



Lassi Honkaniemi

# Kuljettimien ohjauksien ja käyttöliittymän uudelleenohjelmointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

04.03.2022

## Tiivistelmä

Tekijä:	Lassi Honkaniemi
Otsikko:	Kuljettimien ohjauksien ja käyttöliittymän uudelleenohjelmointi
Sivumäärä:	40 sivua + 2 liitettä
Aika:	04.03.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Automaatioasiantuntija Toni Kortelainen Lehtori Reijo Leinonen

---

Tämä opinnäytetyö koskee Fazerin Vantaan Vaaralan leipomon sämpylälinjaston kuljettimien ohjauksien ja käyttöliittymän uudelleenohjelmointia. Työn tarkoituksena on lisätä jäähdytyksen sovellus aikaisempaan sämpylälinjaston ohjelmistokokonaisuuteen.

Uudelleenohjelmointi nähtiin tarpeellisena, sillä nykyinen logiikkaohjelma on hyvin rikkonainen lukuisten lisäyksien ja muutoksien takia. Nykyisen ohjelman käyttöliittymää ei ollut myöskään tallennusvarmennettu. Tavoitteena oli saada aikaiseksi kokonaisuudessaan kompaktimpi ja toimivampi linjasto.

Ohjelmointityö koskee kuljetinkokonaisuutta, joka alkaa leipien ulostulolta uunilta ja loppuu jäähdytysspiraalin alastuloon. Tämän prosessin aikana leivät kulkeutuvat uunilta metallinilmaisimen kautta jäähdytysspiraaliin. Alastulospiraalin jälkeen leivät siirtyvät pakkaukseen. Työssä tutustutaan projektissa käytettyihin komponentteihin ja laitteisiin, ohjelmointiin sekä käyttöliittymän visualisointiin.

Lähtökohtana aikaisempi linjaston ohjelma sisälsi vain kuljettimien toiminnalle välttämättömiä osioita. Työn yksi tavoitteista oli parantaa kuljettimien ohjausta luomalla sekvenssiohjaus. Lisäksi uuteen ohjelmaan lisätään käytettävyyttä parantavia toiminnallisuuksia, kuten tuoteseurantaa ja reseptiikkaa. Yllä mainittujen asioiden lisäksi jäähdytyksen käyttöliittymä saa täysin uuden ilmeen.

Avainsanat: Siemens, STEP 7, TIA-portal

## Abstract

Author: Lassi Honkaniemi  
Title: Reprogramming of Conveyor Controls and HMI  
Number of Pages: 40 pages + 2 appendices  
Date: 4 March 2022

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

---

This thesis concerns the renewal and reprogramming of the controls of the conveyors of Fazer's Vantaa bakery in Vaarala. The purpose of this project is to add a cooling application to an earlier conveyor line software package.

Reprogramming was seen as necessary as the old program was very broken due to numerous additions and changes. Also, the HMI of the current software was not backup certified. The aim was to create a more compact and functional program.

The programming work concerns a conveyor assembly that starts at the exit of an oven and ends at the exit of a cooling spiral. During this process, the breads pass from the oven through a metal detector to a cooling spiral. After the downward spiral, the breads are moved to packaging. The components and equipment used in the project, programming and visualization of the user interface are introduced in the thesis.

As a starting point, the current line's program contained only the sections necessary for the operation of the conveyors. One of the goals of the work was to improve the control of conveyors by creating sequence control. In addition, usability-enhancing features such as product tracking and prescription will be added to the new program. In addition to the things mentioned above, the cooling interface gets a whole new look.

Keywords: Siemens, STEP 7, TIA-portal

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Leivän valmistus	2
3	Automaatiojärjestelmä	3
3.1	Laitteisto	4
3.1.1	CPU	4
3.1.2	Tulo- ja lähtöpiirit	5
3.1.3	Kenttäväylä Profibus DP	6
3.1.4	Taajuusmuuttaja	7
3.1.5	Profibus-kenttäväylän telegrammit	8
3.1.6	Vaaka	11
3.1.7	Vaakamoduuli	11
3.2	Prosessi	12
3.2.1	Kuljettimet jäähdytykseen, L01	13
3.2.2	Jäähdytys, L02	13
3.3	Hätä-seis- ja turvapiiri	18
4	Ohjelmointityö	19
4.1	Projektissa luodut asiakirjat	20
4.1.1	Toiminnan kuvaus	20
4.1.2	I/O-luettelo	20
4.2	Laitteiden ohjaukset	20
4.2.1	Kuljettimien tilatiedot ja ohjaukset	20
4.2.2	Jäähdytysspiraalin ketjünkireys	24
4.2.3	Hälytykset	25
4.2.4	Tuoteseuranta	27
5	Visualisointi	29
5.1	Käyttöliittymä	29
5.2	Käyttöliittymän rakenne	30
5.3	Suunnittelutyö	33

5.3.1	Kuljetin uunilta	33
5.3.2	Alastulospiraali	34
5.4	Tuoteseuranta	34
6	Yhteenveto	36
6.1	Lopputuloksen esittely	36
6.2	Hyödyn pohdinta	37
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1: I/O-luettelo osa 1	
	Liite 2: I/O-luettelo osa 2	

## Lyhenteet

FBD:	Function Block Diagram, ohjelmoinnissa käytetty ohjelmointitapa.
STEP 7:	STEP 7 Manager. Laitteiden ohjauksien ohjelmoinnissa käytetty ohjelmointityökalu.
TIA-portal:	Totally Integrated Automation-portal. Paneelin ohjelmoinnissa käytetty ohjelmointityökalu.
Reseptiikka:	Reseptiikalla tarkoitetaan sämpylälinjastolla ajettavien taikinaerien tallennettuja parametritietoja.
PLC:	Programmable Logical Controller, eli ohjelmoitava logiikka.
HMI:	Human-Machine Interface, eli käyttöliittymä.

## 1 Johdanto

Tämä työ sisältää laitekartoituksen, laitelistan kokoamisen, ohjauksien ja paneelin ohjelmoinnin sekä hätä-seis- ja turvapiirin suunnittelun. Ohjelmointityö toteutettiin kahdella eri ohjelmointityökalulla. Ohjauksien ohjelmointi tapahtui käyttämällä STEP 7 Manageria ja käyttöliittymä ohjelmoitiin TIA-portaalissa.

Toteutetun ohjelmointityön laajuus on noin 30 laitetta, mikä sisältää viisi taajuusmuuttajaa, yhden hätä-seis-piirin, neljä kuljetinta ja viisi induktiivista anturia. Työn alussa laitteista luotiin Fazerin oman standardin mukainen laitelista, johon lisättiin laitteiden osoitteet kentällä. Seuraavaksi tehtiin varsinainen ohjelma, jossa ohjelmointikielenä toimi FBD. Ohjelmoinnissa käytettiin ohjauslohkoja taajuusmuuttajien, anturien ja vaa'an ohjauksiin. Ohjelma sisältää myös ohjauksien lisäksi toiminnallisuutta lisääviä osioita, kuten mm. tuoteseurantaa ja reseptiikkaa.

Ohjauksien rakenne perustuu sekvenssiohjaukseen. Sekvenssiohjauksella varmistetaan kuljettimien käynnistysjärjestys, joka parantaa linjaston jatkuvatoimista prosessia. Kuljettimien jatkuva liike on tärkeää leipien valmistuksessa.

Jokainen linjaston kuljetin ja komponentti ovat tärkeässä roolissa jatkuvatoimissa prosessissa, koska leivät ovat herkkiä ulkoisille tekijöille. Näiden laitteiden on tuotettava tasainen läpimenoaika, jotta lopputuotteen tasaisuus säilyy. Kuljettimien vikaantuminen tai pysähtyminen aiheuttaa nopeasti suuria tuotteiden menetyksiä ja pahimmassa tilanteessa vaaratilanteen. Vaaratilanne voi syntyä, jos uunin eteen syntyy ruuhka, ja uunissa olevat tuotteet alkavat palamaan.

## 2 Leivän valmistus

Sämpylälinjasto on lähes automatisoitu leivän valmistamista varten tehdasympäristössä. Leivän valmistus käynnistyy siitä, kun leipomon työntekijä tekee taikinan ja valitsee ohjelmaan, millä taikinaerällä haluaa ajaa linjastoa. Tämän jälkeen taikina syötetään linjastolle käyttämällä kippiä ja taikina muotoillaan.

Muotoilun jälkeen taikina siirtyy panostuksen avulla nostatuskaappiin. Nostatusessa kulku tapahtuu reseptiikasta määräytyvän leivän erissä lautoilla ja taikinaassa oleva hiiva alkaa nostattaa leipiä. Nostatusaika määritetään taikinaerän reseptiikassa. Nostatusaika on leipätyypistä riippuen 70–80 minuuttia.

Kun leivät ovat saaneet nousta, ne siirretään yliviennin kautta uuniin paistumaan. Uunissa leivät kulkevat arinakuljettimella ja kaasupuhaltimet takaavat leiville taseisen paistumisen. Paistoaika ja paistolämpötilat määritellään taikinaerän reseptiikassa. Paistoaika on leipätyypistä riippuen 6–8 minuuttia ja paistolämpötila 280–320 °C.

Uunin jälkeen kuumat vastapaistetut tuotteet jäähdytetään ennen pakkausta jäähdytysspiraalissa. Uudelleenohjelmointityö alkaa uunin jälkeisistä kuljettimista. Jäähdytysspiraalin tarkoituksena on viilentää kuumat tuotteet pakkausta varten. Viilentyneiden tuotteiden pakkaaminen parantaa säilyvyyttä, sillä jos leivät pakattaisiin vielä höyryävinä, leipä kuljetettaisiin kauppoihin kosteissa olosuhteissa. Kosteat olosuhteet ovat elintarvikkeille haitaksi, sillä ne lisäävät bakteerikasvustoa.

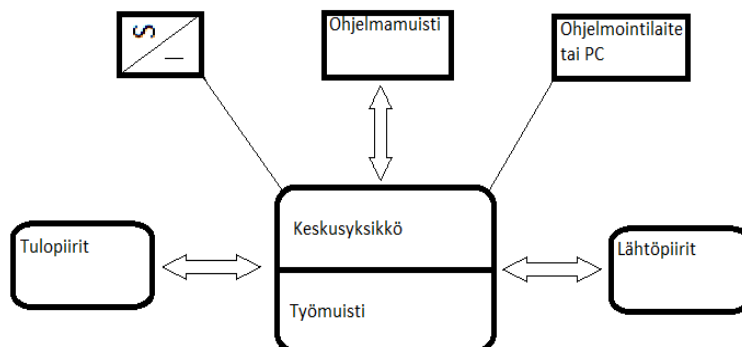
Leivän valmistuksessa automaation luominen on haastavaa raaka-aineiden fyysisten ominaisuuksien takia. Taikinan loppuun vieminen leiväksi vaatii monia yllä lueteltuja haastavia vaiheita. Myös yksi haasteista leivän valmistuksessa on sen kuljettaminen raakana. Taikinan vielä ollessa raaka se menettää muotonsa helposti ja tarttuu pintoihin. Leivän valmistuksen haasteet on ratkaistu hyvällä laitteistolla sekä laadukkaalla automaatiojärjestelmällä.



Kuva 1 Leipä matkalla jäähdytykseen

### 3 Automaatiojärjestelmä

Automaatiojärjestelmän ydin perustuu ohjelmoitavaan logiikkaan eli Programmable Logic Controlleriin (PLC). PLC:n tehtävänä on hallita ohjausjärjestelmää. Hallinta perustuu antureiden lähettämiin tietoihin kentältä, ja logiikka suorittaa ohjausohjelman määräämät koneiden ja laitteiden ohjaustoimenpiteet. [1, s. 248.]



Kuva 2 Automaatiojärjestelmän yleinen rakenne [1.]

Sämpylälinjaston automaatiojärjestelmän ohjaus on toteutettu käyttämällä hajautettua PLC -ohjausta. Hajautetussa ohjausjärjestelmässä PLC:n komponenttien sijaintia on hajautettu tehdasympäristöön taloudellisesti kannattavasti.

