

**KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU  
TEKNIikka**

Kokkonen Juho

**Arkittamon hylynkäsittelyn automaatiojärjestelmän  
modernisointi**

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö  
Automaatiotekniikka  
Kemi 2009

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty Polar-Automaatio Oy:lle. Opinnäytetyön kohde oli Stora Enson Veitsiluodon tehtaiden arkittamon hylynkäsittelyn ohjauslogiikan modernisointi Siemens Simatic S5:stä S7:ään. Työn ohjaajana on toiminut Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun DI Markku Inkinen.

Haluan kiittää opinnäytetyön etenemisessä opinnäytetyön valvojana Polar-Automaatiolta toiminutta Pertti Kassista ja koko toimiston henkilökuntaa neuvoista ja vinkeistä. Kiitokset kuuluvat myös Stora Enson Kauko Pesoselle käyttöönoton ja suunnittelun aikana saamistani neuvoista.

## TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Juho Kokkonen
Opinnäytetyön nimi	Arkittamon hylynkäsittelyn automaatiojärjestelmän modernisointi
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	19.2.2009
sivumäärä	35 + 8 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	DI Markku Inkinen
Yritys	Polar-Automaatio Oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Ins. Pertti Kassinen

Työn aiheena oli arkittamon hylynkäsittelyn ohjauslogiikan modernisointi Siemens Simatic S5:stä S7:ään. Lähitulevaisuudessa Siemens lopettaa tuotetuen S5:lle, joten vanhojen S5-sarjan logiikoiden vaihtaminen on ajankohtaista järjestelmien toimivuuden kannalta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä purku- ja asennussuunnittelu sekä päivittää samalla vanhat kuvat sähköiseen muotoon AutoCAD:lla ja vastaamaan kytkentöjä. Lisäksi työ sisälsi logiikan ohjelmoinnin S5-käännöksestä S7-muotoon ja tämän tarvitsemat ohjelmamuutokset.

Asennukselle ja käyttöönotolle annettiin aikaa yhden työpäivän seisokki eli kahdeksan tuntia. Ohjelman ja kytkentöjen tuli olla oikein. Suuremmille ongelmille käyttöönottovaiheessa ei ollut varaa, joten ohjelmaa testattiin moneen kertaan simuloimalla ohjelmalla ja logiikan lähdöistä sekä tuloista suoraan. Lisäksi korttien johdot katkaistiin oikeaan pituuteen ja merkittiin valmiiksi aikaa ja virheitä säästämään. Ilman näitä valmisteluja ei käyttöönotto olisi tapahtunut annetussa ajassa.

Käyttöönotto tapahtui 17.10.2007.

Asiasanat: ohjelmoitava logiikka, modernisointi, automaatio, käyttöönotto.

## ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Electrical Engineering
Name	Juho Kokkonen
Title	Modernization of Slusher Automation
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	19 February 2009
Pages	35 + 8 appendices
Instructor	Markku Inkinen, MSc, Tech
Company	Polar-Automaatio Oy
Supervisor from Company	Pertti Kassinen, BEng, Polar-Automaatio Oy

This work was made for Polar-Automaatio and the purchaser of this project was Fortek. The agenda of the study was to modernize slusher automation from Siemens Simatic S5 series to S7 series.

Siemens are intending to end the product support for their S5-logic in a few years. Thus it was time to upgrade these old programmable controllers to newer models and the easiest way to do that from the present S5 was the newer version called S7 which is from the same Simatic product family.

The work included the checking, designing and redrawing of all the wiring and circuit diagrams to electrical format with AutoCAD. The reprogramming of the programmable controller from the S5 translation, installing and rewiring these new cards and CPU was also included in the work.

The time that was given for the installation and introduction was only 8 hours. This time limit brought along a lot of testing and rechecking in order that everything would work as planned when the introduction would take place. Without all this testing and preparation this work would not have been completed in the given time.

The introduction took place on the 17<sup>th</sup> of October in 2007.

Keywords: Modernization, automation, installation, introduction, programmable controller.

## SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT .....	I
TIIVISTELMÄ .....	II
ABSTRACT .....	III
SISÄLLYSLUETTELO .....	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	VI
1. JOHDANTO .....	1
2. ARKITTAMON HYLYNKÄSITTELY .....	2
2.1. Hylynkäsittelyn yleiskuvaus .....	2
2.2. Pulppereiden laitteet .....	2
2.3. Hylynkäsittelyn toimintakuvaus .....	3
2.3.1. Yleiskuvaus .....	3
2.3.2. Ajolupa arkkileikkureille .....	4
2.3.3. Pulpperit .....	4
2.3.4. Puristimet .....	5
2.3.5. Pumppaus .....	5
3. SUUNNITTELU .....	6
3.1. Purkusuunnittelu .....	6
3.2. Kytkentätaulukot ja relekaavio .....	7
3.3. Kaapin layout .....	7
4. OHJELMOITAVA LOGIIKKA .....	8
4.1. Yleistä .....	8
4.2. Logiikan rakenne .....	9
4.3. Keskusyksikkö .....	10
4.4. Moduulit .....	13
4.4.1. Digitaalitulot .....	13
4.4.2. Digitaalilähdöt .....	15
4.4.3. Analogiatulot .....	17
4.4.4. Analogialähdöt .....	19
4.4.5. DP/DP Coupler .....	21
5. OHJELMOINTI .....	23
5.1. Ohjelmointilaitteet .....	23
5.2. Logiikan ohjelmointi .....	23
5.3. Ohjelmointikielet .....	24
5.3.1. Logiikkakaavio-ohjelmointi (Function Block Diagram, FBD) .....	24
5.3.2. Relekaavio-ohjelmointi (Ladder Diagram, LD) .....	25
5.3.3. Käskylista (Instruction List, IL) .....	25
5.3.4. Sekvenssiohjausohjelmointi (Sequential Function Chart, SFC) .....	26
5.3.5. Strukturoitu teksti (Structured Text, ST) .....	27
5.4. Siemensin ohjelmointi .....	27
5.4.1. Simatic Manager Step 7 .....	27
5.4.2. Hardwarekonfiguraatio .....	27
5.4.3. Ohjelmamuutokset .....	28
5.5. Ohjelman testaus .....	30
6. JÄRJESTELMÄN VAIHDON TOTEUTUS .....	31
6.1. Valmistelu .....	31

6.2.	Purku .....	31
6.3.	Asennukset ja käyttöönotto .....	31
7.	YHTEENVETO .....	33
8.	LÄHDELUETTELO .....	34
9.	LIITELUETTELO .....	35

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Lyhenne	Selite
A	Ampeeri
A/D	Analogia/digitaali-muunnin
AI	Analogiatulo
AL	Arkkileikkuri
AO	Analogialähtö
Byte	Tavu
CPU	Automaattilaitteen keskusyksikkö
D/A	Digitaaliansalogia-muunnin
DB	Data Block, tiedostoyksikkö
DI	Digitaalitulo
DO	Digitaalilähtö
FC	Function
FB	Functio Block, toimintayksikkö
FBD	Function Block Diagram
HW	Hardware
I/O	Input/Output
LD	Ladder Diagram
mA	Milliampeeri
OB	Organization Block, organisaatioyksikkö
PLC	Ohjelmoitava logiikka
SCL	Structured Control Language
SFC	Sequential Function Chart
ST	Structured Text
STL	Statement List
V	Voltti
VP	Vaihtopelti

## 1. JOHDANTO

Opinnäytetyön kohteena oli Stora Enson Veitsiluodon tehtaan arkittamon pulppereiden automaatiojärjestelmän modernisointi.

Vanhan Siemensin S5 -logiikan tuotetuki on loppumassa, minkä takia se vaihdetaan Siemensin S7-300 -sarjan logiikkaan. Samalla luodaan väyläyhteys tulevaan pölynpoistoon sekä reunanauhapuhaltimeen konteille. S5-logiikalla on tehty ohjaukset ja lukitukset pulppereilla. Yksikkösäätimet hoitavat säädöt. Säätimetkin siirretään uuteen logiikkaan seuraavassa vaiheessa. Tässä ensimmäisessä vaiheessa tärkeintä oli saada vanhat ohjaukset ja lukitukset toimimaan uudella logiikalla. Logiikan vaihdossa haasteellisinta oli saada muutokset tehtyä kaappiin annetussa ajassa, kahdeksassa tunnissa, ja saada kaikki piirit toimimaan tässä ajassa.



## 2. ARKITTAMON HYLYNKÄSITTELY

### 2.1. Hylynkäsittelyn yleiskuvaus

Arkittamon pulppereilla käsitellään hylkyyn mennyt paperi arkkileikkureilta, joita on neljä ja viides on rakenteilla. Pulppereita on kaksi, joille arkkileikkureiden reunanauhapuhaltimet syöttävät silputtua paperia ja sekoittavat sen veteen. Arkkileikkureilta voidaan valita, kumpaan pulpperiin reunanauha menee. Pulpperilla 1 on rullanpohjanpurkain, missä leikkurilta jäänyt rullan loppu puretaan pulpperiin. Pulpperilla 2 on myös tällainen vanhempi purkulaitteisto, mutta se poistetaan myöhemmin rakennettavan hylkykuljettimen tieltä. Lisäksi pulppereihin tuodaan trukeilla kipattavissa konteissa hylkyyn menneet arkit sekä muu kierrätettävä paperi.

Pulpperissa on pohjalla sekoitin, joka repii ja sekoittaa paperin veteen. Sakeudensäätöpumppu ja -venttiilit pyrkivät pitämään seoksen sakeuden sopivana. Asetellussa sakeudessa sekä pinnan ylittäessä tietyn rajan aletaan seosta pumpata paperitehtaan hylkysäiliöihin, josta se otetaan jälleen uuden paperin raaka-aineeksi.

