



Peetu Lybeck

# Laatikkoratojen sähkö- ja automaatiomodernisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

5.5.2023

# Tiivistelmä

Tekijä:	Peetu Lybeck
Otsikko:	Laatikkoratojen modernisointi
Sivumäärä:	32 sivua
Aika:	5.5.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Automaatioasiantuntia Toni Kortelainen Lehtori Kristian Junno

---

Tässä insinööriyössä kartoitetaan ja mallinnetaan Fazer Leipomot Vantaan laatikkoradat sekä suunnitellaan ratojen sähkö- ja automaatiomodernisointia. Tarkoituksena on saada aikaiseksi mahdollisimman tarkka ja selkeä kuva laatikkoratojen toiminnasta sekä komponenteista. Modernisointityö koskee laatikkoratoja, jotka kulkevat puhtaiden laatikoiden varastosta eri tuotantolinjojen pakkauspäihin. Aikojen saatossa erilaisia tuotantolinjoja on valmistunut ja poistettu käytöstä, jonka myötä laatikkoradoilla on tapahtunut isoja muutoksia. Tämän takia laatikkoradat poikkeavat myös osittain toisistaan.

Työ on tärkeä, koska Fazer leipomot Oy haluaa taata leipomon varman toiminnan myös tulevaisuudessa. Nykyiset laatikkoradat lähestyvät elinkaarensa loppua, joten modernisointi kohteeseen nähdään erittäin tarpeellisena. Lisäksi laatikkoratojen työturvallisuutta tulla parantamaan eri keinoin. Opinnäytetyössä tutustutaan myös laitteistoon ja järjestelmiin, jotka tulevat korvaamaan entiset ratkaisut. Lopullisena tavoitteena on saada kerättyä mahdollisimman tarkka selvitys nykyisistä laatikkoradoista, jonka pohjalta Fazer saa muodostettua hinta-arvion uudistusprojektille. Tämän jälkeen Fazer Leipomot pääsee kilpailuttamaan uudistusprojektin ulkopuoliselle yritykselle.

Avainsanat: Siemens, automaatio, suunnittelu, modernisointi

## Abstract

Author: Peetu Lybeck  
Title: Electrical and Automation Modernization of Box Lanes  
Number of Pages: 32 pages  
Date: 5 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Automation Technology  
Supervisors: Toni Kortelainen, Automation Specialist  
Kristian Junno, Senior Lecturer

---

This thesis includes both a survey and a modelling of the present box lanes used in Fazer Leipomot Vantaa. Additionally, electrical and automation modernization was planned for the box lanes. The purpose of this work was to get the most accurate and clear picture of the operation and components used in the box lanes. Modernization work applies to box lanes that run from the warehouse of clean boxes to the packaging site of different production lines. Over the time, different production lines have been built up and disassembled, which has led to major changes in the box lines and therefore the box lines are partially different.

The subject is important because Fazer Leipomot Oy wants to guarantee the bakery's safe operations in the future. Current box line is approaching the end of its life cycle and therefore modernization to the site is necessary. In addition, the work safety of the box lines will be improved by various means. This thesis also clarifies what kind of devices and systems will replace the former solutions. The result of this study is an accurate report of the current box lanes, which will give Fazer good basis for price estimation for the reform project. After this, Fazer Bakeries will be able to tender out reform project to an external company.

Keywords: Siemens, Automation, Design, Modernization

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Nykyinen laatikkorata	4
2.1	Sähkökeskus	4
2.2	Toimilaitteet, anturit ja venttiilit	6
3	Väylät ja laitteet	7
3.1	Teollisuus-Ethernet	7
3.2	PROFINET	8
3.3	AS-i-väylä	10
3.4	S7-1500	11
3.5	ET 200SP	12
3.6	Taajuusmuuttajat	12
4	Työn toteutus ja vaiheet	13
4.1	Työn suunnittelu	13
4.2	Linjaston kartoitus	14
4.3	Fazerin vakioidut ohjelmalohkot	15
4.4	Ohjauksen kuvaus yleisesti	17
4.4.1	Moottorien ohjaus	18
4.4.2	Venttiilien ohjaus	20
4.4.3	Anturien ohjaus	22
4.5	Linjaston mallintaminen	24
4.6	Modernisointi	25
4.6.1	AS-i-väylänsuunnittelu	25
4.6.2	I/O-osoitteidenluonti	26
4.6.3	Sähkökeskus	28
5	Lopputulos	29
	Lähteet	31

## Lyhenteet

AS-i:	Actuator Sensor Interface, automaatiojärjestelmissä käytetty verkkoprotokolla.
ASIC:	Application Specific Integrated Circuit, eli sovelluskohtaisesti integroitu mikropiiri.
CPU:	Central Processing Unit, eli prosessori. Prosessori suorittaa tietokoneohjelman antamat käskyt.
DCS:	Distributed Control System, on tietokonepohjainen hajautettu ohjausjärjestelmä.
FB	Function Block, on nimitys ohjelmoinnissa käytettävälle toimintayksikkölohkolle.
FC	Function, on ohjelmoinnissa käytetty nimitys toimintalohkolle.
I/O:	Input/Output, on ohjelmoitavassa logiikassa käytettävien tulo ja lähtö liitäntöjen yleinen käyttö termi.
IP:	Internet Protocol, on protokolla, joka mahdollistaa internettiin liittyneitä laitteita yhdistää palvelimiin, joka mahdollistaa yhteyden myös toisiin käyttäjiin.
IRT:	Isochronous Realtime, on yksi PROFINETIN reaaliaikaisuuden tasoista.
ISO:	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisoimisjärjestö.

NRT:	Non-real time, on yksi PROFINETIN reaaliaikaisuuden tasoista.
OSI:	Open Systems Interconnection Reference Model, kuvaa tiedonsiirtoprotokollien yhdistelmää seitsemässä eri kerroksessa.
PACS:	Picture Archiving and Communication System, on digitaalinen kuva-arkisto järjestelmä.
PI-kuva	Putkitus- ja instrumentointikuva, antaa toiminnallisen kokonaiskuvan laitteistosta.
PLC:	Programmable Logical Controller, eli ohjelmoitava loogiikka.
RT:	Real time, on yksi PROFINETIN reaaliaikaisuuden tasoista.
TCP:	Transmission Control Protocol, on protokolla, joka on luotu luotettavampaan tiedonsiirtoon tietokoneiden välillä.
TIA-portal:	Totally Integrated Automation-portal, on Siemensin laitteille käytetty ohjelmointityökalu.

## 1 Johdanto

Elintarviketeollisuus on kovassa nousujohteessa, ja se on tärkeimpiä teollisuuden aloja ihmiskunnan pyörimiseksi. Elintarvikkeiden lisääntynyt kysyntä ja kasvavat markkinat luovat yrityksille tarvetta kehittää ja parantaa toimintaansa.

Elintarviketeollisuuden alalla tuotanto perustuu täysin tilauksiin, sillä tuotteilla ei ole suuria säilytystiloja, ja elintarvikkeet täytyy saada nopeasti kiertoon ennen niiden pilaantumista. Tämän takia tuotannon täytyy toimia moitteettomasti, eikä pitkiin keskeytyksiin ole varaa.

Viime vuosina automaatio on ottanut isoja harppauksia eri teollisuusaloilla.

Tästä poiketen elintarviketeollisuus on seurannut tilannetta vierestä ja alkaa vasta nyt hyödyntämään automaation tuomia uusia mahdollisuuksia. Elintarviketeollisuuden yritykset ovat huomanneet, kuinka automaatio lisää tuotannotehokkuutta, helpottaa ylläpitoa, vähentää työvoimakustannuksia ja samalla parantaa työturvallisuutta.

Fazer Leipomot Oy on alansa markkinajohtaja Suomessa, ja yritys on valmiina investoimaan oman tuotannon kehittämiseen. Fazerin Vantaan Leipomolla katsotaan pitkälle tulevaisuuteen ja jatkuvasti tuodaan uusia teollisuudenratkaisuja käyttöön. Leipomolla parannetaan ja ylläpidetään iäkkäitä laitteistoja elinkaarihallinnan mukaisesti. Vantaan leipomon vanhat laatikkoradat ovat elinkaarensa loppupuolella, ja tässä insinööriyössä selvitetään kyseisten laatikkoratojen modernisointia.

### **Työn esittely**

Tässä insinööriyössä on tarkoitus kartoittaa, mallintaa ja suunnitella sähkö- ja automaatiomodernisointia Fazer Leipomot Vantaan laatikkoradoille. Laatikkoratoja kulkee leipomossa useaan paikkaan, sillä tuotantolinjoja on monta ympäri leipomoa. Laatikkoradat ovat tärkeä osa logistiikkaa ja tuotannonon toimivuutta. Jokaisen laatikon sykli on leipomon sisällä samanlainen. Tyhjät laatikot

saapuvat kuorma-autoilla paluukyydillä kaupoista takaisin leipomolle, jossa ne ensimmäiseksi käyvät pesussa. Puhtaat laatikot varastoidaan laatikkovarastoon, johon ne jäävät odottamaan uudelleen käyttöön. Puhtaiden laatikkovarastosta laatikot lähtevät kulkemaan laatikkoratoja pitkin eri tuotantolinjastojen pakkaukseen. Pakkauksessa leipälaatikot täytetään tuotteilla, jonka jälkeen täydet laatikot viedään lähettämöön odottamaan kuorma-autoihin lastausta. Kuorma-autot kuljettavat tuotteita kuvassa yksi näkyvissä sinisissä laatikoissa kaikkiin Suomen kaappoihin, jonka jälkeen ne taas palaavat paluukuorman mukana tyhjinä leipomolle.



Kuva 1. Fazerin käyttämät laatikot leipien toimituksessa.

Fazerin Vantaan leipomon laatikkoradat ovat jo useamman vuosikymmenen ikäisiä, ja ne sisältävät vanhoja komponentteja ja automaattiratkaisuja. Tämän vuoksi Fazer on kaavaillut laatikkoratojen päivittämistä nykypäivään, jotta niiden toimivuus voidaan taata myös tulevaisuudessa.