Tästä syystä jäähdytykseen luodaan hajautusyksikkö eikä omaa ohjauskeskusta. PLC:n ohjauksia suorittava osuus sijaitsee linjaston alkupäässä ohjauskeskuksessa.

PLC koostuu muun muassa CPU:sta, teholähteestä sekä tarpeellisesta määrästä tulo- ja lähtöliitäntäyksiköitä. Näiden lisäksi logiikkaan liitettäviä liitäntäyksiköitä ovat liikenneohjaus- ja tiedonsiirtoyksiköt. Jäähdytyksen sovellus on toteutettu käyttämällä Siemensin S7-tuoteperheen-komponentteja. Jäähdytyksen ohjauskeskus on muodostettu S7-300-komponenteilla ja hajautusyksikkö ET200 SP -komponenteilla.

### **Siemens Simatic S7-tuoteperhe:**

- S7-200
- S7-300
- S7-400
- ET 200SP
- ET 200

## **3.1 Laitteisto**

Ohjelmointityön laitekohtainen laajuus on noin 30 laitetta. Näihin laitteisiin kuului moottoreita, hätä-seis- ja turvapiiri, logiikan toiminnalle tärkeitä komponentteja sekä taajuusmuuttajia. Tässä luvussa esitellään näitä laitteita, niiden roolia yleisesti automaatiojärjestelmässä sekä jäähdytyksen sovelluksessa.

### **3.1.1 CPU**

CPU eng. "Central Processing Unit", eli keskusyksikkö on PLC:n käskyjä suorittava osuus. Mikroprosessori mahdollistaa loogisten operaatioiden lisäksi myös laskentaa, säätöä, raportointia ja tietoliikennetoimintoja. Sämpylälinjaston keskusyksikkönä toimii Siemens CPU 317-2 DP. [2, s. 250.]

Keskusyksikön syöttöjännitteenä käytetään 24 V:n tasajännitettä. Syöttöjännitteen arvo voi maksimissaan nousta tai laskea 4 voltia. CPU:n nimellisvirta on 870 milliampeeria ja tehohäviöt 4,5 wattia. [3.]

CPU:n ohjelmoimiseen soveltuu STEP 7 V 5.5:n uudemmat ja vanhemmat versiot. Ohjelman tietojen käsittelyajat eroavat tietotyypistä riippuen. Taulukossa 1 on esitetty keskusyksikön tiedonkäsittelyaikoja bitti, sana, kiintopiste ja liukuluku tietotyyppien operaatioille. Yhteen ohjelmakerrokseen kuuluva aika voi olla minimissään 10 millisekuntia ja maksimissaan 9 990 sekuntia. [3.]

Taulukko 1 CPU:n tiedonkäsittelyaikoja. [3.]

**CPU processing times**

Data type	Time (μs)
For bit operations	0.025
For word operations	0.03
For fixed point arithmetic	0.04
For floating point arithmetic	0.16

Keskusyksikkö sisältää myös luku- ja kirjoitusmuistia, eli RAMia 1024 kB. RAM-muisti voidaan paristo varmentaa, jolloin CPU:n luku- ja kirjoitusmuisti ei häviä syöttöjännitteen katketessa. CPU:n sisäinen muisti ei kuitenkaan riitä koko prosessin ylläpitämiseen. Pitkäaikaisempaan muistin säilyvyyteen CPU:n tallentamia tietoja viedään ROM-muistiin. [3.]

### 3.1.2 Tulo- ja lähtöpiirit

Automaatiojärjestelmän tiedon keräykseen sekä laitteiden ohjauksiin vaikuttaa tulo- ja lähtöpiirit. Näiden piirien yhdistämiseen logiikkaan käytetään tulo- ja lähtökortteja. Tulokorttien tehtävänä on antaa logiikalle kanavia ja osoitteita, joista lukea kentälaitteiden tuomat tiedot. Lähtökorttien osoitteilla logiikka voi ohjata kentällä olevia laitteita. [4.]

ET 200SP -hajautusyksikköön otettiin neljä DI 16x 24 V DC -tulokorttia (malli: 6ES7131-6BH01-0BA0). Näillä korteilla hajautusyksikköön on mahdollista kytkeä 64 tilatietoa. Tulokortin vastaanottama jännitemäärä määrittää signaalin. Jännitearvoilla 11–30 V tulokortti antaa signaalin 1 ja jännitearvoilla -30–5 V signaalin 0. Jäähdytyksen tulokorteilla kerätään taajuusmuuttajien ja antureiden tilatietoja. [5.]

Hajautusyksikköön otettiin kaksi DQ 16x 24V DC -lähtökorttia (malli: 6ES7132-6BH01-0BA0). Hajautusyksikkö voi siis ohjata yhteensä 32 laitetta. Lähtövirta määräytyy sen lähtösignaalin mukaan. Lähtövirralla 0,1 mA lähtökortti lähettää signaalin 0 ja lähtövirralla 0,5 A signaalin 1. Jäähdytyksen lähtökorteilla ohjataan taajuusmuuttajia, hälytysvaloa ja hälytystorvea. [5.]

Hajautusyksikköön valittiin myös lisäksi analogiset tulo- ja lähtökortit varalle. Näille ei ole nykyiseen päivitykseen tarpeellista käyttötarkoitusta, mutta nämä lisättiin mahdollisia laajennuksia varten.

### 3.1.3 Kenttäväylä Profibus DP

Kenttäväylän tehtävänä on siirtää dataa ja informaatiota muuttumattomana ja suojattuna kenttälaitteiden sekä ohjausjärjestelmän välillä. Näin yksittäisistä laitteista syntyy yhtenäinen järjestelmäkokonaisuus. Kommunikoinnin mahdollistaa master-slave toimintatapa. [6.]

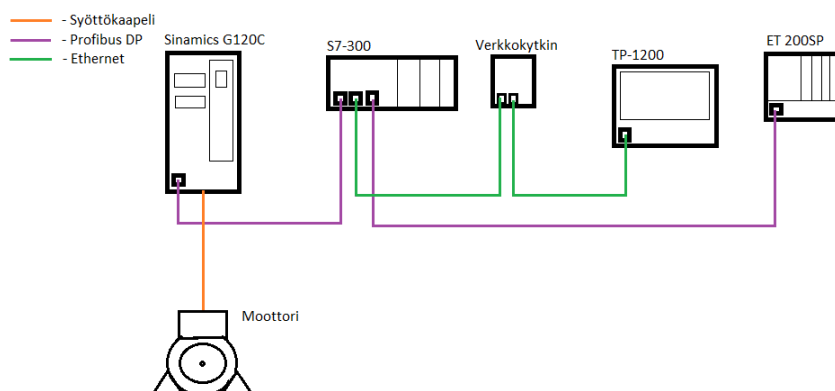
Master-slave-toimintatapa perustuu isäntä- ja renkilaitteisiin. Keskustelu isäntä- ja renkilaitteiden välillä on kaksisuuntaista, eli isäntä lähettää pyyntökyselyn ja renki vastaa tähän välittömästi. Väylässä voi toimia useita isäntiä, mutta vain yksi voi hallita väylää tietyllä hetkellä. Master-slave-toimintatapa yhdistää eri profibus-väyliä, sillä niiden tiedonsiirto perustuu siihen. [7.]

Profibus-väylät eli Profibus PA, Profibus FMS ja Profibus DP, toimivat samalla periaatteella kuin seitsemänosainen OSI-malli, mutta hyödyntävät siitä vain kerroksia 1, 2 ja 7, eli fyysistä kerrosta sekä siirtoyhteys- ja sovelluskerrosta. Loput

kerroksista ovat olemassa, mutta ne jäävät määrittelemättä. Väylistä leipomolla käytetään Profibus DP:tä. [1, s. 281.]

Profibus DP, eli (Decentralized Peripherals) koostuu isäntä- sekä renkilaitteista ja sen tunnistaa helposti kaapelin violetista ulkovaipasta. Väylä siirtää tietoa 9,6 Kbit/s ja 12 Mbit/s välillä laitemäärästä riippuen. Vanhasta iästään ja hitaasta tiedonsiirtonopeudesta huolimatta väylä on pitänyt pintansa johtavana automaatiojärjestelmien kenttäväylänä. Väylään voi liittää 31 laitetta samanaikaisesti, mutta tätä laitemäärää voidaan kasvattaa 126:een toistimien avulla. [7.]

Profibus DP kenttäväylää leipomolla käytetään G120C-taajuusmuuttajien, ET200SP -hajautusyksikön sekä S7-300-logiikan välillä. TP-1200-HMI-paneeli on liitetty logiikan kanssa Ethernet-verkkoon. Kuvassa kolme on esitetty leipomon Profibus DP:n topologia.



Kuva 3 Profibus DP:n topologia

### 3.1.4 Taajuusmuuttaja

Sämpylälinjastolla oikosulkumoottoreiden ohjauksessa käytetään Siemensin G120C-taajuusmuuttajia. Taajuusmuuttajien toiminta perustuu siihen, että ne muuttavat moottoreille syötettävän vaihtovirran taajuutta. Muuttamalla vaihtovirran taajuutta voidaan hallita oikosulkumoottoreiden pyörimisnopeutta. [8.]

Tämä ohjaustekniikka toimii oikosulkumoottoreiden toimintaperiaatteen takia. Oikosulkumoottoreille syötettävä pulssilevymoduloitu jännite synnyttää sinimuotoisen 3-vaihevirran. Tämä muodostaa pyörivän magneettikentän, jolloin moottori pyörii virran taajuuteen verrannollisella taajuudella. Oikosulkumoottorin pyörimisnopeuden voi laskea kaavalla  $n_s = \frac{f}{p}$ , jossa moottorin pyörimisnopeus on  $n_s$ , syötettävän sähkön taajuus on  $f$  sekä moottorin napaluku on  $p$ . [8.]

Taajuusmuuttajan ohjauksessa on tärkeää muistaa, että pienemmillä taajuuksilla ajaessa käämien impedanssi alenee, josta voi seurata moottorin ylikuumeneminen. Tällaisessa tilanteessa joko syöttöjännitettä pienennetään tai käytetään apupuhallinta moottorin jäähdytyksessä. Jäähdytysspiraalin pääkäytön moottoria ajetaan koko ajan alemmalla taajuudella kuin mihin se on suunniteltu. Tästä syystä jäähdytysspiraalin pääkäytöllä on apupuhallin. [9.]

### 3.1.5 Telegrammit

Automaatiojärjestelmän laitteiden kommunikoimisen apuna toimii erilaisia standardoituja tiedonsiirtoprotokollia. Ohjatessa taajuusmuuttajia, logiikan ja kenttäväylän välisenä tiedonsiirtoprotokollana toimivat telegrammit.

Telegrammeilla on standardoituja käyttökohteita. Telegrammit 1, 20, 350 ja 352 ovat PROFIdrive-telegrammeja, eli ne ovat nopeudensäätöä varten. Siemensiltä löytyy myös PROFIsafe telegrammi 30. Tätä käytetään automaatiojärjestelmän turvapiireissä. Tässä työssä käytettiin telegrammi 352:ta kuljettimien ohjaukseen. [9.]

Telegrammi 352:n rakenne on taulukon 3 mukainen. Telegrammi koostuu kirjoitettavista sekä luettavista sanoista. Kaksi ensimmäistä kirjoitettavaa sanaa ovat

Control Word 1 (STW1) sekä Speed setpoint (NSOLL\_A). Control Word 1:n rakenne koostuu 16 bitistä, joilla taajuusmuuttajan peruskäyttöä ohjataan. Control Word 1 on esitetty taulukossa 2. [9.]

Taulukko 2 Control Word 1. [9.]