Jos reunanauhaa ei voida ajaa pulpperiin, se ohjataan puristimille. Peltejä voidaan ohjata manuaalisesti. Pääasiassa ne kuitenkin toimivat automaattisesti ja kääntyvät pienen viiveen jälkeen puristimille, jos pulpperissa jokin lukitus estää reunanauhan ajon sinne. Uusi reunanauhapuhallin, vaihtopeltien jälkeen, puhaltaa reunanauhan puristimien vaihtopellille. Puristimia on kaksi, joissa hydraulinen puristin työntää paperisilpun konttiin. Tätä pyritään käyttämään mahdollisimman vähän, koska silloin ei saada paperia tehtaalle kierrätykseen, vaan se menee huolintayhtiön kierrätykseen.

### 2.2. Pulppereiden laitteet

Arkkileikkureilta tulevat logiikalle reunanauhapuhaltimen käyntitieto (AL3 8051.03, AL4 8051.04, AL4 nallipuhallin 8051.06, AL5 8051.05 ja AL6 8051.07 sekä tuleva AL7) ja putkivaihtimen rajatiedot (AL3 8051.33, AL4 8051.34, AL5 8051.35 ja AL6 8051.36 sekä tuleva AL7), joilla ohjataan reunanauha haluttuun pulpperiin. Arkkileikkuri 4:n nallipuhaltimella ei ole putkivaihdinta, vaan sen hylky menee vain pulpperiin 1. Reunanauhapuhaltimien käyntitiedot lähetetään DeltaNeun (ranskalainen teollisuuden ilmanlaadun parantamiseen keskittynyt yritys) toimittamaan erilliseen pölynpoistoon, jossa näillä käyntitiedoilla ohjataan ilmaventtiileitä paineen säätöön. Hylynkäsittelyn logiikalta annetaan käyntilupa reunanauhapuhaltimelle, jota ilman arkkileikkuri ei käynnisty. Liitteessä 8 on hylynkäsittelyn PI-kaavio.

Reunanauhanjärjestelmässä on putkivaihtimien jälkeen vaihtopelti (pulpperi 1:llä 8052.42 ja pulpperi 2:lla 8052.41), joka ohjaa reunanauhan joko pulpperiin tai puristimille. Pellin ollessa käännettynä pulpperille suppiloa tarkkaillaan valosilmällä (2807.E046S27 ja .E046S28), ettei se mene tukkoon. Peltien ollessa käännettynä puristimille ei suppilossa ole

valosilmää tarkkailemassa tukkeutumista, mutta sellainen todennäköisesti lisätään näihinkin suppiloihin. Toinen vaihtoehto on siirtää leikkurit pysäyttävä suppiloon tukkeutumisvahti vaihtopeltien yläpuolelle estämään tukoksen eteneminen leikkureiden putkiin.

Pulpperit 1 (8052.08) ja 2 (8052.07) ovat toiminnaltaan ja laitteiltaan identtisiä. Ainoat erot ovat paperihylyn syöttötavoissa. Pulpperilla 1 on rullanpohjanpurkain ja siihen on helpompi tuoda paperirullilta kuorittua paperia isomman syöttöaukon johdosta. Molempiin pulppereihin voidaan tyhjentää kontteja, mutta pulpperille 2 tulee hylkykuljetin, johon tullaan tyhjentämään pelkästään arkkihylkyä sisältävät kontit.

Pulppereissa ovat sekoittimet (8052.12 ja 8052.11), jotka repivät ja sekoittavat hylyn veteen. Sekoittimen käydessä tulee myös sakeudensäätöpumpun käydä (8052.05 ja 8052.04). Lisävesiventtiileillä (HSJ-0.856 ja HSJ-847) lisätään tarvittaessa 30 sekunnin ajan vettä pulpperiin yläkautta ja sakeudensäätöventtiileillä (QV-853.1/2 ja QV-843.1/2) vettä lisätään sakeussäätimen ohjaamana alakautta. Sakeutta mitataan sakeudensäätöpumpun kierrättämästä massasta (QRCS-0.853 ja QRSC-0.843). Pinnankorkeutta mitataan paine-erolähettimeillä (LIC-0.8109 ja LIC-0.8110). Lisäksi pulppereiden yläpinnoille ovat anturit tulvimisen estämiseksi. Tyhjennysventtiileillä (XV-0.8109 ja XV-0.8110) ohjataan pulppereiden yhteistä tyhjennyspumppua (8052.17) ja aluksi purettavaksi suunniteltua säätöventtiiliä LV-0.851. Tämä venttiili sijaitsee pumpun lähtöpuolella ja sitä ohjataan rampilla auki pumppausta aloitettaessa paineiskujen rajoittamiseksi.

Pulpperin ollessa tilassa, jossa se ei pysty ottamaan vastaan reunanauhaa, pulpperin yläpuoleinen vaihtopelti (VP7/VP6) kääntyy puristimille. Entinen kuljetin korvattiin puhaltimella (CTX63), joka siirtää reunanauhan puristimille. Puristimien päällä on vaihtopelti (8053.22), joka toimii automaattisesti, jos toiseen puristimeen ei voida ajaa.

Laitteita ohjataan uudella Siemensin S7-300 -sarjan logiikalla, CPU on 315-2DP. Digitaalisia 32-kanavan tulokortteja tulee kaksi kappaletta, samoin 32-kanavan lähtökortteja. Analogisia 8-kanavan tulo- ja lähtökortteja tulee kaksi kumpiakin.

## **2.3. Hyllynkäsittelyn toimintakuvaus**

### **2.3.1. Yleiskuvaus**

Arkkileikkureilta tulee hylkyyn paperia reunanauhaleikkureilta ja linjoilta ajetaan arkeiksi leikattua hylkypaperia kipattaviin kontteihin, jotka tyhjenetään trukilla suoraan pulppereihin. Ennen arkkileikkurille tuontia rullista kuoritaan päältä paperia, joka tuodaan myös suoraan pulpperiin. Lisäksi leikkurilla ajetun rullan loppu puretaan rullanpohjanpurkaimella pulpperiin. Tilanteessa, jossa reunanauhaa ei voida ajaa pulpperiin, ovat varalla puristimet.

Arkittamolla on kaksi jatkuvaa panostoimista pulpperia, jotka hoitavat hienopaperihylyn hajotuksen ja lopulta pumppauksen paperikoneille 2 ja 3. Pulpperit hajottavat ja sekoittavat

hylyn joko nollaveteen tai sen loppuessa kemiallisesti puhdistettuun veteen. Kun oikea sakeus ja pinta on saavutettu, aukeaa tyhjennysventtiili ja käynnistää pumppauksen paperitehtaalle. Pulppereiden varalla ovat puristimet arkkileikkurien käynnin varmistamiseksi.

### **2.3.2. Ajolupa arkkileikkureille**

Arkkileikkureiden putkivaihtimista tulevat rajatiedot, kumpaan pulpperiin ne ovat käännettyinä. Automaattisesti toimiva vaihtopelti pulpperin päällä on käännettynä pulpperille, jos pinta on yli 20 % ja ei ole ollut minuuttia yli 80 %. Pinnan raja-arvojen lisäksi sekoittimen tulee käydä, eikä suppilon tukkeutumisvahti ole ollut vaikuttaneena 15 sekuntia. Jonkin edellä mainituista ehdoista kumoutuessa vaihtopelti kääntyy puristimille, kun puhallin on ollut päällä 10 sekuntia, jos toinen puristimista on käyntivalmis. Tilanteessa, jossa puristimetkaan eivät pysty ottamaan reunanauhaa vastaan, sammutetaan arkkileikkurit.

Puristimia on kaksi. Ne puristavat reunanauhan hydraulisilla puristimilla konttiin. Puristus käynnistyy, kun käynnistysvalokennon edessä on ollut reunanauhaa kymmenen sekuntia. Molemmilla puristimilla ovat suppiloissa myös ylärajavalokennot, joiden ollessa vaikuttaneena kymmenen sekuntia vaihtopelti kääntyy toiselle puristimelle. Puristuksen momentin noustessa riittävän suureksi tulee logiikalle tieto kontin täyttymisestä ja pelti käännetään toiselle puristimelle. Samoin pelti käännetään, jos öljysäiliön pinta laskee alle pintarajakytkimen tai kontti ei ole paikoillaan.

### **2.3.3. Pulpperit**

Molemmilla pulppereilla ovat samat rajat ja asetukset. Sekoitin käynnistyy automaattilla, kun pinta on yli 20 %, kytkin on auto-asennossa ja hätäseis tulee logiikkaan ykkösenä. Pohjassa olevan sekoittimen terät repivät ja sekoittavat hylkypaperin veteen ja muodostavat pulpperiin pyörteen, joka imee paperia pohjalle ja sekoittimen teriin.

Sakeudensäätöpumppu käynnistyy auto-asennossa orjakäyttönä sekoittimen käynnistyessä. Pumpun käydessä se imee pulpperin pohjasta massaa putkeen, missä on veitsianturi sakeuden mittaukseen. Sakeudenmittaukseen pumpattu massa palautuu pulpperiin sen yläosasta. Pulpperista mitataan sakeutta alueella 3-6 %, tavoitesakeutena on 4,8 % ja ylärajana 5,8 %. Pumppauksen käynnistykseen sakeuden alaraja on 3,5 %. Sakeutta säädetään kahdella venttiilillä, joista lisätään vettä pulpperin pohjaan. Sakeussäätiminä ovat yksikkösäätimet, jotka tullaan myöhemmässä vaiheessa purkamaan ja säädöt tulee hoitamaan logiikka.

Pintaa mitataan paine-erolähettimeillä ja varmistavana ylärajana on anturi estämässä pulpperin pinnan nousun yli 90 %:n. Pinnan mittauksessa on useampia rajoja, 20 % antaa luvan sekoittimelle pyöriä automaattilla ja sallii reunanauhan ajon pulpperiin. Pinnan ollessa yli 61 % ja sakeuden ollessa yli pumppauksen alarajan käynnistyy pumppaus. Pumppaus tyhjentää pulpperia, kunnes pinta on 40 %. Pinnan ylärajana on lisävedelle ja sakeudensäädölle 90 %, mutta pinnan oltua kaksi minuuttia yli 80 % käännetään reunanauhat puristimille.

