



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Topi Maijala

---

# Teollisen internetin hyödyntäminen tekstiilipalveluyrityk- sessä

Opinnäytetyö

Syksy 2023

Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Topi Maijala

Työn nimi: Teollisen internetin hyödyntäminen tekstiilipalveluyrityksessä

Ohjaaja: Matti Panula

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua yhteistyötahon Provina Tekstiilipalvelut-Textileservice Oy:n mahdollisuuksiin ja valmiuksiin teollisen internetin hyödyntämiseksi omassa toiminnassaan. Provina toteuttaa tekstiilipalveluita omistaja-asiakkailleen, joita ovat mm. Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan hyvinvointialueet.

Työ aloitettiin tutustumalla olemassa oleviin järjestelmiin ja niiden raportointiominaisuuksiin, jotka ovat mahdollisesti jääneet hyödyntämättä. Ominaisuuksien selvitykseen kuului raporttien etälukumahdollisuus tai niiden lähettäminen yhteiskäyttöisille verkkoasemille. Samalla selvitettiin sidosyksiköiden tarjoamat uudet ratkaisut. Tavoitteena oli myös kartoittaa mahdollisuudet itsetoteutetulle teollisen internetin ratkaisulle. Yksi mahdollisuus itsetoteutetulle ratkaisulle on datan keruu mikrokontrollerilla tai pienoistietokoneella tuotannon laitteesta.

Työn edetessä selvisi, että olemassa oleviin järjestelmiin pääsy ja niiden sisältämän tiedon hankinta vaatii investointeja tai niiden käyttö on turvallisuussyistä laitevalmistajan toimesta estetty.

Itsetoteutetuissa ratkaisuissa havaittiin, että saatavan tiedon laatu ei ole korkealuokkaista ja järjestelmien vakausaste on kyseenalainen.

Lopputuloksena opinnäytetyön selvityksen pohjalta saatujen tietojen perusteella. Yhteistyötaho pystyy laatimaan suunnitelman teollisen internetin sovelluksien ja menetelmien hyödyntämiseksi yritystoiminnassaan. Saatua tietoa on mahdollista myös hyödyntää tulevaisuuden tutkimus- ja kehitysprojekteissa.

<sup>1</sup> Asiasanat: teollinen internet, tekstiiliteollisuus, esineiden internet,

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of engineering, Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Topi Majjala

Title of thesis: Utilising Industrial Internet in the field of textile services

Supervisor: Matti Panula

Year: 2023

Number of pages: 33

Number of appendices: 1

---

The purpose of the thesis was to get acquainted with the possibilities and capabilities of Provina Tekstiiipalvelut-Textileservice Oy to utilise Industrial Internet in its operations. Provina provides textile services to its owners, which are e.g. The wellbeing services counties of South Ostrobothnia ja Ostrobothnia.

The study was started by getting familiar with the existing systems and their reporting features that may have not been utilised before. The feature study included the possibility to read reports remotely or send them directly to shared network drives. At the same time, new solutions offered by the affiliated partners were examined. Another aim was to explore the possibilities for a self-implemented Industrial Internet solution. One option for the self-implemented solution was the data obtained on the operation of a production device with the help of a microcontroller or a miniature computer.

As the study progressed, it became clear that access to the existing systems and acquisition of the data contained in them would require more investments, or then access to them had been prevented by the equipment manufacturer for safety reasons. In the self-implemented solutions it could be seen that the quality of the data obtained is not of high quality and the degree of stability of the systems is questionable.

As the result, based on the information obtained through the thesis project the partner can make a plan for utilising Industrial Internet applications and methods in their business operations. The obtained information can also be utilised in the future for research and development projects.

<sup>1</sup> Keywords: Industrial Internet, textile industry, Internet of Things

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työntausta .....	8
1.2 Työn tavoite ja rajaus .....	8
1.3 Työn rakenne .....	9
1.4 Yritysesittely .....	9
1.4.1 Prosessoitavat tekstiilit.....	10
1.4.2 Omistaja-asiakkaat .....	11
1.4.3 In-house asema .....	11
1.4.4 Liiketoiminta .....	11
2 TEOLLINEN INTERNET.....	13
2.1 Teoria .....	13
2.2 Historia .....	13
2.3 Teollinen internet, IIoT, IoT ja CPS .....	14
3 OLEMASSA OLEVAT RATKAISUT .....	15
3.1 Futurail ja Rail explorer .....	16
3.1.1 Futurail ja Rail explorer ratajärjestelmän toiminnan kuvaus .....	16
3.1.2 Futurail ja Rail explorer ratajärjestelmän ohjauksen kuvaus .....	18
3.1.3 Järjestelmän raportit .....	18
3.2 Metricon .....	18
3.2.1 Metricon työvaateratajärjestelmän toiminnan kuvaus .....	18
3.2.2 Metricon järjestelmän ohjauskuvaus .....	19
3.2.3 Metricon järjestelmän raportit.....	20
3.3 X6 ohjauspaneelit.....	20
4 LAITETOIMITTAJIEN JA YHTEISTYÖTAHOJEN RATKAISUT .....	22

4.1	GLOBE.....	22
4.2	Smart Laundry.....	22
4.3	Laundry dashboard .....	23
5	VAIHTOEHTOISET RATKAISUT .....	25
6	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	28
	LÄHTEET .....	30
	LIITTEET .....	32

## Kuvaluettelo

Kuva 1. Ilmakuva Provinasta .....	10
Kuva 2. MQTT-arkkitehtuuri.....	14
Kuva 3. Mikrokontrolleri .....	25
Kuva 4. Raspberry pi .....	25
Kuva 5. Kappaleiden kehitys suhteessa aikaan .....	27

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>ERP</b>	Enterprise resource planning eli toiminnanohjausjärjestelmä
<b>IoT</b>	Internet of things eli esineiden internet
<b>Likapuoli</b>	Provinan tuotantotila, jossa käsitellään likaiset artikkelit ennen pesuprosessia.
<b>PLC</b>	Programmable logic controller eli ohjelmoitava logiikka
<b>Puhdaspuoli</b>	Provinan tuotantotila, jossa käsitellään artikkelit pesuprosessin jälkeen.
<b>Python</b>	Ohjelmointikieli
<b>RFID-teknologia</b>	Radio frequency identification eli radiotaajuinen etätunnistus menetelmä
<b>Teollinen internet</b>	Teollisessa tuotannossa olevan laitteen liittäminen internetiin

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää yhteistyötahon Provina Tekstiilipalvelut -Textileservice Oy:n (Provina) mahdollisuudet ja valmiudet teollisen internetin periaatteiden ja sovellusten hyödyntämiseksi omassa toiminnassaan. Selvityksen tarve nousee yrityksen tuotannossa prosessoitavan materiaalin määrän kasvusta. Tuotannon kuormituksen kasvun yksi merkittävä tekijä on hyvinvointialueiden muodostumisesta johtuva lisääntynyt asiakasmäärä.

Prosessoitavan materiaali määrän kasvusta ja omistajaohjauksesta saatavan tehokkuuden lisäämisen tahtotilan myötä (M. Tanhuamäki, henkilökohtainen tiedonanto, 15.9.2023) tuotannon nykyisten järjestelmien, uusien järjestelmävaihtoehtojen ja vaihtoehtoisten ratkaisuiden selvittäminen on ajankohtaista.

