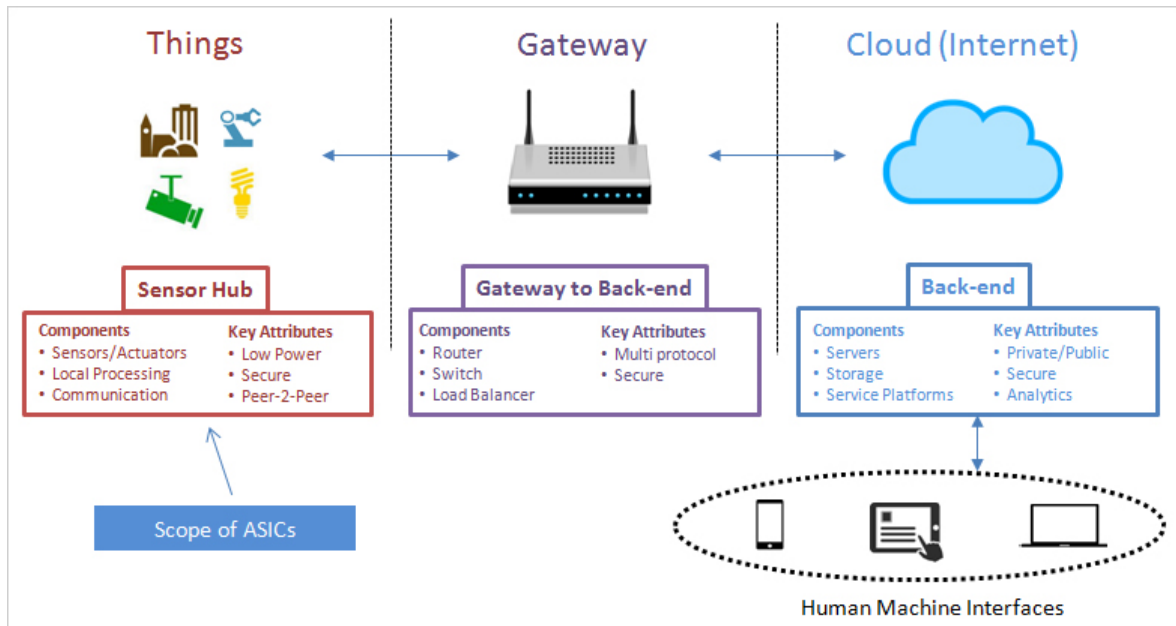
2.2 Tekniikka

IoT:n yleistymistä nopeuttaa halventuneet komponentit, suuremmat laskutehot tietokoneissa yleisesti sekä paremmat yhteydet internetiin. Nykypäivänä IoT:n mahdollistavien komponenttien hinnat ovat pudonneet niin alas, jolloin ne eivät juurikaan lisää tuotteiden kokonaiskomponenttikustannuksia (Muresan 2016). Suurimmat lisääntyneet kulut tulevat ohjelmomisesta, sekä laitteen valmistamisen monimutkaistumisesta. Kuluja tulee myös ohjelmiston ylläpidosta sekä verkkoyhteydestä, mutta tavoite on että hyödyt voittavat kustannukset. (Klubnikin 2016)

IoT:n yleistymisen mahdollistaa myös 5G langattomien verkkojen markkinoille tuleminen. 5G-verkoilla on suuremmat siirtonopeudet, pienemmät viiveet, parantavat peittoaluetta sekä tärkeimpänä mahdollistavat suuremman määrän laitteita yhdistettävän yhteen tukiasemaan. Esineiden internetin yleistyessä yhdistettävien laitteiden määrä kasvaa suuresti, jolloin vanhat verkkotekniikat olisivat voineet tukkeutua liian suuren laitteiden määrän takia. Tukiaseman kapasiteetti rajoittuu siirtoyhteyden ja käytettävien taajuuksien mukaan. Siirtoyhteys tarkoittaa yhteyttä minkä kautta tukiasema on muuhun verkkoon yhteydessä, usein valokuidulla. Käytettävä taajuusalue rajaa kuinka moneen kohteeseen tukiasema voi olla yhteydessä samanaikaisesti. Aikaisempien verkkotekniikoiden avulla tukiaseman signaali muodosti yhtenäisen peittoalueen tukiaseman ympärille. 5G-verkkotekniikassa signaalit muodostuvat kapeista keiloista, jolloin samalla taajuudella pystytään kommunikoimaan useamman laitteen kanssa. (Hellemans 2015)

2.2.1 Esimerkki IoT-järjestelmästä

Yleinen tapa rakentaa IoT-järjestelmä on viiden eri tekniikan avulla, jotka ovat yhteydessä toisiinsa. Esineiden internet rakentuu RFID siruista, langattomasta yhteydestä, väliohjelmistosta, pilvilaskennasta sekä pääohjelmistosta (Lee 2015). Näiden tekniikoiden keskustellessa toistensa kanssa, saadaan anturien tuottama data siirrettyä etänä laskettavaksi. Datasta lasketaan erilaisin keinoin tärkeää tietoa, joka tuodaan käytettäväksi päätelaitteelle joka sisältää käyttöliittymän. Käyttöliittymän avulla nähdään tieto ja mahdollisesti voidaan myös tehdä toimenpiteitä.



Kuva 2.3 IoT-järjestelmän toimintakaavio eri järjestelmien kesken. (Open-Silicon)

RFID, eli Radio Frequency Identification, käsittää radioaalloilla kommunikoivan sirun, ”tagin”. Siruna toimii usein jonkinlainen anturi jonka arvot voidaan lukea radioaalloilla toimivalla lukijalla. Sirut voivat olla passiivisia, semi-passiivinen tai aktiivisia. Passiiviset eivät sisällä omaa virranlähdettään, vaan saavat kommunikoimiseen tarvittavan virran lukijan lähettämistä radioaalloista. Passiiviset sirut toimivat yleensä vain tunnisteena, sillä ne eivät sisällä antureita tai muita sovelluksia. Aktiiviset sirut sisältävät virranlähteen jota ne käyttävät kommunikoimiseen sekä voivat myös sisältää ulkoisia antureita. Semi-passiiviset saavat virtansa lukijasta, mutta käyttävät sitä virtaa myös antureihin tai muihin sovelluksiin.

Langaton yhteys, Wireless sensor networks (WSN), kommunikoi langattomasti RFID järjestelmien kanssa. Näin saadaan reaaliaikaista tietoa siirrettyä antureilta verkkoon, jossa kyseinen data voidaan käsitellä.

Väliohjelmisto muuntaa eri IoT järjestelmien datan yleiskäyttöiseen formaattiin, jolloin lopullisen ohjelmiston tekeminen helpottuu. Näin ei tarvitse suunnitella kaikkia laitteita yhteensopiviksi, koska väliohjelmisto hoitaa sen.