## **Työn tavoite**

Insinööriyön tavoitteena on kartoittaa Fazer leipomot Vantaan nykyiset laatikkoradat sekä selvittää, mitä kaikkia komponentteja ne sisältävät ja kuinka monta kappaletta. Tavoitteena on myös luoda kokonaisuudesta PI-kuva, josta voidaan havaita, miten komponentit on asennettu fyysisesti. Viimeiseksi suunnitellaan, minkälaisilla komponenteilla voidaan korvata vanha tekniikka, ja lisäksi mietitään, voidaanko joitakin ratkaisuja kehittää paremmaksi. Tärkeää on myös parantaa työturvallisuutta laatikkoradoilla ja sen sähkökeskuksella. Työn valmistamisen jälkeen Fazer Leipomoilla on selkeä tieto, mitä tuleva uudistusprojekti voisi kustantaa, jolloin voidaan luoda budjetti hankkeelle. Tämän jälkeen Fazer pystyy kilpailuttamaan hankkeen ulkopuoliselle yritykselle, joka suorittaisi uudistustyön Vantaan leipomon laatikkoradoille.

## **Yrityksen esittely**

Fazer Leipomot Oy on osa Fazer-konsernia, johon kuuluvat lisäksi Fazer Makeiset ja Fazer Lifestyle Foods. Fazerilla on Suomen lisäksi leipomoita Latviassa, Liettuassa ja Ruotsissa. Kuvasta kaksi näkee Fazerin kaikki leipäbrändit, kuten Reissumiehen ja Puikula-ruisleivän sekä Reilu-paahdon. Fazerin leipomot valmistavat myös kahvileipiä, kuten berliininmunkkeja ja voisilmäpullia. Tuotteita myydään yli 20 maahan ja leipomotyöntekijöitä Fazerilla on noin 2800 henkeä kansainvälisesti. [1.]



Kuva 2. Fazer Leipomoiden kaikki leipäbrändit [2].

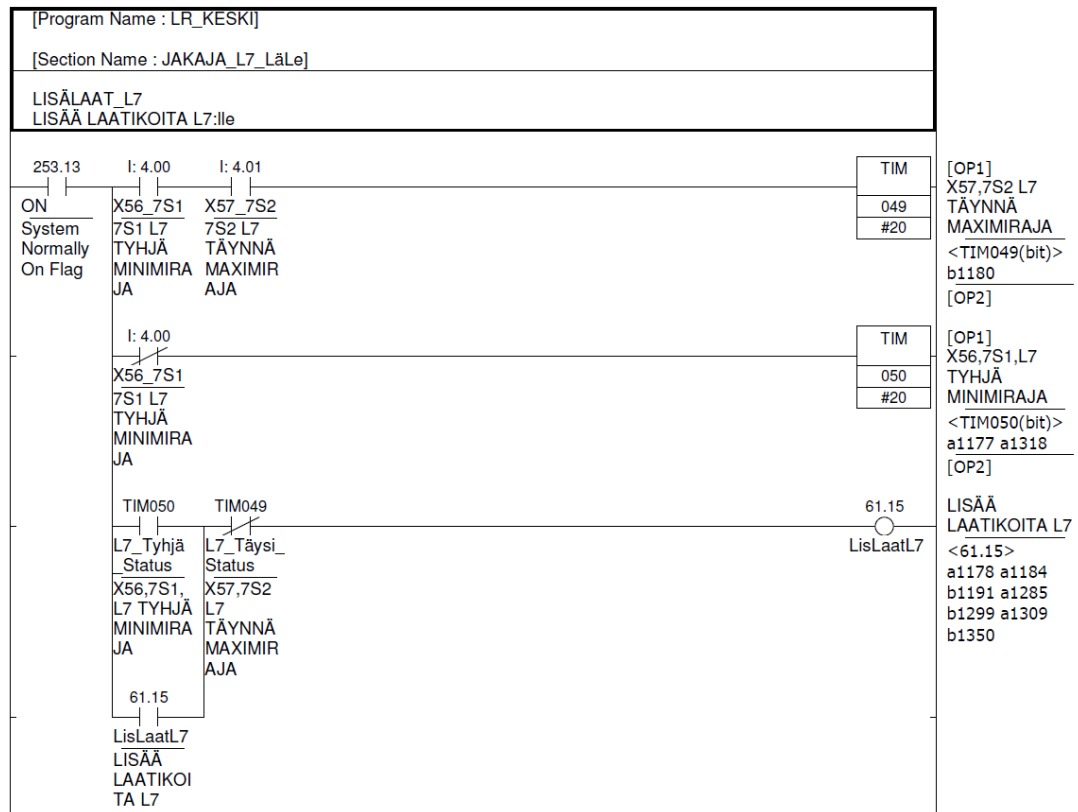
Suomessa Fazerilla on kolme isoa leipomoa Lahdessa, Lappeenrannassa ja Vantaalla. Näissä leipomoissa työskentelee yhteensä yli 1700 työntekijää. Fazer Leipomot Suomi on markkinajohtaja Suomessa pakatun leivän myynnissä 25 %:n markkinaosuudella. Vuonna 2020 Fazer Leipomoiden liikevaihto Suomessa oli 252 miljoonaa euroa, ja kansainvälinen liikevaihto nousi 550 miljoonaan euroon. [1.]

## 2 Nykyinen laatikkorata

### 2.1 Sähkökeskus

Laatikkoratojen modernisoinnin tärkeimpiä kohteita on ratojen yhteinen sähkökeskus. Sähkökeskus on viime vuosituhannelta, joten kaikki sen komponentit ovat jo käyttöikänsä päässä. Sähkökeskuksessa on vanha Omronin Sysmac C200H -ohjelmoitava logiikka (Programmable Controller). Malli on 1990-luvun alkupuolelta ja suosittu varsinkin teollisuusympäristöissä sen vahvan kestävyysden tärinän ja lämpötilan muutosten kanssa [3]. Logiikka on ohjelmoitu

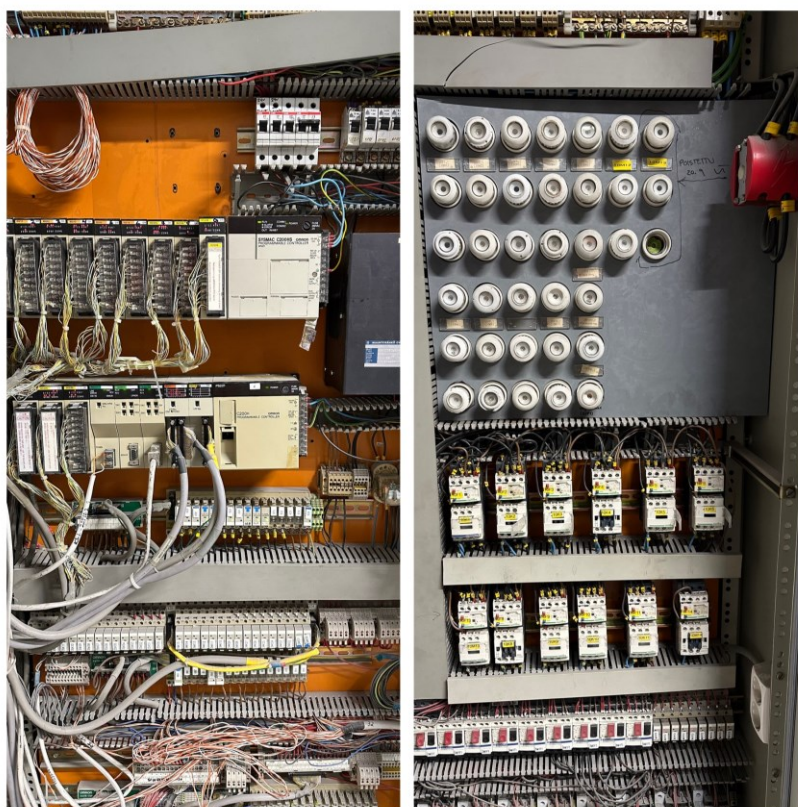
käyttämällä Omronin CX-Programmer-ohjelmaa. CX-Programmerissa ohjelmointi tapahtuu tikapuukaaviota, toimilohkokaaviota tai rakenteista tekstiä käyttäen. Fazerilla ohjelmointi on toteutettu pääosin kuvassa kolme näkyvän tikapuukaavion avulla.



Kuva 3. Tikapuukaaviolla tehty laatikoiden pyyntö linjalle 7 (L7).

Heikkoutena nykyisessä järjestelmässä nähdään käyttöliittymä, joka muodostuu painonapeista ja merkkivaloista. Näiden tilalle on saatavilla jo paljon visuaalisesti tehokkaampia ratkaisuja, kuten ohjauspaneelit. Ylläpitotyötehtävissä tarvittavien käsiajojen puuttuminen on myös selkeä heikkous nykyisessä toteutuksessa. Lisäksi ongelmana vanhassa keskuksessa on sen toiminnan takaaminen tulevaisuudessa. Omronin CH200H-logiikoita ei ole enää tuotannossa, joten ohjaimen hajotessa uudenveroisen tai käytetyn logiikan löytäminen on hankalaa. Ohjaimen ohjelmoitsijoita on myös vaikea enää löytää, sillä vuosien kuluessa uusia sukupolvia on aloittanut alalla ja harvalta enää löytyy osaamista vanhojen laitteiden ohjelmointiin. Ohjelmointiin tarvittava laitteisto on myös häviämässä,

johtuen vanhoista tuetuista käyttöjärjestelmä versioista, esimerkiksi Windows XP. Jos ohjelman kanssa syntyisi häiriöitä tai siihen tarvitsisi tehdä muutoksia, olisi näiden asioiden ratkaiseminen hankalaa. Vanhassa keskuksessa käytetään myös kuvassa neljä näkyviä tulppasulakkeita, jotka eivät vastaa tämän päivän standardeja. Tämä näkyy kuvassa neljä.



Kuva 4. Laatikoratojen sähkökeskus.