Tähän tarkoitukseen valittiin teollisen internetin periaatteiden ja sovellusten hyödyntäminen. Teollisen internetin pääasiallinen tarkoitus on käyttää saatavilla olevia datavirtoja tuotantoprosessin analysointiin, ohjaukseen ja seurantaan. Sovellusten hyödyntäminen pitää sisälleen vanhemman laitekannan muuttamisen älykkäämmäksi lisälaitteiden avulla. Periaatteita ja sovelluksia hyödyntämällä saadaan uusia mittareita ja mittaustapoja vanhojen rinnalle, näiden tarkoituksena on antaa näkökulmia yrityksen toiminnan ohjaamiseksi ja päätöksenteon tueksi.

## 1.2 Työn tavoite ja rajaus

Työn tavoitteena on selvittää laitteiden järjestelmistä saatavat raportit ja mahdollisuudet etälukuun sekä raporttien siirtäminen sisäverkossa oleville yhteiskäyttöisille verkkolevyille. Verkkolevyiltä raportteja voidaan edelleen muokata jatkoanalyysiä varten.

Selvityksen yksi osa-alue on laitetoimittajien tarjoamat mahdollisuudet teollisen internetin toimintamalleille. Oleellisena kriteerinä on, että vaihtoehdoissa tavaravirran ja tuotannon laitteiden seuranta on mahdollisimman reaaliaikaista. Järjestelmät ovat yhteensopivia nykyisten laitteiden kanssa eikä niillä ole päällekkäisyyttä muiden sovelluksien kanssa.



Selvityksen toinen vaihe on tutustua vaihtoehtoisiiin ratkaisumalleihin. Näitä ovat, yrityksen sisäiset ratkaisut, kuten itsetoteutettu diagnostiikka halutusta tarkastelun kohteesta. Itsetoteutettu ratkaisu rajataan käsittelemään tuotannon eri viimeistelyprosesseista saatavaa tekstiilien käsittelyyn liittyvää diagnostiikkaa.

### **1.3 Työn rakenne**

Ensimmäisessä luvussa käsitellään opinnäytetyön taustaa, tavoitteita, opinnäytetyön rakennetta ja esitellään yhteistyötahon yritystä. Toisessa luvussa avataan teollista internetiä käsitteenä ja kerrotaan siihen liittyvistä käsityksistä ja sovelluksista.

Kolmannessa luvussa kerrotaan yhteistyötahon prosesseista ja niiden toimintaperiaatteista. Samassa luvussa tarkastellaan järjestelmien raportointi ja datankeruuratkaisuja, jotka ovat mahdollisesti jääneet hyödyntämättä.

Neljännessä luvussa käsitellään laitetoimittajien ja muiden yhteistyötahojen ratkaisuja. Viidennessä luvussa käsitellään vaihtoehtoisia ratkaisuja, jotka voivat olla omia anturointeja, joiden avulla kerätään haluttua tuotannon diagnostiikkaa. Lopuksi on yhteenveto ja oma pohdinta käsitellyistä asioista.

### **1.4 Yritysesittely**

Provina, entiseltä nimeltään Seinäjoen Keskuspesula Oy, on vuonna 1969 perustettu tekstiilipalveluyritys (Asiakastieto, i.a.-a). Yritys sijaitsee Seinäjoella teollisuusalueella. Yritys on erikoistunut sairaalassa käytettävien tekstiilien hankintaan, huoltoon ja vuokraukseen. Yritys noudattaa toiminnassaan SFS: EN 14065:2016- ja ISO 14001:2015 -standardeja.



Kuva 1. Ilmakuva Provinasta (Provina)

#### 1.4.1 Prosessoitavat tekstiilit

Viikossa prosessoitujen tekstiilien määrä on n. 60 000 kg. Yksittäisten erien paino vaihtelee välillä 40–50 kg.

Prosessoitaviin tekstiileihin kuuluu:

- Liinavaatteet
- Potilasvaatteet
- Siivoustekstiilit
- Työvaatteet
- Räätelöidyt mallistot
- Vaihtomatot.

### 1.4.2 Omistaja-asiakkaat

Provina toimii in-house-yrityksenä omistaja-asiakkailleen (Provina, i.a.). Näitä omistaja-asiakkaita ovat:

- Etelä-Pohjanmaan hyvinvointialue
- Pohjanmaan hyvinvointialue
- Seinäjoen kaupunki
- Kauhavan kaupunki
- Alajärven kaupunki
- Isonkyrön kunta
- Lapuan kaupunki
- Seinäjoen koulutuskuntayhtymä
- Seinäjoen Seurakunta
- TeeSe Botnia Oy Ab
- Ähtärin kaupunki.

### 1.4.3 In-house-asema

Provina on omistaja-asiakkaidensa voittoa tavoittelematon sidosyksikkö, jonka toiminta perustuu kumppanuuteen ja asiakkaiden kanssa toteutettavaan yhteistyöhön (Suomen Tietotoimisto (STT), 2022). In-house asemassa olevan yrityksen omistaja-asiakkaat ohjaavat yrityksen toimintaa omistajaohjauksen avulla.

### 1.4.4 Liiketoiminta

Liiketoiminta perustuu tekstiilivuokraukseen (Provina, i.a.-b). Tekstiilivuokrauksella tarkoitetaan tilattavissa olevia tekstiilejä, jotka yritys hankkii, huoltaa ja vuokraa asiakkaan käyttöön. Tekstiilivuokraus tarkoittaa, että asiakkaalle vuokrattu tekstiili palautuu takaisin vuokraajalle. Tekstiilikierron periaate on oleellinen osa tuotannon toiminnan ylläpitoa. Tekstiilikierrossa korostuu tasaisen materiaalivirran saavuttaminen tasapainoisen tuotannon ylläpitämiseksi (Bito, i.a.)

Yrityksen liikevaihto vuonna 2021 oli 5 543 000 euroa ja vuonna 2022 liikevaihto oli 6 537 000 euroa (Asiakastieto, i.a.-b). Liikevaihdon kasvaessa myös prosessoitavan materiaalin määrä on kasvanut.

## 2 TEOLLINEN INTERNET

### 2.1 Teoria

Teollisella internetillä tarkoitetaan teollisten laitteiden tai antureiden liittämistä paikalliseen prosessiin ja internetiin (Floyer, 2013). Prosessista saatu data tai informaatio hyödynnetään muiden paikallisten prosessien käytettäväksi. Teollisen internetin merkittävin ero kaupalliseen tai sosiaaliseen internetiin on arvontuottotapa. Sosiaalisessa ja kaupallisessa internetissä tuotto tapahtuu pääsääntöisesti mainonnan kautta, kun taas teollisessa internetissä arvon tuotto tapahtuu fyysisten ja digitaalisten rajapintojen yhdistämisellä. Rajapintojen yhdistämisessä datavirtoja hyödynnetään operatiiviseen hallintaan ja ohjaukseen. Joissain tapauksissa on mahdollista tuottaa uusia arvoa lisääviä palveluita.