Nykypäivänä suuri osa laskennasta hoidetaan pilvessä, eikä paikan päällä. Pilvilaskennan avulla saadaan tallennettua saadut datat ja käsiteltyä ne mikä vaatii useissa tapauksissa suuret määrät tallennustilaa sekä laskentatehoa, mitä palvelinsaleista löytyy. Näihin palvelimiin päästään myös joka paikasta käsiksi, joten niiden käytännöllisyys voittaa paikan päällä sijaitsevat palvelimet.

IoT:n pääohjelmisto sitten muuntaa saadut datat haluttuun muotoon sekä tekee tarvittavat toimenpiteet mitä siihen on ohjelmoitu. Ohjelmisto sisältää myös käyttöliittymän millä tietoa voidaan hakea sekä tarvittaessa muuttaa asetuksia.

Peruseriaatteeltaan RFID keskustelee langattoman yhteyden avulla jonka antama tieto muutetaan väliohjelmistossa. Väliohjelmisto lähettää muutetut datat pilveen, jossa sijaitseva ohjelmisto laskee datasta tarvittavat toimenpiteet.

2.3 IoT eri toimialoilla

Työmailla IoT käyttö on vielä hyvin vähäistä, mutta toisilla aloilla sen lisäämisestä on enemmän kokemusta sekä suunnittelua. Muilta aloilta tehtyjen kokeiden sekä saatujen kokemusten avulla voidaan arvioida minkälaisia hyötyjä mahdollisesti saataisiin myös sähköasema-työmailla.

2.3.1 Prosessiteollisuus

Prosessiteollisuus käsittää tehdastoiminnan sekä tuotteiden valmistamisen. Monissa tehtaissa koneet ovat monimutkaisia ja yhdenkin komponentin hajoaminen voi mahdollisesti keskeyttää koko prosessin hetkellisesti, joten koneiden toiminta tulisi varmistaa mahdollisimman hyvin.

Prosessiteollisuuden huollon tehtävissä IoT:stä on saatu suuret hyödyt huolto-ohjelmien laadintaan. Ennen huoltoja suunniteltiin joko aikamäärien mukaan tai huollettiin kun yksinkertaisesti laite menee rikki. IoT:n avulla voidaan anturitietojen avulla selvittää laitteen toiminta ja jos havaitaan toiminnassa pieniäkin muutoksia, niin saadaan laite tutkittua ja korjattua ajoissa.

Näin huoltotoimenpiteet saadaan kohdennettua paremmin huoltoa vaativiin kohteisiin ja vältytään huollon tarpeelta täysin toimivilla laitteilla, joilla käyttötuntien perusteella vaadittaisiin huoltoa, mutta anturidata ilmaisee laitteen toimimisen hyvin. Tekniikan avulla myös vältytään yllättäviltä laiterikoilta, jotka voivat pahimmassa tapauksessa pysäyttää koko prosessin. Parannuksia saadaan näin huoltokatkojen määrässä ja niiden ajoittumisissa sekä säästetään varasto- ja varaosakuluissa, kun ei tarvita niin suurta määrää varaosia säilyttää varastossa ja varaosiakin kuluu vähemmän kun ne ajetaan loppuun asti.

2.3.2 Logistiikka

Logistiikka-alalla saadaan tekniikasta parannuksia sekä laitteiston toimintaan, että kuinka laitteistoja operoidaan. Laitteistot koostuvat pääosin kulkuneuvoista sekä kuormauslaitteistoista. Laitteistoihin asennettavilla antureilla voidaan saada tärkeää tietoa eri komponenttien toiminnasta, jolloin ne saadaan ajoissa huoltoon ja vähennetään yllättäviä hajoamisia. Tekniikan avulla saadaan myös optimoitua lastaaminen, aikataulut ja reititys, jolloin saadaan mahdollisimman paljon materiaalia liikutettua mahdollisimman tehokkaasti.

Esineiden internetin käyttöönotosta voidaan siis saada suuret hyödyt logistiikka-alalla. Laitteistojen huoltokulut putoavat, kun tiedetään mitä tarvitsee huoltaa sekä milloin huolto tulee tehdä. Työvoimaa sekä laitteistoja ei tarvitse lukumäärältään niin paljo, sillä saadaan optimoitua paremmin kuljetukset. Näiden lisäksi vähennetään myöhästymisistä johtuvia kuluja, kun toimintavarmuus paranee ja datan avulla suunnitellaan aikataulut varmemmiksi.

2.3.3 Maatalous

Maataloudessa anturien avulla voidaan seurata säätä sekä olosuhteita, jossa viljelykasvit kasvavat ja missä karja pidetään. Karjaan voidaan asentaa antureita, joilla seurata niiden

ruumiintoimintaa. Näiden lisäksi voidaan hyödyntää GPS-paikannusta, jolloin saadaan työkoneneiden ajoreitit optimoitua. Paikannusta käyttäen saadaan maatalouskoneita toimimaan itsestään ilman ihmistä ohjaamassa.

Karjan olosuhteiden seurannalla saadaan seurattua ilmanlaatua ja täten optimoitua ilmanvaihtoa, jotta saadaan mahdollisimman hyvät elinolosuhteet. Karjaan itsessään liitettävillä antureilla voidaan seurata niiden terveyttä sekä vaadittavia lisäravinteita, jos havaitaan puutetta. Näiden avulla saadaan karja kasvamaan paremmin, terveemmin ja nopeammin. Viljelyskasvien olosuhteiden seurannalla saadaan selvitettyä maan kosteutta ja ravinteiden määrää sekä seurattua kasvien kasvamista yleisesti. Pystytään takaamaan kasveille hyvät kasvuolosuhteet jolloin saadaan ne kasvamaan nopeammin. Saadaan mahdollisesti myös torjunta-aineiden käyttöä optimoitua, kun käytetään niitä vain siellä missä tarvitaan. (Rishi 2019)

2.3.4 Rakennusteollisuus ja työmaat

Rakennusala ja työmaat ovat yksi vähiten digitalisoiduimmista toimialoista. (Agarwal 2016). Työmaat etenevät pitkälti ihmisten tekemänä tällä hetkellä eikä automatisaatiota käytännössä ole juurikaan. Tämä vähentää IoT-tekniikan mahdollisuuksia ja siitä saatavia hyötyjä. Erilaisten anturien avulla voidaan kuitenkin tehostaa työaika ja vähentää ylimääräiseen työhön menevää aikaa. Työmaan turvallisuutta ja työaikoja voidaan seurata valvontajärjestelmillä ja kulunvalvonnalla.

Anturijärjestelmillä voidaan tarkastella työmaata. Kosteus- ja lämpötila-antureilla saadaan työmaan sisäilma mitattua ja säädettyä sopivaksi esimerkiksi betonin kuivumista varten. Paikannusjärjestelmän avulla voidaan seurata työmaalla tapahtuvaa liikkumista ja tämän perusteella optimoida esimerkiksi varastojen sijainnit sopiviin paikkoihin. Paikannuksen avulla voidaan myös seurata työkoneneiden sijaintia ja niiden käyttöastetta. Valvontajärjestelmien avulla saadaan työmaata seurattua ympäri vuorokauden, jolla saadaan vähennettyä varkauksista ja ilkeistä johtuvia häiriöitä. Kulunvalvonnan avulla saadaan seurattua työntekijöiden määrää ja työtunteja työmaalla.