## 2.2 Toimilaitteet, anturit ja venttiilit

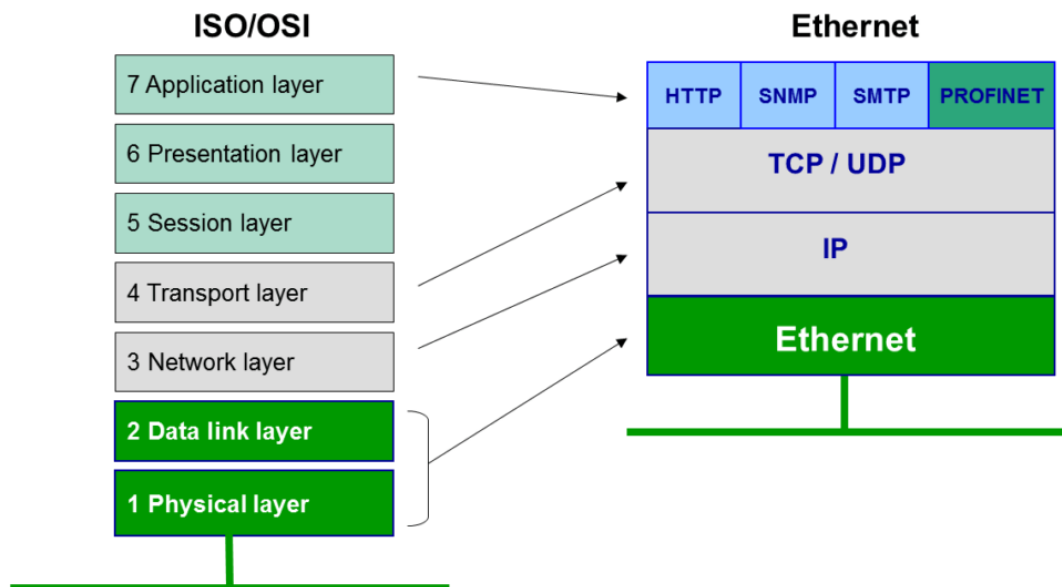
Laatikoratojen pitkän historian ja lukuisten muutosten takia laatikkoradoilla on käytetty monen eri valmistajan moottoreita, antureita ja venttiileitä. Tulevaisuudessa, kun kaikki komponentit ovat yhtenäisiä radoilla, on niiden huoltaminen ja korjaaminen huomattavasti tehokkaampaa. Lisäksi varaosia on helpompi varastoida ennakkoon.

Osa venttiileistä toimii 230 VAC -jännitteellä, joka on riski huoltotöiden työturvallisuuden kannalta. Fazerin yksi tärkeimmistä tavoitteista on työturvallisuuden jatkuva parantaminen. Kun kaikista ylimääräisistä 230 VAC:n käyttöjännitteistä päästään eroon ja tilalle vaihdetaan 24 VAC -käyttöjännite, parantuu työturvallisuus merkittävästi. Työturvallisuutta tullaan parantamaan myös lisäämällä järjestelmään hätäseis-painikkeita tiheämmin, jolloin vaara- tai häiriötilanteilta voidaan välttyä entistä paremmin.

### **3 Väylät ja laitteet**

#### **3.1 Teollisuus-Ethernet**

Monella teollisuuden alalla tietoliikennettä on kehitetty teollisuus-Ethernetin ympärille. Tämä pätee myös Fazerin leipomoilla. Teollisuus-Ethernet perustuu avoimeen IEEE802.3-standardiin. Ethernet-verkkoratkaisua voidaan verrata ISO- (International Organization for Standardization) sekä OSI-mallilla (Open Systems Interconnection Reference Model). ISO/OSI perustuu ISO 7498 -standardiin, jossa tietoliikenteen eri protokollatoteutukset jaetaan seitsemään eri kerrokseen. Ethernet-mallissa kerroksien määrä vähenee seitsemästä neljään. Taso 1 ja 2 muodostavat alimman kerroksen eli Ethernetin. Taso 3 kuuluu toiseen kerrokseen IP:lle (Internet Protocol), ja taso 4 muodostaa Ethernetin kolmannen kerroksen TCP:lle (Transmission Control Protocol). Tasot 5–7 kuuluvat neljänteen kerrokseen, joka on omistettu sovelluksille. Reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon PROFINET käyttää hyödykseen 1-, 2- ja 7-kerrosta. Nämä on havainnollistettu kuvassa viisi.



Kuva 5. ISO/OSI-mallin soveltaminen Ethernetin mallintamiseen [4].

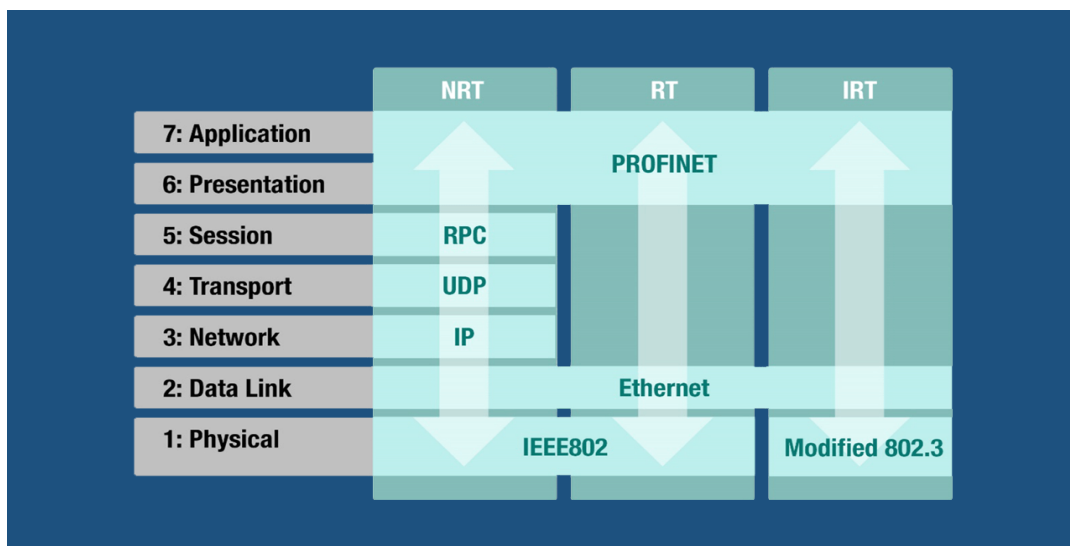
Teollisuus-Ethernet toimii samalla periaatteella kuin normaali toimisto-Ethernet, mutta sitä on kehitetty vastaamaan teollisuusympäristön haastaviin olosuhteisiin. Komponenttien tulee kestää ympäristöä, jossa voi esiintyä tärinää, höyryä, kemikaaleja, sähkömagneettisia häiriöitä ja lämpötilan ääripäitä. Ohittamalla TCP/IP-kerrokset kommunikaatiosignaalien nopeus saadaan nostettua reaaliaikaista viestintää vaativissa tehtävissä. [4.]

### 3.2 PROFINET

PROFINET on maailman edistynein teollisuuden Ethernet-ratkaisu. Sen käyttötarkoitus on välittää tietoa ohjaimien ja laitteiden välillä. Ohjaimena voi toimia esimerkiksi DCS (hajautettu ohjausjärjestelmä), PLC (ohjelmoitava logiikka) tai PACS (digitaalinen kuva-arkisto järjestelmä). Laitteina voi toimia esimerkiksi erilaiset ajurit, I/O-lohkot, näköjärjestelmät ja prosesseissa käytetyt instrumentit. PROFINET-väylään pystytään liittämään myös muita kenttäväyläjärjestelmiä, kuten AS-i tai PROFIBUS ilman laitteiston vaihtamista. PROFINET-väylällä on tärkeä rooli laatikkoratojen toiminnan kannalta. Kaiken tiedon täytyy kulkea nopeasti kenttälaitteiden ja logiikan välillä: muuten joiltakin linjastoilta voi syntyä

puutetta laatikoista tai laatikot voivat pakkaantua jollekin linjastolle liian ahtaalle, mikä voi synnyttää tukoksia. [5.]

PROFINET jaetaan kolmeen eri reaaliaikaisuuden tasoon, jotka näkyvät kuvassa kuusi. Reaaliaikaisuuden tasot kuormittavat eri määrän verkkoa ja toimivat eri vasteajalla. Ensimmäinen taso on NRT (Non-Realtime). NRT:een vasteaika on noin 100 ms, jolloin se toimii hyvin tehtävissä, jotka eivät ole aikariippuvaisia, kuten esimerkiksi diagnostiikka. Seuraava taso on nimeltään RT (Realtime). RT-tasolla vasteaika on 1–10 ms, joka voidaan saavuttaa ohittamalla TCP/IP-tasot. RT-taso sopii hyvin kaikille normaaleille I/O-laitteille, mitkä lähettävät viestejä tapahtuvasta toiminnasta tai häiriöistä. [5; 6.]



Kuva 6. PROFINETin reaaliaikaisuuden eri tasot [6].

IRT (Isochronous Realtime) on kolmas reaaliaikaisuuden taso. IRT-tasolla signaaleja voidaan priorisoida niiden tärkeyden mukaan, joka takaa alle millisekunnin vasteajan. Näin nopeaa vasteaikaa voidaan käyttää esimerkiksi tarkkuutta vaativissa liikkeen ohjauksissa. IRT:n toimimiseksi vaaditaan laitteilta myös sovelluskohtaisesti integroitua mikropiirejä (engl. Application Specific Integrated Circuit, ASIC). Näitä kaikkia kolmea reaaliaikaisuuden tasoa voidaan käyttää samanaikaisesti. [5; 6.]

### 3.3 AS-i-väylä

AS-i on yksinkertainen kenttäväylä, joka on luotu korvaamaan erilliset johdotukset toimilaitteisiin ja sensoreihin PLC:n sekä muiden ohjainlaitteiden välillä. AS-i-lyhenne tulee sanoista Actuator-Sensor Interface (suomeksi toimilaitteiden ja sensorien käyttöliittymä). AS-i väylää käytetään nykyajan teollisuudessa paljon, sillä sen yksinkertaisuus tuo monia eri etuja. [7.]

Yksi suurimmista eduista AS-i-kenttäväylässä on sen helpoksi luodut kaapeloinnit. AS-i-väylää käyttäessä tarvitaan yksi isäntä (Master), joka voi ohjata jopa 62 renkiä (Slave). Jokaiseen renkiin voidaan lisätä neljä digitaalista tai analogista tuloa ja lähtöä. Näillä tuloilla ja lähdöillä pystytään valvomaan ja ohjaamaan toimilaitteita, rajakytkimiä, induktiivisia sensoreita ja antureita. Laitteet yhdistetään käyttäen 2-johdinlattakaapelia. Kaapelissa kulkee samaan aikaan jännitesyöttö ja tarvittava data. [7.]