Bit	Value	Significance	Comments
0	0	OFF1	Shutdown, deceleration along RFG ramp, pulse disable when $f < f_{min}$ .
	1	ON	Sets the inverter to the "Ready to run" state, direction of rotation must be defined via bit 11.
1	0	OFF2	Instantaneous pulse disable, drive coasts to a standstill
	1	No OFF2	All Coast Stop (OFF2) commands are withdrawn.
2	0	Quick Stop (OFF3)	Rapid stop: Shutdown at fastest possible acceleration rate
	1	No quick stop (OFF3)	All Quick Stop (OFF3) commands are withdrawn.
3	0	Disable operation	Closed-loop control and inverter pulses are disabled
	1	Enable operation	Closed-loop control and inverter pulses are enabled
4	0	Reset Ramp generator	Output of RFG is set to 0 (fastest possible braking operation), inverter remains in the ON state.
	1	Enable Ramp Generator	-
5	0	Stop ramp-function generator	Setpoint currently supplied by the RFG is "frozen".
	1	Unfreeze Ramp Generator	-
6	0	Disable setpoint	Value selected at RFG input is set to 0.
	1	Enable setpoint	Value selected at the RFG input is activated.
7	1	Acknowledging faults	Fault is acknowledged with a positive edge, inverter then switches to "starting lockout" state.
8		Not Used	
9		Not used	
10	0	NoPLCControl	Process data invalid, "sign of life" expected.
	1	PLC Control	Control via interface, process data valid.
11	0	Direction reversal	Motor rotates CW in response to positive setpoint.
	1	Setpoint inversion	Motor rotates CCW in response to positive setpoint
12		Not used	-
13	1	MOP up	-
14	1	MOP down	-
15	1	Not used	Changes over between settings for different operation interfaces.

Seuraavaksi kirjoitetaan speed setpoint, eli nopeusohje. Nopeusohje kirjoitetaan suhdelukuna 0...100 %, se on suoraan verrannollinen taajuusmuuttajaa ajettavaan arvoon 0... 16384. Loput neljä kirjoitettavaa sanaa eivät ole käytössä ohjauksissa. (<3>). [9.]

Taulukko 3 Telegrammi 352 ja yksiköiden selitykset. [9.]

352	Speed control, PCS7	STW1	NSOLL_A	<3>	<3>	<3>	<3>
		ZSW1	NIST_A _GLATT	IAIST_ GLATT	MIST_ GLATT	WARN_ CODE	FAULT_ CODE

<3> Placeholder for PCS7 process data

STW1/2 (r2090/r2091)	Control word 1/2	MIST (r0031)	Torque actual value
ZSW1/2 (r0052/r0053)	Status word 1/2	PIST (r0032)	Active Power
NSOLL_A *) (P1070)	Speed setpoint A (16 bit)	M_LIM (P1522)	Torque limit
NIST_A *) (r0021)	Speed actual value A (16 bit)	FAULT_CODE (r2131)	Fault code
IA_IST (r0027)	Output current	WARN_CODE (r2132)	Warn code

Telegrammin ensimmäinen luettava sana on Status Word 1 (ZSW1). Status Word 1 koostuu 16 bitistä. Status Wordin 16 bittiä sisältää tietoa perusohjauksesta, eli käyntiin-, hälytys-, ja vikatietoja. Nämä bitit on esitetty taulukossa 4. [9.]

Taulukko 2 Status Word 1. [9.]

Bit	Value	Meaning	Remarks
0	1	Ready to switch on	Power supply is switched on, electronics initialized, pulses disabled.
	0	Not ready to switch on	--
1	1	Ready to operate	Inverter is switched on, no fault is active, See control word 1, bit 0.
	0	Not ready to operate	--
2	1	Operation enabled	Drive follows setpoint. See control word 1, bit 3.
	0	Operation disabled	--
3	1	Fault present	Drive has faulted. Drive is faulty and thus inoperative.
	0	No fault	--
4	1	Coast stop not activated	--
	0	Coast Stop activated	Coast Stop (OFF 2) command is present.
5	1	Quick Stop not activated	--
	0	Quick stop activated	Quick Stop (OFF 3) command is present
6	1	Switching on inhibited	The drive goes only again in the "Switched On" condition with "No Coast Stop AND No Quick Stop" followed by "ON".
	0	Switching on not inhibit	--
7	1	Warning present	Drive still works; warning in the service/maintenance parameter
	0	No warning	There is no warning or the warning has disappeared again.
8	1	Speed error within tolerance range	Setpoint/actual value deviation within tolerance range
	0	speed error out of tolerance range	--
9	1	Master control requested	The automation system is requested to assume control
	0	No control requested	The master is not currently the master control
10	1	Maximum frequency reached	Inverter output frequency is higher or equal to the maximum frequency.
	0	Maximum frequency not reached	--
11	1	--	--
	0	Motor at current/torque limit	--
12	1	Motor holding brake active	Signal can be used to control a holding brake
	0	--	--
13	1	--	Motor data indicate overload condition
	0	Motor overload	--
14	1	CW rotation	--
	0	CCW rotation	--
15	1	--	--
	0	Inverted overload	e.g. current or temperature.

Muita telegrammin luettavia tietoja on ajonopeus (0... 100 % / 0... 100 Hz) (Speed actual value), moottorin virta (A, output current,) vääntömomentin arvo (Torque actual value), hälytyskoodi ja vikakoodi. Hälytys- ja vikakoodien lukemisen avulla paneeliin visualisoitiin hälytyksiä.

Leipomolla G120C-taajuusmuuttajan ohjaamiseen tarkoitettu ohjauslohko on luotu telegrammi 352:n pohjalta. Tällä ohjauslohkolla telegrammiin kirjoitetaan Control Word 1 sekä Speed setpoint. Ohjauslohkosta lähtevä tieto on moottoreille syötettävä taajuus (0–100 % / 0–100 Hz). Ohjauslohkon avulla luetaan telegrammin kaikki sisältämät tiedot paitsi vääntömomentin ajoarvo. Ohjauksissa käytetty ohjauslohko on kuvassa 16.

### 3.1.6 Vaaka

Jäähdytyspiraaalin ketjun kireys mitataan käyttämällä linjaston päähän asennettua vaakaa. Vaakana toimii Thames Side T85-N -venymäliuska-anturi. Anturi tunnistaa ketjun kireyden siihen kohdistuvasta vaakasuuntaisesta vetovoimasta. Liuskan venymä muuttaa vastuksen arvoa ja anturi lähettää eteenpäin analogisen signaalin.

Punnitsemiseen tarkoitettussa T85-N -venymäliuska-anturissa on optimoitu esikulman säätö, joka on kalibroitu mV/V-yksikössä lähtövirran sovituksella  $\pm 0.05$  %. Anturi voidaan asettaa mittaamaan painoja 300–2000 kg:n välille. [10.]

### 3.1.7 Vaakamoduuli

Vaa'alta tuleva tieto on analoginen signaali, se tulee logiikalle Siwarex -vaakamoduulin kautta. Vaakamoduulin tehtävänä on muuttaa analoginen signaali digitaaliseen muotoon. Tämä on Siemensin korttimoduuli, joka on tarkoitettu painon mittaamiseen.

Jäähdytyksen ET 200SP -hajautusyksikköön olisi ollut mahdollista käyttää kahta erilaista vaakamoduulia: Siwarex WP321:ta ja Siwarex WP351:ta. Yksikköön

kuitenkin valittiin vaakamoduuliksi WP321. Tähän oli syynä se, että WP351 sisälsi liikaa työhön kuulumattomia teknisiä ominaisuuksia.

WP351 on sertifioitu OIML R-51, R-61, R-76 sekä R-107 mukaan varmistamaan automaattisesti mitatun painomäärän. Standardi R-107 määrittelee, että mittamiseen käytetyn laitteen virhemahdollisuus voi olla suurimmillaan  $\pm 0.2-2.0 \%$ . [11.]

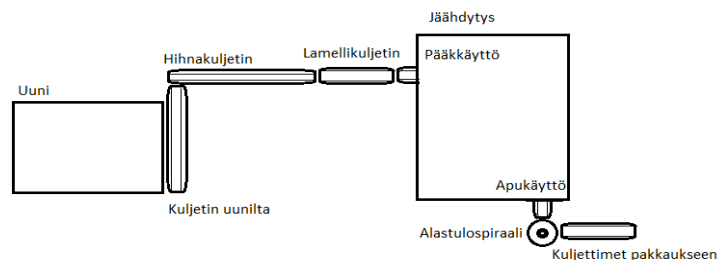
WP351 -tietojen päivittäminen on myös puolitoista kertaa nopeampaa kuin WP321 -tietojen päivitys. WP351 päivittää tietoja noin 1000 Hz:n taajuudella ja WP321 noin 600 Hz:n taajuudella. [12; 13.]



Kuva 4 Siwarex WP321. [15.] Kuva 5 Siwarex WP351. [16.]

### 3.2 Prosessi

Jäähdytyksen prosessi jaetaan kahteen eri osuuteen, kuljettimet jäähdytykseen sekä jäähdytys. Kuvassa 6 on hahmotelma prosessista.



Kuva 6 Hahmotelma jäähdytyksen kuljettimista ylhäältäpäin

### 3.2.1 Kuljettimet jäähdytykseen, L01

Tuotteet kulkevat jäähdytykseen kolmen eri kuljettimen avulla, jotka ovat kuljetin uunilta sekä hihna- ja lamellikuljetin. Tässä prosessivaiheessa tuotteet viedään jäähdytykseen, asetellaan linjastolla sekä tarkistetaan metallinilmaisimella.

#### **Kuljetin uunilta, L01D001**

Jäähdytyksen prosessin ensimmäinen ohjelmoitava kuljetin on uunin ulostulolla. Kuljettimen tehtävänä on saattaa tuotteet uunin luota pois. Kuljettimen toiminta on tärkeää, sillä tuotteiden pysähtyminen voi aiheuttaa vaaratilanteen. Kuljettimen moottori on 0,37 kW SEW SA37/T DSR71S4.

#### **Hihnakuuljetin, L01D002**

Hihnakuuljetin päällä on jakaja, joka sijoittaa tuotteet linjastolla niin, että ne eivät tippuisi. Tuotteet siirtyvät hihnakuuljetimelta metallinilmaisimen lamellikuljettimelle. Hihnakuuljetin moottori on 0,37 kW SEW SA47/T DSR71S4.

#### **Metallinilmaisin XD10**

Ennen jäähdytysspiraaliin siirtymistä, tuotteet tarkistetaan metallinilmaisimella. Jäähdytyksen metallinilmaisimella on Mettler Toledon SafeLine V45-RAD. Metallinilmaisimen tehtävänä on havaita kaikki metallia sisältävät tuotteet ja poistaa ne linjastolta avautuvan poistoluukun avulla. Ilmaisimella on kalibroitu niin, että se havaitsee halkaisijaltaan 1,8 mm ja sitä suuremmat rautaa sisältävät kappaleet. Metallinilmaisimen lamellikuljettimelta tuotteet siirtyvät jäähdytykseen.

### 3.2.2 Jäähdytys, L02

Jäähdytyksen prosessiosuudessa tuotteet jäähdytetään ennen kuin ne voidaan viedä pakattavaksi. Jäähdytyksen prosessiosuuteen kuuluu jäähdytysspiraali, jota ohjataan pää- ja apukäytöllä sekä lisäksi jäähdytyksen päässä on alastulospiraali.

## Jäähdytysspiraali, L02D001

Jäähdytysspiraali on Vulganuksen Ambient Spiral. Spiraali on suunniteltu leivän jäähdytykseen ja sillä on mahdollista kuljettaa tuotteita tehokkaasti ja hygieenisesti. Luonnollisella ja tehokkaalla jäähdytysmenetelmällä saavutetaan pidempi käyttöaika ja vähennetään lisäaineiden käyttöä.

Jäähdytysspiraalin noin 200 metriä pitkää ketjua ohjaa ensisijaisesti SEW:n 5,5 kW:n moottori ja tätä kutsutaan spiraalin pääkäytöksi. Spiraalin loppupäähän on myös lisätty apukäyttö. Apukäyttönä toimii pienempi SEW:n 0,37 kW moottori. Lisäksi pääkäytöllä on apupuhallin, koska sitä ajetaan pienemmällä taajuudella kuin sen nimellinen taajuus.

Apukäytön nopeusohje lasketaan kolmen eri parametrin avulla, jäähdytysajan, verkon pituuden sekä pääkäytön kulkema matka minuutissa yhden Hz:n taajuudella. Nämä parametrit luetaan reseptiikasta. Laskentaan käytetään ohjauslohkoa, jolle syötetään nämä parametrit. Aluksi arvot muutetaan oikeaan tietotyyppiin. Tämän jälkeen lasketaan matka, jonka apukäytön tulisi kulkea minuutin aikana, eli verkon pituuden ja jäähdytysajan osamäärä. Pääkäytön kulkemaa matkaa minuutin aikana verrataan tähän ja saadaan suhteellinen arvo apukäytön nopeusohjeelle.

$$V_A = \frac{L_s}{t_j V}$$

$L_s$  on verkon pituus.