### 2.3.4. Puristimet

Puristimien ohjaus tapahtui aikaisemmin täysin kovalla puolella, eikä niihin ollut mitään yhteyttä pulppereiden logiikalta. Uuteen logiikkaan puristimilta tuotiin valokennojen tiedot, konttien, öljysäiliöiden ja vaihtopellin rajat. Logiikalta lähti pellin magneettiventtiilien ja hydraulimoottorin ohjaus sekä puristimien käynnistys.

Konttien paikallaan olosta tulee rajatieto sekä puristimesta tieto, kun kontti on täynnä. Ennen kontin tyhjennystä kytkin käännetään kontin tyhjennysasentoon, logiikkaan tämä tulee kontti täynnä tietona ja pelti kääntyy toiselle puristimelle. Automaattinen kääntö tapahtuu kontin ollessa täynnä tai se ei ole paikallaan ja jos suppilon yläraja on ollut vaikuttaneena yli 10 sekuntia tai hydrauliohjauksen pinta on alle rajakytkimen.

Ajattaessa reunanauhaa pulpperiin ja siihen tulee jokin häiriö, tulee reunanauhapuhaltimen CTX63 käynnistyä. Tämän oltua kymmenen sekuntia käynnissä voi pulpperin vaihtopelti kääntyä puristimille ja näin ohjata arkkileikkureiden reunanauhan sinne, jos toinen puristimista on valmis ottamaan hylkyä vastaan.

### 2.3.5. Pumppaus

Pulppereilla on yhteinen tyhjennyspumppu, joka käynnistyy, kun pumppauksen säätöventtiili on avautunut 30 %. Tätä venttiiliä ohjataan rampilla auki ja kiinni, pulppereiden tyhjennys venttiileiden ohjauksen mukaan. Pumppauksen aloituksen pinnan rajana on 61 % ja sakeuden on oltava yli 3,5 %. Sakeuden tippuessa alle 3,5 %:n rajan pumppaus pysähtyy.

Ohjelmassa on estetty automaattilla pulppereiden yhtäaikainen tyhjennys. Toisen venttiilin ollessa auki ei toinen voi aueta. Kuitenkin, jos pulpperista on pumppaus käynnissä ja toisen pulpperin pinta jostain syystä nousee yli 80 % kahdeksi minuutiksi, pumpataan se sakeudesta riippumatta 60 %:iin.

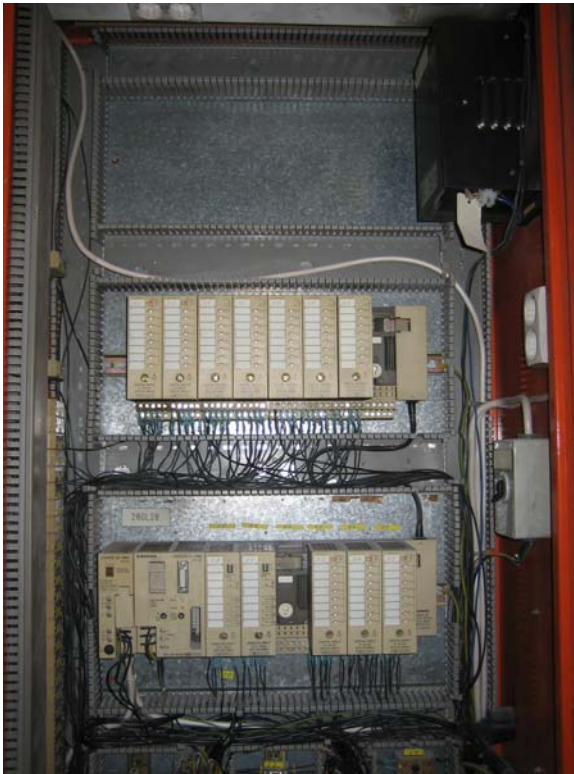
Hylkyä pumpataan paperitehtaalle, paperikoneille 2 ja 3. Hylkytorneista tulee arkittamolle pinnanmittaus ja molempien tornien venttiileiden tilatiedot. Pumppaus ei käynnisty, jos toinen paperitehtaan hylkytornien venttiileistä ei ole auki. Näitä hylkytornien venttiileitä ohjataan paperitehtaan puolelta.

## 3. SUUNNITTELU

### 3.1. Purkusuunnittelu

Ensimmäisessä vaiheessa vaihdettiin Siemens Simatic -logiikka S5-100U (Kuvat 1 ja 2), S7-300 -logiikkaan. Tässä vaiheessa ei vielä purettu tai muutettu piirejä mitenkään muuten kuin logiikalle menevät kytkennät. Piirien kytkennät tuli kuitenkin tarkistaa ja selvittää, pystyykö uudella logiikalla kaikki toteuttamaan samalla tavalla. Purkusuunnittelussa tärkeintä oli selvittää nykyiset kytkennät ja päivittää ne kytkentätaulukoihin, jotka eivät täysin olleet ajan tasalla. (Kuva 2.)

Uusi logiikka jännitelähteineen vie vähemmän tilaa kuin vanhat, joten logiikan jännitelähteen ja redundanttisen jännitelähdeparin pystyi sijoittamaan asennuslevyyn. Kuitenkin tuli ottaa huomioon mahdolliset laajennukset. Kuvassa 1 näkyy oikealla sivuseinällä 24 VDC:n jännitelähde, pääkytkin ja asennuslevyissä S5-100U -logiikka, jotka uusitaan. Kuvassa 2 vasemmalla sivuseinällä ovat releet, asennuslevyn alaosassa riviliitinryhmät ja oikeassa sivuseinässä riviliitinryhmä L5.



**Kuva 1. S5-100U -logiikka**



**Kuva 2. Riviliitinryhmät**

### 3.2. Kytkentätaulukot ja relekaavio

Alkuperäiset kytkentätaulukot eivät olleet ajan tasalla, joten ne piti tarkistaa paikanpäällä kaapista johtoja seuraamalla. Tässä vaiheessa merkattiin vanhoihin taulukkoihin (Liite 1) oikeat kytkennät ja tehtiin taulukoista Excel-versiot olemassa olevien kytkentöjen mukaan (Liite 2). Näihin taulukoihin oli sitten helppo lähteä tekemään suunnittelua uuden logiikan kytkennästä. Excel-taulukot eivät kuitenkaan kelvanneet, vaan ne piti tehdä AutoCADilla. Taulukoiden tekeminen AutoCadilla ei ole kovin luontevaa, mutta tällaisessa muodossa ne tuli tehdä (Liite 3).

Jokaisesta riviliitinrimasta on oma kytkentätaulukko, joista selviää, mistä ja mihin kaapelit ja johdot ovat kytketty. Myös jännitteenjakeluista on omat taulukkonsa. Riviliitinryhmiin L1, L2 ja L5 on kytketty kentälle lähtevät runkokaapelit, joiden kautta kenttälaitteet ovat yhteydessä ohjauslogiikkaan.

Relekaavioissa esitetään releiden kytkennät (Liite 4). Simaticin ohjaus tuodaan + liittimelle ja nolla ketjutetaan kaikille releille. Koskettimien liittimiltä johdotukset on viety riviliittimille ja sieltä kaapeloitu kentälle. 230 VAC:n ohjaukset ovat samalla tavalla. Koskettimien kautta kulkee vain 230 voltin ohjausjännite. Vanhoissa releissä ei ollut kuin sulkeutuva kosketin. Myös relekaavioiden kytkennät eivät olleet aivan oikein, joten tarkistin myös ne ja päivitin uusiksi kuviksi.

### 3.3. Kaapin layout

8SR07A01-kaapin layout ei ollut mittakaavassa, joten kaappiin asennettujen laitteiden ja kourujen tarkat paikat tuli mitata (Liite 5). Tämän jälkeen kaapista pystyi tekemään mittakaavassa olevan layoutin, johon sijoitettiin tulevat laitteet ja uudet kaapelikourut (Liite 6). Myös vanhat liitinryhmät ja muut osat piirrettiin kuviin mittauksen mukaisiksi. Ilman layoutia ei logiikkaa ja jännitelähteitä olisi saanut sijoitettu järkevästi kaappiin. Kuvan avulla myös asennuskiskojen ja kaapelikourujen asennus kävi paljon helpommin, kun kuvassa oli valmiiksi mitattuna niiden paikat asennuslevyissä.

DIN-asennuskiskoa löytyi varastosta, mutta tässä kaapissa oli käytetty kouruina 60 millimetriä syvää mallia. Uusissa kaapeissa käytetään yleensä 80 millimetriä syvää kourua, joten sitä ei löytynyt, vaan sellaista piti tilata. SLO:lta tilattiin Rehaun 120, 60 ja 40 millimetriä leveät kourut. Ne tulivat kahden metrin salkoina ja nämä riittivät kaappiin. Siemensin S7-300 -logiikalle tarvittiin omantyyppinen profiilikisko. Se tilattiin logiikan muiden osien mukana.

Logiikan alapuolelle suunniteltiin 120 millimetriä leveä kouru, koska siinä tulee kulkemaan kaikki korttien johdotukset. Muihin uusiin väleihin riitti kapeammat kourut, sen mukaan kuinka paljon niissä tulee kulkemaan johtoja tai kaapeleita. Suunnittelussa tuli ottaa huomioon myös tulevat laajennukset, joita kaappiin oli tulossa. Varoja ei jäänyt kovinkaan paljoa kaapin pienuuden vuoksi.