2.4 Hyötyjä

Käyttönottamalla IoT-tekniikkaa voidaan saada eri aloilla suuria hyötyjä. Saavutettavat hyödyt poikkeavat eri aloilla. Hyötyjä voidaan saada kulujen alentamisesta, työn turvallisuuden parantamisesta sekä työn tuottavuuden lisäämisestä. Lisäksi voidaan tekniikan avulla parantaa työn laatua. (Technostacks 2019).

Kulujen alentamista voidaan saavuttaa parantamalla käyttöaika eri laitteilla, kun niiden käyttöä seurataan ja analysoidaan. Lisäksi saadaan eri laitteiden toimintaa analysoidua, jolloin havaitaan vikatilanteet mahdollisesti etukäteen, jolloin saadaan parannettua toiminta-aikaa. Kuluja saadaan myös alennettua automatisoimalla työtehtäviä, jolloin saadaan työntekijäkuluja pudotettua.

Työn tuottavuutta saadaan parannettua analysoimalla työtehtäviä ja etsimällä niistä tapauksia, joita voitaisiin parantaa ja nopeuttaa. Työtehtävien analysoinnilla saadaan myös työnte-

kijät paremmin ohjattua tekemään hyödyllisiä toimia, eikä aikaa mene niin paljoa ylimääräisiin töihin tai suunnitteluun. Lisäksi työn tuottavuutta voidaan parantaa automatisoimalla eri työtehtäviä, joka tulee pidemmällä ajanjaksolla halvemmaksi kuin työntekijän tekemänä.

Työn turvallisuutta voidaan parantaa erilaisilla antureilla ja muilla älysovelluksilla. Anturien avulla voidaan varmistaa turvallinen työympäristö kyseessä olevan työympäristön oleellisten riskien varalta. Esimerkkinä kaivosteollisuudessa eri kaasujen varalta. Turvallisuutta voidaan myös parantaa varsinkin työmaaolosuhteissa työntekijöiden sijainnin seurannalla, jolloin mahdollisesti vaarallisia työtehtäviä tehdessä varmistetaan, että kukaan ei sijaitse riskialueilla.

Työn laatua voidaan myös parantaa ottamalla käyttöön IoT-tekniikkaa. Työn laatua voi olla fyysisesti suhteellisen virheetön työ esimerkiksi rakennusalalla sekä myös esimerkiksi hyvä asiakaspalvelu. Antureiden avulla voidaan varmistaa eri työtehtävien laatu, esimerkiksi betonin kuivuminen. Älykkäällä ilmanvaihdolla varmistetaan kuivumiselle sopivat olosuhteet sekä lopuksi voidaan vielä varmistaa, että betoni on varmasti kuivunut. Asiakaspalvelua pystytään parantamaan analysoimalla asiakkaiden käytöstä ja tapoja, jolloin voidaan tarkemmin palvella asiakasta heidän tarpeidensa mukaan.

2.5 Ongelmat

IoT-tekniikka tuo hyötyjen lisäksi myös omat ongelmansa. Suurimmat ongelmat tulevat tietoturvan puolesta. Muita ongelmia ovat esimerkiksi laitteiden päivitettävyyden, vikatilanteet, tietojen tallentaminen ja hallinta sekä eri IoT-järjestelmien yhteensopivuus (Lee 2015). Suuri osa ongelmista liittyy lopulta tietoturvaan.

Laitteiden päivitettävyyden on IoT-laitteiden kanssa ongelma. Laitteille on monia valmistajia ja valmistajat tuovat todennäköisesti nykytapojen mukaisesti vuosittain uudet laitteet markkinoille. Riskinä on että laitteita ei päivitetä tietoturvan puolesta koko niiden elinkaaren ajalta, jolloin tietoturvariskit kasvavat mitä vanhempi laite kyseessä. Valmistajien tulisi taata vähintään tietoturvapäivitykset laitteen koko elinkaarelle, sillä muuten altistutaan tietoturvariskeille tai sitten joudutaan uusimaan toimivat laitteet etuajassa. Valmistajan konkurssitapauksissa tulisi julkaista lähdekoodit, jolloin päivittäminen onnistuisi tarvittaessa. Päivittäminen voi käydä valmistajille kalliiksi, joka välttämättä lisää laitteiden hintaa. Näin todennäköisesti ajaututaan tilanteeseen, jolloin markkinoilla on halpoja laitteita joita ei päivitetä, sekä kalliimpia joita päivitetään.

Vikatilanteet voivat aiheuttaa isoja ongelmia, jos vikaantuva laite reaaliaikaisesti ohjaa jokin toimintoa. Näissä tapauksissa ei ihminen kykene ajoissa estämään tapahtumista, jolloin voi mahdollisesti tulla rahallisia- tai henkilövahinkoja. Vikatilanteissa on mahdollista myös menettää tärkeitä tietoja. Systemin suunnittelussa tulisi ottaa huomioon mahdolliset vikatilanteet, jolloin voidaan välttyä etukäteen ennalta arvattavien vikatilanteiden aiheuttamat suurimmat ongelmat.

Tietojen tallennuksessa ja hallinnassa tulee ongelmaksi tietoturva sekä suuret datamäärät, joita IoT-järjestelmät mahdollisesti keräävät. Yksittäisen IoT-laitteen tuottama datamäärä ei varsinaisesti ole kovin suuri, mutta laitteiden lukumäärä on usein korkea jolloin myös datamäärä kasvaa samassa suhteessa. Suuri datamäärä vaatii ensinnäkin yhteyksiltä paljon, jotta

voidaan varmistaa internetyhteys monelle laitteelle. Yhteyden lisäksi vaaditaan datan tallennukseen ja datan käsittelyyn paljon tallennustilaa sekä prosessointitehoa. Nykyaikaisilla ratkaisuilla datamäärän hallinta on mahdollista, mutta se vaatii vain rahallista panostusta. Tietojen tallennuksessa ja siirrossa tulee huolehtia datan turvallisuudesta, jotta vältetään tietoturvariskeiltä.

Yhteensopivuus eri järjestelmien välillä voi aiheuttaa ongelmia. Eri valmistajien laitteet eivät todennäköisesti ole toistensa kanssa yhteensopivia suoraan. Tämä pakottaa joko keskittymään yhteen laitteistontarjoajaan tai lisäämällä järjestelmään väliohjelmiston. Väliohjelmisto lisää järjestelmän monimutkaisuutta, mutta sen avulla voidaan muuttaa eri järjestelmien tiedot yhteiseen formaattiin, jolloin ne saadaan toimimaan yhdessä.

2.5.1 Tietoturva

Tietoturva on suurimpia ongelmia IoT:n käyttöönotossa suuremmassa mittakaavassa. Kun tavoitellaan parasta mahdollista hyötyä IoT:n käyttöönotossa, niin silloin todennäköisesti laitteet tulevat käsittelemään arkaluontoistakin tietoa, jolloin tulisi varmistaa että ei tule tietoturvavuotoja. Murtamatonta järjestelmää on teoriassa mahdoton tehdä, mutta sen murtamisesta tulisi tehdä niin vaikeaa tai resursseja vaativaa jotta sitä ei käytännössä saada murrettua.