AS-i-väylän etuihin kuuluu myös sen nopea tiedonsiirtonopeus. Tiedonsiirto isäntä- ja renkilaitteen välillä on tyypillistä PLC:n tiedonkeruujaksoa nopeampi. Data voi siirtyä kaapelia pitkin 100 metrin päähän. Käytettäessä toistimia, mihin lisätään uusi isäntälaitte, data voi kulkea jopa 600 metrin päähän. [7.]

Fazerilla on käytössä muun muassa IFM AC2904 ProcessLine -moduulit, jotka näkyvät kuvassa seitsemän. Moduulit on tarkoitettu erityisesti elintarvike- ja virvoitusjuomateollisuuteen. Moduuleihin saadaan AS-i ja 24 V:n jännitesyöttö yhteisen M12-pistokeliittimen kautta. Moduuleissa on neljä tuloa ja kolme lähtöä. [8.]



Kuva 7. Fazerilla käytössä oleva IFM AC2904 ProcessLine AS-i-moduuli.

### 3.4 S7-1500

Fazerilla on käytössä Siemensin uuden sukupolven SIMATIC S7-1500 -ohjelmoitava PLC-logiikka (Programmable Logic Controller), joka on luotu korkeaa suorituskyykyä vaativiin automaatio-sovelluksiin. SIMATIC S7-1500 -logiikkasarja sopii yhteen monen nykypäivän automaatio-sovelluksen kanssa, kuten esimerkiksi PROFINETin kanssa. Järjestelmä on modulaarinen- ja se skaalautuu 32 moduuliin asti. Kaikki järjestelmän osat asennetaan DIN-kiskolle. Siemensin S7-1500-sarjan kaikista keskusyksiköistä löytyy etupaneelista näyttö sekä valintanäppäimet, jotka näkyvät kuvassa kahdeksan. Keskusyksikköön on integroitu erilaisia ominaisuuksia ja nämä ominaisuudet voivat poiketa mallin mukaan. [9; 11, s. 19–23.]



Kuva 8. Siemens S7-1500 -logiikkasarjan CPU-valikoimaa [10].

Siemensin S7-1500-sarjan järjestelmät ohjelmoidaan TIA Portalin (Totally Integrated Automation Portal) avulla. Logiikkasarjasta löytyy eri suoritustason CPU-malleja (Central Processing Unit), joilla voidaan luoda kullekin asiakkaalle toimiva ratkaisu erilaisten tarpeiden mukaan. [9.]

### 3.5 ET 200SP

Siemensin SIMATIC ET 200SP on hajautettu I/O-järjestelmä, jonka käyttö on yleistynyt paljon nykypäivän automaatoratkaisuissa. Fazer on ottanut tämän hajautetun I/O-järjestelmän käyttöön tuotannon ratkaisuihinsa, koska se tuo monia eri hyötyjä. Hajautettu I/O-järjestelmä mahdollistaa laitteiden sijoittelun kompaktimmin kentällä, koska tarvittavat tulo- ja lähtöpiirit ovat tuotu lähemmäksi toimilaitteita. Tämä takaa myös kustannussäästöjä kaapeloinnin ja kaapelireittien toteutuksessa sekä suunnittelussa. ET 200SP sopii erinomaisesti yhteen PROFIBUS- ja PROFINET-väylien kanssa. [12; 13.]

### 3.6 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajien käyttö on yksi tehokas tapa ohjata laatikkoradoilla tarvittavia oikosulkumoottoreita. Taajuusmuuttajien tarkoituksena on muuttaa moottoreille syötettävän vaihtovirran taajuutta. Vaihtovirran taajuuden muuttamisella oikosulkumoottorien pyörimisnopeutta voidaan hallita portaattomasti. Tämä vähentää

oikosulkumoottorien mekaanista rasitusta ja kuormitusta sekä samalla parantaa moottorien energiatehokkuutta. [14.]

Taajuusmuuttajia voidaan ohjata paikallisesti käyttöpaneelin kautta, I/O:n avulla, analogiaviesteillä tai kenttäväylän kautta. Fazerilla on käytössä Siemensin Sinamics G120-tuoteperheen-taajuusmuuttajia omilla näyttöpaneeleilla, ja niitä ohjataan PROFINET- tai PROFIBUS-kenttäväylän kautta. Fazer on valinnut käyttävänsä näitä taajuusmuuttajia jo valmiiksi Siemensiin nojautuvan laitekannan johdosta. Lisäksi Sinamics G120 tarjoaa muitakin hyödyllisiä etuja:

1. Valmiit sisään rakennetut turvatoiminnot: Takaavat turvallisen käytön ja suojauksen moottorille ja taajuusmuuttajalle.
2. Energiatehokkuus: Suunniteltu tehokkaalle energian käytölle, joka auttaa vähentämään energiakustannuksia ja negatiivisia ympäristövaikutuksia.
3. Helppo asennus ja konfigurointi: Modulaarinen suunnittelu ja intuitiivinen käyttöliittymä helpottavat taajuusmuuttajien asennusta ja määrittämistä.
4. Monipuoliset kommunikointi vaihtoehdot: Taajuusmuuttajat tukevat useampaa eri viestintäprotokollaa, mukaan lukien PROFIBUS, PROFINET ja Ethernet/IP, jotka mahdollistavat helpon integroinnin eri automaatiojärjestelmiin. [15.]

Kaiken kaikkiaan Sinamics G120-taajuusmuuttajat ovat luotettavia, joustavia ja kustannustehokkaita oikosulkumoottorien hallitsemiseen teollisessa ympäristössä.

## **4 Työn toteutus ja vaiheet**

### **4.1 Työn suunnittelu**

Työ aloitettiin laatikkoratojen historian laajamittaisella selvityksellä. Vantaan leipomossa on tehty uudistuksia laatikkoradoille useana eri vuonna, ja harvoista

näistä uudistuksista on olemassa mitään dokumentteja. Laatikkoratoja on kehitetty sen mukaan, miten uusia tuotantolinjoja on rakennettu ja miten vanhoja on otettu pois käytöstä. Tämän vuoksi oli huomioitava, että modernisointi ei ota kantaa jo uusittuihin osakokonaisuuksiin.

Työn alussa kerättiin kaikki olemassa oleva tieto laatikkoradoista. Laatikkoratojen sähkökeskusten sisältä sekä leipomon arkistohuoneesta löytyi kansioita, joissa oli 90-luvun aikana tehtyjä piirustusluetteloja, laite-erittelyjä ja piirikaavioita, jotka antoivat hyvää kuvaa siitä, miltä laatikkoradat ovat näyttäneet ennen. 2000-luvun puolella tehdyistä muutoksista ei löytynyt arkistoituja tietoja.

## 4.2 Linjaston kartoitus

Tärkeä osa työn onnistumisen kannalta oli saada aikaan mahdollisimman tarkka ja selkeä kentälaiteluettelo. Tässä insinööriyössä kentälaiteluettelon tarkoitus on kuvata, mitä komponentteja laatikkoradoilla on ja miten ne on sijoitettu. Komponenttien kuvaukseen lisättiin vanhan positiotunnuksen lisäksi myös uusi positiotunnus, sillä Fazerin tekniset standardit ovat muuttuneet laatikkoratojen valmistamisen jälkeen. Kentälaiteluetteloon lisättiin jokaisen laatikkoradan kaikki moottorit, turvakytkimet, venttiilit, anturit ja hätäseis-painikkeet. Uuden ja vanhan positiotunnuksen lisäksi kentälaiteluetteloon lisättiin muitakin sarakkeita kertomaan komponenteista mahdollisimman paljon. Näitä sarakkeita olivat kuvaus, tyyppi, valmistaja, teho (kW), virta (A), jännite (V), lähtö ja sähkökeskus. Sarakkeet näkyvät taulukossa 1.

Taulukko 1. Lyhyt osa kenttälaiteluetteloa.

Vanha tunnus	Tunnus	Kuvaus	Tyyppi	Valmistaja	Teho (kW)	Virta (A)	Jännite (V)	Lähtö	Keskus
6S3	01A H52 B002	Lane empty (minimum limit)	E3JM-R4M4-G, Photocell	OMRON			24 VDC		K5
6Y3	01A H52 Y201	Stopper before the divider	580-271000-1, ISO5599 SIZE2	MECMAN			230 VAC		K5
6M3	01A H52 D002	Conveyor 2 (divider) to L2 and Kahvileipä	R37 DRS71M4, 50Hz, 1360/115 r/min	SEW	0,55	2,80/1,62	220/380		K5
Q3	01A H52 D002 Q1	Safety switch for 6M3	Safeline	ABB					

Kenttälaiteluettelon täydentäminen osoittautui ennakoitua haastavammaksi osaksi työtä, sillä laatikkoratoja kulkee osittain korkealla katonrajassa. Niiden ympärille on voitu rakentaa muita rakennelmia laatikkoratojen valmistumisen jälkeen. Lisäksi yksi työtä hankaloittava tekijä oli, että joissain paikoissa laatikkoratoja saattoi kulkea jopa kolme päällekkäin, jolloin niiden tarkastelu vaikeutui huomattavasti. Kenttälaiteluettelon täytyessä oli selkeää, että kaikkia komponentteja ei voitaisi korvata suoraan samanlaisilla, sillä komponentit olivat jo niin vanhoja. Tämänkaltaiset komponentit tulisi siis vaihtaa uudempiin versioihin.

#### 4.3 Fazerin vakiodut ohjelmalohkot

Fazerilla on käytössä vakiodut ohjelmalohkot. Yhtenäisten ohjelmalohkojen käyttäminen tekee ohjelmien luonnista ja hallinnasta helpompaa. Tämä vähentää myös riippuvuutta yksittäisiin ohjelmoijiin, mikä voi kostautua pitemmällä aikavälillä, mikäli ohjelmoijat eivät syystä tai toisesta ole enää käytettävissä.