## 4. OHJELMOITAVA LOGIIKKA

### 4.1. Yleistä

Ohjelmoitava logiikka tulee englanninkielisistä sanoista Programmable Logic Controller, jota myös useasti merkitään lyhenteellä PLC. Ohjelmoitavat logiikat ovat yleisimpiä ohjauslaitteita. Niiden toimintojen määrä ja suorituskyky on lisääntynyt prosessoreiden kehittyessä. Maailman logiikkamarkkinoita hallitsevat monikansalliset yritykset, joista merkittävimpiä ovat Siemens, Mitsubishi, Omron, Allen Bradley ja GE Fanuc. /1/

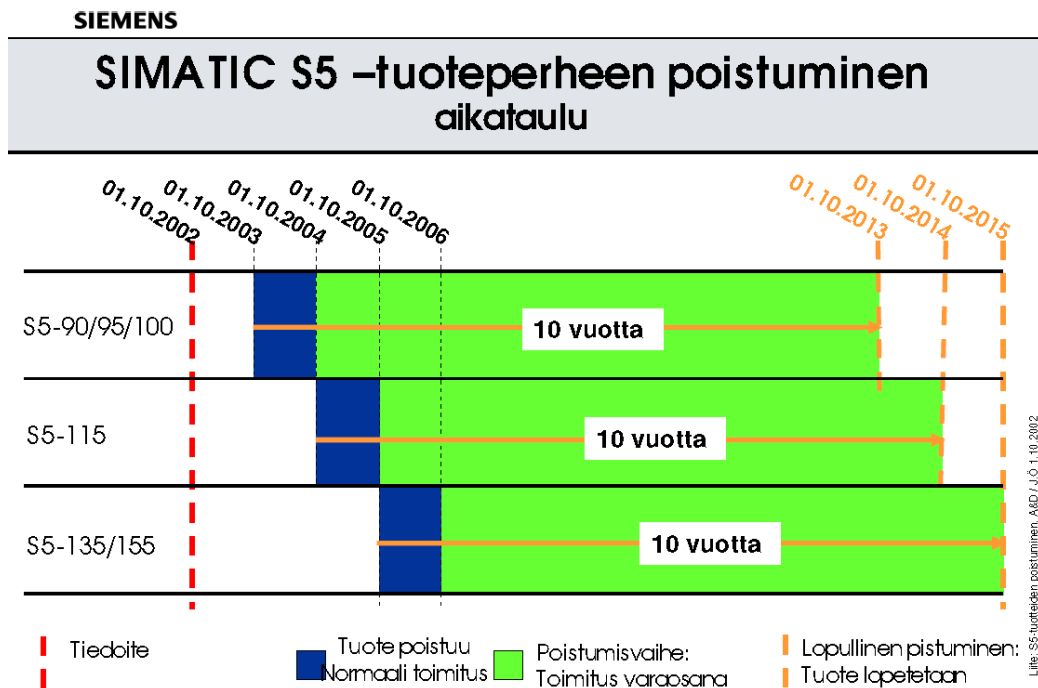
Logiikka ohjainlaitteena ottaa anturilta saamansa informaation vastaan ja reagoi saamansa tiedon perusteella ohjelman määrittelemällä tavalla. Reagointi ilmenee toimilaitteiden tarkoituksenmukaisena toimintana. Reagointitapa riippuu lähes yksinomaan ohjelmoijan tekemästä ohjelmasta ja reagointinopeus logiikan ominaisuuksista. Näin ollen logiikkaohjauksen mahdollisuudet riippuvat näistä kahdesta tekijästä. Tänä päivänä jo pienlogiikoiden ominaisuuksiin kuuluu laaja käskykanta, suuri käskyjen käsittely nopeus, askeltavan ohjauksen mahdollisuus ja koko logiikan toimintaan vaikuttavien asetusten ohjelmallinen asettaminen. /1/

Nykyiset logiikat sisältävät myös sellaisia ominaisuuksia, joihin on aiemmin totuttu vain automaatiojärjestelmien yhteydessä (laskentaa, säätöä, videovalvomototeutuksia, ja sitä kautta hälytysten käsittelyä, raportointia jne.) /1/

Logiikoiden ja ohjelmointityökalujen kehityksen myötä logiikoiden käyttökohteet ovat lisääntyneet. Ohjelmoitavaa logiikkaa käytetään toistuvien työjaksojen, kuten kokoonpanolinjojen, pakkaus- ja lajittelukoneiden, automatisointiin aina yksittäisen koneen ohjauksesta tehtaan laajuisten järjestelmien hallintaan. Pienimmissä logiikoissa saattaa olla vain 10 tuloa ja lähtöä, kun taas suurlogiikoissa saattaa I/O-määrä nousta useisiin kymmeneen tuhansiin. Alun perin logiikka kehitettiin releohjauksen korvaajaksi, koska releohjaus ei ollut joustava tuotemuutosten yhteydessä. /1/

Logiikan valintaan vaikuttavat ohjattavan prosessin tarvittava I/O-määrä, toteutettavien toimintojen monimutkaisuus, liitettävien yksiköiden määrä ja tyyppi, logiikan nopeusvaatimus ja hinta. Logiikkaa valittaessa on ensimmäiseksi selvitettävä ohjattavasta laitteesta, paljonko automatisointiin tarvitaan binäärisiä ja analogisia tuloja ja lähtöjä. Lisäksi on selvitettävä minkälaisia ja kuinka monimutkaisia sovellukseen tulevat ohjaukset ja säädöt ovat sekä löytyvätkö logiikasta tarvittavat käskyt ja toiminnot näiden toteuttamiseen. /1/

Pulpperoinnin ohjausta hoitanut Siemens Simatic S5-100U -sarjan logiikan tuki loppuu oheisen kuvan mukaan (Kuva 3). Varaosien saatavuus ja järkevä hinta sekä laitteiden toimivuus taataan korvaamalla logiikka Siemensin uudemmalla mallilla, S7-300 -sarjan logiikalla.



SIMATIC S5 poistuminen

**Kuva 3. Simatic S5:n poistumisaikataulu /7/**

## 4.2. Logiikan rakenne

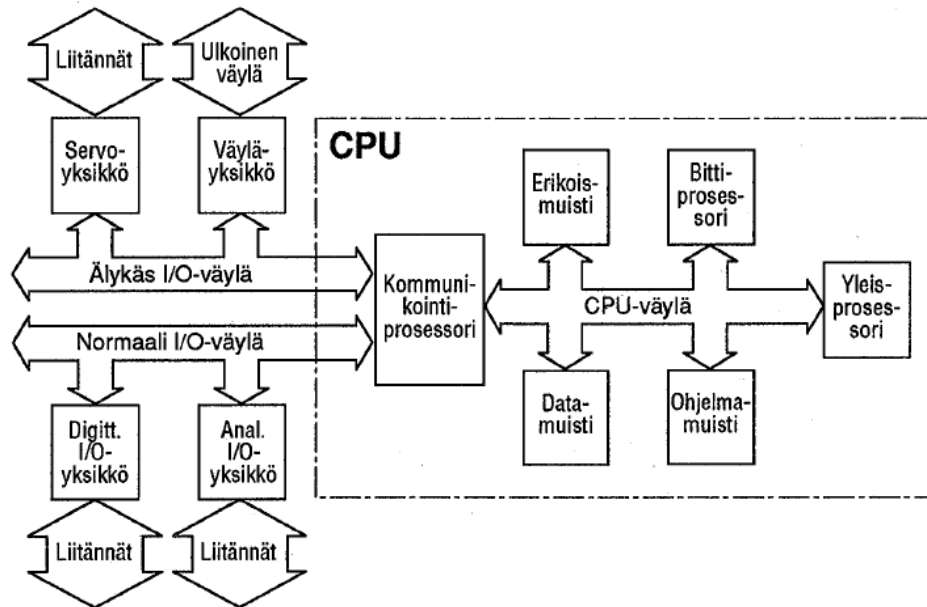
Logiikat jaetaan perinteisesti pieniin kompakteihin ja modulaarisiin logiikoihin. Pienet kompaktit logiikat ovat edullisia, rajallisesti laajennettavia, noin 10...30 tuloa/lähtöä (Input/Output) käsittäviä laitteita. Ne on tarkoitettu yhden pienen koneen ohjaukseen. Peruslaite voi sisältää I/O:n lisäksi laskurituloja, analogiatuloja ja EIA-232-E (RS-232C) –liitännän. /1/

On nähtävissä, että kehityksen suunta on kohti modulaarisia logiikoita, sillä pienet kompaktit logiikat ovat muuttumassa modulaarisiksi. Modulaarinen logiikka rakentuu jännitelähdeyksiköstä, prosessiyksiköstä ja sovellukseen vaadittavasta määrästä erilaisia I/O-yksiköitä. Yksiköt asennetaan korttikehikkoihin tai takalevyihin. Logiikassa voi olla useita kehikoita, joista yhteen mahtuu 3...12 yksikköä. Prosessorikehikon lisäksi tarvittavia kehikoita kutsutaan laajennuskehikoiksi. Laajennuskehikot samoin kuin yksittäiset I/O-kortitkin liittyvät prosessoriin I/O-väylän avulla. I/O-väylät ovat rinnakkaismuotoisia väyliä ja niiden leveys vaihtelee 8...32 bittiin. /1/

Toisaalta logiikat jaetaan pieniin, keskisuuriin ja suuriin logiikoihin. Jakoperusteena on tällöin logiikan prosessorin kapasiteetti käsitellä I/O:ta. Pienissä logiikoissa I/O-määrä on yleensä alle sadan, kun taas keskisuurissa logiikoissa I/O-maksimimäärä on 100...500 kappaletta. Suuret logiikat pystyvät ohjaamaan useita tuhansia, jopa kymmeniä tuhansia tuloja ja lähtöjä. /1/



Pienet logiikat on tarkoitettu yhden koneen ohjaukseen, keskiuuret solun ohjaukseen ja suuret kokonaisen tehtaan ohjaukseen. Voidaan sanoa, että mitä suurempi logiikka on kyseessä, sitä nopeampi se on ja sitä enemmän siinä on ominaisuuksia. Kuvassa 4 on esitetty ohjelmoitavan logiikan perusrakenne. /1/



**Kuva 4. Ohjelmoitavan logiikan perusrakenne /1/**

### 4.3. Keskusyksikkö

Perusrakenteeltaan logiikka on mikrotietokone. Keskusyksikkö koostuu prosessoreista, muistista ja mahdollisista kommunikointiporsteista. Prosessoreita voi logiikassa olla useampia, 1...4 kappaletta. Jokaisella prosessorilla on oma erikoistehtävänsä. Yleisprosessori huolehtii käyttöjärjestelmästä ja sanaoperaatioista, logiikkavalmistajan oma ASIC-piiri huolehtii bittioperaatioista ja kommunikointiprosessori huolehtii CPU:n ulkopuolisesta kommunikoinnista. /1/

Työssä käytettiin Siemens Simatic S7-300 -sarjan 315-2DP (Kuva 5) -keskusyksikköä. Profibus DP-väylä tuli olla CPU:ssa, koska siihen tullaan ensimmäisen vaiheen DP/DP Couplerin lisäksi lisäämään toisessa vaiheessa ohjauspaneeli, vaaka ja taajuusmuuntaja. Pienemmissä malleissa ei ole sisään rakennettua Profibus DP-liityntää (DP interface / Kuva 6), eikä niissä olisi välttämättä riittänyt työmuisti (RAM / Kuva 6), koska sitä pitää jäädä riittävästi myös vapaaksi. /4/

315-2DP -logiikka on rakenteeltaan modulaarinen. Logiikkaan voidaan asentaa vain tarvittavat kortit ja yksiköt. Nämä kytketään taustaväylän kautta keskusyksikköön (Kuva 7). Yhteen kehikkoon, CPU:n perään, voidaan asentaa kahdeksan erityyppistä korttia. IM-yksiköillä voidaan kehikoiden määrää lisätä enimmillään neljään, joihin jokaiseen voidaan asentaa kahdeksan korttia logiikan osoiteavaruuden rajoissa (Address areas / Kuva 6).