Esineiden internet on teknologiatrendi, jonka sovelluksia käytetään teollisessa- ja kaupallisessa ympäristössä. Maailmalla esineiden internet (IoT) laitteiden trendi on havaittavissa verkkoon yhdistettyjen laitteiden määrän kasvusta. IoT-laitteiden määrän ennustetaan kasvavan 16.7 miljardiin vuoden 2023 aikana. Vuonna 2022 laitteita oli arviolta 14.3 miljardia (Satyrajit, 2023).

### 2.2 Historia

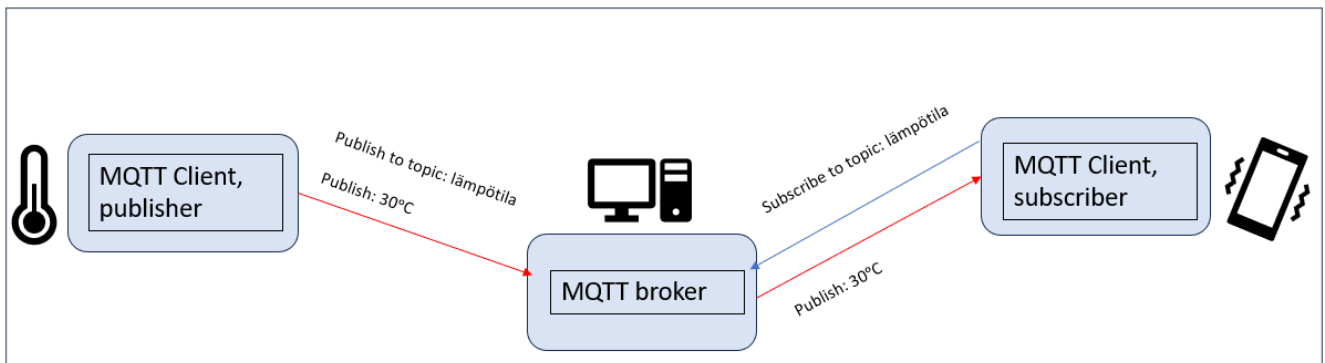
Teollisen internetin käsitteen on tehnyt tunnetuksi General Electric (GE) vuonna 2012 (Pharris, i.a.-b). GE:n mukaan, teollinen internet tuo yhteen kriittiset resurssit, edistyneen, ennustavan ja ohjaavan analytiikan nykypäivän työntekijälle (Pharris, i.a.-a).

Teollisesta internetistä puhuttaessa asiaan liitetään vahvasti Internet of things (IoT). Esineiden internetin mahdollisuudet ilmenivät jo vuonna 1999 (Ashton, 2009). RFID-teknologiaa hyödyntämällä fyysiset laitteet olivat mahdollista yhdistää osaksi näkyvämpää kokonaisuutta.

### 2.3 Teollinen internet, IIoT, IoT ja CPS

Teollinen internet on käsitteenä laaja ja sisältää näkökulman informaatioteknologiasta ja siihen liittyvästä protokollasta (Evans & Annunziata, 2012, s 9). Teollinen esineiden internet (IIoT) ja esineiden internet (IoT) ovat tapa kerätä ja lähettää dataa analysointia varten. IIoT on teollisuuden laitteista saatavaa anturidataa, jota analysoidaan toiminnan tehostamiseksi ja ohjaamiseksi (Bauer, ym. 2014, s 1). IoT on lähempänä kaupallista soveltamista, tästä esimerkkinä ovat älykkäät pistorasiat ja älypuhelimien kautta ohjattavat ikkunoiden kaihtimet. Toimintaperiaate on molemmissa esimerkeissä sama. Järjestelmän havainnoiva osa on yhdistetty internetiin. Internetin kautta järjestelmän osien tilaa on mahdollista tarkastella tai kontrolloida rajapintojen kautta.

Protokollana laitteiden keskustelulle voi toimia esimerkiksi MQTT (Message Queue Telemetry Transport) (Lukman, 2021). Protokollaa on havainnollistettu kuvassa 2. Laitteiden välistä kommunikointia voidaan toteuttaa useilla eri vaihtoehdoilla. Laitteiden välinen kommunikointi valikoituu kerätyn tiedon jatkokäyttötarkoituksesta. Protokollina voivat toimia mm. CoAp, XMPP, DDS, AMQP yms.



Kuva 2. MQTT-arkkitehtuuri (perustuu MQTT, i.a.)

Teollisen esineiden internetin ja esineiden internetin rinnalla on käsite Cyber Physical Systems (CPS), joka sisältää laitteiston antureilta saatavaa dataa. Data analysoidaan suoraan laitteistossa, jonka avulla järjestelmän, on mahdollista tehdä omatoimisia päätöksiä (Lee, 2015). Hyvä esimerkki CPS-järjestelmästä on itseohjautuva auto.

### 3 OLEMASSA OLEVAT RATKAISUT

Provinalla on käytössä neljä järjestelmää, jotka antavat dataa tuotannon tilasta. Nämä ovat Futurail-ratajärjestelmä, Rail explorer ratajärjestelmän käyttöliittymä, Metricon-työvaateratajärjestelmä ja X6-ohjauspaneelit viimeistelylaitteille.

Futurail-, Rail explorer- ja Metricon-järjestelmät valmistaa Jensen-Group, maahantuojana toimii Vestek Oy Ab. X6-ohjauspaneelit valmistaa Kannegiesser ja niiden maahantuojana toimii Orat Oy.

Jensen-Group on vuonna 1937 perustettu yritys, jonka ensimmäiset vaiheet ovat maitoteollisuuden laitteiden korjauksessa (Jensen, i.a.). Vuonna 1960 Jorn Munch Jensen valmisti ensimmäisen taittokoneen raskaanteollisuuden pyykille ja aloittaa maailmanlaajuisen markkinoinnin. Tänä päivänä Jensen-Group on erikoistunut pesulateollisuuden laiteratkaisuihin, jotka kattavat lajittelun, pesun, vedenerotuksen, kuivauksen, viimeistelyn ja välivarastointiratkaisut.

Vestek Oy Ab on vuonna 1961 perustettu maahantuontiliike, joka toimittaa monien eri alojen tuotteita (Vestek, i.a.). Tuotavat tuotteet tulevat pääsääntöisesti Yhdysvalloista ja Euroopasta. Vestek toimii myös tukkumyyjänä kotimaassa. Vestekin toiminta keskittyy neljään pääsektoriin, joita ovat tekstiilihuolto, terveydenhuolto, veneala ja teollisuus.

Kannegiesser on vuonna 1948 perustettu saksalaislähtöinen perheyritys, jonka alkuvaiheissa yritys keskittyi valmistamaan silityslaitteita tekstiiliteollisuudelle (Kannegiesser, i.a.). Nykyisin Kannegiesser tarjoaa kokonais- tai osaratkaisuja pesuloiden tarpeisiin. Ratkaisuihin kuuluvat pesu, kuivaus, viimeistely ja lajittelu.