F-Secure on suomalainen tietoturvaan keskittynyt yritys ja sen tutkimusjohtajana toimiva Mikko Hyppönen on kovasti kritisoinut IoT:n lisäämisestä esineisiin, jotka eivät sitä varsinaisesti tarvitse. Suurimpana ongelmana hän näkee tietoturvallisuuden puolesta, kun laitteita liitetään internetiin. Täten Hyppönen on lanseerannut 'Hyppösen laki' -termin, laki menee seuraavasti: "Jos laitteessa on älyä, se on myös haavoittuvainen." (Sattler 2017).

Tietoturvaongelmat syntyvät pääasiassa laitteiston tietoturva-aukoista ja fyysisestä altistumisesta sekä suurin vaara näistä ongelmista syntyy kun näihin puutteisiin kohdistetaan hyökkäys (Abomhara 2015). Tietoturva-aukot ovat usein ohjelmistollisia, mutta ne voivat myös johtua laitteen fyysisen toteutuksen virheistä. Ohjelmistoista johtuvat aukot voidaan korjata päivittämällä ohjelmisto ja fyysisen toteutuksen aukot voidaan kiertää poistamalla käytöstä vialliset osat tai korvaamalla viallinen osa uudella mistä suunnitteluvirhe on korjattu. IoT-laitteet ovat usein asennettuna sijainteihin joihin niihin on pääsy ihmisillä juuri ilman rajoituksia. Kun laitteisiin pääsee käsiksi ne ovat alttiita fyysiselle hyökkäykselle, jolloin niiden kautta voidaan pahimmassa tapauksessa päästä käsiksi koko järjestelmään.

Järjestelmän tietoturva tulee varmistaa niin että hyökkäyksen onnistuminen tehdään mahdollisimman vaikeaksi. Tällöin todennäköisesti vältetään hyökkäyksiltä, sillä se ei ole millään tavalla kannattavaa useimmissa kohteissa. Erilaisia hyökkäyksiä järjestelmiä kohtaan on lukemattomia, mutta ne voidaan karkeasti jakaa järjestelmän luvattomaan käyttöönottoon, palvelunestohyökkäykseen sekä tietojen varastamiseen. Hyökkäyksen vaarallisuuteen vaikuttaa hyökkäystapa sekä minkälainen järjestelmä on kyseessä, minkälaisia tietoja se käsittelee sekä mitä järjestelmä itsessään tekee. Palvelunestohyökkäys eli DoS-hyökkäys tarkoittaa käytännössä järjestelmän toiminnan estämistä. Usein palvelunestohyökkäykset toteutetaan ylikuormittamalla järjestelmä suurella määrällä verkkoliikennettä. IoT-laitteet ovat tälle erityisen alttiita laitteiden pienten muisti- ja laskukapasiteetin takia. Palvelunestohyökkäyksillä tavoitteena on vain estää järjestelmän toimiminen, joten useimmissa tapauksissa se ei suuria haittoja aiheuta, mutta jos järjestelmä on tärkeä voidaan tällaisellakin hyökkäyksellä tehdä suurta vahinkoa. Järjestelmän luvaton käyttöönotto on käytännössä vaarallisin

hyökkäyskeino, mutta onneksi se on myös vaikeinta toteuttaa. Kyseisen hyökkäyksen onnistuessa, käytännössä kaikki tiedot järjestelmässä ovat uhattuina sekä järjestelmän toimintaa kyetään muuttamaan. Näin hyökkäyksellä voidaan mahdollisesti tehdä suurta vahinkoa järjestelmän toiminnan muutoksilla sekä järjestelmästä saaduilla tiedoilla.

IoT-järjestelmät todennäköisesti käsittelevät myös arkaluontoisia tietoja, jolloin tietoturvan tulisi olla kunnossa. Käytännössä paras ratkaisu varmistaa tietoturva on estää laitteiden pääsy internetiin ja tarvittavat asiat hoidettaisiin pelkästään lähiverkossa. Tämä ei tosin aina täytä järjestelmälle asetettuja tavoitteita, jolloin internetiin tulee järjestelmän olla yhteydessä. Näissä tapauksissa toimiva ratkaisu on olla keskitetysti yhdeltä tietokoneelta yhteydessä, jolloin tarvitsee suurimmalta osin vain keskittyä sen tietoturvaan. Näin vältetään yksittäisten valmistajien IoT-laitteiden päivitysongelmilta.



Kuva 2.4 F-Secure Sense tietoturvareititin (F-Secure).

Usea valmistaja on tuonut kotikäyttöön laitteiden tietoturvan parantamiseen käytännön sovelluksia. Muun muassa F-Securen Sense sekä Bitdefenderin Box ovat kotikäyttöön ratkaisuja millä parantaa IoT:n tietoturvaa (F-Secure, Bitdefender). Nämä ratkaisut toimivat IoT-laitteiden ja internetin välissä parantaen tietoturvasuutta analysoiden datan liikkumista ja estämällä haitalliset hyökkäykset.

3. IOT LISÄÄMINEN SÄHKÖASEMATYÖMAILLA

IoT:n lisäämisellä sähköasematyömaille on tavoitteena saada työmaan toimintaa parannettua. Käytännössä tämä tarkoittaa työn turvallisuuden ja tehokkuuden parantamista. Lisäksi tavoitteena on työn laadun parantaminen. Tavoitteiden toteutumisen lisäksi huomioidaan tekniikan ongelmat ja erityisesti yritetään välttää tietoturvaongelmat. Selvitetään TMV Servicen sähköasematyömaiden nykytilanne ja tavoitellaan työmaiden sujuvuuden parantamista IoT:n lisäämisellä.

3.1 Nykytilanne

Tällä hetkellä TMV Servicen sähköasematyömaille IoT käyttö on suhteellisen vähäistä. Käytössä olevat IoT-sovellukset ovat sähköinen kulunvalvontajärjestelmä, työmaakoppien varashälyttimet sekä videovalvontajärjestelmä.

Kulunvalvontajärjestelmä lukee henkilön tullessa ja poistuessa tämän Valti-kortin, jonka mukaan se ilmoittaa onko henkilöllä lupa tulla työmaalle ja luvan ollessa kunnossa kirjaa ylös tulemiset ja poistumiset. Tällä hetkellä käytössä on RamiSmart-järjestelmä, jota voidaan ohjata selaimen kautta. Käytöhallinnasta nähdään ketkä ovat milloinkin paikalla ja voidaan seurata jokaisen henkilön työmaalla vietettyä aikaa. Käytöhallinnassa myös hallitaan käyttäjätietoja, jossa voidaan lisätä ja muuttaa henkilöiden tietoja.