$t_j$  on jäähdytysaika

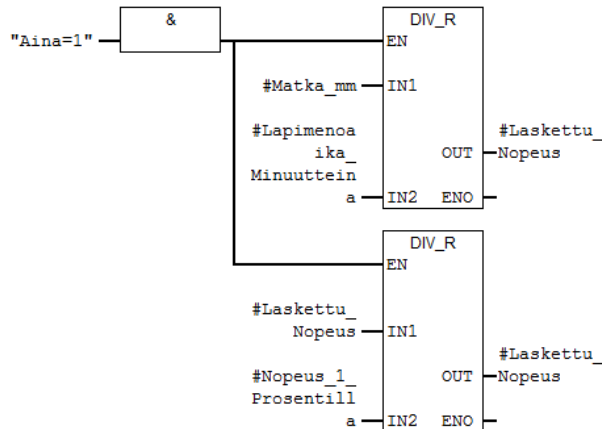
$V$  on pääkäytön nopeus mm/min muodossa

Apukäytön nopeusohje voidaan laskea esimerkin mukaisesti arvoilla,  
 $L_s = 196\,000\text{ mm}$ ,  $t_j = 25$  minuuttia ja  $V = 146\text{ mm / min}$ .

$$V_A = \frac{L_s}{t_j V} = \frac{196\,000\text{ mm}}{25\text{ min} * 146\text{ mm/min}} = 52.6027\% \rightarrow 52.60\%$$

Näillä arvoilla apukäytön nopeusohjeeksi saadaan 52,60 % ja tämä prosentuaalinen arvo on suoraan verrannollinen ohjattavaan taajuuteen, joten apukäyttöä ohjataan 52,6 Hz:n taajuudella.

□ Network 2 : Lasketaan nopeus



Kuva 7 Apukäytön nopeusohjeen laskeminen ohjelmamuodossa

Pää- sekä apukäytön nopeusohjeet on suhteutettu. Alla olevassa yhtälössä on laskettu  $V_P$ , jäähtysspiraalin pääkäytön nopeusohje. Pääkäytön nopeuteen vaikuttavat tekijät ovat apukäytön nopeus sekä apu- ja pääkäytön minimi ja maksimit.

$$V_P = \frac{(V_A - V_{Amin})}{(V_{Amax} - V_{Amin})} * (V_{Pmax} - V_{Pmin}) + V_{Pmin}$$

$V_P$  on pääkäytön nopeus

$V_A$  on apukäytön nopeus

$V_{Amax}$  on apukäytön maksimi

$V_{Amin}$  on apukäytön minimi

$V_{Pmax}$  on pääkäytön maksimi

$V_{Pmin}$  on pääkäytön minimi

Pääkäytön nopeus voidaan laskea seuraavilla arvoilla esimerkin mukaisesti,

$V_A = 52.6 \%$ ,  $V_{Amax} = 100 \%$ ,  $V_{Amin} = 30 \%$ ,  $V_{Pmax} = 100 \%$ ,  $V_{Pmin} = 20 \%$

$$V_P = \frac{(52.6 \% - 30 \%)}{(100 \% - 30 \%)} * (100 \% - 20 \%) + 20 \% = 45.828 \% \rightarrow 45.83 \%$$

Näillä arvoilla pääkäytön nopeusohjeeksi saadaan 45,83 %, ja tämä prosentuaalinen arvo on suoraan verrannollinen ohjattavaan taajuuteen, joten pääkäyttöä ohjataan 45,83 Hz:n taajuudella. Alla olevista moottorinohjausruuduista näkee pää- ja apukäytön ohjaustaajuudet automaattilla taakse.

Network 4: Lasketaan päämoottorin nopeus

```

L #Apu_Max_Nopeus // Apumoottorin nopeusalue
L #Apu_Min_Nopeus
-R
T #Apu_NopeusAlue

L #Paa_Max_Nopeus // Päämoottorin nopeusalue
L #Paa_Min_Nopeus
-R
T #Paa_NopeusAlue

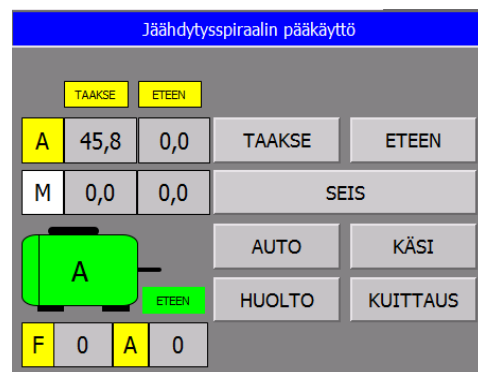
L #Apu_Nopeus
L #Apu_Min_Nopeus
-R
L #Apu_NopeusAlue
/R
L #Paa_NopeusAlue
*R
L #Paa_Min_Nopeus
+R
T #Paa_Nopeus

```

Kuva 8 Päämoottorin nopeusohje ohjelmamuodossa



Kuva 9 Apukäytön moottorin ohjausruutu



Kuva 10 Pääkäytön moottorin ohjausruutu

### Alastulospiraali, L02D003

Jäähdytyspiraalin prosessin aikana tuotteet nousevat noin 5 metrin korkeuteen ja tästä syystä jäähdytyksen lopussa on alastulospiraali. Alastulospiraalin tehtävänä on tuoda jäähdytetyt tuotteet takaisin linjaston alkuperäiselle korkeudelle.



Kuva 11 Alastulospiraali

Leipomolla käytetty alastulospiraali on AmbaFlexin SV-sarjan kuljetin. Ambaflex on horisontaalisessa suunnassa kulkevien kuljettimien suunnitteluun ja kehittämiseen erikoistunut yritys. AmbaFlex valmistaa paljon muitakin eri käyttötarkoituksen omaavia kuljetinkokonaisuuksia. Fazerin leipomolla käytetään SV-sarjan kuljetinta, sillä se sisältää elintarvikkeiden, kuten leivän, kuljettamiseen soveltuvia säleitä.



Kuva 12 Alastulospiraalin säleet

Alastulospiraalin toiminnan kannalta on tärkeää, että kuljettimen nopeudensäätö ja ketjun kireys ovat sopivia. Ihanteellisessa tilanteessa syöttö- ja poistoradan

nopeudet vastaavat toisiaan. AmbaFlex suosittelee, että syöttö- ja poistoradan nopeudet voivat erota maksimissaan 10 % laitteen kuljettimen nopeudesta. Liian suuri nopeusero voi vaikuttaa ketjünkireyteen. Sopivalla ketjünkireydellä voidaan pidentää kuljettimen käyttöikää sekä välttää laitteen äkkinäinen rikkoutuminen. [2, s. 48.]

### 3.3 Hätä-seis- ja turvapiiri

Tärkeä osa linjaston suunnittelusta on sen turvallisuuden huomioiminen. Suunnittelussa on tärkeää selvittää mahdolliset vaarat ja riskit sekä niiden ehkäiseminen erilaisilla suojaustoimenpiteillä, konedirektiivin mukaisesti. Laitteita voidaan suojata monilla eri tavoilla, esimerkiksi ohjausteknisillä ratkaisuilla, hätäpysäytyksellä ja hätä-seis-kytkennällä. [2, s. 17.]

Hätä-seis-pysäytyksiin käytettyjen kytkimien varman toiminnan lisäksi niiden täytyy olla helposti käyttäjän ulottuvilla. Näin koneen nopea pysäyttäminen vaaratilanteessa on mahdollista. Jäähdytyksen hätä-seis- ja turvapiiri koostuvat kolmesta stop-painikkeesta, magneettisesta porttirajasta sekä kahdesta köysirajasta. Lisäksi kaikilla ohjauksia toteuttavilla moottoreilla on omat turvakytimensä. [2, s. 18.]

Hätä-seis-painikkeen tai turvarajan laukaisu kytkee laitteiston turvareleen jännitteettömäksi. Painikkeet ja turvarajat ovat kytkettynä logiikalle, jolloin käyttäjälle saadaan tilatieto, hätä-seis-painike tai turvaraja on lauenneena.

Jäähdytyksen alueelta löytyy kolme hätä-seis-painiketta. Painikkeet sijaitsevat keskuksen ovelta, metallinilmäsimen keskuksen ovelta sekä jäähdytykseen vievän kuljettimen vieressä.

Magneettinen porttiraja varmistaa, että jäähdytysspiraalin suojakehikko on paikallaan. Magneettirajan piirin aukaiseminen laukaisee hätä-seis-piirin ja laitteiden energiat erotetaan sähköverkosta hätä-seis-kontaktorilla sekä laitteet menevät lukitukselle logiikassa hätä-seis-tila/lukitusten mukaan.

Köysiraja toimii kuin hätä-seis-painike, mutta siinä vedetään kahden pisteen välissä olevaa köyttä. Kun köysirajaan kohdistuu tarpeeksi suuri voima, piiri aukeaa ja raja menee vaikuttuneeksi. Tämän aiheuttama lähtevä tilatieto logiikalle pysäyttää kuljettimet ja hälytys laukeaa. Köysirajaan on helpompi vaikuttaa sen pitkän kantaman takia kuin tietyssä paikassa olevaan hätä-seis-painikkeeseen. Jäähdytyksen köysirajat sijaitsevat jäähdytysspiraalin ympärillä.

## 4 Ohjelmointityö

Logiikan ohjelmointi toteutettiin Siemensin STEP 7 Manager -ohjelmalla. Yleisesti logiikkaohjelmoinnissa hyödynnetään IEC 61131-3 -standardin mukaisia ohjelmointitapoja. Tämän standardin sisältämät ohjelmointitavat ovat sekvenssi (SFC), instruktioista (IL), logiikkakaavio (FBD), strukturoitu teksti (ST) sekä tikapuukaavio (LAD). Työssä käytettiin näistä kielistä logiikkakaavio- ja tikapuuta-paa. [1, s. 259.]

Laitteiden ohjauksissa käytettiin valmiita ohjauslohkoja (FB). Ohjelmassa on valmiita ohjauslohkoja taajuusmuuttajille, antureille, ajastimille sekä laskureille. Kutsutut ohjauslohkot suorittavat ohjelmakoodin omilla muuttujillaan sisäisen muistinsa ansiosta. [1, s. 260.]

Linjastolla ajettaville tuotteille on tallennettu omat parametrit. Parametrien kokonaisuutta kutsutaan reseptiikaksi. Kun leipäerän ajo aloitetaan, käyttäjä valitsee oikean leivän reseptiikan. Tämä asettaa linjaston jokaiselle laitteelle tallennetut parametrit. Näin varmistetaan tuotteiden suunnitelmallinen ja tasainen läpimenoaika. Näitä parametrejä voidaan vaihtaa ajon aikana manuaalisesti tarvittaessa.

## 4.1 Projektissa luodut asiakirjat

### 4.1.1 Toiminnan kuvaus

Toiminnan kuvauksen tarkoituksena on määritellä kaikki valmiin sovelluksen ominaisuudet ja laitteiston toiminta. Kattava toiminnan kuvaus toimii ohjelmoijan apuna työssä. Toiminnankuvauksen laatiminen on ensimmäisiä tehtäviä asioita ohjelmointisuunnittelussa. Suunnittelun apuna olemisen lisäksi toiminta kuvauksia voidaan hyödyntää mm. mahdollisien ohjelmallisäyöksien sekä operoinnin ja kunnossapidon tukena. [2, s. 220.]

Yksi osuus työstä on luoda toiminnan kuvaus sekvensseille, kuljettimien ohjauksille, lukituksille sekä hälytyksille. Asiakirjan luomisessa käytettiin apuna vanhoja ohjelmia samalta linjastolta sekä muilta linjastoilta. Myös kenttäkierroksien aikana tehty tarkkailutyö auttoi kuvauksen luomisessa.