**Kuva 5. Siemens Simatic S7-300 315-2DP sekä muistikortti /6/**

Keskusyksikön tila ja varoitusvalot ylhäältä lukien (Kuva 6.)

SF: System Fault, järjestelmävika

BF: Bus Fault, väylävika

DC5V: 5 voltin jännitteensyöttö kunnossa

FRCE: Force, pakotettu ohjaus päällä

RUN: CPU:n tila päällä

STOP: CPU:n tila seis

Ledien oikealla puolella on muistikortin paikka ja näiden alapuolella valintakytkin logiikan käynnistykseen, pysäytykseen ja muistin tyhjentämiseen. Luukun alla ovat MPI- ja Profibus DP-liitin sekä 24 VDC:n liittimet.

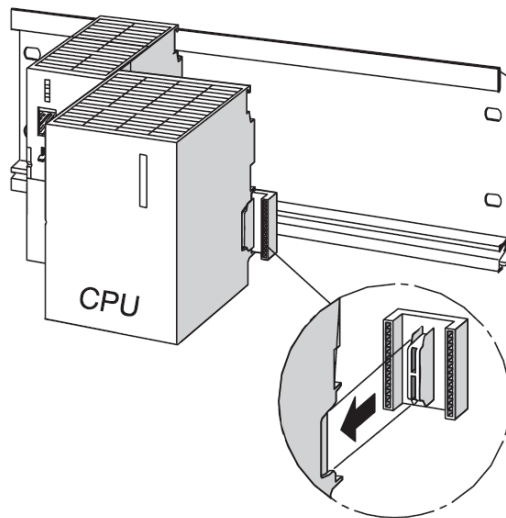
© Siemens AG 2007

## Technical specifications Standard CPUs

CPU	CPU 312	CPU 314 <sup>1)</sup>	CPU 315-2 DP <sup>1)</sup>	CPU 315-2 PN/DP <sup>1)</sup>	CPU 317-2 DP	CPU 317-2 PN/DP <sup>1)</sup>	CPU 319-3 PN/DP
Dimensions (mm)	40 x 125 x 130		40 x 125 x 130	80 x 125 x 130	80 x 125 x 130		120 x 125 x 130
Order No. group: 6ES7	312-1AE.	314-1AG.	315-2AG.	315-2EH.	317-2AJ.	317-2EK.	318-3EL.
<b>Memory</b>							
RAM	32 KB	96 KB	128 KB	256 KB	512 KB	1 MB	1.4 MB
Instructions	10 K	32 K	42 K	84 K	170 K	340 K	470 K
<b>Processing times</b>							
Bit operation	0,2 µs	0,1 µs	0,1 µs		0,05 µs		0,01 µs
Word operation	0,4 µs	0,2 µs	0,2 µs		0,2 µs		0,02 µs
Fixed-point operation	5 µs	2 µs	2 µs		0,2 µs		0,02 µs
Floating-point operation	6 µs	3 µs	3 µs		1 µs		0,04 µs
<b>Bit memories/timers/counters</b>							
Bit memory	128 bytes	256 bytes	2048 bytes		4096 bytes		8192 bytes
S7 timers/counters	128/128	256/256	256/256		512/512		2048/2048
IEC timers/counters	■	■	■		■		■
<b>Address areas</b>							
I/O (bytes)	1024/1024	1024/1024	2048/2048		8192/8192	8192/8192	8192/8192
I/O process image (bytes)	128/128	128/128	128/128		256/256	2048/2048	2048/2048
Digital channels (central)	256	1024	1024		1024	1024	1024
Analog channels (central)	64	256	256		256	256	256
<b>DP interfaces</b>							
DP master systems internal / CP 342-5	-/■		■/■		■/■	■/■	■/■
DP slaves			■		■	■	■
<b>PROFINET interface</b>							
PROFINET CBA				■		■	■
PROFINET IO				■		■	■
TCP/IP				■		■	■
UDP				■		■	■
ISO-on-TCP (RFC 1006)				n		■	■
Web Server				n		■	■

<sup>1)</sup> as SPLUS component also for extended temperature range -25... +60°C and aggressive atmosphere/condensation ([www.siemens.com/siplus](http://www.siemens.com/siplus))

### Kuva 6. Siemens Simatic S7-300 -sarjan keskusyksiköiden perustiedot /8/



**Kuva 7. Siemens S7-300 -sarjan kiinnitys kiskoon ja taustaväyläliityntä moduuleihin /3/**

## 4.4. Moduulit

### 4.4.1. Digitaalitulot

Diskreetillä tuloyksiköllä on neljä tehtävää: välittää on/ei-tietoa antureilta keskusyksikölle, toteuttaa galvaaninen erotus, sovittaa anturijännitteet logiikan jännitteeseen ja suojata logiikkaa häiriöiltä. Galvaaninen erotus voidaan toteuttaa joko optoerottimella, releellä tai muuntajalla. Tuloyksiköissä käytetään etupäässä optoerottimia. /1/

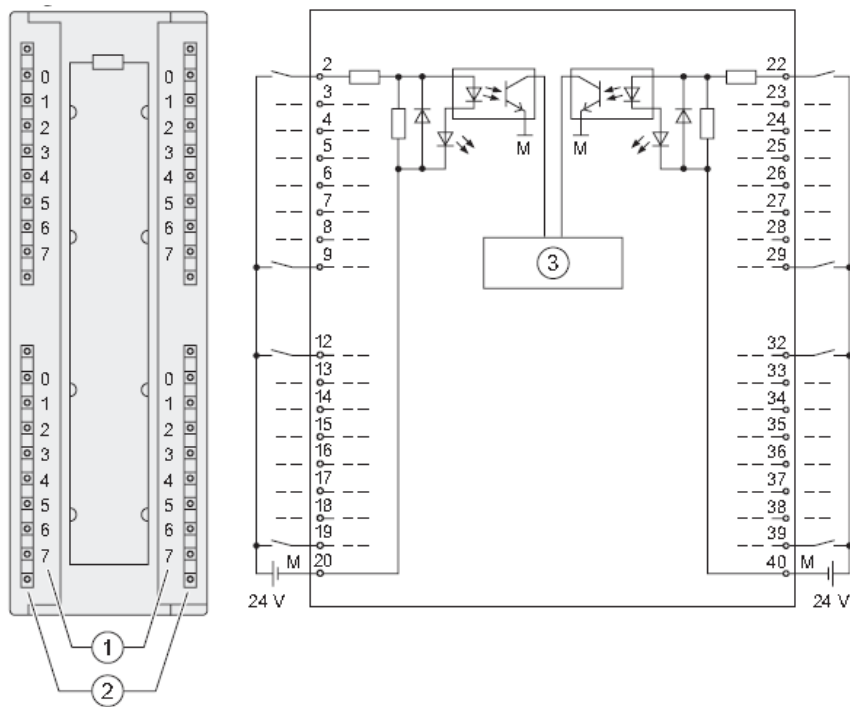
Tuloyksiköitä on saatavana kuhunkin logiikkatyyppiin useita erimalleja. Ne poikkeavat toisistaan lähinnä tulojen määrän, jännitteen keston ja tulojen ryhmittelyn osalta. Siemensin S7-300 -sarjan digitaalitulokorttien eri mallit ovat esitettynä kuvassa 8. Työssä käytettiin 32-kanavaista 24 voltin tasajännite DI-korttia, kuva kortista (Kuva 9.) ja sen kytkentä om kuvassa 10. /1/

Properties	Module					
	SM 321; DI 32 x DC 24 V  (-1BL00-)	SM 321; DI 32 x AC 120 V  (-1EL00-)	SM 321; DI 16 x DC 24 V  (-1BH02-)	SM 321; DI 16 x DC 24 V High Speed  (-1BH10-)	SM 321; DI 16 x DC 24 V with process and diagnostic interrupt  (-7BH01-)	SM 321; DI 16 x DC 24 V; source input  (-1BH50-)
Properties	Module					
	SM 321; DI 16 x UC 24/48V  (-1CH00-)	SM 321; DI 16 x 48-125 VDC  (-1CH20-)	SM 321; DI 16 x 120/230 VAC  (-1FH00-)	SM 321; DI 16 x NAMUR  (-7TH00-)*	SM 321; DI 8 x 120/230 VAC  (-1FF01-)	SM 321; DI 8 x AC 120/230 V ISOL  (-1FF10-)

**Kuva 8. Siemens S7-300 -digitaalitulot /2/**



**Kuva 9. SM321 DI 32xDC24V -kortti /6/**



- ① Channel number
- ② Status display - green
- ③ Backplane bus interface

**Kuva 10. SM321 DI 32xDC24V -kortin kytkentäkuva /7/**

#### 4.4.2. Digitaalilähdöt

Lähtöyksiköiden tehtävänä on välittää tieto toimilaitteille, toteuttaa galvaaninen erotus ja sovittaa jännitteet logiikan ja toimilaitteiden käyttöön sopivaksi. Galvaaninen erotus toteutetaan lähtöyksikössä yleisimmin optoerottimen tai releen avulla. /1/