Varashälytintjärjestelmä on yhteydessä vartiointiyhtiöön, jonne tulee tieto jos hälytys kytkeytyy päälle. Vartiointiyhtiöstä tulee hälytystilanteessa yhteydenotto työmaan päällikköön tai muuhun yhteyshenkilöön ja myös lähettävät henkilöstöä tarkistamaan tilanteen.

Videovalvontajärjestelmä käsittää eri työmaille eri määrän kameroita kuvaamassa työmaata sekä sisääntuloväyliä. Kuvausmateriaali tallennetaan ulkoiselle palvelimelle, josta sitä voidaan myös etänä tarkistella. Kameroiden kuvaa voidaan katsoa livenä sekä tallenteina halutusta ajankohdasta.

3.1.1 Hyödyt

Tämänhetkiset IoT-järjestelmät työmaille tuovat hyötyä lähinnä varkaudentorjuntaan sekä vähentäen jossain määrin työmaapäällikön paperitöitä, vapauttaen näin lisää aikaa keskittyä työn johtamiseen.

Kulunvalvontajärjestelmän avulla saadaan helposti seurattua työaikoja ja saadaan selvitettyä eri työvaiheiden vaatimat työajat. Työvaiheiden vaatimia aikoja voidaan käyttää tulevaisuudessa uusien työmaiden aikataulutuksen helpottamiseksi sekä tilaaja voi olla kiinnostunut kyseisistä tiedoista. Järjestelmän avulla nähdään myös kuinka paljon henkilöstöä on työmaalla paikalla kullakin hetkellä, joka voi olla tarpeellista tietää vaarallisissa töissä sekä hätätapauksissa.

IoT:n lisäämisen on tutkittu parantavan työn tuottavuutta useilla eri aloilla ja työkohteissa. Työmaat yleisesti ovat jäljessä tämän tekniikan käyttöönotossa, joten niissä on suuret mahdollisuudet parantaa työmaan sujuvuutta eri osa-alueilla tämän tekniikan lisäämisellä.

3.2 Tavoitteet

Tavoitteena on parantaa työn turvallisuutta, tehokkuutta sekä laatua IoT:n lisäämisellä sähköasematyömaille. Tavoitteeseen yritetään päästä erilaisilla teknisillä ratkaisulla. Näiden tavoitteiden toteuttaminen auttaisi tulevaisuudessa työmaiden aikataulutusta, kun on parempaa dataa saatavilla. Tulevaisuudessa työmaat saataisiin hoidettua nopeammin ja pienemmillä kustannuksilla sekä vähemmällä riskitilanteilla. Tavoitteiden toteutuminen vaatii usealta työmaalta dataa, jota voidaan hyödyntää tulevissa projekteissa aikataulutuksessa ja suunnittelussa.

Työn turvallisuus on tärkein asia työmailla ja sen kehittäminen on aina tavoitteena. Työn turvallisuutta saadaan parhaiten IoT:n avulla parannettua lisäämällä tiedon määrää työntekijöillä ja johdolla. Erilaista informaatiota voivat olla esimerkiksi työntekijöiden määrä ja sijainnit työmaalla, jännitteisten johtimien tai kenttien sijainnit sekä ylipäättänsä työmaan aikataulut ja yleiset asiat. Informaation avulla vahinkoja saadaan vähennettyä, kun jokainen on paremmin perillä työmaan asioista.

Työn tehokkuutta voidaan parantaa muun muassa paremmalla suunnittelulla, aikataulutuksella sekä selkeämmällä tavaroiden varastoinnilla. Tavaroiden varastointia saadaan parannettua anturien ja paikannuksen avulla, jolloin työkalujen ja tavaroiden etsimiseen kuluva aikaa saadaan vähennettyä. Lisäksi voidaan aina varmistaa, että tarvittava määrä tavaraa on varastossa, jolloin työtehtävien teko ei esty sen takia. Hyvällä aikataulutuksella saadaan varmistettua työmaalle oikea määrä henkilöstöä, jolloin työtehtävät saadaan sujuvasti hoidettua.

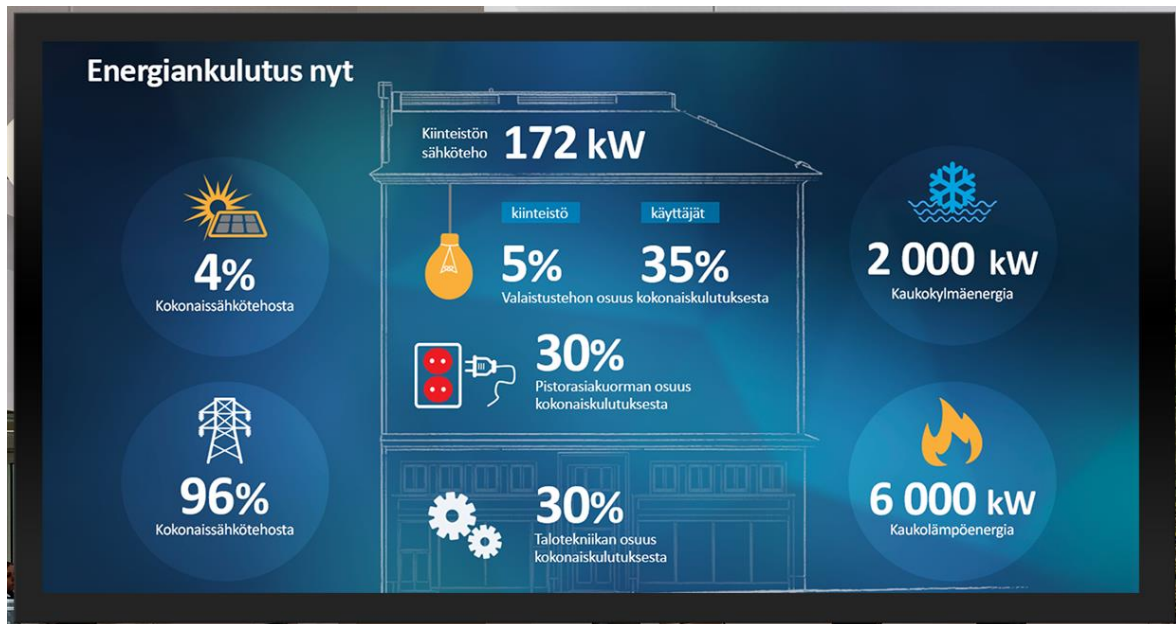
Työn laatua saadaan parannettua, kun työtehtävien hoidossa tehdään mahdollisimman vähän virheitä. Virheitä pystytään IoT:n avulla vähentämään lisäämällä informaatiota sekä paremmalla suunnittelulla ja aikataulutuksella. Informaatio auttaa tietämään paremmin työtehtävän sekä mahdollisesti työtehtävään vaadittujen tavaroiden sijainti, jolloin työtehtävän toteuttamiseen jää enemmän aikaa. Hyvän suunnittelun ja aikataulutuksen puolesta saadaan hyvät tiedot ja tarpeeksi aikaa toteuttaa työtehtävät laadukkaasti.