### 4.1.2 I/O-luettelo

Työ sisälsi I/O-luettelon luomisen. Luettelo tehtiin laitelistauksen pohjalta. Jäähdytyksen hajautusyksikölle oli mahdollista kytkeä 64 tulo- ja 32 lähtötietoa. Näistä käytössä on 42 tuloa ja 9 lähtöä. Jokaiselta taajuusmuuttajalta tuodaan kolme tilatietoa, käynti-, turvakytkin sekä etukojetietoja. Taajuusmuuttajia ohjataan yhdellä käyntiin/seis-lähtötiedolla. Jokaiselta anturilta tuodaan yksi tilatieto hajautusyksikölle. Metallinilmaisimelta tuodaan 4 tilatietoa, turva-, käynti-, hylky- ja viikatieto. I/O-luettelo on liitteessä 1.

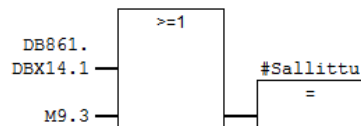
## 4.2 Laitteiden ohjaukset

### 4.2.1 Kuljettimien tilatiedot ja ohjaukset

Taajuusmuuttajan ohjaukseen käytetyn toimilohkon (FC) yleinen rakenne on neljäosainen. Toimilohko koostuu toiminnan sallimisesta, käyntiin pyynnöstä,

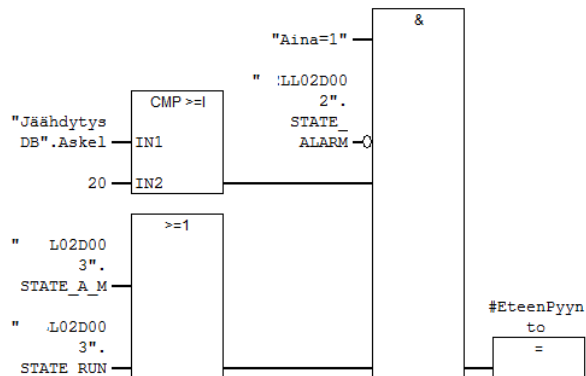
nopeusohjeesta sekä toimilaitteen ohjauksesta. Ensimmäisessä toimintaverkossa (Network 1) sallitaan toiminta, jos laite on huoltotilassa tai ohjausjännite on kunnossa. Seuraavassa toimintaverkossa (Network 3) taajuusmuuttaja pyydetään käyntiin. Taajuusmuuttajan käyntiin pyyntö toteutuu, kun jäähdytys on askeleessa 20. Kolmannessa toimintaverkostossa (Network 4) taajuusmuuttajalle tuodaan nopeusohje parametreistä.

Network 1: Toiminta sallittu



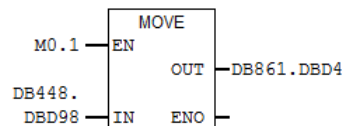
Kuva 13 Kuljettimien toiminta sallittu (Network 1)

Network 3: Käyntiin pyyntö



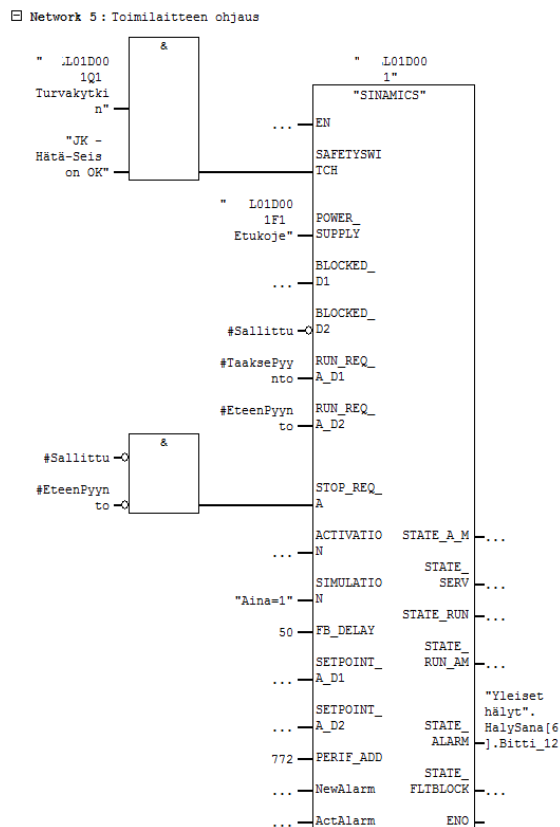
Kuva 14 Kuljettimien ohjauksen käyntiin pyyntö (Network 3)

Network 4: Nopeus ohjaus



Kuva 15 Kuljettimille viety nopeusohje (Network 4)

Neljäs toimintaverkosto (Network 5) sisälsi itse taajuusmuuttajan ohjauksen. Taajuusmuuttajien ohjauksissa käytettiin nopeusohjaukseen tarkoitettua ohjauslohkoa. Ohjauslohkojen valmis rakenne sisälsi kaikki taajuusmuuttajan perushallintaan tarvittavat osat. Valmiiseen ohjauslohkoon täytyi kuitenkin lisätä kentältä tulevia tietoja. Nämä tiedot koostuivat turvakytkin- ja etukojetiedoista, nopeusohjeesta sekä periferiaosoitteesta. Perushallintaan vaikutti myös hätä- ja turvapiiriltä tulevat tiedot, kuten hätä-seis-painikkeiden tilatiedot.



Kuva 16 Kuljettimien ohjauksiin käytetty ohjauslohko (Network 5)

## Nopeusohje

Nopeusohje syötetään taajuusmuuttajalle kuljettimen sekä spiraalin suhdelukuna 0–100 %. Tämä arvo syötetään taajuusmuuttajaa ohjaavalle ohjauslohkolle. Ohjauslohko muuttaa suhdeluvun välille 0–16384 ja tämän jälkeen taajuusmuuttaja saa telegrammin kautta tiedon, taajuudella sen täytyy ohjata mootoria.

Nopeusohje on ladattuna linjaston reseptiikkaan. Jäähdytyksen kuljettimet saavat nopeusohjeen reseptiikkaan arvojen perusteella. Tästä kuitenkin poikkeaa jäähdytysspiraalin pää- ja apukäyttö. Pää- ja apukäytön nopeusohje saadaan laskennallisesti jäähdytyksen parametrien kautta.

## Sekvenssi

Linjaston kuljettimien ohjauksessa käytetään sekvenssiohjausta, joka perustuu kuljettimien askelmaiseen käynnistymiseen. Sekvenssiä ohjataan UNIT-ohjauslohkolla. Tilat määrittävät prosessiosuuden toimintatilan, pysähdyksissä, käynnissä tai hälytyksellä. Taulukossa 2 on esitetty sekvenssin tilat 0–2.

Kuljettimien käynnistymisen saavat aikaan arvoltaan nousevat askeleet. Taulukossa 3 on esitetty askeleiden 10–40 toteuttamat toiminnallisuudet. Sekvenssiohjaus mahdollistaa prosessin kuljetin kohtaisen seuraamisen sekä varmistaa kuljettimien suunnitelmallisen käynnistysjärjestyksen.

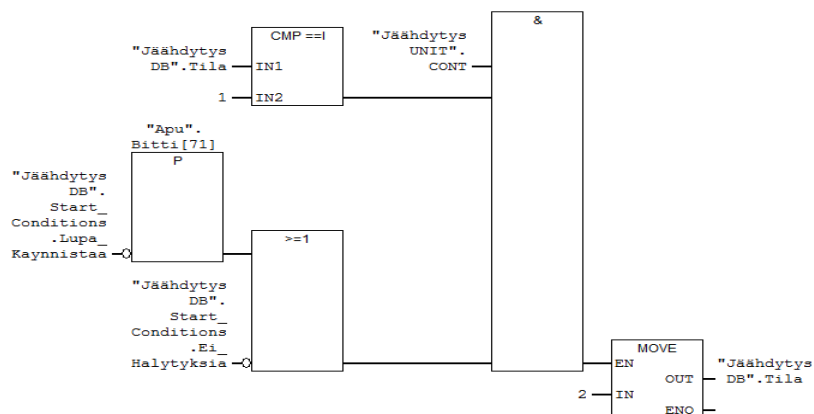
Taulukko 2 Jäähdytyksen tilat

Tila	Määritelmä
0	Jäähdytyksen ohjaus on pysähtynyt
1	Jäähdytyksen ohjaus on käynnissä
2	Jäähdytyksen ohjaus on hälytyksellä

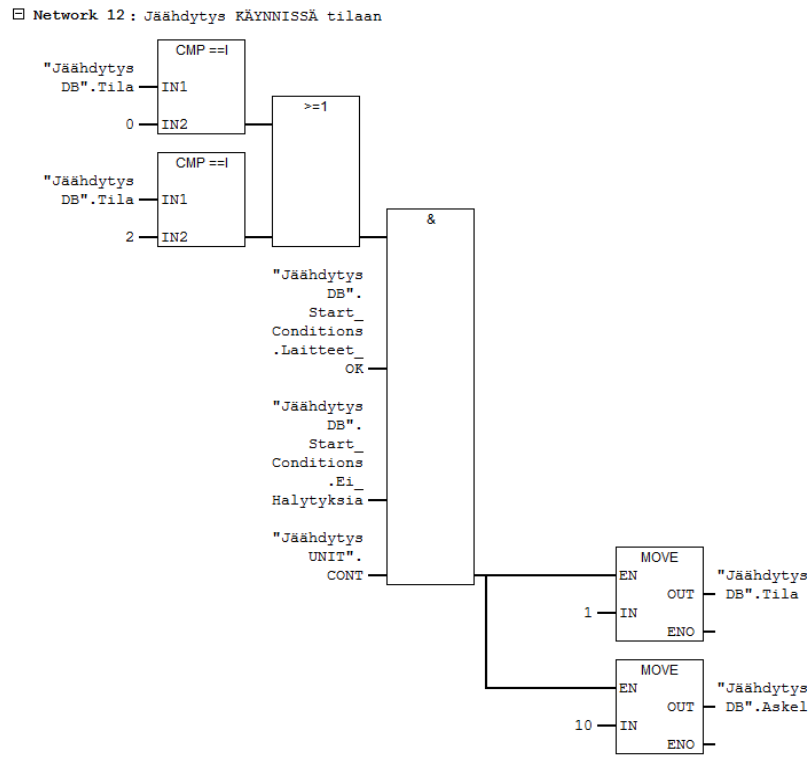
Taulukko 3 Jäähdytyksen askeleet

Askel	Määritelmä
10	Alastulospiraalin käynnistys
20	Pääkäytön käynnistys
30	Apukäytön käynnistys
40	Hihnakuljettimen käynnistys

Network 13: Jäähdytys HÄLYTYS tilaan



Kuva 17 Jäähdytys hälytystilaan



Kuva 18 Jäähdytys käynnissä-tilaan

#### 4.2.2 Jäähdytyspiraalin ketjunkiireys

Venymäliuska-anturin digitaaliseen muotoon muutettu signaali luetaan logiikalla kilomääränä. Tätä vaa'an antamaa kilomäärää verrataan määriteltuihin raja-arvoihin. Raja-arvot on asetettu välille 100–300 kg. Jos vaa'an antama lukema on pienempi kuin 100 kg tai suurempi kuin 300 kg, antaa ketjunkiireys hälytyksen ja laitteet menevät lukitukselle. Ennen ketjunkiireys hälytystä logiikka antaa ketjunkiireys varoituksen. Tämä tapahtuu, jos vaa'an arvo on pienempi kuin 125 kg tai suurempi kuin 250 kg. Vaakamoduulin lisääminen ohjelmaan toteutettiin Siemensin valmiilla Siwarex-ohjauslohkolla.

Ketjunkiireyttä voidaan myös mitata käyttämällä kahden induktiivisen anturin ja vastapainon yhdistelmää. Anturit sijoitetaan vastapainon ylä- ja alarajoiksi. Jos vastapaino saa ylä- tai alarajan vaikuttuneeksi, se laukaisee hälytyksen ja jäähdytyspiraali menee lukitukselle.

Kolmas tapa mitata spiraalin ketjun kireyttä on nousuvahti. Nousuvahtina toimii induktiivinen anturi, joka on sijoitettu jäähdtysspiraalin ketjun ylle. Nousuvahdin tehtävänä on havaita ketjuun muodostuvat korkeuserot. Jos anturi on vaikuttuneena, se laukaisee hälytyksen ja jäähdtysspiraali menee lukitukselle.