Ravatek Oy on vuonna 1943 perustetun jo toimintansa lopettaneen Rava Oy:n pesulatoimintaan erikoistuneen osaston liiketoiminnan jatkumo (Orat, 2021). Orat Oy on ostanut Ravatek Oy:n liiketoiminnan vuonna 2020. Tässä opinnäytetyössä yrityksestä käytetään sen nykyisen omistajan nimeä eli Orat.

### 3.1 Futurail ja Rail explorer

Futurail on ratajärjestelmä likaisen ja puhtaan pyykin käsittelylle. Futurail on itsenäin järjestelmäkokonaisuus, jonka toimintaa pystytään seuraamaan ja ohjaamaan Rail explorer -käyttöliittymän avulla.

Rail explorer seuraa ratojen tapahtumia radoilla sijaitsevien pysäytyskohtien avulla. Pysäytyskohdat ovat lukitusasennossa, kunnes radalla liikkuva säkki saapuu pysäytyspaikalla ja sensori havaitsee kohteen. Lukitus vapautuu, kun sensori on ollut tietyn aikaa aktiivisena. Rail explorer -käyttöjärjestelmän avulla ohjataan, tarkkaillaan ja asetetaan järjestelmän käyttämiä artikkeli- ja painotietoja.

Lajiteltaville erille on mahdollista antaa artikkelinumeron lisäksi myös alanumero, joka antaa tarkempia tietoja erän sisällöstä. Esimerkiksi lajiteltavan artikkelin numero 1 ja alanumero 2. Numero 1 viittaa erän olevan valkoisia työvaatteita ja alanumero 2 työvaatteiden olevan housuja.

#### 3.1.1 Futurail- ja Rail explorer -ratajärjestelmän toiminnan kuvaus

Futurail on ratajärjestelmä, joka liikuttaa lajiteltuja eriä ennalta määrätyille radoille järjestelmään syötettyjen tietojen perusteella. Ratajärjestelmä koostuu kolmesta pääradasta, jotka sijaitsevat Provinan tuotantolaitoksen likapuolen ja puhtaanpuolen katossa.

Ratajärjestelmän kolme osaa ovat:

- esilajittelurata
- päälajittelurata
- puhtaanpuolenrata.

Esilajitteluradalla lajitellaan saapunut likapyykki värikoodattujen pyykkipussien mukaisesti. Esilajittelussa työskentelevä henkilö nostaa pyykkipussin, pussin alapuolella olevasta ripustuslenkistä radalla olevaan koukkuun. Koukku vapautetaan radalle erillisellä HMI-paneelin painikkeella. Paneelista valitaan myös rata, johon pyykkipussin halutaan kulkeutuvan. Järjestelmä seuraa pussin liikettä radalla tietyn välein olevilla induktiivisilla sensoreilla. Valitun



lajitteluradan molemmissa ääripäissä on sensorit, jotka kertovat järjestelmälle radan täyttöasteen.

Päälajittelurata koostuu kahdesta erillisestä likapyykin lajittelupisteestä, joita kutsutaan päälajitteluksi ja sivulajitteluksi. Lajittelupisteissä on erilliset HMI-paneelit, joiden avulla esilajittelurata vapauttaa pyykkipusseja lajittelupisteille.

Lajittelupisteillä pyykkipussit avataan ja artikkelit lajitellaan sopiviin pesueriin. Päälajittelussa on käytössä lajittelusiilot, joissa on järjestelmän kautta saatuna tietona lajiteltava artikkeli ja tavoitepaino. Kun siilo saavuttaa tavoitepainon, järjestelmä avaa siilon alapuolella olevan luukun, jonka kautta pesuerä putoaa liukuhihnalle. Liukuhihna kuljettaa pesuerän liukuhinnan päähän, josta erä putoaa edelleen päälajitteluradassa käytettäviin pyykkisäkkeihin.

Sivulajittelussa artikkelit lajitellaan suoraan pyykkisäkkeihin, jotka ovat kiinnitettynä kuljetusmoduuleissa. Erän painoa tarkkaillaan moduulin alla olevalla puntarilla. Sivulajittelusta erät nostetaan päälajittelun radalle erillisen hissien avulla. Hissien käyttöpaneeliin avulla erälle annetaan artikkeli- ja painotiedot, jotka päälajittelussa tulevat automaattisesti lajittelusiiloiden tietojen kautta. Päälajitteluradalla valmiiksi lajitellut erät kulkeutuvat varastoradoille, erätietojen mukaisesti.

Käyttäjä vapauttaa tietokoneen Rail explorer -käyttöjärjestelmän kautta halutut lajitellut erät pudotuspisteille. Pudotuspisteillä erät vapautuvat pesulinjaan. Tyhjä säkit vapautuvat uudelleen käytettäväksi lajitteluun.

Puhtaanpuolen radalla prosessoidut erät tulevat kuivauslinjaston kautta puhtaanpyykin kuljetinhihnoille. Kuljetinhihnoilta erät kulkeutuvat puhtaanpuolen radan säkkeihin. Säkit kulkeutuvat puhtaanpuolen radalle erätietojen mukaisesti.

Käyttäjä vapauttaa Rail Explorer -käyttöjärjestelmän avulla prosessoidut erät halutuille pudotuspisteille. Pudotuspisteillä erät vapautetaan vastaanottovaunuihin tai erilliseen viimeistelylaitteeseen. Tyhjä säkit vapautuvat uudelleen käytettäväksi vastaanottoon.

### 3.1.2 Futurail- ja Rail explorer -ratajärjestelmän ohjauksen kuvaus

Järjestelmän osien välinen kommunikointi tapahtuu hajautetun kenttä-I/O:n avulla. Ratojen tilasta ja säkkien liikkeistä ilmoittavat anturit on kytketty B&R automationin IP67-kotelointiluokaltaan oleviin X67-I/O-moduuleihin, kaapelin kytkentä on M-tyyppin liittimillä. X67-I/O-moduulit keskustelevat ohjaavan PLC:n kanssa X2X-kenttäväylän avulla. Radoilla liikkuvien säkkien ja ratojen tilasta kertovat anturit on kaapeloitu I/O-moduuleihin. Moduulit on puolestaan kaapeloitu kenttäväylän avulla ohjaavaan logiikkaan. Rail explorer -käyttöjärjestelmä on Ethernet (TCP/IP) -yhteyden avulla yhdistetty ohjaavaan logiikkaan.

### 3.1.3 Järjestelmän raportit

Tiedot eri pyykkierien liikkeistä ja määrästä on saatavilla Rail explorer -käyttöjärjestelmän Raportit-osiosta. Raportit voidaan aikarajata esimerkiksi päivä-, viikko- tai kuukausikohtaisesti. Raportit voidaan rajata radasto- ja pudotuspistekohtaisesti.

Raportista käy ilmi montako, erää tiettyä artikkelia on valitun aikarajauksen puitteissa kulkenut tiettyihin radan osiin. Järjestelmään on myös mahdollista syöttää arvioitu artikkelikohtainen paino, joka raportoinnissa kertoo erien lukumäärän lisäksi arvioidun artikkelimäärän. Saatava raportti on mahdollista siirtää muistitikulle tai lukea suoraan ohjelmassa.