3.3 Käytännön ratkaisut

Erilaisilla käytännön ratkaisulla voidaan lisätä IoT:n käyttöä työmailla. Eri ratkaisulla saadaan erilaisia hyötyjä. Ratkaisulla tavoitellaan hyötyä työn tehokkuuden, laadun ja turvallisuuden näkökulmista. Lisäksi voidaan parantaa työmaan hiilijalanjälkeä sekä yleisesti saada parempaa informaatiota työmaasta ja saada se esille tehokkaasti.

3.3.1 Työmaanäytöt

Työmaanäytöt eli infotaulut ovat näkyvällä paikalla sijaitsevia näyttöjä, joilla voidaan esittää työmaan asioita. Näyttöillä voidaan esittää tärkeitä informaatiota työmaan tapahtumista sekä yleisistä järjestelyistä. Työmaanäyttöjä voi olla sekä sisätiloissa esimerkiksi työmaakopeissa sekä ulkotiloissa esimerkiksi työmaan sisääntuloväylällä.



Kuva 3.1 Esimerkki infotaulusta. Sähköasematyömailla näytettävä tieto olisi erilaista. (Visualmonkey)

Sisätiloissa olevista työmaanäytöistä voidaan näyttää työmaan asioita tarkemmin ja enemmän työntekijöille suunnattuna. Näytöissä voidaan esittää anturijärjestelmien tietoja esimerkiksi säästä ja työntekijöiden määrästä. Lisäksi voidaan esittää ajankohtaista tietoa työmaasta ja erityisistä asioista. Näyttöjen avulla saadaan lisättyä informaatiota työntekijöille ajankohtaisista asioista, mikä vähentää riskitapauksia. Esimerkiksi kulunvalvonnan kirjautumisen yhteydessä voisi olla näyttö, mikä kertoisi työn tekoon vaikuttavia asioita työmaalla sekä mahdollisesti räätelöityjä viestejä kyseiselle työntekijälle tai tietyn yhtiön työntekijöille. Näin saataisiin heti työn alkaessa jokaiselle tärkeitä informaatioita tietoon, jolloin vähentyy tietämättömyyden aiheuttamat riskit.

Ulkotiloissa olevista työmaanäytöistä voidaan näyttää työmaan tietoja sekä yhteystietoja enimmäkseen työmaalle saapuville henkilöille sekä ohikulkijoille. Näillä voitaisiin osittain korvata suuret työmaakyltit, jotka tulee joka työmaalle erikseen tehdä. Ulkotiloissa olevasta työmaanäytöstä voitaisiin myös näyttää huomattavasti monipuolisemmin tietoa, sekä päivittää uusia asioita näytettäväksi työmaan kehittyessä.

3.3.2 Sähköiset työmaadokumentit

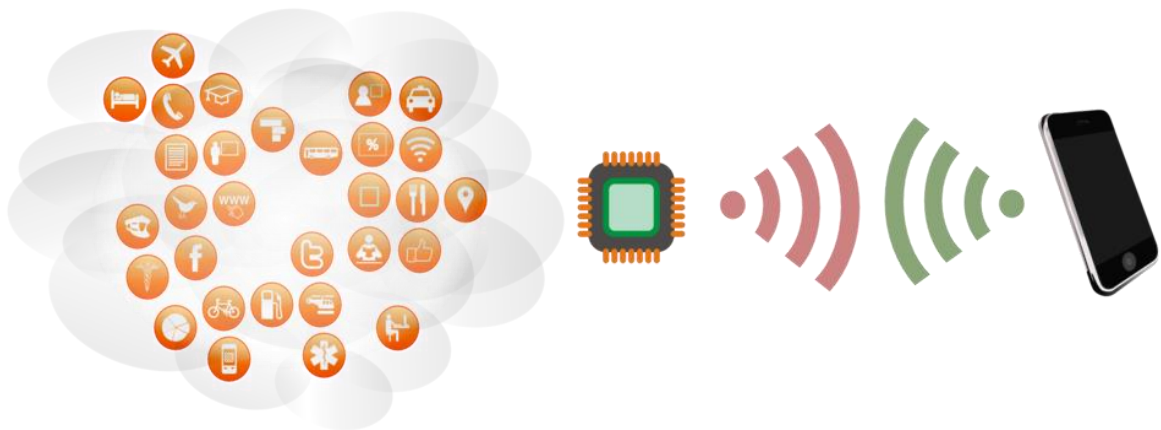
Työmaadokumentteja käsitellessä ne ovat pitkälti paperisessa muodossa tällä hetkellä. Työmaadokumenttien muuttamisessa digitaalisiksi saadaan vähennettyä paperin kulutusta sekä dokumenttien arkistointi automatisoituu. Sähköiset työmaadokumentit saadaan säilytettyä varmemmin kuin paperiset sekä niiden käyttö on huomattavasti helpompaa. Sähköisiä dokumentteja pystytään käsittelemään muun muassa tietokoneilla, tableteilla ja älypuhelimilla sekä niistä saadaan tarvittaessa tulostettua fyysinen versio, tosin tavoitteena olisi että paperiselle versiolle ei ole tarvetta.

Nykyiset teknologiat mahdollistavat jo täysin paperittoman toiminnan, joten sitä olisi hyvä tavoitella. Paperittomuus erityisesti tehostaa työnjohdon töitä, sillä paperien järjestelyyn ja täyttämiseen voi mennä iso osa ajasta. Näin työnjohdolla jää paremmin aikaa työn valvomiin ja ohjeistamiseen, jolloin työn tehokkuus paranee sekä virheiden määrä putoaa.

Sähköisiä työmaadokumentteja voivat olla erilaiset laitteiden tarkastuslistat, perehdytyspaperit ja tilauslistat. Lisäksi voidaan pohtia työmaakuvien käyttöä sähköisinä. Tarkastuslistoja ovat esimerkiksi työkoneiden kunnan ja varusteiden tarkastus, jolloin niiden käyttöön voidaan antaa lupa kaiken ollessa kunnossa. Jokainen työmaalla olijan tulee käydä perehdytys läpi ja tästä tehty perehdytystodistus voitaisiin hyvinkin hoitaa sähköisesti.

3.3.3 NFC-sirut ja anturit

Antureita voidaan käyttää haluttujen asioiden ja ilmiöiden mittaamiseen. Voidaan esimerkiksi mitata sijaintia, ilmankosteutta ja -lämpötilaa, valoisuutta ja jännitteellisyttä. Antureiden avulla voidaan myös seurata työntekijöiden kehon toimintaa, jolloin hätätapauksissa saadaan hälytys ja apua mahdollisimman nopeasti.



Kuva 3.2 NFC-tagien monet käyttömahdollisuudet (Rabinovich 2018).