Jäähdtysspiraalin ketjun moninainen tarkkailu on tärkeää, sillä mahdollinen viatilanne, kuten ketjun katkeamien, voi aiheuttaa suuria taloudellisia tappioita. Tappiot syntyisivät ennen kaikkea menetetyistä tuotantoajasta, mutta ketjun huoltaminen ja vaihtaminen on myös erittäin kallista.

### 4.2.3 Hälytykset

Jäähdtyksen hälytykset voidaan jakaa kahteen kategoriaan, hälytyksiin sekä kustomoituihin hälytyksiin. Laitteiden ohjauslohkot generoivat yksittäisen hälytystiedon. Tämä yksittäinen hälytystieto vaikuttaa suurimmassa osassa tapauksista vain yksittäisen laitteen toimintaan.

Kustomoitujen hälytyksien ero normaaliin hälytykseen on se, mistä sen hälytystieto on peräisin. Kustomoidussa hälytyksessä tieto tulee erilliseltä ohjauslohkolta. Kustomoitujen hälytyksien käyttö antaa lisää mahdollisuuksia erilaisille tilanteille.

Kustomoituja hälytyksiä on luotu hätä-seis- ja turvapiirille, verkkonousuille, jäähdtysspiraalin verkon ylä- ja alarajahälytyksille sekä alastulospiraalin ketjun viikaantumiselle. Kustomoidut hälytykset kerätään hälytyssanoiksi. Näillä sanoilla ohjataan alueella toimivaa hälytystorvea sekä hälytysvaloa.

```

FC874 : Jäähdytyksen hälytystorvi ja valo
Network 1: Hälytystorven ja hälytysvalon ohjaus
A "Aina=1"
= L 0.0
A L 0.0
A "Hälytystorvi"
= " L02H002"
A "1Hz"
A L 0.0
A "Hälytysvalo"
= " L02H001"
A L 0.0
A "Hälytystorvi"
L S5T#15S
SD "Hälytysroven ajastin"
NOP 0
NOP 0
NOP 0
A "Hälytysroven ajastin"
R "Hälytystorvi"

```

Kuva 19 Hälytysvalon ja -torven ohjaus ohjelmamuodossa

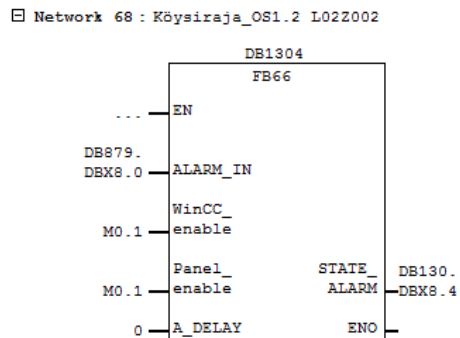
```

Network 4 : Hälytysvalon ohjaus
Hälytyssanat 5-6

O(
L "Hälytys valo & torvi".HalySana[5].Tila_Edellinen
L 0
<>I
)
O(
L "Hälytys valo & torvi".HalySana[6].Tila_Edellinen
L 0
<>I
)
= "Hälytysvalo"

```

Kuva 20 Kustomoidut hälytykset sanamuodossa



Kuva 21 Esimerkki yksittäisestä kustomoidusta köysirajahälytyksestä

#### 4.2.4 Tuoteseuranta

Ohjausten lisäksi ohjelmointityöhön liittyi tuoteseurannan luominen. Tuoteseurannan tarkoitus on simuloida mahdollisimman tarkasti tuotteiden kulkua linjastolla. Tuoteseurannasta käyttäjä saa tiedon tuotteen sijainnista ajallisesti ja paikkakohtaisesti. Tämä on tärkeää, sillä tuotteilla on pitkä läpivientiaika.

Tuoteseuranta koostuu tietolohkosta (DB). Tietolohkon struktuurin pituus on 300 dataryhmää (array). Yksi dataryhmää sisältää reseptinumeron, tuotetiedon ja taikinaerän. Reseptinnumero ja tuotetieto ovat tyypiltään Integer (Int). Reseptinnumero on tyypiltään Double Integer (DInt). Tuotepaikat sijoittuvat dataryhmän mukaan.

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Paikka	ARRAY[1..300]		Tuotepaikka
*0.0		STRUCT		
+0.0	Resepti_Numero	INT	0	Reseptin numero
+2.0	Tuotetieto	INT	0	Tuotetieto, 0=Ei tuotetta, 1-999=Tuotteiden määrä n. jäädytyksessä
+4.0	TaikinaEra	DINT	L#0	Taikinaerän numero
=8.0		END_STRUCT		

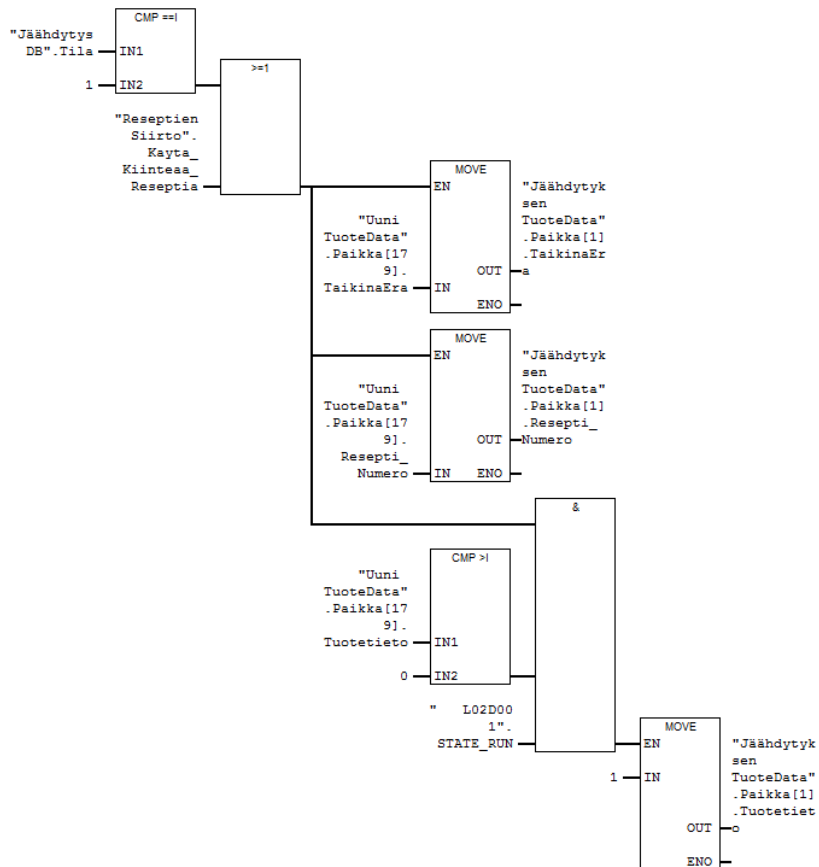
Kuva 22 Tuoteseurannan tietolohkon rakenne

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0	Paikka[1].Resepti_Numero	INT	0	Reseptin numero
2.0	Paikka[1].Tuotetieto	INT	0	Tuotetieto, 0=Ei tuotetta, 1-999=Tuotteiden määrä n. jäädytyksessä
4.0	Paikka[1].TaikinaEra	DINT	L#0	Taikinaerän numero
8.0	Paikka[2].Resepti_Numero	INT	0	Reseptin numero
10.0	Paikka[2].Tuotetieto	INT	0	Tuotetieto, 0=Ei tuotetta, 1-999=Tuotteiden määrä n. jäädytyksessä
12.0	Paikka[2].TaikinaEra	DINT	L#0	Taikinaerän numero

Kuva 23 Tietolohkon kaksi ensimmäistä paikkaa avattuna

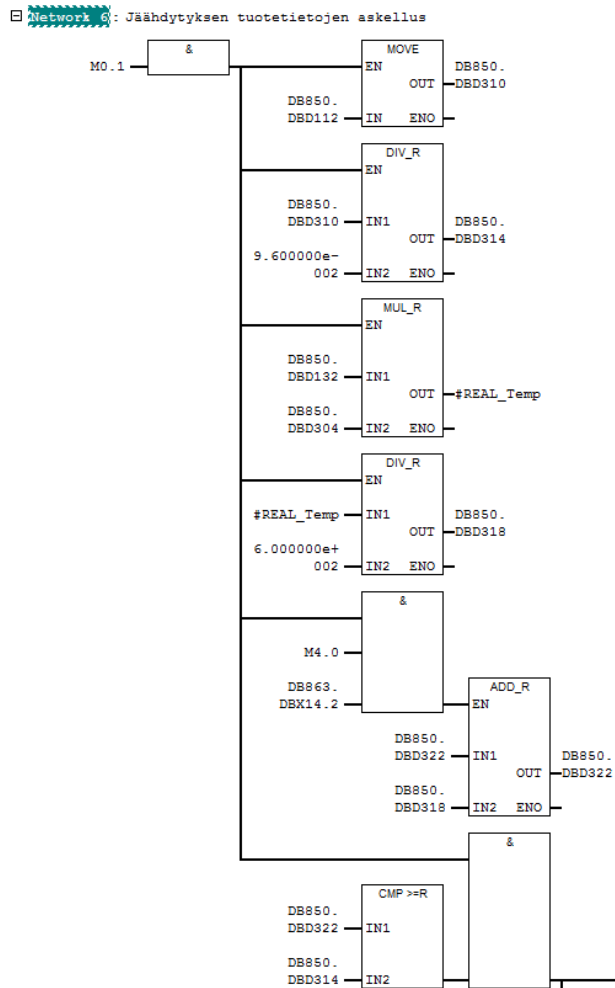
Tuoteseurannan toiminta perustuu tuotetietojen paikkojen kirjoittamisen prosessien alkupäähän ja näiden tuotetietojen askeltamiseen. Jäähdytyksen tuoteseurannassa tuotetietojen kirjoitus alkupäähän määrittyy siitä, onko uunin viimeisellä paikalla tuotteita sekä onko jäädytysspiraalin pääkäyttö käynnissä. Mikäli nämä ehdot toteutuvat, jäädytyksen ensimmäiselle tuotepaikalle kirjoitetaan uunilta tulevan tuotteen tuotetiedot.

□ Network 3 : Tuotetietojen kirjoitus JÄÄHDYTYKSEN alkupäähän



Kuva 24 Tuotetietojen kirjoitus jäähdytyksen alkupäähän ohjelmamuodossa

Alkupään kirjoituksen jälkeen näitä tuotetietoja kirjoitetaan askeltaen eteenpäin aina seuraavaan paikkaan. Tuoteseurannan askeltaminen tapahtuu vertaamalla ketjun kulkemaa matkaa sekä sen yhden askeleen pituutta. Mikäli kuljettu matka ylittää askeleen pituuden, se kirjoittaa tuotetietoja eteenpäin tuoteseurannan tietolohkossa.



Kuva 25 Tuotetietojen askelluskirjoitus ohjelmamuodossa

## 5 Visualisointi

### 5.1 Käyttöliittymä

Käyttöliittymällä tarkoitetaan sitä osaa laitteistosta, jolla käyttäjä pääsee hallitsemaan laitteita ja prosessia. Teollisuuden sovelluksissa käyttöliittymä on usein kosketusnäyttöinen paneeli. Jäähdytyksen hajautusyksikön kaapin oveen tuleva

käyttöliittymä on Siemensin suunnittelema TP-1200 kosketusnäyttöpaneeli. Paneeli on yhdistetty tehdasverkkoon. PLC:n sekä paneelin kaapeloinnin esimerkin näkee kuvasta 3. [2, s. 221.]

Uusi paneeli luotiin muun linjaston käyttöliittymän pohjalta, eli suurin osa paneelistä oli jo valmiina. Kuitenkin sain vapaat kädet uuden paneelin suunnitteluun lisättävien osien kannalta. Lisättävistä asioista suurimpia kokonaisuuksia olivat jäähdytyksen laitesivu sekä muutokset sitä varten ja tuoteseurannan parantaminen. Käyttöliittymän suunnittelu ja kehitys tapahtui Siemensin TIA-portaalissa.