## 3.2 Metricon

Provina Tekstiilipalvelut käyttää Metricon-ratajärjestelmää työvaatteiden kuljettamiseen viimeistelyprosessin läpi ja lajittelemiseen. Työvaatteet lajitellaan joko työvaatetyypin mukaan tai asiakastiedon mukaan.

### 3.2.1 Metricon-työvaateratajärjestelmän toiminnan kuvaus

Metricon on järjestelmä, joka liikuttaa työvaatteet viimeistelyjärjestelmän läpi ja tarvittaville viimeistelyasemille.

Ratajärjestelmä koostuu kuudesta osasta:

- Syöttöasemat

- Työvaatteiden viimeistely tunneli
- Esilajittelurata
- Lajittelurata
- Henkariasemat
- Työvaatetaittaja.

Syöttöasemalla käyttäjä asettaa viimeisteltävän artikkelin henkariin, jossa on viivakooditunniste. Artikkelin asettamisen jälkeen käyttäjä valitsee käyttöpaneelilta artikkelia vastaavan tiedon, joka vapauttaa henkarin radalle. Lähettämisen jälkeinen radasto kuljettaa henkarin kohti viimeistelytunnelia. Viimeistelytunnelissa artikkeli kulkee tunnelin läpi, mikä kuivattaa vaateen ja tekee silitetyn kaltaisen viimeistelyn. Artikkeleista, joissa on RFID-sirut, ja jotka on viety järjestelmään, ei tarvitse valita käyttöpaneelistä artikkelia vastaavaa tietoa, vaan tieto kulkeutuu RFID-sirun välityksellä.

Viimeistelytunnelista vaatteet nousevat radalle, joka sijaitsee korotetulla tasolla. Radan ensimmäinen osio toimii esilajittelualueena, jossa vaatteet kulkeutuvat ratojen täyttöasteen mukaisesti. Vaatteet kulkeutuvat sille radalle, jossa on sillä hetkellä eniten tilaa.

Käyttäjän valitessa tietokoneelta Metricon-järjestelmän käyttöliittymästä esilajittelussa olevat artikkelit, jotka halutaan ottaa alas viimeisteltäväksi, siirtyvät artikkelit esilajittelusta päälajitteluun.

Päälajittelussa vaatteet siirtyvät kierrätysradan kautta lajiteltuna syöttöasemalla annetun tiedon mukaisesti, esimerkiksi artikkelien kokotietojen mukaisesti. Kun lajitteluprosessi on päätynyt, järjestelmä vapauttaa artikkelit päälajitteluradalta alas vievälle radalle. Alasvievä rata kuljettaa artikkelit syötettyjen tietojen mukaisesti erillisille henkariradoille tai taittokoneille.

### **3.2.2 Metricon-järjestelmän ohjauskuvaus**

Metriconon System Control Software (MSCS) -järjestelmänohjausohjelmisto on Windows-pohjainen ohjelmisto, jonka välityksellä vaatteiden kuljetuksessa ja lajittelussa käytettäviä tietoja liitetään ripustimille. Erilaisia ohjausyksiköitä voidaan kytkeä Metriconin ohjaus-PC:llä ohjaamaan ja seuraamaan prosessia (Jensen, 2016, luku 3.04).

Järjestelmän osien välinen kommunikointi tapahtuu hajautetun kenttä-I/O:n avulla. Ripustinten sijainnista ja tilasta ilmoittavat skannerit on kytketty B&R automationin IP67-kotelointiluokaltaan oleviin X67-I/O-moduuleihin, kaapelin kytkentä on M-tyypin liittimillä. X67-I/O-moduulit keskustelevat ohjaavan PLC:n kanssa X2X-kenttäväylän avulla. Ripustinten tilasta kertovat anturit, on kaapeloitu I/O-moduuleihin. Moduulit ovat puolestaan kaapeloitu kenttäväylän avulla ohjaavaan logiikkaan.

MSCS-järjestelmänohjausohjelmisto on Ethernet (TCP/IP) -yhteyden avulla yhteydessä ohjaavaan logiikkaan. Koko Metriconin-vaatelajittelujärjestelmä on määritelty Metriconin MSCS-ohjausohjelmiston parametreilla (Jensen, 2016, luku 3.04).

### **3.2.3 Metricon-järjestelmän raportit**

Järjestelmä tallentaa ohjaustietokoneelle ratajärjestelmän toiminnasta lokitiedostoa Excel-ohjelmalla luettavaan tiedostomuotoon. Kyseisestä lokitiedostoa on mahdollista hyödyntää kunnonapidon tarkoitukseen. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi suodattamalla Excel-ohjelmalla hälytystapahtumien lukumäärää, jonka seurauksena kriittisimmän hälytystapahtuman toteutumisyykli on helpommin havaittavissa. Tietoa kappaleiden prosessoinnista ei ole saatavana raportinmuodossa. Prosessointitapahtumia on mahdollista tarkastella suoraan MSCS-järjestelmän näytöltä.

### **3.3 X6-ohjauspaneelit**

X6-ohjauspaneeli on Kannegiesserin valmistama ja Orat Oy:n maahantuoma laitteen ohjauspaneeli.

Provinalla on tällä hetkellä pyyhettäjässä ja työvaatettaajassa käytössä X6-ohjauspaneelit. Paneeleita käytetään viimeistelylaitteiden ohjelmavalintaan ja päivittäisen tuotannon seurantaan. Paneelin kautta myös luodaan uusia taitto-ohjelmia tarpeen mukaan, tai hienosäädetään olemassa olevia taitto-ohjelmia.

Ohjauspaneelista saatavalla Laundry reports -osiosta on tarkoitus hakea tietoa konetehon tilastolliseen analyysiin (Kannegiesser, 2019, s. 58). Analyysit voidaan laatia eri ajanjaksojen ja kriteerien mukaan. Raportille saatavat eri ajanjaksot ovat:

- kuluva päivä
- eilinen
- kuluva viikko
- edellinen viikko
- kuluva kuukausi
- edellinen kuukausi

Raporteissa analysoidaan ohjelmakohtaisesti kappalemääriä suhteessa niiden prosessointiaikaan, näin saadaan teholuku. Raportit on mahdollista tuoda järjestelmästä muistitikulle, josta niitä voi jatkotarkastella.

Järjestelmästä ei ole opinnäytetyön kirjoitushetkellä mahdollista saada esimerkkiraporttia, koska ominaisuus on laitevalmistajan määrittämän maksullisen lisenssin takana.

## 4 LAITETOIMITTAJIEN JA YHTEISTYÖTAHOJEN RATKAISUT

### 4.1 Globe

Gotlilabs on Jensen-Groupin yhteistyökumppani, joka tarjoaa Globe nimistä laaja tuotannonohjausjärjestelmä (Gotlilabs, i.a., s. 3). Globe-järjestelmään kuuluu henkilöstön hallintaa, tuotannon seuranta, logistiikan seuranta, tiedostomuotoista ja visuaalista raportointia. Henkilöstön hallinta -ominaisuus pitää sisällään työvuorosunnittelun, toteutuneen työajan, läsnäolon ja tiedonsiirron palkanlaskentajärjestelmään (mts. 6).