NFC-sirujen, ns. tagien, avulla kyetään merkkamaan esineitä ja seuraamaan niiden varastotilannetta. Tuotteet voidaan tagien avulla merkata, jolloin mahdollisesti voidaan seurata sekä sijaintia että niiden lukumäärää. Varastoinnin tehostamisella parannetaan työtehokkuutta, kun säästetään aikaa tarvittavien tavaroiden etsimisessä sekä voidaan varmistaa että tavarat eivät lopu kesken. Jos pystyttäisiin kehittämään tavarantoimittajan kanssa yhteensopivat järjestelmät, niin varastointijärjestelmän ylläpitokaan ei tulisi suureksi ongelmaksi. Ilman edellä mainittua sopivuutta, varastointijärjestelmän ylläpito voisi viedä saadun tehokkuuden hyödyt.

3.3.4 Nykyisten järjestelmien parannuksia

Nykyisiä järjestelmiä voidaan myös hyödyntää uusissa ratkaisuissa sekä parantaa niiden toimivuutta tietyiltä osin. Tällä hetkellä TMV-Servicen työmailla on käytössä kulunvalvontajärjestelmä, varashälytintjärjestelmä sekä kameravalvontajärjestelmä. Nykyiset järjestelmät tulisi päivittää kykeneviksi keskustelemaan keskenään sekä mahdollisten uusien järjestelmien kanssa.

Kameravalvontajärjestelmän kuvaa voitaisiin analysoida tekoälyn avulla, jolloin siitä voitaisiin saada hyödyllistä tietoa tulevaisuutta varten. Kuvaa analysoimalla voidaan selvittää työntekijöiden sijainti sekä kulkureitit. Lisäksi voidaan seurata työkoneiden käyttöastetta. Analysoimalla työmaan liikkeitä voidaan tulevissa työmaissa käyttää tietoa hyväksi optimoimalla esimerkiksi varastojen sijainteja sekä työkoneiden määrää eri työmaan vaiheissa.

3.4 Haasteet

IoT-järjestelmän lisäämisessä haasteita ovat pääasiassa kustannukset sekä tietoturvallisuus. Järjestelmän käyttöönottoon tulee panostaa rahallisesti huomattava summa rahaa jo laitteisiin, minkä lisäksi työntekijöiden aikaa menee järjestelmän oppimiseen sekä asentamiseen. Lopulta tulee pohtia voittaako järjestelmän käyttöönotosta saatavat hyödyt sen käyttöönottoon vaaditut panostukset.

Kustannukset IoT-järjestelmän käyttöönotossa ei niinkään keskity laitteiden ostamiseen vaan niiden ylläpitoon. Järjestelmän komponentit ovat nykypäivänä hinnaltaan kohtalaiset, varsinkin jos ne saa siirrettyä työmaan loputtua seuraavalle työmaalle. Hintaa tulee järjestelmän asentamisen vaatimista työtunneista sekä ohjelmiston tilaamisesta tai itse rakentamisesta. Järjestelmän ylläpitoon tulisi olla vähintään yksi henkilö yhtiössä koulutettuna, jotta saadaan asioita hoidettua ilman ulkoista apua.

Laitteiden ikääntyminen on myös iso ongelma. Ensinnäkin se aiheuttaa tietoturvallisia riskejä, jos valmistaja ei päivitä tietoturvapäivityksiä kyseisiin laitteisiin. Lisäksi tulisi varmistaa niiden yhteensopivuus tulevaisuudessa tulevien uusien laitteiden ja järjestelmienkin kanssa, jotta ei tarvitsisi toimivia laitteita päivittää pelkästään ohjelmistollisista syistä.

3.4.1 Tietoturva

Tietoturva on myös ongelmana IoT:n lisäämisessä sähköasematyömaille. Suuri osa tiedoista mitä IoT-järjestelmä käsittelee on tosin melko harmitonta, joiden vuotaminen ei varsinaisesti aiheuta haittaa. Ongelmana tulee tietoturvallisuus esimerkiksi sähköisten dokumenttien kanssa ja työntekijöiden tietojen kanssa. Erilaiset anturitiedot ja vastaavat ovat pitkälti tietoa, mikä ei aiheuta juurikaan haittoja vaikka se vuotaisikin, mutta oletusarvona on että mitään tietoa ei vuoda.

Kaikki laitteet tulisi lähtökohtaisesti olla tietoturvallisia. Laitteita tosin tulnaisiin käyttämään vuosia, jolloin tärkeäksi asiaksi tulee valmistajan päivitystuen pituus ainakin tietoturvan osalta.

Työmaalle tulevat ratkaisut voidaan keskittää työmaan wlanin-kautta, jolloin yksittäiset IoT-laitteet eivät suoraan ole yhteydessä internetiin, vaan keskustelevat lähiverkossa olevan tietokoneen kanssa. Näin tarvitaan vain kyseisen tietokoneen tietoturva hoitaa asiallisesti, sillä se on ainoa osapuoli joka on yhteydessä internetiin IoT-järjestelmästä.

3.5 Hyödyt

IoT-tekniikan lisäämisestä saadaan hyötyä työn tehokkuuden ja laadun suhteen sekä myös työn turvallisuutta parannettua. Lisäksi saadaan paperinkäyttöä vähennettyä ja yleisesti informaatio lisääntyy työmaan asioista.

Työturvallisuuden parantaminen on tärkein asia työmaalla eikä sen arvoa voida juurikaan rahassa mitata. Tavoitteena on työmaat ilman tapaturmia ja IoT-tekniikka voi olla yhtenä asiana auttamaan asiaa. Työturvallisuutta saadaan pääasiassa parannettua informaation lisäämisellä. Saadaan työntekijät tietoisiksi työmaalla tapahtuvista asioista ja niihin liittyvistä riskeistä. Tämän lisäksi voidaan erilaisilla anturitiedoilla varmistaa ympäristön turvallisuus erilaisilta riskeiltä sekä seurata työntekijöiden kehontoimintaa, jotta hätätapauksissa saadaan apua mahdollisimman nopeasti.

Työmaan tehokkuutta ja työn laatua saadaan parannettua pääasiassa informaation lisäämisellä sekä antamalla työnjohdolle enemmän aikaa keskittyä olennaiseen eli työn johtamiseen. Informaation lisäämisellä saadaan varastotilanteet pidettyä ajan tasalla, jolloin tiedetään mitä varastoissa sijaitsee ja missä ne sijaitsevat. Tämän avulla voidaan varmistaa, että työmaalta löytyvät aina tarvittavat materiaalit töiden hoitamiseen, jolloin työt eivät keskeydy tämänkaltaisen syyn takia. Työn laatua saadaan parannettua, kun työnjohto kykenee tehokkaammin olemaan neuvomassa työntekijöitä. Lisäksi varastoinnin tehostamisesta säästyneestä ajasta voidaan keskittää enemmän itse työn tekoon.

Työmaiden koon suuretessa hyötyjä saadaan huomattavasti enemmän. Työntekijöiden määrän kasvaessa informaation eteneminenkin hidastuu eikä voida olla niin varmoja, että se tavoittaa jokaisen työntekijän. Lisäksi IoT-järjestelmän kulut ovat pitkälti vakiot riippumatta työmaan koosta, jolloin rahallinen hyöty järjestelmästä kasvaa työmaan kasvaessa, mutta kulut pysyvät samoina.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

IoT-tekniikan lisäämisellä sähköasematyömaille saavutetaan sekä työn sujuvuuteen hyötyjä että parannetaan turvallisuutta. Hyödyt ovat suurempia mitä suuremmasta työmaasta on kyse.