Ilman yhtenäistä ohjeistusta ja vakiomenettelyjä (standardit) ohjelmistoista voi syntyä hyvin erinäköisiä ohjelmoijasta riippuen. Omankaltaisiin logiikkaohjelmiin on sivullisen vaikea enää tehdä muutoksia ilman alkuperäisen ohjelmoitsijan apua. Fazer ei halua olla riippuvainen vain tiettyihin toimittajiin, vaan haluaa taata vapauden valita toimittajansa myös tulevaisuudessa automaation osalta. Yhtenäiset kirjastot koko Fazer-konsernissa vähentää riippuvuutta tietyistä automaatiotoimittajista ja takaa sulavamman toiminnan eri osapuolien välillä logiikkaohjelmia tehdessä. Yksi etu yhtenäisestä ohjelmointityylistä Fazerilla voi tulla erikaltaisissa ongelmatilanteissa. Esimerkiksi häiriötilanteen syntyessä ohjelmiin perehtynyt kunnossapidon automaatiopuoli pystyy tekemään tarpeen vaatiessa muutoksia ja kykenee myös itsenäisesti ratkaisemaan ongelmat ilman kolmatta osapuolta.

Laatikkoratojen toimilaitteiden täytyy toimia eri tavalla erilaisissa tilanteissa. Esimerkiksi joidenkin kuljettimien käynnistämiseksi edellinen tai seuraava kuljetin täytyy olla samanaikaisesti päällä, jotta voidaan välttyä ruuhkilta. Logiikkaohjelmaa tehdessä täytyy ottaa huomioon myös poikkeustilanteet, kuten häiriöt.

Uutta laatikkorataa tehdessä tullaan toimilaitteille, kuten moottoreille, antureille ja venttiileille, käyttämään Fazerin omia standardilohkoja. Fazer on kehittänyt nämä ohjelmistokomponentit omaan käyttöönsä, ja näitä komponentteja käytetään myös muissa ohjelmistoissa Fazer konsernin sisällä. Näitä standardilohkoja käyttäen saadaan kaikille toimilaitteille, antureille ja työjonomalleille samankaltainen ohjelmarakenne. Ohjelmarakenteen yhtenäisyys eri ohjelmien välillä auttaa, jos ohjelmiin pitää luoda muutoksia. Muutoksien tekeminen ei ole täten enää yhden ohjelmoitsijan harteilla.

Fazerin standardilohkot helpottavat myös tämän lisäksi käyttöliittymän tekoa. Kun käytetään vakiolohkoja, PC-valvomossa ja käyttöpaneeleissa pysyy aina samankaltainen näkymä. Yhtenäinen tyyli eri tuotantolinjojen ohjauspaneeleissa parantaa käyttäjäkokemusta ja vähentää myös virheiden syntymistä. Tällä hetkellä jokaisella anturilla ja ohjattavalla laitteella käyttö tapahtuu kolmessa eri tasossa. Mahdollisuuksia ovat:

- käsiajo
- automaatti
- huoltoajo.

Käsiajotilassa käyttäjä on vapaa ohjaamaan laitetta, eikä tällöin noudateta pääohjelman automaattikäskyjä. Kaikki prosessitekniset lukitukset ovat kuitenkin voimassa. Automaattitilassa anturit ja toimilaitteet toimivat pääohjelman antamien käskyjen mukaan. Kun ajetaan huoltoajotilassa, tarkoituksena on välttää lukituksia, eli tällöin on voimassa vain mahdolliset turvalukitukset. [16.]

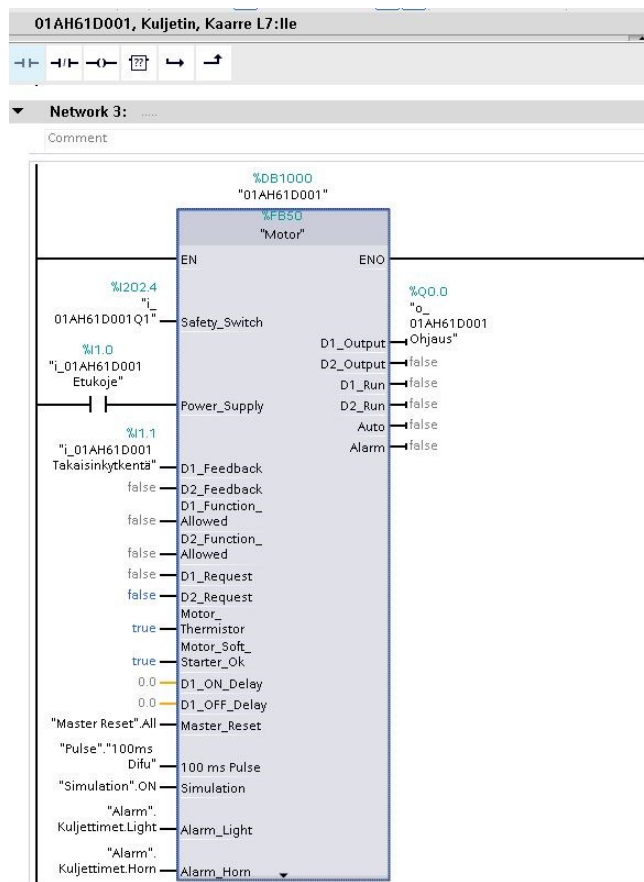
#### 4.4 Ohjauksen kuvaus yleisesti

Kenttälaitteiden toimintaa voidaan sanallisesti kuvata ohjaukuvauksen avulla. Sen avulla voidaan helpommin ymmärtää, miten toimilaitteet, kuten venttiilit tai moottorit toimivat eri tilanteissa, esimerkiksi käynnistyksessä tai häiriötilanteessa. Tämän kaltaiseen dokumentaation tekoon on alettu panostamaan Fazerilla entistä enemmän. Yhtenäiset ohjauksratkaisut koko Fazer-yhtymässä auttaa useampaa työntekijää ymmärtämään laitteiden toiminnasta. Dokumentit laitteiston tarkasta toiminnasta on koettu hyödylliseksi myös laitteistojen myöhemmissä elinkaaren vaiheissa, kun tarvitaan tieto esimerkiksi siitä, miten jonkun tietyn venttiilin häiriön tarkka generointi tai ohjaus tehdään.

Fazerilla on käytössä Siemensin STEP7 (S7) -ohjelmointiin perustuva standardi, jota käytetään nykyisten S7-1500-tuoteperheen laitteiden ohjelmointiin ja visualisointiin. Ohjelmointi tapahtuu TIA-Portal-ohjelman kautta. Moottoreille, venttiileille ja antureille on olemassa Fazerin omat vakioidut toimintalohkot (FC, Function). Toimintalohkoissa määritellään esimerkiksi toimilaitteiden käynnistys ehdot tai moottorin nopeudet. Toimintalohkot kutsuvat erikseen toimintayksikkölohkoja (FB, Function Blocks) aina kun ne tarvitsevat tiettyä toimilaitetta.

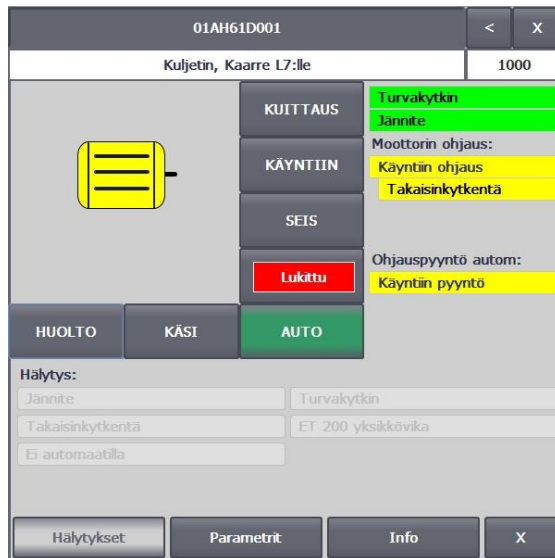
#### 4.4.1 Moottorien ohjaus

Ensimmäisenä moottoreille luodaan käyntiehdot. Tämän jälkeen moottoreille tehdään vakioidut toimintayksikkölohkot, joihin määritellään moottorin toiminta tilatietojen (Input) ja ohjauksen (Output) avulla. Toimintayksikkölohko näkyy kuvassa 9. Moottorille siis luodaan erinäiset lukitukset, joiden rajoissa se saa toimia, sekä ohjaus, millä ohjataan moottorin käymistä ja suuntaa. Laatikkoratojen jokaiselle moottorille on vähintäänkin tehty yksilöity moottorisuoja-, turvakytkin ja takaisinkytkentähälytys. Riippumatta siitä, tapahtuuko ohjaus taajuusmuuttajalla tai suoralla lähdöllä kontaktorilla ohjaten, tulee siitä vielä erillinen häiriötieto. Moottorisuoja- sekä takaisinkytkentähälytys on yksilöity jokaiselle moottorille, jotta hälytystekstin luettaessa tiedetään, mikä keskus tai mikä kenttä keskuksessa on kyseessä. Turvakytkinhälytys auttaa kertomaan turvakytkimen tilasta, jolloin voidaan varmistaa yksi syy moottorin pyörimättömyydelle. Takaisinkytkentätieto varmistaa moottorin pyörimisen ja poistaa lukituksen edeltävältä kuljettimelta. Tämän lisäksi se antaa hälytyksen, jos kontaktorin tila ei vastaa ohjausta, esimerkiksi jos kontaktori on "hitsannut kiinni". [16.]