Tuotannon seuranta pitää sisällään datan poimimisen käytössä olevista tuotannon laitteista (Gotlilabs, i.a. s. 6). Seurantaan tarkoitetut laitteet on mahdollista liittää suoraan laitteisiin tai langattomasti. Logistiikan seurannalla mainitun järjestelmän tapauksessa tarkoitetaan yksittäisten tuotantoerien tai tuotteiden seuranta tuotantoketjun läpi. Seuranta toteutetaan visuaalisesti käyttöliittymän avulla.

### 4.2 Smart Laundry

Kannegiesser yhtiön tarjoama Smart Laundry - järjestelmä on laaja tuotannonohjausjärjestelmä (Kannegiesser, i.a.-b, s. 20). Smart Laundry -järjestelmä koostuu kolmesta pääkomponentista:

- Tuotannon seuranta
- Tehokkuuden seuranta
- Prosessin hallinta.

Tuotannon seurannassa tarkastellaan kokonaistuottavuutta tavoitearvojen ja todellisten arvojen vertailulla (Kannegiesser, i.a.-b, s. 27). Seurannassa myös tarkastellaan yksittäisten tuotantoalueiden tai prosessien tilaa. Tuotannon seuranta on tarkoitettu tuotannosta vastaavien henkilöiden käyttöön.

Tehokkuuden seurannassa tarkastellaan yksittäisten laitteiden tai laitteilla olevien syöttöpisteiden tehokkuutta laitteella tai syöttöpisteellä olevan näytön avulla (Kannegiesser, i.a.-b, s. 30). Tehokkuuden seuranta on tarkoitettu tuotannon työntekijän käyttöön. Työntekijän on

mahdollista seurata omaa työtehokkuuttaan suhteessa asetettuihin tavoitearvoihin. Seuranta mahdollistaa myös yksittäisen henkilön tehokkuuden seurannan.

Prosessin hallinta pitää sisällään tietokannan, jonka avulla tuotannon laitteiden on mahdollista kommunikoida keskenään (Kannegiesser, i.a.-b, s. 47). Tietokannan avulla prosessin läpi kulkeutuu tieto erän yksityiskohdista.

Erän yksityiskohdista tietoja ovat esimerkiksi:

- Asiakkaan numero
- Eränumero
- Erän paino
- Viimeistelyohjelma
- Kappalemäärä

### 4.3 Laundry dashboard

Christeyns NV on Belgiasta lähtöisin vuonna 1946 perustettu kansainvälinen kemianteollisuuden yritys, joka on erikoistunut ammattikäyttöön tarkoitettuihin pesu-, puhdistus- ja desinfiointilaitteisiin (Christeyns, i.a.). Christeyns myös kehittää ja markkinoi pesulatoimintaan liittyviä laitteita.

Provina käyttää Christeynsin automaattista pesuaineannostelujärjestelmää ja Christeynsin pesukemikaaleja pesuprosessissaan. Annostelujärjestelmän ja kemikaalien lisäksi Christeyns tarjoaa myös pesuprosessin seurantaan tarkoitetun järjestelmän.

Laundry dashboard on Christeynsin ja hollantilaisen WPS systems -nimisen yrityksen yhteistyö (Laundry Dashboard, i.a.). Laundry dashboard on kokonaisvaltainen tuotannonohjausjärjestelmä. Laundry dashboard tuottaa dataa resursseista, esimerkiksi kaasun ja sähkön kulutus.

Tuotannon seurantaan kuuluu:

- Tehokkuuslaskenta
- Tuotannon seisahdusajat

- Työntekijäkohtainen seuranta.

Asiakkuuksien hallintaan kuuluu:

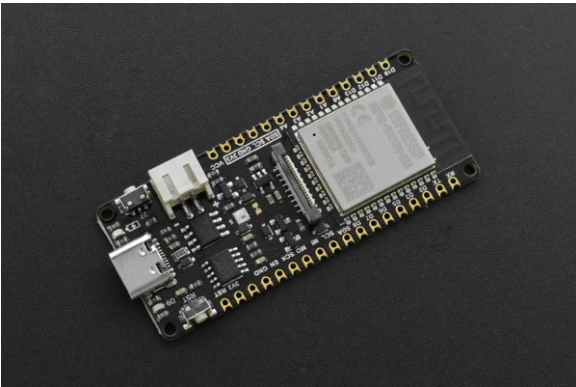
- Asiakkaiden tuottavuuden seuranta
- Asiakaskohtainen tehokkuuden seuranta.



## 5 VAIHTOEHTOISET RATKAISUT

Yksi mahdollisuus vaihtoehtoiselle ratkaisulle on mikrokontrollerin tai pienoistietokoneen avulla kerättävä data halutusta tuotannon kohteesta. Esimerkkinä tästä on kappalemäärä suhteessa aikaan.

Tällöin valitaan sopiva mikrokontrolleri (kuva 3) tai pienoistietokone esimerkiksi Raspberry Pi malli 4B (kuva 4). Valintaa tehdessä tulee huomioida, että laitteessa on mahdollisuus käyttää GPIO (General purpose, input, output) -pinnejä.



Kuva 3. Mikrokontrolleri (DF Robot i.a.)



Kuva 4. Raspberry pi (Lynn, i.a.)

Ensimmäisenä tulee tutustua tarkasteltavan laitteen toimintaan ja pyrkiä havaitsemaan yksittäinen liike, joka tapahtuu aina kunkin työstettävän kappaleen kohdalla. Kyseessä voi olla

esimerkiksi sylinterin liike. Tämän yksittäisen liikkeen havaitsemiseksi valitaan sopiva anturi, esimerkiksi optinen sensori.

Anturivalinnassa otetaan huomioon, että se on datankeruulaitteeseen sopiva. Paras vaihtoehto on datankeruulaitevalmistajan tarjoama anturi. Seuraavaksi aktivoidaan ohjelmointirajapinnasta käytössä oleva pinni, johon anturin tuottama signaali kohdistuu. Tämän jälkeen lisätään laskurimuuttuja, joka lisää laskurin arvoon +1 aina, kun pinni havaitsee pulssin anturilta.

Ilman laitteeseen sopivaa anturivalintaa datankeruu on mahdollista myös toteuttaa suoraan ohjaavasta logiikasta. Tässä käytetään samaa havainnointitapaa kuin edellisessä esimerkissä. Paitsi tällöin yksittäisen liikkeen tarkastelu toteutetaan kuitenkin suoraan laitetta ohjaavan PLC:n outputkortilta. Tällöin otetaan johdon avulla signaali output kortilta optiseen erottimeen, joka aktivoi pinnille tulevan pienemmän jännitteen, jonka avulla tuotetaan pulssi pienois tietokoneen GPIO-pinniin. Laskenta periaate toimii samalla tavalla kuin edellisessä esimerkissä.

Tämän jälkeen ohjelmoidaan laite kirjoittamaan dataa CSV-tiedostomuotoon itse laitteen muistiin. Laite kirjoittaa laskuridatan lisäksi myös päivämäärän ja kellonajan. Tällöin saadaan kappalemäärien päivitys tiettyinä kellonaikoina. Mikäli tuotanto on aktiivista, tulee käyrän olla nousseva. Mikäli tuotannossa on tapahtunut katkos, käyrä on tasainen viimeksi saadun laskuriarvon mukaisesti. Kappaleiden kehitystä suhteessa aikaan on havainnollistettu kuvassa 5. Projektia on mahdollista viedä pidemmälle yhdistämällä laite tietoliikenneverkkoon ja lähettämällä dataa suoraan yhteiskäyttöisille verkkolevyille. Tiedon lähettäminen tietoliikenneverkon avulla vaatii enemmän tutustumista laitteista saatavilla olevaan dokumentaatioon.