Yleisimpiä lähtöyksikköjen kytkentäelimiä ovat transistori ja rele. Logiikoissa käytettävien pienoisreleiden kosketin kestää enintään noin 5A kuormitusvirran. Rele vanhenee aikaa myöten mekaanisen liikkeen takia ja kestää kuormituksen mukaan arvioidun määrän ohjauksia. Siksi lähtöyksiköitä on saatavana transistorilähdöillä. Transistorilähdön heikkoutena on se, ettei sillä voida ohjata kovin suuria kuormia vaativia toimilaitteita. Tällaisissa tilanteissa voidaan käyttää välirelettä ja ohjata myös 230 VAC:lla toimivia toimilaitteita. Työssä oli käytössä lähtökorttina SM322 DO 32xDC24V/0,5A - transistorikortti (Kuva 13.), 230 VAC:n ohjaukset ja osa 24 VDC:n ohjauksista toteutettiin välireleillä. Kuvassa 14 on kortin kytkentä. Suorakaiteet kortin liittimien ulkopuolelle kuvaavat toimilaitetta. /1/

Properties	Module					
	SM 322; DO 32 x DC 24 V/ 0.5 A  (-1BL00-)	SM 322; DO 32 x AC 120/230V/ 1 A  (-1FL00-)	SM 322; DO 16 x DC 24 V/ 0.5 A  (-1BH01-)	SM 322; DO 16 x DC 24 V/ 0.5 A High Speed (-1BH10-)	SM 322; DO 16 x UC 24/48 V  (-5GH00-)	SM 322; DO 16 x DC 120/230 V/ 1 A  (-1FH00-)
Properties	Module					
	SM 322; DO 16 x DC 24 V/ 0.5 A  (-8BH00-)* (-8BH01-)*	SM 322; DO 8 x DC 24 V/ 2 A  (-1BF01-)	SM 322; DO 8 x DC 24 V/0.5 A, with diagnostics interrupt (-8BF00-)	SM 322; DO 8 x DC 48- 125 V/ 1.5 A  (-1CF00-)	SM 322; DO 8 x AC 120/ 230 V/2A  (-1FF01-)	SM 322;DO 8 x AC120/ 230 V/ 2A ISOL  (-5FF00-)

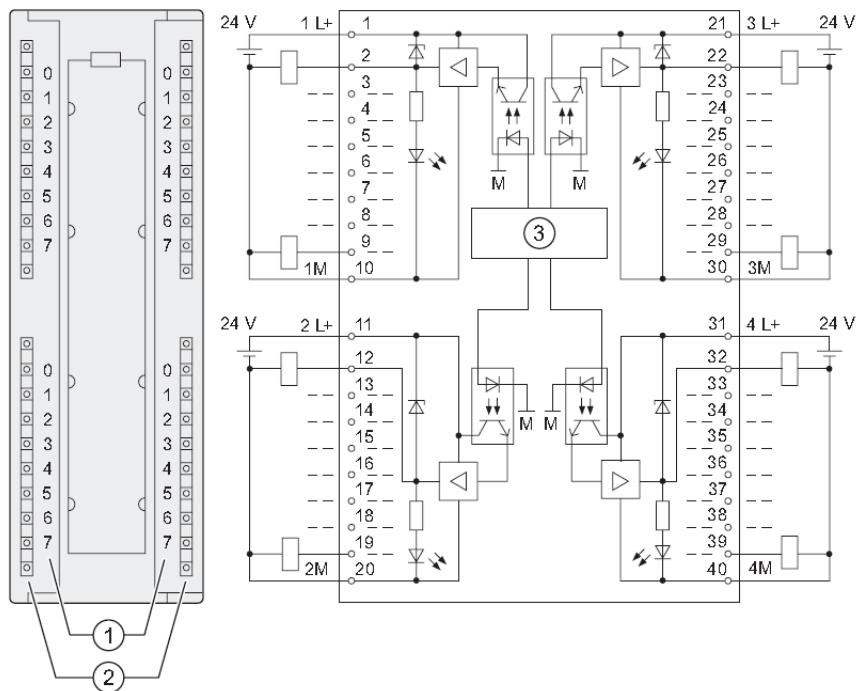
Kuva 11. Siemens S7-300 -digitaaliset transistorilähdöt /7/

Properties	Module			
		SM 322; DO 16 x Rel. AC 120 V (-1HH01-)	SM 322; DO 8 x Rel. AC 230 V (-1HF01-)	SM 322; DO 8 x Rel. AC 230 V/ 5 A (-5HF00-)
Number of outputs	16 outputs, electrically isolated in groups of 8	8 outputs, electrically isolated in groups of 2	8 outputs, electrically isolated in groups of 1	8 outputs, electrically isolated in groups of 1
Rated load voltage	24 VDC to 120 VDC, 48 VAC to 230 VAC	24 VDC to 120 VDC, 48 VAC to 230 VAC	24 VDC to 120 VDC, 24 VAC to 230 VAC	24 VDC to 120 VDC, 48 VAC to 230 VAC

Kuva 12. Siemens S7-300 -digitaaliset relelähdet /7/



Kuva 13. SM322 DO 32xDC24V/0,5A -kortti ja kytkentäkuva /6/



Kuva 14. SM322 DO 32xDC24V/0,5A-kortin kytkentäkuva /7/

### 4.4.3. Analogiatulot

Analogisen signaalin vastaanottamiseen tarvitaan analogista tuloyksikköä. Analoginen tuloyksikkö suorittaa signaalille analogi/digitaalimuunnoksen. Se muuttaa esimerkiksi 0-10 V:n signaalin 16 bitin digitaalisanaksi. On huomattava, että muunnoksessa käytettyjen bittien määrä vaikuttaa suoraan anturilla saavutettavaan erottelukykyyn. Mitä enemmän muunnoksessa käytetään bittejä, sitä parempi erottelukyky saavutetaan. /1/

Siemensiltä löytyy 12...16 -bittisiä analogia tuloyksiköitä, työssä oli käytössä 12-bittinen 8-kanavainen kortti. Lisäksi on HART-, TC- ja RTD-kortit. RTD-kortti on tarkoitettu vastuksen mittaukseen ja lämpötilan mittaukseen termoelementiltä, joissa vaihtoehtoja on 38 erilaiseen pariin. TC-kortti on tarkoitettu pelkästään lämpötilan mittaukseen termoelementeiltä. HART-kortilla voidaan muun muassa konfiguroida kenttälaitetta järjestelmän kautta.

Käytössä oli siis 12-bittinen analogiatulokortti, jonka 8 kanavaa on jaettu neljään kahden kanavan ryhmään. Näillä ryhmillä on kortin pohjassa alueen valintamoduuli, jossa on neljä asentoa: A, B, C ja D. Selitykset näiden asentojen mittaalueille ovat kuvan 18 taulukoissa. Pulppereilla ei tarvittu kuin virtamittauksia C- ja D-alueilta. Siemensillä on hieman harhaan johtava tapa ilmaista aktiivinen ja passiivinen kenttälaitte. Aktiivinen ilmoitetaan 4DMU:na ja passiivinen 2DMU:na, eli neli- ja kaksijohtimisina. 4DMU-kenttälaitteelle tulee ulkoinen syöttö ja 2DMU:ta syöttää kortti. Molemmissa tapauksissa kortti kytketään samalla lailla. Ainoastaan 4DMU:n syötön ollessa erissä potentiaalissa niiden kanavien miinus tulee kytkeä myös Mana-liittimelle (Kuva 17). Näin kortti saa oikean vertailukohdan mittaukselle.

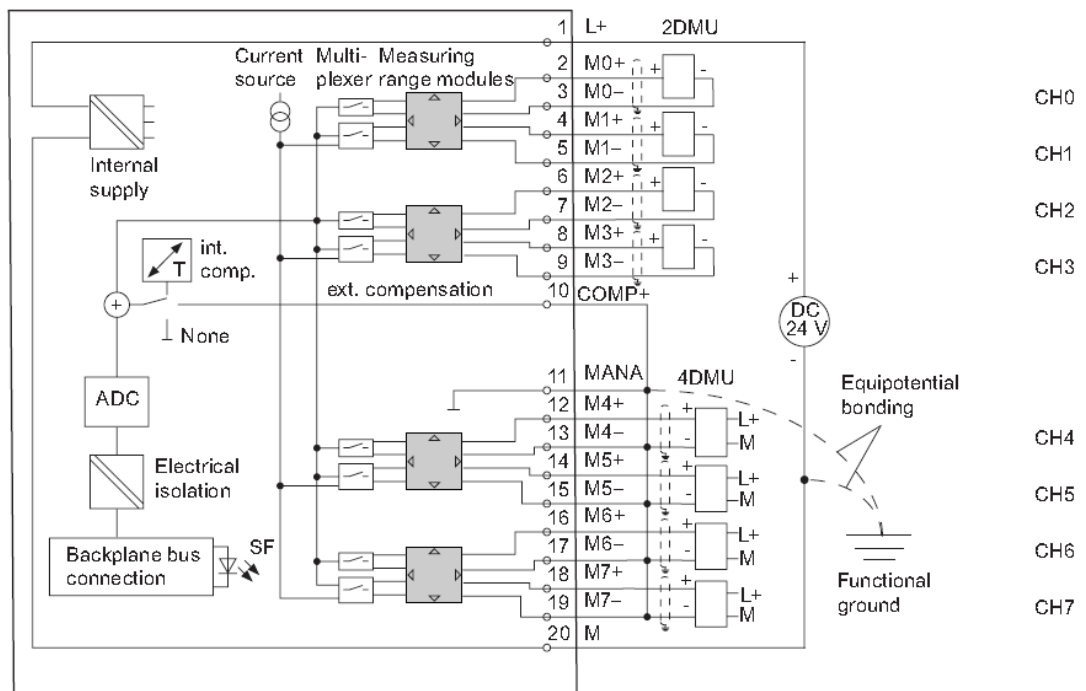
Properties	Module				
		SM 331; AI 8 x 16 Bit (-7NF00-)	SM 331; AI 8 x 16 Bit (-7NF10-)	SM 331; AI 8 x 14 Bit High Speed (-7HF0x-)	SM 331; AI 8 x 13 Bit (-1KF01-)
Properties	Module				
		SM 331; AI 8 x 12 Bit (-7KF02-)	SM 331; AI 2 x 12 Bit (-7KB02-)	SM 331; AI 8 x TC (-7PF11-)	SM 331; AI 8 x RTD (-7PF01-)