Kuva 9. Yhden moottorin toimintayksikkölohko

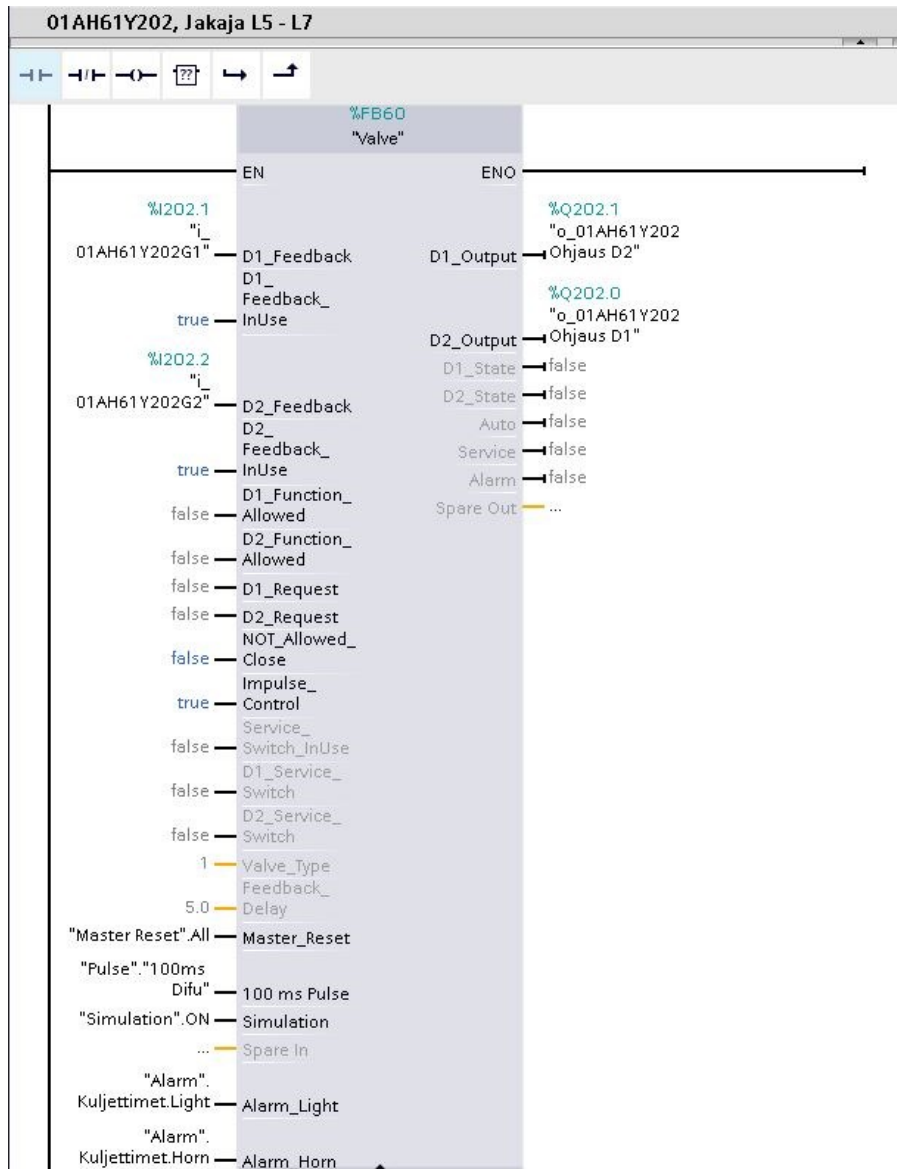
Kun moottorin ohjaus on valmis, luodaan moottorille prosessikaavioon oma hallintasivu (Pop-up screen), mikä näkyy kuvassa 10. Hallintasivut tehdään myös Fazerin vakioituilla lohkoilla. Hallintasivun avulla moottoria voidaan helposti ohjata, ja visuaalinen näkymä antaa selkeän kuvan moottorin tilasta.



Kuva 10. Moottorin hallintasivu.

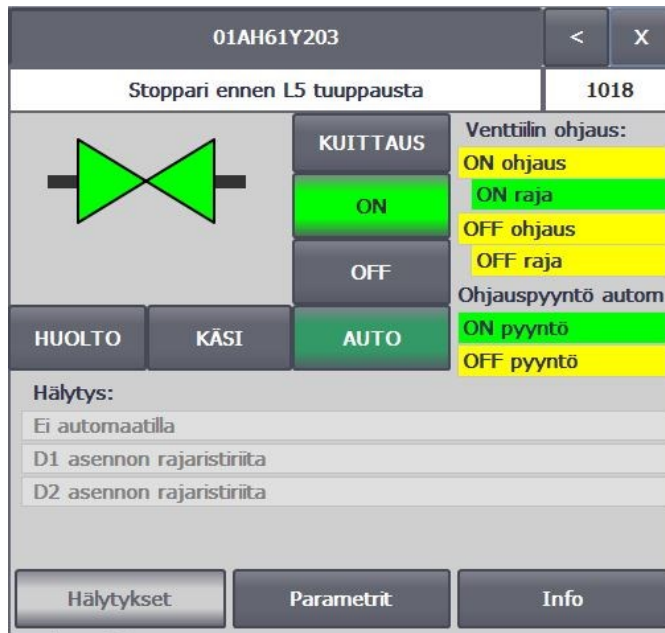
#### 4.4.2 Venttiilien ohjaus

Venttiilin ohjaus tehdään venttiilin tyypin perusteella. Kyseessä voi esimerkiksi olla kahdella kelalla toimiva venttiili tai jousipalautteinen venttiili. Kun venttiili ohjaa sylinteriä, täytyy logiikan lukea asentorajat sylinteristä. Jos asentorajat eivät vastaa ohjausta, muodostetaan hälytys. Kuva venttiilin toimintayksikkölohkosta näkyy kuvassa 11.



Kuva 11. Esimerkki venttiilin toimintayksikkölohkosta.

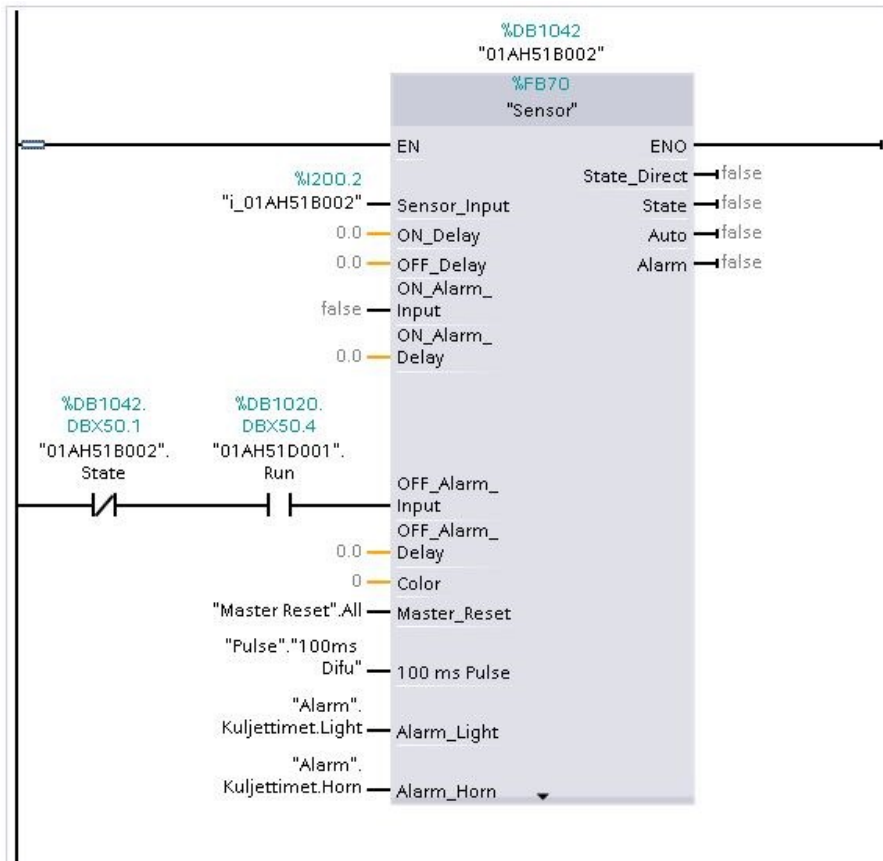
Venttiileille luodaan samankaltainen hallintanäkymä käyttöliittymään kuin moottoreille. Näkymään sijoitetaan mahdollisimman paljon tietoa venttiilin tilasta, mikä näkyy kuvasta 12.



Kuva 12. Venttiilin hallintasivu.

#### 4.4.3 Anturien ohjaus

Antureiden tehtävänä on valvoa prosessien eri vaiheita. Jos ohjelma toteaa anturin toimivan väärin tai ei lainkaan, anturi muodostaa yksilöidyn hälytyksen. Anturin toimintayksikkölohkoon voidaan myös määrittää erinäisiä viiveitä anturin tehokkaan toimimisen kannalta prosessissa. Anturin toimintayksikkölohkon näkee kuvasta 13. Automaattitilassa anturit toimivat todellisen tilanteen mukaisesti. Manuaalitilassa käyttäjän on mahdollista manipuloida anturin signaalia haluamukseen. Manuaalitilasta on paljon hyötyä esimerkiksi erilaisissa testauksissa, jolloin halutaan ohjelman luulevan, että anturi on päällä/pois.



Kuva 13. Anturin toimintayksikkölohko.

Antureita voidaan myös hallita hallintasivun kautta. Anturin tilaa indikoidaan tekstien ja värien avulla kuten muidenkin toimilaitteiden hallintasivuilla. Kuvassa 14 nähdään anturin hallintasivu.



Kuva 14. Anturin hallintasivu

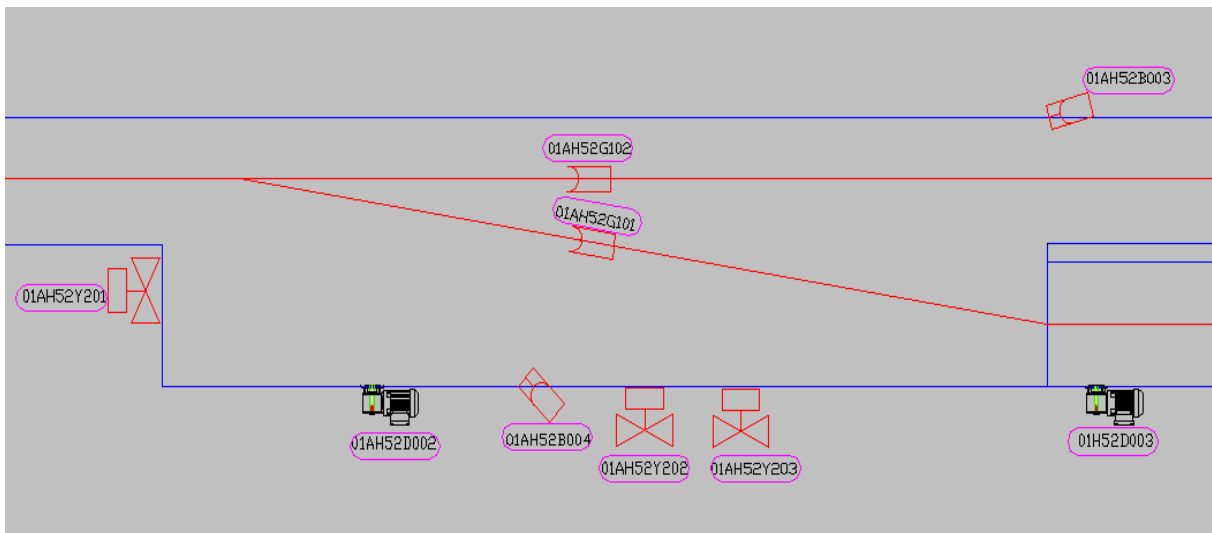
#### 4.5 Linjaston mallintaminen

Fazerilla on lisenssi CADS Electric -ohjelmistoon, joka on luotu tarvittavaan sähkö- ja automaatio suunnitteluun. Ohjelmistolla on aikaisemminkin luotu laatikkoratojen mallintamista Fazerilla, joten työssä käytettiin samantyyllisiä ratkaisuja kuin aiemmin.