Kuva 5. Kappaleiden kehitys suhteessa aikaan

Kuvassa 5 oleva viivakaavio on tehty hyödyntäen Python-ohjelmointikieltä ja Visual studio code-ohjelmointialustaa. (Liite 1). Ohjelmassa sähköisen signaalin sijaan käytettiin näppäimistön a-kirjaimen painallusta tuottamaan toiminto laskurimuuttujan arvon lisäämiseksi yhdellä. CSV-tiedoston sijaan arvot kirjoitettiin Excel-työkirjaan. Laskurimuuttujan lisäksi kirjoitetaan päivämäärä ja kellonaika. Ohjelma päivittää laskurimuuttujan arvon minuutin välein työkirjaan riippumatta siitä onko painallusta tehty.

Toinen vaihtoehto on tehdä PLC-pohjainen ratkaisu, jossa laitteen toimintoja tarkkaillaan loogikkaan liitetyiden antureiden avulla. Käytännön näkökulmasta tässä on sama periaate kuin pienoistietokoneella tai mikrokontrollerilla. Etuna PLC-pohjaiseen ratkaisuun on laajempi anturivalikoima ja antureiden saatavuus. Optiselle erotukselle ole tarvetta koska, PLC on suunniteltu kestämään antureiden käyttämää 24 voltin jännitettä. Pienoistietokoneen tai mikrokontrollerin käyttämä jännite on 5 voltia. Mikäli 24 voltin jännitettä käyttävä anturi liitettäisiin suoraan pienoistietokoneeseen tai mikrokontrolleriin, tulisi jännitettä alentaa lisäämällä kytkentään sopivat vastukset.

## 6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin Provinan olemassa olevia mahdollisuuksia teollisen internetin hyödyntämiseksi. Näiden lisäksi tutustuttiin vaihtoehtoisin ratkaisuihin ja niiden vaatimuksiin. Työ aloitettiin tutustumalla järjestelmiin ja niiden sisäänrakennettuihin ominaisuuksiin. Ominaisuuksiin tutustumisen jälkeen seuraava selvityksen kohde oli laitetoimittajien tarjoamat ratkaisut. Näiden selvitysten jälkeen siirryttiin viimeiseen vaiheeseen, jossa kartoitettiin vaihtoehtoiset ratkaisut.

Vaihtoehtoja teollisen internetin hyödyntämiseksi yrityksellä on useita. Oleellisimpina asioina opinnäytetyötä tehdessä on noussut saatavilla olevan tiedon tuottama arvo yritykselle suhteessa sen hankintaan tarvittaviin resursseihin.

Olemassa olevat ratkaisut, joita käsiteltiin luvussa kolme, ovat datamäärältään suuria ja antavat reaaliaikaista dataa ohjaavalle järjestelmälle. Haaste järjestelmien datan keskittämiseksi ovat vahvasti suljetut tiedostot. Tiedostoja ei ole mahdollista siirtää suoraan yrityksen verkkolevyille ilman järjestelmien päivitystä tai ostettuja lisäominaisuuksia. Raportteja ja tiedostoja on mahdollista siirtää muistitikulle ja sieltä edelleen verkkolevyille. Siirron jälkeen tiedostot täytyy erikseen muokata haluttuun muotoon.

Paras vaihtoehto olisi laitteiden datan lukemiseen suoraan PLC:stä. Tämä johtuu datan laadusta. Esteenä tälle on laitevalmistajan turvallisuussyistä asettamat suojaukset. PLC-datan lukemiseen vaadittavaa sovellusta ei myöskään ole tarjolla ilman investointeja. Laajat järjestelmäpäivitykset tai kokonaan uudet järjestelmät, joita käsiteltiin kappaleessa neljä voivat olla kustannuksiltaan tuhansia euroja.

Mikrokontrollerilla tai pienoistietokoneella toteutetut ratkaisut, joita käsiteltiin kappaleessa viisi. Antaa tietoa prosessoitujen kappaleiden kehityksestä yksittäisestä tuotannon laitteesta. Saadusta datasta tehdään omakohtaisia päätelmiä. Päätelmät voivat olla, että laite on seisahtunut huoltotoimenpiteiden, henkilökunnan taukojen takia tai laite on toiminut normaalisti. Dataa seuraamalla ja pyrkimällä selvittää todellisia tapahtumia on mahdollista kulkea prosessia taaksepäin ja selvittää, miksi jokin arvioitu tieto on tapahtunut. Datan avulla voidaan myös arvioida erilaisten tuotannon muutosten vaikutusta prosessoituihin kappaleisiin. Tässä käytetään termiä arvioida, koska data kertoo esimerkin tapauksessa vain kappaleiden kehityksen suhteessa aikaan.

Edellä mainittu esimerkki on kustannuksiltaan satojen eurojen luokkaa. Komponenttien ja laitteiden hankintahinnat karkeasti arvioituna alle 500 euroa. Epävarmuustekijöitä itse toteutuksessa ratkaisussa ovat komponenttien saanti, järjestelmän ylläpidettävyys ja käytettävyys. Suurimpana riskitekijänä nähdään komponenttien saanti.

Suomessa mikrokontrolloreiden tai pienoistietokoneiden myynti tapahtuu kaupallisten verkko-kauppojen kautta. Edullisia versioita laitteista ja komponenteista on mahdollista ostaa useita kappaleita varastoon.

Järjestelmän ylläpidettävyys voi myös olla haastavaa ilman riittävää osaamista yrityksen sisällä. Ylläpidettävyyden haasteet kannustavat toteuttamaan ratkaisua yhteistyössä yrityksen sidosyksiköiden kanssa, jotta tarvittava osaaminen on saavutettavissa vakaammin.

Käytettävyyden haasteina on datan hakeminen, visualisointi ja analysointi. Itsetoteutetussa ratkaisussa toimintatavat saattavat henkilöityä yksittäiselle taholle, jonka seurauksena mahdollisuudet käyttöön ovat rajalliset.

PLC:n avulla toteutettu ratkaisu voi investoinneiltaan olla satojen tai tuhansien eurojen luokkaa. Laite on rakenteeltaan kestävämpi ja anturivalikoimat ovat laajemmat. Haasteet ovat samat mitä tulee mikrokontrollerilla tai pienoistietokoneella tehdyissä ratkaisussa. Etuna PLC:n avulla toteutetussa ratkaisussa on laajempi tekninen tuki, useampien antureiden yhteensopiavuus ja laite on valmistettu teollisiin olosuhteisiin.

Opinnäytetyön pohjalta laaditaan yhteistyötahon kanssa jatkosuunnitelma, jossa hyödynnetään saatuja tietoja eri vaihtoehdoista teollisen internetin soveltamiselle. Suunnitelmassa painotetaan kustannustekijöitä suhteessa saavutettuun hyötyyn, ja sitä miten suunnitelma on linjassa yrityksen strategian kanssa.