## 5.2 Käyttöliittymän rakenne

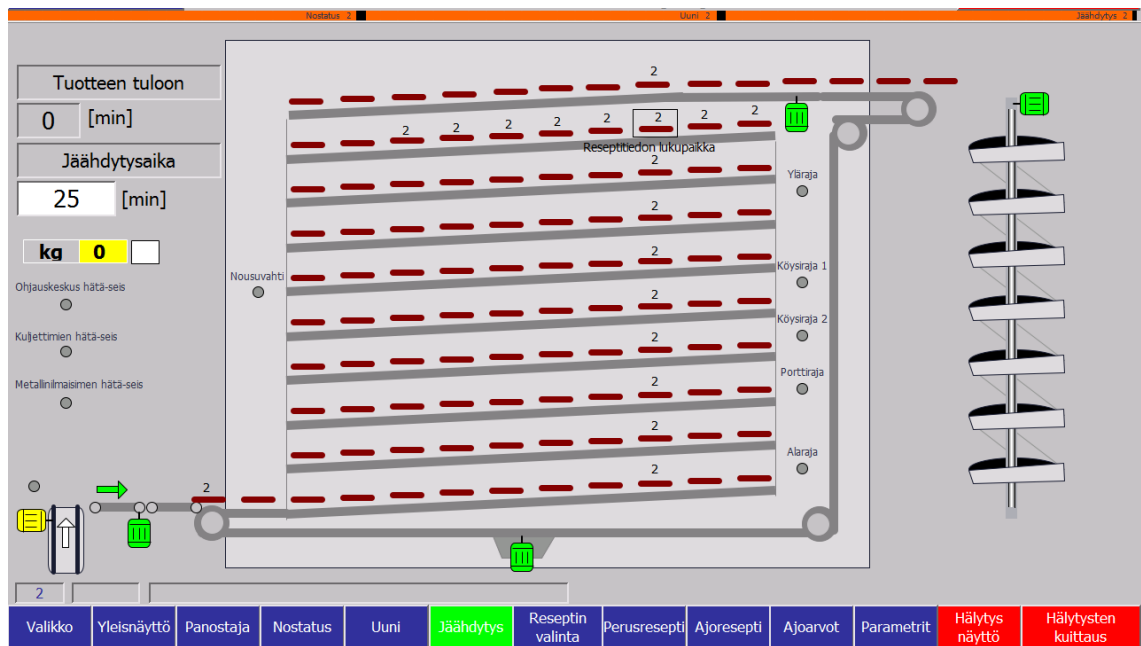
Sämpylälinjaston käyttöliittymä on jaettu monelle eri sivulle, ne koostuvat laitesivuista, prosessin hallintasivuista, parametrisivusta sekä hälytyssivusta. Linjaston jokaisen prosessiosuuden sivut sisältävät samankaltaisia elementtejä.



Kuva 26 Sämpylälinjaston käyttöliittymän valikkosivu

## Laitesivu

Laitesivu on kuin PI-kaavio, mutta se sisältää laitteiden ohjauksien asetuksia. Laitesivu mahdollistaa prosessin laitteiden kaikki ohjaamiseen liittyvät asetukset. Laitesivulta on mahdollista asettaa laitteet automaatti-, manuaali ja huoltotiilaan. Laitteen ajotila määrittää sen kuvakkeen värin. Laitteiden kuvakkeiden värit on animoitu niin, että laitteiden ollessa liikkeessä kuvakkeet ovat vihreitä, pysähdyksissä keltaisia ja hälytyksellä ne välkkyvät keltaisena ja punaisena.



Kuva 27 Käyttöliittymän laitesivu

## Reseptiikan hallintasivut

Reseptiikan hallintasivut ovat jakautuneet neljälle sivulle. Nämä sivut ovat reseptin valinta, perusreseptit, ajoreseptit ja ajoarvot.

Reseptin valinta sivulla valitaan jokin esitallennettu reseptinumero väliltä 0–20. Valitsemalla reseptin linjaston laitteisiin asettuu tallennetut ajoarvot. Näitä esitallennettuja arvoja voidaan muuttaa perusreseptisivulta. Perusreseptin asettamiin arvoihin voidaan vaikuttaa ajoreseptisivulla. Tällä sivulla voidaan muuttaa

ajossa olevan reseptin ajoarvoja tämänhetkiselle tuotantoerälle. Linjaston laitteiden todellisten arvojen visualisointi on ajoarvot-sivulla.

## Parametrisivu

Parametrisivu sisältää jokaisen prosessiosuuden toimintaan liittyviä arvoja. Prosessin hallitseminen tapahtuu näitä arvoja muuttamalla. Jäähdytyksen parametrisivuun kuuluu jäähdytysspiraalin ketjun pituus, pää- ja apukäytön minimi- ja maksiminopeudet, nopeus mm/min sekä ketjun kireyden maksimi- ja minimiarvot. Nämä parametrit vaikuttavat jäähdytysaikaan ja ketjun kireyden hälytyksien ja varoitusten arvoihin.

Valikko	Laitte parametrit		Hälytys näyttö									
Jäähdytyksen parametrit												
Jäähdytysspiraalin verkon pituus [Metriä]			192,000									
Päämoottorin nopeus MAKSIMI jäähdytysajalla [0..100%]			100,0									
Päämoottorin nopeus MINIMI jäähdytysajalla [0..100%]			20,0									
Apumoottorin nopeus MAKSIMI jäähdytysajalla [0..100%]			100,0									
Apumoottorin nopeus MINIMI jäähdytysajalla [0..100%]			30,0									
Verkon nopeus mm/min päämoottorin 1 % nopeudella			146,000									
Verkon kireys												
Verkon kireys maksimi hälytysraja [kg]			300,0									
Verkon kireys maksimi varoitusraja [kg]			250,0									
Verkon kireys minimi varoitusraja [kg]			125,0									
Verkon kireys minimi hälytysraja [kg]			100,0									
<<<		>>>										
Valikko	Yleisnäyttö	Panostaja	Nostatus	Uuni	Jäähdytys	Reseptin valinta	Perusresepti	Ajoresepti	Ajoarvot	Parametrit	Hälytys näyttö	Hälytysten kuittaus

Kuva 28 Käyttöliittymän parametrisivu

## Hälytys-sivu

Sämpylälinjaston hälytyssivu on yleisen rakenteen mukainen. Hälytys-sivulla ilmoitetaan koko linjaston hälytykset tekstilistalla. Listalla ilmoitetaan hälytyksen

numero, kellonaika, sijainti ja kuvaus. Hälytyksien kuittauspainike sijaitsee jokaisen sivun oikeassa laidassa.

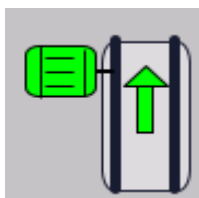
### 5.3 Suunnittelutyö

Käyttöliittymän suunnittelu on tärkeää, sillä toteutuksen täytyy olla kaikille sen käyttäjille helposti ymmärrettävissä. Paneelin suunnittelun lomassa käytiin keskustelua sidosryhmien kanssa siitä, millaisia asioita he kaipaavat näyttöön.

#### 5.3.1 Kuljetin uunilta

Paneeliin täytyi suunnitella kuljetin, jonka asento vaakasuunnassa muihin kuljettimiin nähden on 90 asteen kulmassa. Tämä tuotti haasteita, sillä sen visualisoinnissa haluttiin huomioida kuljettimen asento tehtaalla. Muu paneeli on kuvattu kahdessa ulottuvuudessa, mutta tämän kuljettimen hyvään visualisaatioon olisi tarvinnut lisätä kolmas ulottuvuus.

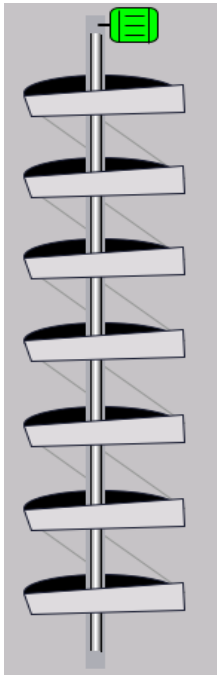
Ensimmäinen kokeilu tämän kuljettimen visualisoimiseen oli luoda siitä täysin samanlainen kuin muistakin, mutta silloin paneelista ei olisi voinut erottaa kyseistä kuljetinta muista. Seuraava vaihtoehto oli visualisoida kuljetinta uunilta samassa ulottuvuudessa kuin muitakin kuljettimia, mutta se ei käynyt, koska tiedettiin, että on jokin parempi ratkaisu. Johtopäätöksenä oli, että ei kannata edes yrittää luoda kuljettimen asennosta mahdollisimman realistista, vaan panostaa enemmän havainnollistamiseen. Suunnittelulle saatiin hyväksyntää, kun kunnossapidon asentajilta kysyttiin siitä.



Kuva 29 Kuljetin uunilta laitesivulla

### 5.3.2 Alastulospiraali

Lisäksi alastulospiraali piti suunnitella alusta loppuun paneelissa. Alastulospiraalin kuvakkeen kehitykseen kuului kenttäkierröksen aikana tehty havainnointi sekä keskustelut sidosryhmien kanssa. Näiden avulla alastulospiraali saatiin havainnollistettua hyvin.



Kuva 30 Alastulospiraali laitesivulla

### 5.4 Tuoteseuranta

Tuoteseuranta on hyödyllinen työkalu käyttäjälle. Sillä visualisoidaan käyttöliittymälle tuotteen kulkua linjastolla. Tuotteen kulkua esitetään näytöllä kolmessa eri muodossa, tuotteen saapumiseen kuluva aika, laitteiden paneelisivuilla animoidut paikat sekä tuoteseurantaviiva. Ensimmäiset kaksi muotoa ovat jo muissa prosessiosuoksissa, mutta tuoteseurantaviivaa ei.

## Tuotteen tuloon kuluva aika

Tuotteen tuloon kuluva aika on arvio siitä, milloin tuotetta saapuu jäähdytyksen ulostulolle. Tämä aika lasketaan tuoteseurannan paikkojen avulla. Ensimmäiseksi lasketaan yhden jäähdytyksen paikan täyttöön kuluva aika. Tämän jälkeen luetaan jäähdytyksen tuoteseurannan tyhjät paikat. Tuotteen tuloon kuluva aika on näiden kahden muuttujan tulo. Tuotteen tuloon kuluva aika ilmoitetaan paneelissa tekstikentän avulla minuuteissa. Aika ilmoitetaan paneelin laite- ja yleissivulla.

Tuotteen tuloon	
0	[min]
Jäähdytysaika	
25	[min]

Kuva 31 Tuoteseurannan ajan seurantataulukko

## Animoidut kuvakkeet

Tuoteseurannan ohjelmointiosuudessa luodut tuotetiedot mallinetaan paneelissa animoiduilla kuvakkeilla. Animoidut kuvakkeet ovat laitesivulla olevia ruskeita viivoja. Nämä kuvakkeet on animoitu niin, että ne ilmestyvät paneeliin sitä mukaan, kun paikkoja saadaan täytettyä.



Kuva 32 Tuoteseurannan animoidut kuvakkeet

## Tuoteseurantaviiva

Viimeinen tapa visualisoida tuoteseurantaa on tuoteseurantaviiva. Tämä toimii samalla tapaa kuin animoidut kuvakkeet, eli viiva etenee sitä mukaan, kun tuotteet liikkuvat linjastolla. Tuoteseurantaviiva näkyy kokonaisuudessaan paneelin kaikilla sivuilla, joten sitä voidaan seurata kaikilta paneelin sivuilta.



Kuva 33 Tuoteseurantaviiva

## 6 Yhteenveto

### 6.1 Lopputuloksen esittely

Opinnäytetyö oli mielestäni melko laaja. Projekti sisälsi melkein kaikkia vaiheita automaatiosuunnittelussa. Työn lopputuloksena jäähdytyksen sovellus saatiin onnistuneesti lisättyä sämpylälinjastoon. Kuljettimien ohjauksen ohjelma lisättiin vanhaan ohjelmaan. Ohjaukseen lisättiin toiminnallisuutta tuoteseurannalla, reseptiikalla sekä sekvenssiohjauksella. Ohjauksen kannalta sovellus on nyt kompaktimpi ja käyttäjäystävällisempi.