CADS on osa suomalaisen Cadmaticin luomaa ohjelmistotuoteperhettä. CADS-ohjelmistoja käytetään sähkö- ja automaatio suunnittelun lisäksi myös LVIA-suunnitteluun sekä arkkitehti- ja rakennesuunnitteluun. CADS-ohjelmiston suurimpia etuja on ohjelmasta löytyvät eri valmistajien tuotekirjastot, jotka toimivat suunnittelun apuna järjestelmien mitoituksessa ja 3D-mallintamisessa. Suomessa Cadmatic on markkinajohtaja ja yrityksen ohjelmia käytetään monessa sähköurakointiyrityksessä sekä LVI- ja sähkösuunnittelutoimistossa. [17.]

Mallintamisessa tärkein asia oli luoda mahdollisimman selkeä kuva laatikkoradan eri reiteistä sekä siitä, miten kaikki komponentit on sijoitettu kentälle.

Komponenttien sijoittelua nähdään kuvassa 15. Tärkeää oli myös selvittää, mitkä osuudet kuuluivat laatikkoratojen sähkökeskukseen. Kaikki osuudet selvisivät vanhojen piirustusluetteloiden avulla. Vanhojen merkintöjen mukaan selvisi ensimmäiset komponentit, jotka kuuluivat laatikkoratojen sähkökeskukseen heti puhtaiden laatikoiden varaston jälkeen. Samanlaisesti selvisi myös, missä kohtaa eri linjat päättyvät, sillä linjojen pakkauspäässä olevat radat saattoivat kuulua linjastojen omiin ohjauksiin, sekä sähkökeskuksiin.



Kuva 15. Pieni osa tehdystä mallinnuksesta.

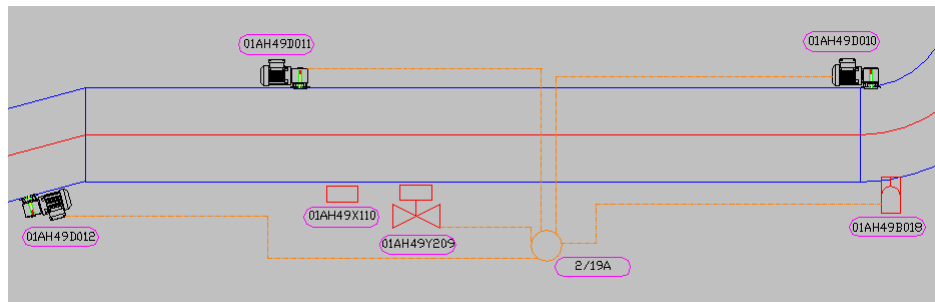
Pieni osa laatikkoradasta jätettiin myös mallintamatta, koska kyseinen osuus ei ole ollut käytössä pitkään aikaan ja se tullaan poistamaan tulevaisuudessa. Vaikeinta mallintamisessa oli lisätä kaikki komponentit niiden oikeille paikoille kuvassa. Pällekkäiset laatikkoradat ja komponenttien lähekkäiset etäisyydet vaati tarkkaa sijoittelua, jotta kuva olisi mahdollisimman selkeä.

## 4.6 Modernisointi

### 4.6.1 AS-i-väyläsuunnittelu

Työhön kuului myös uuden AS-i-väylän suunnittelua. AS-i-väylää suunniteltaessa oli tärkeää huomioida, miten uudet Fazerilla käytetyt IFM AC2904

ProcessLine -moduulit tulisi sijoittaa kentälle. Moduulin neljän tulon ja kolmen lähdön takia on hyvä sijoittaa moduulit mahdollisimman tehokkaasti kentälle, jotta moduulien määrä olisi mahdollisimman alhainen. Moduulien järkevällä sijoittamisella säästetään myös kaapelointikuluissa. Moduulin tuloihin kytketään moottorien turvakytkimet, valokennot ja induktiiviset anturit. Lähtöihin kytketään kohteessa tarvittavat magneettiventtiilit. Havainnekuva kytköksistä näkyy kuvassa 16.



Kuva 16. AS-i-moduulin sijoitus kentälle.

AS-i-väylään tulevia lähtöjä on kaikilla laatikkoradoilla yhteensä 24 kpl ja tuloja 92 kpl. Tällöin modernisoinnissa tullaan tarvitsemaan 26 moduulia, ja ratkaisu vaatii vain yhden AS-i-masterin. Matkojen pituudet kentällä tulevat olemaan alle 100 metriä, joten erillistä toistinta ei tarvita vahvistamaan datan kulkua. Tarvittaessa voidaan käyttää passiivisia päätevastuksia, jotka parantavat signaalin laatua pidemmällä matkoilla.

#### 4.6.2 I/O-osoitteidenluonti

Modernisointia varten luotiin I/O-luettelo, joka pohjautui aikaisemmin tehtyyn kentälaiteluetteloon. Sähkö- ja automaatio suunnittelua tehdessä on tärkeää, että käytettävät nimitykset laitteille ja niiden signaaleille ovat yhtenäisiä jokaisessa dokumentissa. I/O-luettelon tarkoitus on esittää tulo- ja lähtösignaalit nimityksineen, jotka näkyvät taulukossa 2. Yhtenäiset nimikkeet selkeyttävät projektityöskentelyä suunnittelijan ja ohjelmoitsijan välillä sekä vähentävät virheiden syntymistä. Kun sähkösuunnittelija on nimennyt signaalit ja määrittänyt niille tarvittavat osoitteet, on automaatio suunnittelijan helppo käyttää samoja

nimikkeitä myös PLC-ohjelmassa. Yhtenäiset nimikkeet voivat olla käytännöllisiä myös loppukäyttäjälle. Esimerkiksi kunnossapito pystyy määrittämään mahdollisten häiriöiden syitä tehokkaammin, kun käytettävien tulo- ja lähtösignaalien nimitykset ovat yhtenäisiä PLC-ohjelman ja ohjauspiirikaavion välillä. [18.]

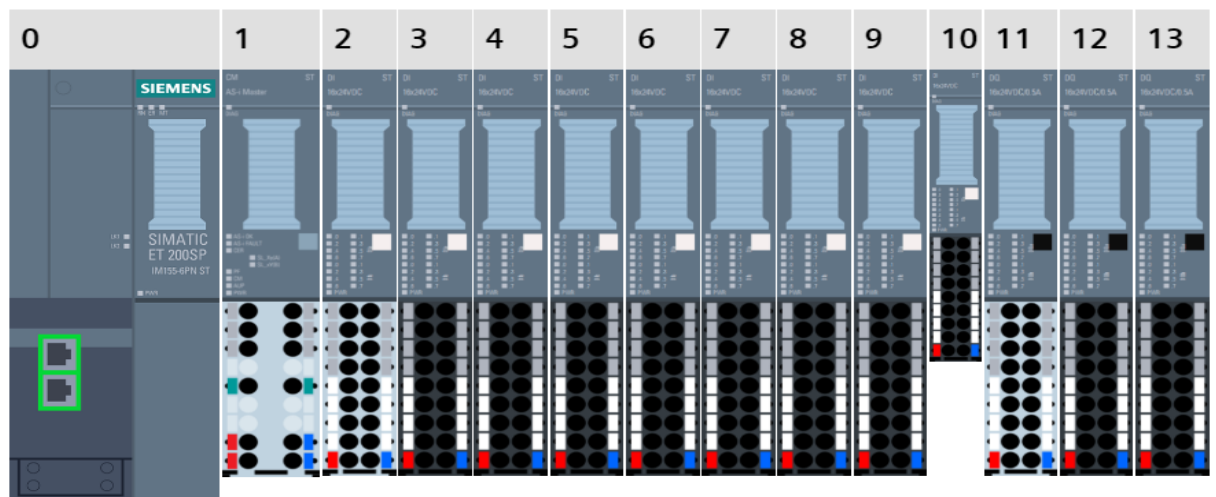
Taulukko 2. Esimerkki I/O-luettelosta, joka sisältää yhden moottorin tulot ja lähdöt.

I/O ADDRESS	POSITION	COMMENT
I 300.0	01AH52D001F1	Circuit breaker
I 300.1	01AH52D001F2	Thermal relay
I 300.2	01AH52D001-I	Motor status
I 300.3		
Q 300.0	01AH52D001-O	Motor control
Q 300.1		
Q 300.2		

Tehdyssä I/O-luettelossa näkyy, miten jokaiselta moottorilta tuodaan kolme tilatietoa: lämpörele-, sulake- ja käyntitieto. Näiden lisäksi ainoana lähtönä suorissa moottorihjauksissa on moottorin ohjaus. Kaikkia taajuusmuuntajia ohjataan käyntiin- ja seislähtötiedolla. Sähkökeskukseen tarvittavien sisäisten tulojen määräksi tuli 111 kpl ja lähtöjen 37 kpl. Mahdollisten muutosten tai lisäyksien varalta uuteen keskukseen tarvittavia lähtöjä ja tuloja varataan vielä 30 % enemmän, mitä minimivaatimus on.

#### 4.6.3 Sähkökeskus

Laatikkoratojen tulevaan sähkökeskukseen on suunniteltu tulevan Siemensin S7-1500-sarjan CPU, SIMATIC ET 200SP hajautettu I/O-järjestelmä ja sen lisäksi siihen yhteensopiva AS-i Master. Loin kuvan 17 mukaisen havainnekuvan sähkökeskuksesta TIA Selection Tool Cloudin [19] avulla, missä näkyvät komponenttien sijoitukset. Tarvittaviin digitaalisiin tuloihin ja lähtöihin tullaan käyttämään 16-paikkaisia I/O-moduuleja. Tarvittavien tulojen määräksi tuli 111 kpl ja lähtöjen 37 kpl. Kun näihin lisätään vielä 30 %:n varaus, tulee tulojen määräksi 144 kpl ja lähtöjen määräksi 48 kpl. Tällöin 16-paikkaisia I/O-moduuleja tarvitaan 9 kpl tuloja varten ja 3 kpl lähtöjä varten.