Kuva 15. Siemens S7-300 -analogiatulokortit /7/





**Kuva 16. SM331 AI 8x12Bit -analoginen tulokortti /6/  
Wiring: 2-wire and 4-wire transducers for current measurement**



**Kuva 17. SM331 AI 8x12Bit -kortin virtamittauksen kytkentäkuva /7/**

Measuring range		Measuring range module setting
$\pm 80$ mV $\pm 250$ mV $\pm 500$ mV $\pm 1000$ mV		A
$\pm 2.5$ V $\pm 5$ V 1 V to 5 V $\pm 10$ V		B
Measuring range		Measuring range module setting
2-wire transducer	4 mA to 20 mA	D
4-wire transducer	$\pm 3.2$ mA	C
	$\pm 10$ mA	
	0 mA to 20 mA	
	4 mA to 20 mA	
	$\pm 20$ mA	
Measuring range		Measuring range module setting
150 $\Omega$ 300 $\Omega$ 600 $\Omega$		A
Thermoresistor (linear, 4-wire connection) (temperature measurement) RTD-4L	Pt 100 Klima Ni 100 Klima Pt 100 Standard Ni 100 Standard	A

**Kuva 18. Taulukot kortin mittausalueista ja valintamoduulin asento /7/**

#### 4.4.4. Analogialähdöt

Analogiasignaalia ohjaamiseen tarvitaan analogialähtöyksikkö eli D/A-muunnin. Samoin kuin analogiatuloyksikössä lähtöyksikössäkin muunnoksessa käytettyjen bittien määrä vaikuttaa tarkkuuteen. Analogiayksiköitä tarvitaan logiikkaohjauksessa säätöjen toteuttamiseen. /1/

Lähtökorteissa Siemensillä S7-300 -sarjassa on 12- ja 16 -bittisiä kortteja sekä HART-kortti (Kuva 19). Työssä oli käytössä 8-kanavainen 12-bittinen kortti, johon pystyi jokaiselle kanavalle asettelemaan voltti- tai virtalähdöt kuvan 21 mukaan. Volttilähdöissä alueina tällä kortilla on 1 V...5 V, 0 V...10 V ja  $\pm 10$  V. Työssä kuitenkin kaikki analogiohjaukset toimivat alueella 4...20 mA. Lisäksi kanavalle voidaan asettaa ohjauksen toiminta, kun keskusyksikkö menee STOP-tilaan. Vaihtoehtoina toiminnalle on joko viimeisen arvon pitäminen tai ohjauksen nollaus (kuva 21 / Reaction to CPU-STOP). Kuvassa 20 on esitetty kortin kytkentä milliampeeri-ohjauksessa.

Properties	Modules				
		SM 332; AO 8 x 12 Bit (-5HF00-)	SM 332; AO 4 x 16 Bit (-7ND02-)	SM 332; AO 4 x 12 Bit (-5HD01-)	SM 332; AO 2 x 12 Bit (-5HB01-)

Kuva 19. Siemens S7-300 -analogitulokortit /7/

Wiring: Current output

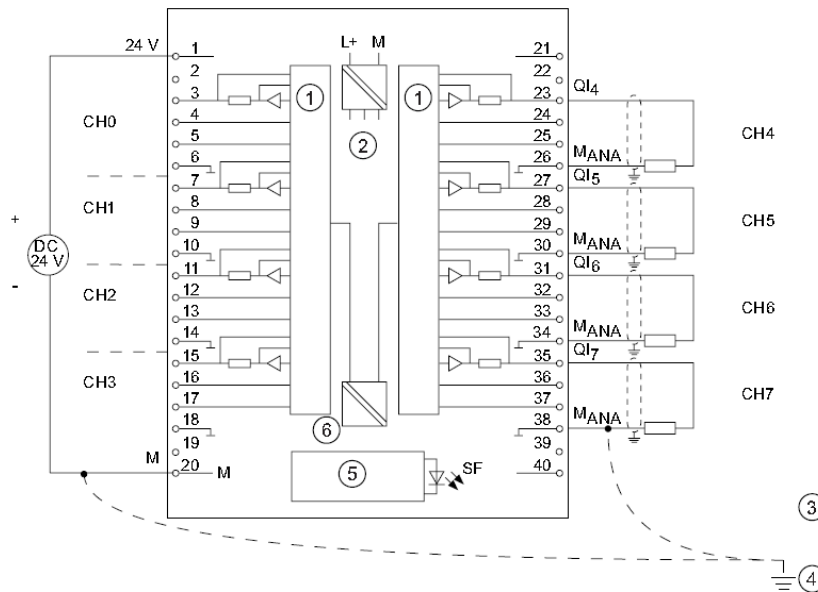
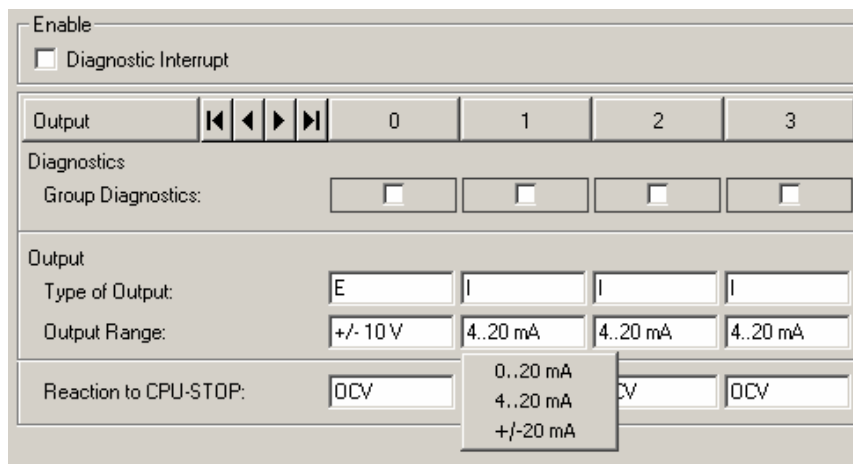


Figure 6-33 Wiring and block diagrams

- | Numeral | Description             |
|---------|-------------------------|
| ①       | DAC                     |
| ②       | Internal supply         |
| ③       | Equipotential bonding   |
| ④       | Functional earth        |
| ⑤       | Backplane bus interface |
| ⑥       | Electrical isolation    |

Kuva 20. SM332 AO 8x12Bit -kortin virtaohjauksen kytkentäkuva /7/



Kuva 21. Analogialähtökortin kanavien asettelu Siemensin Simatic Manager Step 7 -ohjelmassa voltti- ja mA-alueille

#### 4.4.5. DP/DP Coupler

Pulppereiden logiikan ja DeltaNeun logiikoiden välillä tuli siirtää bitti-informaatiota. Aluksi mietimme toisen logiikan määrittämistä master-logiikan rinnalle slave-asemaks. Kokemuksien mukaan se ei ole kuitenkaan joustavin ja helpoin tapa, joten päädyimme DP/DP Couplerin käyttöön.

Coupler liitetään profibus-väylään logiikoiden väliin ja se toimii periaatteessa I/O-korttina ohjelmoitaessa. Profibus-osoite tuli määrittää Coupleriin liitettäviin väyliin sekä lähtevät ja tulevat tavut täytyi konfiguroida molempiin logiikoihin samanlaisiksi. Kuvassa 22 näkyy logiikoiden välillä DP/DP Couplerin kautta kulkevien tavujen määrät. Toisen logiikan lähettäessä 28 tavua toisen logiikan on otettava saman verran tavuja vastaan. Kuva 23 on Couplerin etupaneelist. Vasemmalla ylhäällä ovat tilaledit, keskellä ovat DIP-kytkimet Profibus-osoitteiden ja asetusten määrittämiseksi molemmille väylille DP1:lle ja DP2:lle. Kytkimien alapuolella ovat väyläliittimet ja alimpana 24 VDC:n liittimet.