Jäähdytys saatiin integroitua myös paneeliin onnistuneesti. Simuloinnissa käyttöliittymän ohjelma toimi moitteettomasti. Nyt paneelissa on selkeä kuvaus jäähdytyksestä ja sillä voi hallita prosessia sekä tarkkailla tuotteiden kulkua. Paneeliin luotiin tuoteseurannan visualisoimista jopa kolmessa eri muodossa.

Työn luonteen takia minulle oli käynyt uskomaton tuuri, että olin saanut tällaisen opinnäytetyön. Oli mahtavaa olla projektissa, jossa sain olla mukana alusta loppuun. Projektiluonteinen työ oli mielenkiintoista, sillä kun oppi lisää, sain lisättyä työhöni aina uusia asioita.

Projektin luominen tehtaan konttorilla antoi myös mahtavat avaimet käytännönläheiseen työhön. Kenttäkierrokset tehdasympäristössä antoivat minulle usein

uusia näkökulmia ohjelman luomiseen. Lisäksi keskustelut tehtaalla sidosryhmien kanssa antoi uusia näkemyksiä työhöni. Uskon, että lopputulos on paras mahdollinen loppukäyttäjää ajatellen.

## 6.2 Hyödyn pohdinta

Työn vaikutusta tuotannollisiin hyötyihin on vaikea mitata sen luonteen takia. Työssä ohjelmoitiin vain kuljettavia osia linjastosta, jotka eivät itseisarvoltaan lisää tuotantoa. Jäähdytyksellä ja sen kuljettavilla osilla on kuitenkin tärkeä rooli tässäkin. Jäähdytyksen prosessivaiheessa tuotteisiin on jo käytetty suuri määrä energiaa. Onkin erityisen tärkeää, että tuotehävikkiä ei synny jäähdytyksessä. Jäähdytyksen tuotehävikin pienentämiseksi jäähdytyksen kuljettimiin on mahdollista luoda askelmaisuuksia. Tämän sovelluksen luominen jää työn ulkopuolelle, mutta kuljettimien askelmaisuuksissa voisi olla parannettavaa tulevaisuudelle.

## Lähteet

- 1 Keinänen, T. & Sumujärvi, M. 2019. *Automaatiotekniikka*. 1.painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- 2 Keinänen, T. Kärkkäinen, P. Lähetkangas, M. Sumujärvi, M. 2007. *Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.
- 3 Siemens. 2021. CPU 317-2 keskusyksikön käyttöopas. Verkkoaineisto: <<https://assets.alliedelec.com/v1583921133/Datasheets/88868713c5bca13f7f14ef6ea8603983.pdf>>. Luettu 03.01.2022.
- 4 Siemens. 02/2022. I/O-korttikäyttöopas. Verkkoaineisto: <<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/DatasheetDownload?downloadUrl=teddatasheet%2F%3Fformat%3DPDF%26caller%3DMall%26mlfbs%3D6ES7131-6BH01-0BA0%26language%3Den>>. Luettu 13.01.2022.
- 5 Siemens. 02/2022. I/O-korttikäyttöopas. Verkkoaineisto: <<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/DatasheetDownload?downloadUrl=teddatasheet%2F%3Fformat%3DPDF%26caller%3DMall%26mlfbs%3D6ES7132-6BH01-0BA0%26language%3Den>>. Luettu 13.01.2022.
- 6 Profibus. 2021. Profibus Overview. Verkkoaineisto: <<https://www.profibus.com/technology/profibus/overview>>. Luettu 17.12.2021.
- 7 NI "National Instruments". 2020. Profibus Overview. Verkkoaineisto: <<https://www.ni.com/fi-fi/innovations/white-papers/08/profibus-overview.html#section-2139662454>>. Luettu 17.12.2021.
- 8 Siemens. 2021. Application example. Verkkoaineisto: <<https://support.industry.siemens.com/cs/document/58820849/sinamics->

g-speed-control-of-a-g110m-g120-g120c-g120d-g120p-using-s7-300-400-(step-7-v5)-with-profinet-profibus-safety-integrated-and-hmi?dti=0&lc=en-CH>. Luettu 25.12.2021.

- 9 Siemens. 11/2006. Operating Instructions. Verkkoaineisto: <[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/755/24371755/att\\_109072/v1/CU240S\\_OPI\\_24371755\\_V21\\_en.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/755/24371755/att_109072/v1/CU240S_OPI_24371755_V21_en.pdf)>. Luettu 10.01.2022.
- 10 Thames Side. 2022. Product Instruction. Verkkoaineisto: <<https://www.thames-side.com/products/load-cells/t85-n-shear-beam/>>. Luettu 3.2.2022.
- 11 International Organization Of Legal Metrology. 2007. OIML R 107-1 standardi. Verkkoaineisto: <[https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_r/r107-1-e07.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r107-1-e07.pdf)>. Luettu 15.01.2022.
- 12 Siemens. 2021. Vaakamoduuli käyttöopas. Verkkoaineisto: <<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/process-instrumentation/weight-measurement/weighing-electronics-simatic/siwarex-wp351.html>>. Luettu 10.11.2021.
- 13 Siemens. 2021. Vaakamoduuli käyttöopas. Verkkoaineisto: <[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/745/109750745/att\\_930891/v1/A5E33715669A-ABen\\_SI-WAREX\\_WP321\\_M\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/745/109750745/att_930891/v1/A5E33715669A-ABen_SI-WAREX_WP321_M_en-US.pdf)>. Luettu 10.11.2021.
- 14 AmbaFlex. 06/2010. Käyttöopas\_22079-01.
- 15 Siemens. 2021. Weighing module SIWAREX WP321. Kuvakaappaus. <<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/process-instrumentation/weight-measurement/weighing-electronics-simatic/weighing-module-siwarex-wp321.html>>

16 Siemens. 2021. Weighing module SIWAREX WP351. Kuvakaappaus.  
<<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/process-instrumentation/weight-measurement/weighing-electronics-simatic/siwarex-wp351.html>>

## Liitteet

Numero	IS	Nimi	Symboli	Kommentti
		<b>Turvakytkimet DI 150.0 - 150.7</b>		
1	DI 150.0	Turvakytkin	Q1	Kuljetin uunilta turvakytkin
2	DI 150.1	Turvakytkin	Q1	Hihnakuljetin turvakytkin
3	DI 150.2	Turvakytkin	Q1	Jäähdytyspiraaalin pätkäyttö turvakytkin
4	DI 150.3	Turvakytkin	Q1	Jäähdytyspiraaalin apukäyttö turvakytkin
5	DI 150.4	Turvakytkin	Q1	Aivastuspiraaalin turvakytkin
6	DI 150.5	Turvakytkin	Q1	Jäähdytyspiraaalin puhaltimen turvakytkin
7	DI 150.6	Metallinilmaisin turvakytkin	Q1	Metallinilmaisimen turvakytkin
8	DI 150.7	-	-	-
		<b>Käynnittimet DI 151.0 - 151.7</b>		
9	DI 151.0	Käynnittieto	K1	Kuljetin uunilta käynnittieto
10	DI 151.1	Käynnittieto	K1	Hihnakuljetin käynnittieto
11	DI 151.2	Käynnittieto	K1	Jäähdytyspiraaalin pätkäyttö käynnittieto
12	DI 151.3	Käynnittieto	K1	Jäähdytyspiraaalin apukäyttö käynnittieto
13	DI 151.4	Käynnittieto	K1	Aivastuspiraaalin käynnittieto
14	DI 151.5	Käynnittieto	K1	Jäähdytyspiraaalin puhaltimen käynnittieto
15	DI 151.6	Metallinilmaisimen käynnittieto	K1	Metallinilmaisimen käynnittieto
16	DI 151.7	Metallinilmaisin hylkiötieto	B1	Metallinilmaisimen hylkiötieto
		<b>Etukoje ja vikatiemat DI 152.0 - 152.7</b>		
17	DI 152.0	Etukoje	F1	Kuljetin uunilta etukoje
18	DI 152.1	Etukoje	F1	Hihnakuljetin etukoje
19	DI 152.2	Etukoje	F1	Jäähdytyspiraaalin pätkäyttö etukoje
20	DI 152.3	Etukoje	F1	Jäähdytyspiraaalin apukäyttö etukoje
21	DI 152.4	Etukoje	F1	Aivastuspiraaalin etukoje
22	DI 152.5	Etukoje	F1	Jäähdytyspiraaalin puhaltimen etukoje
23	DI 152.6	Metallinilmaisimen vikatiemat	H1	Metallinilmaisimen vikatiemat
24	DI 152.7	-	-	-

25	DI 153.0	Tukosvahti	S1	Uunin ulostulon tukosvahti, valosilmä
26	DI 153.1	Köysiraja	OS_1.1	Jäähdytyspiraaalin köysiraja
27	DI 153.2	Köysiraja	OS_1.2	Jäähdytyspiraaalin köysiraja
28	DI 153.3	Porttiraja	S1	Jäähdytyspiraaalin porttiraja
29	DI 153.4	Verkkonousut	S1	Jäähdytyspiraaalin verkkonousut
30	DI 153.5	Verkon vastapainon yläraja	S1	Jäähdytyspiraaalin verkon vastapainon yläraja
31	DI 153.6	Verkon vastapainon alaraja	S1	Jäähdytyspiraaalin verkon vastapainon alaraja
32	DI 153.7	Induktioanturi	S1	Alastulospiraaalin ketjun kireys induktioanturi
33	DI 154.0	Induktioanturi	S1	Alastulospiraaalin ketjun kireys induktioanturi
34	DI 154.1	Hätä-seis	S1	Metallinilmasimen hätä-seis
35	DI 154.2	Hätä-seis	S1	Ohjauskeskus hätä-seis
36	DI 154.3	Hätä-seis	S1	Kuljettimet hätä-seis
37	DI 154.4	NoOhjausjännite Ok	F1	Relelieto Ohjausjännite OK
38	DI 154.5	NoHätäSeis OK	Z1	Relelieto HätäSeis OK
39	DI 154.6	Tamu häiriö	C1-K1	Taajuusmuuttajan käyntitieto
40	DI 154.7	Tamu käyntitieto	C1-H1	Taajuusmuuttajan häiriötieto
41	DI 155.0	Ketjünkireys raja	S1	(Ketjünkireys raja)
42	DI 155.1	02LL01-OK3-Hätä-seis	K1	02LL01_OK3_Hätä-seis kontaktori
43 - 48	DI 155.2 - 155.7	...	...	DI 155.2 - 155.7 Varalla
49 - 64	DI 156.0 - 157.7	...	...	Kortti #4 täysin vapaa, DI 158.0 - 159.7 Varalla
		<b>DO laitteet 160.0 - 161.1</b>		
65	DO 158.0	Käyntiin/Seis	-	Start kuljetin uunilta
66	DO 158.1	Käyntiin/Seis	-	Start hihnakuljetin
67	DO 158.2	Käyntiin/Seis	-	Start jäähdytyspiraaali pääkäyttö
68	DO 158.3	Käyntiin/Seis	-	Start jäähdytyspiraaali apukäyttö
69	DO 158.4	Käyntiin/Seis	-	Start alastulospiraali
70	DO 158.5	Käyntiin/Seis	-	Start jäähdytyspiraaalin pääkäytön jäähdytyspuhallin
71	DO 158.6	Merkkivalo	-	Alueen merkkivalo
72	DO 158.7	Hälytystorvi	-	Alueen hälytystorvi
73	DO 159.0	Lamellikuljetin	-	Metallinilmasimen lamellikuljetin
74	DO 159.1	HMI L2 loppupää	-	Loppupään käyttöliittymä paneeli
75 - 80	DO 159.2 - 159.7	...	...	161.2 - 161.7 Varalla
81 - 96	DO 160.0 - 161.7	...	...	Kortti #6 täysin vapaa, DO 162.0 - 163.7 Varalla
		<b>Vaaka</b>		
97	Siwax WP321	Verkonkireys mittaus	-	Jäähdytyspiraaalin verkonkireys mittaus/vaaka