Kuva 17. Havainnekuva tulevan keskuksen sisällöstä.

Uuteen sähkökeskukseen lisätään myös SIMATIC HMI TP1500 Comfort -paneeli. Paneelissa on 15 tuuman kosketusnäyttö, joka tukee PROFINET-käyttöliittymää ja PROFIBUS-väyläliitäntää [20]. Paneelin avulla laatikkoradan toimintaa on helppo ohjata, ja vikatilanteissa ongelmat voidaan kartoittaa nopeammin. Tärkeää uudessa sähkökeskuksessa on myös sen turvallisuuden parantaminen. Vanha keskus ei enää täytä nykypäivän standardeja ja on tämän vuoksi riski työturvallisuudelle.

## 5 Lopputulos

Lopputulokseksi syntyi kolme tärkeää dokumenttia, jotka ovat esitietoja laatikkoratojen sähkö- ja automaatiomodernisointiprojektia varten. Ensimmäinen tehty dokumentti oli kenttälaiteluettelo. Kenttälaiteluettelon avulla Fazer tietää nyt kaikki komponentit, mitä laatikkoradat sisältävät. Komponenttien lukumäärän avulla Fazer kykenee tekemään hinta-arviota modernisoinnille ja tätä kautta luomaan budjettia hankkeelle. Kenttälaiteluettelosta löytyy vanhojen positiotunnusten lisäksi Fazerin uuden standardin mukaiset positiotunnukset. Myös komponentit, joita ei oltu positioitu aikaisemmin, sai positiotunnukset, mikä auttaa laatikkoradan segmentoinnissa. Suurimmasta osasta moottoreista saatiin selville niiden tiedot, joista tärkein on moottorien tehoarvot. Uusien laatikkoratojen sähkösuunnittelijan on hyvä tietää kaikkien moottorien yhteenlaskettu teho, jotta saadaan suunniteltua tarvittavat mitoitus, kuten esimerkiksi kaapelikoot ja suojalaitteet.

Toinen tehty dokumentti on kenttälaiteluettelon pohjalta luotu I/O-luettelo, jossa on nimetty tulo- ja lähtösignaalit kaikille tarvittaville komponenteille. AS-i-väylään tulevat komponentit on jaettu tarkasti moduuleihinsa, joiden perusteella signaalien nimet syntyivät. Kaikille moottoreille luotiin myös I/O-nimikkeet kolmelle tilatiedolle ja yhdelle lähtötiedolle. I/O-luettelo on yhtenäinen Fazerin standardien kanssa ja on jatkumoa muun leipomon I/O-luetteluihin.

Kolmantena dokumenttina tehtiin kenttälaiteluettelon avulla luotu layout-kuva, jossa näkyy, miten kaikki komponentit on sijoitettu nykyhetkessä kentälle.

Layout-kuva on erittäin hyvä havainnollistamaan laatikkoratojen rakennetta ja toimii apuvälineenä kenttälaiteluettelon ymmärtämisessä. Tämän layout-kuvan pohjalta ohjelmoitsija myös mallintaa käyttöliittymään kyseisen prosessin PI-kuvan. Mallintamista tehdessä selvisi myös tarkat raja-alueet sille, mitkä kaikki komponentit kuuluvat nykyisen sähkökeskuksen piiriin ja mitkä osat kuuluivat esimerkiksi tuotannon linjaston omaan keskukseen. Tarkan mallintamisen jälkeen lisäsin layout-kuvaan myös tulevien ASi-moduulien mahdolliset sijainnit kentällä. Tärkeintä sijoittelussa oli miettiä ratkaisu, jolla selvittää mahdollisimman vähällä määrällä moduuleja ja jossa kaapelointien tekeminen olisi mahdollisimman helppoa.

Lopullisesta opinnäytetyöstä syntyi melko laaja. Opinnäytetyön edetessä syntyi uusia ajatuksia ja ideoita, joita ei tullut vielä suunnittelun aikana esille. Tämä oli hienoa, sillä se lisäsi työn laajuutta sopivasti sekä luonnehti todellista projektityötä, missä alkuperäiset suunnitelmat voivat muuttua työn edetessä. Työssä sain tehdä melkein kaikkia sähkö- ja automaatio suunnittelun vaiheita, mikä loi hyvän kuvan, minkä kaltaisia tulevaisuuden työtehtäväni voisivat olla. Opinnäytetyö auttoi minua ymmärtämään, mitä kaikkea projektityöskentely voi vaatia ja minkälaisia eri vaiheita projektityöskentelyssä käydään läpi. Sain myös hyvää näkemystä siitä, mitä kaikkea täytyy ottaa huomioon projektityötä aloittaessa ja kuinka tärkeää on esitietojen kerääminen projektia varten. Tiedon täytyy olla mahdollisimman tarkkaa, ja se täytyy esittää niin selkeästi, että ulkopuoliset toimijatkin pystyvät ymmärtämään sen.

## Lähteet

- 1 Fazer Leipomot. Oy Karl Fazer Ab. Fazerin oma intranet. Luettu 09.01.2023.
- 2 Leipä. Oy Karl Fazer Ab. Verkkoaineisto. <<https://www.fazer.fi/tuotteet/leipa/>>. Luettu 03.04.2023.
- 3 C200H-CPU21V-E. Northern Industrial. Verkkoaineisto. <<https://nicontrols.com/uk/c200hcpu21ve-omron.html>>. Luettu 05.04.2023.
- 4 Michael Bowne. 2015. A Beginner's Guide To Profinet. PI North America. Verkkoaineisto. <<https://us.profinet.com/beginners-guide-PROFINET/>>. Luettu 17.01.2023.
- 5 Profinet technology. PI North America. Verkkoaineisto. <<https://us.profinet.com/technology/profinet/>>. Luettu 17.01.2023.
- 6 Tony Chen. 2020. Profinet Over Industrial WLAN Infrastructure. Industrial Ethernet Book. Verkkoaineisto. <<https://iebmedia.com/technology/industrial-ethernet/profinet-over-industrial-wlan-infrastructure/>>. Luettu 20.01.2023.
- 7 What Is As-Interface? RealPars. Verkkoaineisto. <<https://realpars.com/as-interface/>>. Luettu 04.02.2023.
- 8 AC2904. ifm electronic oy. Verkkoaineisto. <<https://www.ifm.com/fi/fi/product/AC2904>>. Luettu 25.03.2023.
- 9 SIMATIC S7-1500. OEM Finland Oy. Verkkoaineisto. <[https://www.oem.fi/tuotteet/logiikat-ja-kaytot/logiikat/simatic-s7-1500-\\_-729029?gclid=EAlaIQobChMlyca3yun6-glVSqOyCh07XQu7EAAYASAAEgJOrvD\\_BwE](https://www.oem.fi/tuotteet/logiikat-ja-kaytot/logiikat/simatic-s7-1500-_-729029?gclid=EAlaIQobChMlyca3yun6-glVSqOyCh07XQu7EAAYASAAEgJOrvD_BwE)>. Luettu 22.02.2023.
- 10 CPU 1511-1 PN. 2016. Siemens. Ohjekirja. PDF-tiedosto. <[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/492/68020492/att\\_895876/v1/s71500\\_cpu1511\\_1\\_pn\\_manual\\_en-US\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/492/68020492/att_895876/v1/s71500_cpu1511_1_pn_manual_en-US_en-US.pdf)>. Luettu 23.02.2023.
- 11 SIMATIC S7-1500. Siemens. Verkkoaineisto. <<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1500/cpus.html>>. Luettu 22.02.2023.

- 12 SIMATIC ET 200SP. Siemens. Verkkoaineisto. <<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/io-systems/et-200sp.html#MultiFieldbusInterfaceModule>>. Luettu 01.02.2023.
- 13 SIMATIC ET 200. 2022. Siemens AG. PDF-tiedosto. < [https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:efaefc8d-c213-4ea6-bd48-43efd20ca566/dffa-b10058-01-7600.pdf?ste\\_sid=c3735eb653b5892dcf98c1e7eb8d3b7b](https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:efaefc8d-c213-4ea6-bd48-43efd20ca566/dffa-b10058-01-7600.pdf?ste_sid=c3735eb653b5892dcf98c1e7eb8d3b7b)>. Luettu 01.02.2023.
- 14 Taajuusmuuttajat. 2009. Gradia blogit, sähkönet. Verkkoaineisto. < <https://blogit.gradia.fi/sahkonet/sahko-ja-automaatioasennukset/oppimistehtavat/teollisuuden-sahkoasennukset/moottori-kaytot/taajuusmuuttajat/>>. Luettu 19.03.2023.
- 15 SINAMICS G120C. Siemens. Verkkoaineisto. < <https://www.siemens.com/global/en/products/drives/sinamics/low-voltage-converters/standard-performance-frequency-converter/sinamics-g120c.html>>. Luettu 16.02.2023.
- 16 Fazer Tekninen standardi No 9 Ohjausjärjestelmäohje - Rev 1 – 20110114. Oy Karl Fazer Ab. Word-tiedosto. Fazerin sisäinen materiaali. Luettu 10.03.2023.
- 17 Yritys. Cadmatic. Verkkoaineisto. <<https://www.cadmatic.com/fi/yritys/>>. Luettu 12.4.2023.
- 18 PLC-ohjelmointi. Satakunnan ammattikorkeakoulu Oy. Verkkoaineisto. < [http://automation.samk.fi/html/AuNe/AuNe\\_PLC\\_ohjelmointi\\_muuttujien\\_nimeaminen\\_io\\_signaalit.html](http://automation.samk.fi/html/AuNe/AuNe_PLC_ohjelmointi_muuttujien_nimeaminen_io_signaalit.html)>. Luettu 12.4.2023.
- 19 TIA Selection Tool. 2023. Siemens. Verkkoaineisto. < <https://mall.industry.siemens.com/tst/#!/Solutions>>. Luettu 09.04.2023.
- 20 SIMATIC HMI TP1500 Comfort. 2023. Siemens. Verkkoaineisto. < <https://support.industry.siemens.com/cs/pd/186709?ptdi=pi&dl=en&lc=en-GR>>. Luettu 28.03.2023.