Tulevaisuudessa olisi kiehtovaa toteuttaa tuotannon välivarastoissa olevien artikkeleiden reaaliaikaista varastoseurantaa. Reaaliaikainen seuranta voitaisiin yhdistää prosessin alkuvaiheeseen ja ERP-järjestelmästä saatavaan tilausdataan. Edellä mainittu soveltaminen antaisi kuvan siitä, miten tuotannon toiminnan tulisi mukautua asiakkaan tilausten mukaisesti.

## LÄHTEET

- Ashton, K. (22.6.2009). *That 'internet of Things' Thing*. <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>
- Asiakastieto. (i.a.-a). Rekisteritiedot. Haettu 29.9.2023. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/provina-tekstiilipalvelut-textilservice-oy/01822639/taloustiedot>
- Asiakastieto. (i.a.-b). *Taloustiedot*. Haettu 29.9.2023. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/provina-tekstiilipalvelut-textilservice-oy/01822639/taloustiedot>
- Bauer, H., Patel, M., & Veira, J. (2014) The internet of things: *Sizing up the opportunity*. <https://www.mckinsey.de/~media/McKinsey/Industries/Semiconductors/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20Sizing%20up%20the%20opportunity/The%20Internet%20of%20Things%20Sizing%20up%20the%20opportunity.pdf>
- Bito, (i.a.). *Mitä on tuotantologistiikka*. <https://www.bitto.com/fi-fi/asiantuntija/artikel/mikae-on-tuotantologistiikka/>
- Christeyns. (i.a.). *About us*. <https://www.christeyns.com/uk-en/about-us/>
- DF Robot. (i.a.). FireBeetle 2 ESP32-E [kuva]. DF Robot. <https://www.dfrobot.com/product-2195.html>
- Evans, P., & Annunziata, M. (26.11.2012) *Industrial internet pushing the boundaries of minds and machines* [https://www.researchgate.net/profile/Marco-Annunziata/publication/271528854\\_Industrial\\_Internet\\_Pushing\\_the\\_Boundaries\\_of\\_Minds\\_and\\_Machines/links/566342e608ae418a786bb015/Industrial-Internet-Pushing-the-Boundaries-of-Minds-and-Machines.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marco-Annunziata/publication/271528854_Industrial_Internet_Pushing_the_Boundaries_of_Minds_and_Machines/links/566342e608ae418a786bb015/Industrial-Internet-Pushing-the-Boundaries-of-Minds-and-Machines.pdf)
- Floyer, D. (2013). *Defining and sizing the industrial internet*. [http://wikibon.org/wiki/v/Defining\\_and\\_Sizing\\_the\\_Industrial\\_Internet](http://wikibon.org/wiki/v/Defining_and_Sizing_the_Industrial_Internet)
- Gotlilabs, (i.a.). <https://www.gotlilabs.com/wp-content/uploads/2018/05/Brochure-GotliLabs-maart2018-5.pdf>
- Jensen. (9.5.2016). *Alkuperäisten ohjeiden käännös*. Metricon.
- Jensen. (i.a.). *About us*. <https://www.jensen-group.com/about-us/history.html>
- Kannegiesser. (2019). *Käyttöopas*. Käyttölaite X8/X6m.

- Kanngiesser. (27.11.2019). *Step by step to Smart Laundry*.  
<https://www.kanngiesser.com/global/en/company/breaking-news/article/step-by-step-to-smartlaundry.html>
- Kanngiesser. (i.a.-a). *Writing history together*.  
<https://www.kanngiesser.com/global/en/company/about-us/history.html>
- Kanngiesser. (i.a.-b). *The laundry is alive*. Smart Laundry.
- Laundry Dashboard. (i.a.). *Solution*. <https://www.laundrydashboard.com/en/solution/>
- Lee, E. A. (2015). *The Past, Present and Future of Cyber Physical systems: A Focus on Models*. <https://www.mdpi.com/1424-8220/15/3/4837>.
- Lukman, N. (14.10.2021). *Which Protocol Should You Choose for IoT*.  
<https://www.nexpcb.com/blog/different-data-protocols-which-one-to-choose>
- Lynn, H. (i.a.) Angle [kuva]. [https://drive.google.com/drive/folders/1FhMPPF2-zuVCnbpBZGHEOfzwgaTSqbQv?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1FhMPPF2-zuVCnbpBZGHEOfzwgaTSqbQv?usp=drive_link)
- MQTT. (i.a.). MQTT Publish/Subscribe Architecture [kuva]. <https://mqtt.org/>
- Orat. (5.1.2021). *Tiedote Orat Oy:n ja Ravatek Oy:n liiketoimintakaupasta*.  
<https://orat.fi/tiedote-orat-oy-n-ja-ravatek-oy-n-liiketoimintakaupasta/>
- Pharris, C. (i.a.-a). *The term industrial internet*. <https://www.ge.com/digital/blog/what-industrial-internet-things-iiot>
- Pharris, C. (i.a.-b). *Introduction*. <https://www.ge.com/digital/blog/what-industrial-internet-things-iiot>
- Provina. (i.a.-a). *Yritys*. <https://www.provina.fi/yritys/>
- Provina. (i.a.-b). *Yritys*. <https://www.provina.fi/yritys/>
- Satyajit, S. (24.5.2023). *State of IoT may 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally*. <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/#:~:text=In%202023%2C%20IoT%20Analytics%20expects,to%2016.7%20billion%20active%20endpoints>.
- Suomen Tietotoimisto (STT). (22.11.2022). *Mikä inhouse*.  
<https://www.sttinfo.fi/tiedote/69958145/voittoa-tavoittelemattomat-inhouse--yhtiot-iloitsevat-elinkeinoelaman-aloitteesta-selvittaa-hankintaprosesseja?publisherId=69819596>
- Vestek. (i.a.). *Kansainvälistä tuontikauppaa yli 60 vuoden ajan*. <https://www.vestek.fi/>

## LIITTEET

### **Liite 1. Python-ohjelma**



## Liite 1. Python-ohjelma

```
import keyboard
import openpyxl
from datetime import datetime
import threading

laskuri = 0

workbook = openpyxl.Workbook()
sheet=workbook.active
sheet.title = "Laskuri_loki"

sheet["A1"] = "Päivämäärä"
sheet["B1"] = "Aika"
sheet["C1"] = "Laskurin arvo"

def paivita_laskuri():
    global laskuri

    current_datetime = datetime.now()
    current_date = current_datetime.strftime ("%Y-%m-%d")
    current_time = current_datetime.strftime ("%H:%M:%S")

    sheet.append([current_date,current_time,laskuri])

    workbook.save("Laskuri_loki.xlsx")

    threading.Timer(60,paivita_laskuri).start()

paivita_laskuri()

def key_press_event(i):
    global laskuri
    if i.name == 'a':
        laskuri += 1

keyboard.on_press_key("a", key_press_event)

keyboard.wait("esc")

print("Poistutaan ohjelmasta")

workbook.save("Laskuri_loki.xlsx")
```