Työn turvallisuutta saadaan parannettua IoT-tekniikan keräämällä datalla, joka näytetään työmaanäyttöjen kautta. Työntekijät saavat näin reaaliaikaista tietoa, mitä työmaalla tapahtuu sekä saavat tietoa poikkeustapauksista, jotka voisivat vaarantaa turvallisuutta. Saadaan tietoa, millä alueilla voi olla jännitteet jo kytketty. Lisäksi saadaan tietoa missä työntekijät sijaitsevat, jotta osataan olla myös vaarantamatta heidän turvallisuutta toisten työntekijöiden toimesta. Informaatio lisää aina turvallisuutta ja IoT-tekniikan avulla saadaan sitä reaaliaikaisesti.

Työn sujuvuuteen sisältyy työn tehokkuus sekä työn laatu. Työn tehokkuutta saadaan parannettua useiden työmaiden avulla saatavan datan perusteella, jolloin työvaiheet voidaan suunnitella tarkemmin. Näin saadaan myös sopiva ideaali määrä työntekijöitä työmaalle, sekä erilaista erikoiskalustoa, jota voidaan väliaikaisesti tarvita. Työn laatu paranee, kun työntekijät ovat paremmin perillä työmaan asioista ja suunnitelmista. Erilaisten anturitietojen ja varastointijärjestelmän avulla pysytään ajan tasalla, mitä työkaluja ja tavaroita työmaalla sijaitsee ja missä ne sijaitsevat. Työaika optimitapauksissa kuluu työn tekemiseen eikä tavaroiden ja työkoneiden etsimiseen.

Mitä suurempi työmaa on kyseessä niin sitä enemmän hyötyjä saadaan IoT-tekniikan lisäämisestä. Pienemmillä työmailla ihmiset pysyvät paremmin ajan tasalla ilman mitään aputekniikoita, mutta kun työntekijöiden määrä nousee ja työmaan koko kasvaa niin työmaan asioista perillä oleminen vaatii yhä enemmän panostusta.

IoT-tekniikan käyttöönotossa tulee ongelmaksi tietoturvallisuus ja hyötyjen suhde käyttöönoton kustannuksiin. Sähköasematyömailla käsitellään mahdollisesti myös arkaakin tietoa, joten tietoturvallisuus tulisi saada varmistettua kaikissa tilanteissa. Toisaalta sähköasematyömaat ovat myöskin työntekijöiden määrässä suhteellisen pieniä, jolloin IoT:stä saatavat hyödyt jäävät pieniksi.

LÄHTEET

Abomhara, M. 2015. Cyber security and the internet of things: vulnerabilities, threats, intruders and attacks. *Journal of Cyber Security and Mobility*, 4(1), 65-88.

Agarwal, R. Chandrasekaran, S., Sridhar, M. 2016. Imagining construction's digital future. [verkkoartikkeli]. [viitattu 1.10.2019]. Saatavissa <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future>

Ashton, K. 2009. That 'Internet of Things' Thing. [verkkoartikkeli]. [viitattu 19.12.2019]. Saatavissa: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>

Bitdefender. Bitdefender BOX. [viitattu 17.2.2020]. Saatavissa: <https://www.bitdefender.com/box/>

Fingrid. Orimattilan sähköaseman rakentaminen. [viitattu 28.2.2020]. Saatavissa: <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/suunnittelu-ja-rakentaminen/arkisto/orimattilan-sahkoaseman-rakentaminen/>

F-Secure. F-Secure Sense. [viitattu 17.2.2020]. Saatavissa: <https://www.f-secure.com/fi/home/products/sense>

Gipson, M. 2017. Sensors – The Lifeblood of the Internet of Things. [verkkoartikkeli]. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://semielectronics.com/sensors-lifeblood-internet-things/>

Hellemans, A. 2015. Why IoT Needs 5G. [verkkoartikkeli]. [viitattu 8.12.2019]. Saatavissa <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/networks/5g-taking-stock>

ISO. 2014. Internet of Things (IoT). Preliminary Report 2014.

Klubnikin, A. 2016. How much does it cost to build IoT solution. [verkkoartikkeli]. [viitattu 8.12.2019]. Saatavissa: <https://r-stylelab.com/company/blog/iot/internet-of-things-how-much-does-it-cost-to-build-iot-solution>

Kuismin, M. 2018. IoT-anturijärjestelmien mahdollisuudet rakennustyömaalla, mestarityö, Metropolia Ammattikorkeakoulu

Lee, I., Lee, K. 2015. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises, *Business Horizons*, vol. 58, no 4, s 431-440

Louis, J., S. Dunston, P. 2018. Integrating IoT into operational workflows for real-time and automated decision-making in repetitive construction operations. *Automation in construction*, vol. 9, s. 317-3274

Lueth, K. 2015. The 10 most popular Internet of Things applications right now. [verkkoartikkeli]. [viitattu 19.12.2019]. Saatavissa: <https://iot-analytics.com/10-internet-of-things-applications/>

Lueth, K. 2018. State of the IoT 2018: Number of IoT devices now at 7B – Market accelerating. [verkkoartikkeli]. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-update-q1-q2-2018-number-of-iot-devices-now-7b/>

Muresan, R. 2016. The price of hardware that boosts IoT development is dropping. [verkkoartikkeli]. [viitattu 8.12.2019]. Saatavissa: <https://hotforsecurity.bitdefender.com/blog/the-price-of-hardware-that-boosts-iot-development-is-dropping-goldman-sachs-says-14342.html>

Open-Silicon. IoT-Asics. [verkkoartikkeli]. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <http://www.open-silicon.com/solutions/iot-asics/>

Rabinovich, A. 2018. Smart tag – An IoT system to track human and things. [verkkoartikkeli]. [viitattu 17.2.2020]. Saatavissa: <https://tensor-tech.co.il/iot/smart-tag-an-iot-system-to-track-human-and-things/>

Rishi, R., Saluja R. 2019. Future of IoT. [verkkoartikkeli]. [viitattu 27.11.2019]. Saatavissa [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/\\$FILE/EY-future-of-lot.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/$FILE/EY-future-of-lot.pdf)

Sattler, J. 2017. Hyppönen's law and the future of the IoT. [verkkoartikkeli]. [viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://blog.f-secure.com/what-hypponens-law-means-for-the-future-of-the-iot/>

Technostacks. 2019. Significant Benefits of IoT for Business. [verkkoartikkeli]. [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: <https://technostacks.com/blog/benefits-of-iot-for-business/>

TM Voima. TM Voima -konsernin kotisivut. [viitattu 17.2.2020]. Saatavissa: <https://tmvoima.fi/fin/konserni/tmv-service-oy/>

Visualmonkey. Digital infoscreen system. [viitattu 17.2.2020]. Saatavissa: <https://visualmonkey.fi/portfolio/digital-infoscreen-system/>