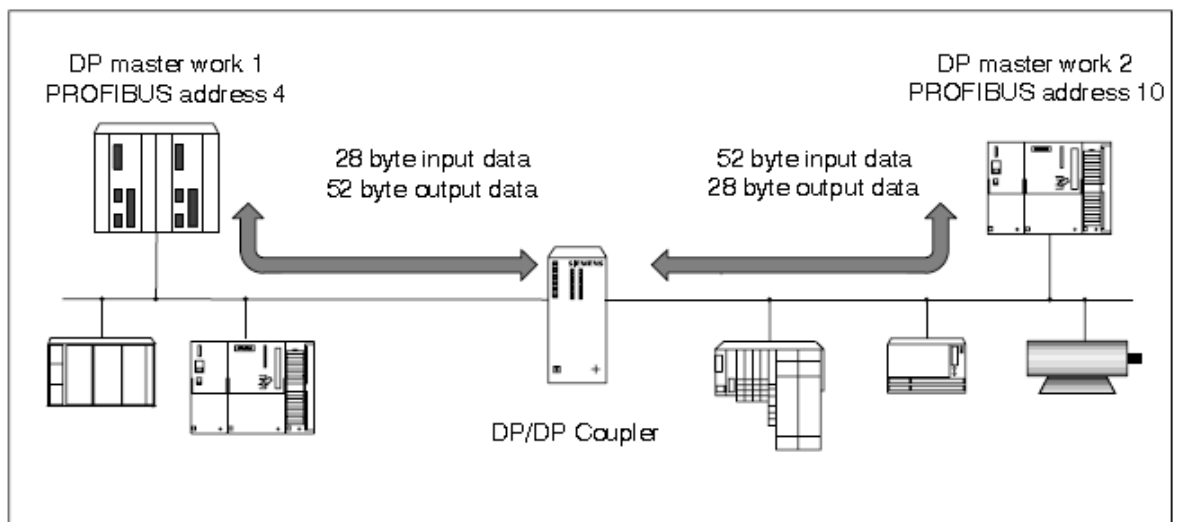


Figure 6-5 Example of the analysis of diagnostics data from the DP/DP Coupler

**Kuva 22. DP/DP Coupler väylässä /5/**

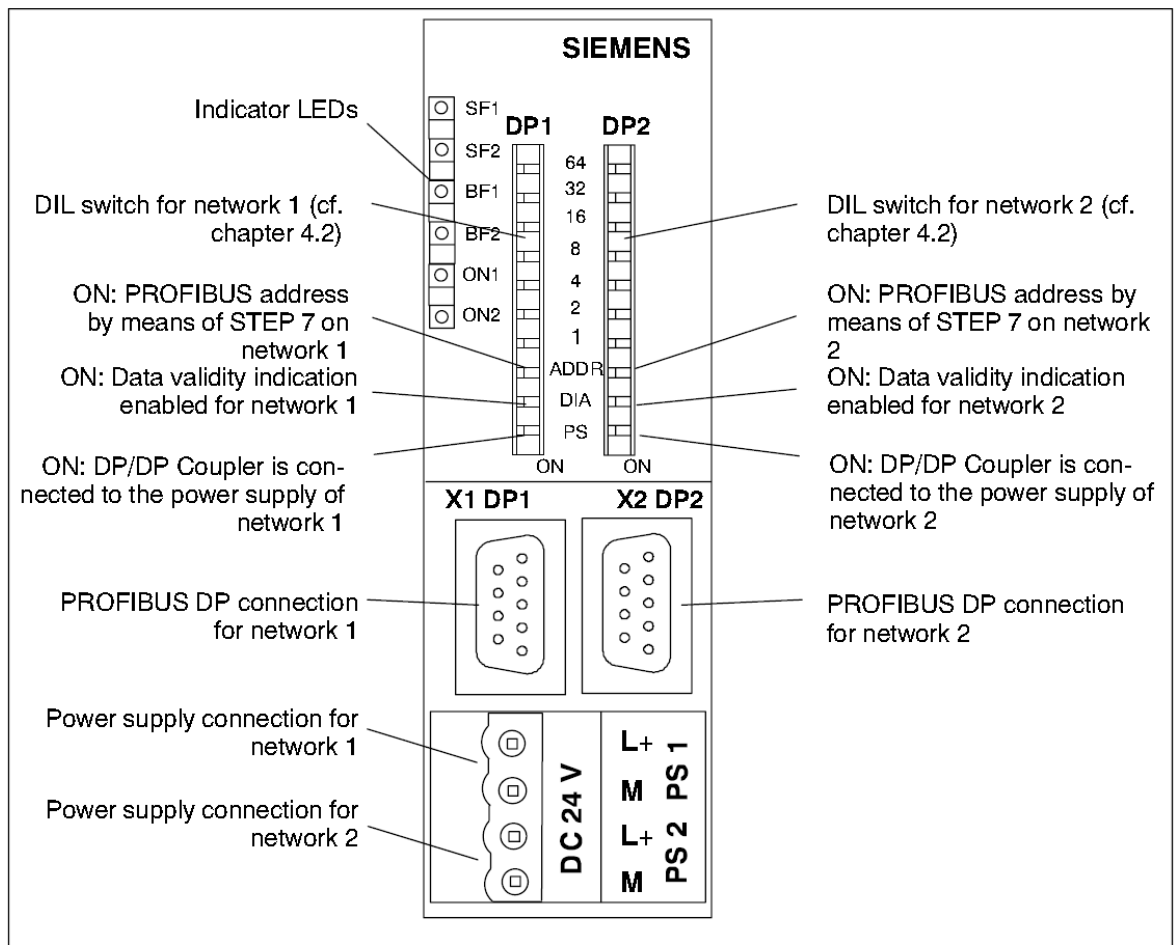


Figure 1-3 Operator and display elements of the DP/DP Coupler  
**Kuva 23. DP/DP Couplerin etupaneeli ja liittynät /5/**

## 5. OHJELMOINTI

### 5.1. Ohjelmointilaitteet

Logiikka voidaan ohjelmoida logiikkavalmistajan omalla tietokoneelle tehdyllä ohjelmointiohjelmalla, erillisellä näyttöpäätteellä varustetulla ohjelmointilaitteella tai pienellä käsiohjelmointilaitteella, joka on kunnossapidon oiva apuväline. Ohjelmointilaitteet jaetaankin näihin kolmeen pääryhmään. /1/

Standardin IEC 1131 tavoitteena on yhdenmukaistaa ohjelmointikäytäntöä, jotta ohjelmointilaitteet ja ohjelmointiohjelmat olisivat eri logiikoiden kanssa yhteensopivia. Näillä näkymin omasta mielestäni tähän ei tulla pääsemään, koska kaikilla valmistajilla on vieläkin omat täysin toisistaan poikkeavat ohjelmointiohjelmat. Ainoastaan ohjelmointikielissä on yhteneväisyyksiä. Ohjelmointiohjelmien ja erilaisten laajennuspakettien lisensseillä logiikka- ja järjestelmävalmistajat tienaaavat, järjestelmien myynnin lisäksi. /1/

Ohjelmointilaitteella on kirjoittamisen lisäksi pystyttävä tallentamaan ohjelma levykkeelle, monitoroimaan ohjelman suoritusta, muuttamaan ajastimien ja laskureiden asetuksia, lisäämään tai poistamaan ohjelmakäskyjä. Laitteella on voitava ladata ohjelma tiedostosta logiikkaan, logiikasta tiedostoon ja logiikasta ohjelmointilaitteelle. Laitteella on voitava kirjoittaa ohjelmaan kommentteja sekä virtapiiri- ja osoitesymboleja. Laitteella on myös pystyttävä tulostamaan selkeitä tulosteita. /1/

### 5.2. Logiikan ohjelmointi

Logiikan ohjelmoinnin lähtökohtana on usein ohjauskohteen toiminnoista laadittu toimintakaavio tai sanallinen toimintaselostus halutusta toiminnasta. Suunnittelija muokkaa näistä tiedoista logiikkakaaviot, relekaaviot tai toimintadiagrammit, joiden perusteella varsinainen ohjelma ohjelmointilaitteen avulla logiikalle kirjoitetaan. /1/

Ohjelman kirjoittamiseen on tarjolla monenlaisia ohjelmointilaitteita, joissa on käytettävissä erilaisia ohjelman esitystapoja. Yleisimmin käytettyjä ohjelmointitapoja ovat logiikkakaavio- (Function Block Diagram), relekaavio- (Ladder Diagram) ja sekvenssiohjausohjelmointi sekä käskylista ja jokin korkeantason ohjelmointikieli (Structured Text). Ohjelman rakenne on modulaarinen, mikä tarkoittaa sitä, että ohjelma koostuu ohjelmayksiköistä. Ohjelmayksiköt organisoidaan tehtävien mukaan. Osa ohjelmayksiköistä suoritetaan jokaisella ohjelmakerroksella, osa tietyin aikaväleillä ja joidenkin suoritus voidaan aktivoida tietyillä ehdoilla. Ohjelmayksiköt koostuvat virtapiireistä, jotka on esitetty jollakin edellä mainitulla esitystavalla. /1/

Ohjelmassa voi olla ulkoisia (global) ja paikallisia (local) muuttujia. Ulkoiset muuttujat ovat kaikkien ohjelmayksiköiden käytettävissä ja paikalliset muuttujat ainoastaan siinä ohjelmayksikössä, missä ne ovat määritelty. /1/

### 5.3. Ohjelmointikielet

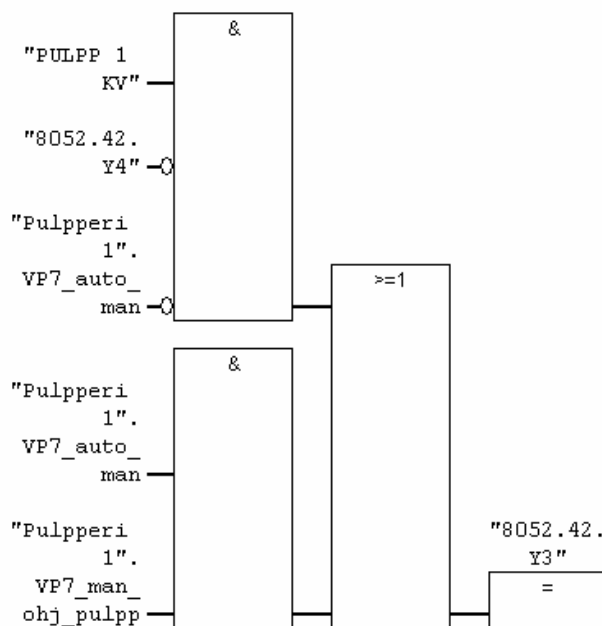
#### 5.3.1. Logiikkakaavio-ohjelmointi (Function Block Diagram, FBD)

Logiikkakaavio perustuu standardissa IEC 617 (IEC 1082) määriteltyjen logiikkasymbolien käyttöön. Jos sen ja IEC 1131-3:n välillä on ristiriitaisuuksia, sovelletaan IEC 1131-3:a. Kaavion etuna on, että siinä voidaan loogiset toiminnot esittää tiivistetysti ja havainnollisesti. /1/

Kuvassa 24 on pulpperin vaihtopellin ohjaus pulpperille FBD-muodossa. Piirissä ohjataan magneettiventtiiliä 8052.42.Y3, jos pulpperin lukitukset ovat kunnossa, pellin ohjaus puristimille ei ole päällä, eikä pellin ohjaus ole manuaalilla.

**Network 5 : PULPPERI 1, VP7:N OHJAUS PULPPERIIN**

Comment:



**Kuva 24. Magneettiventtiilin 8052.42.Y3 ohjaus FBD-muodossa**





**Network 5 : PULPPERI 1, VP7:N OHJAUS PULPPERIIN**

```

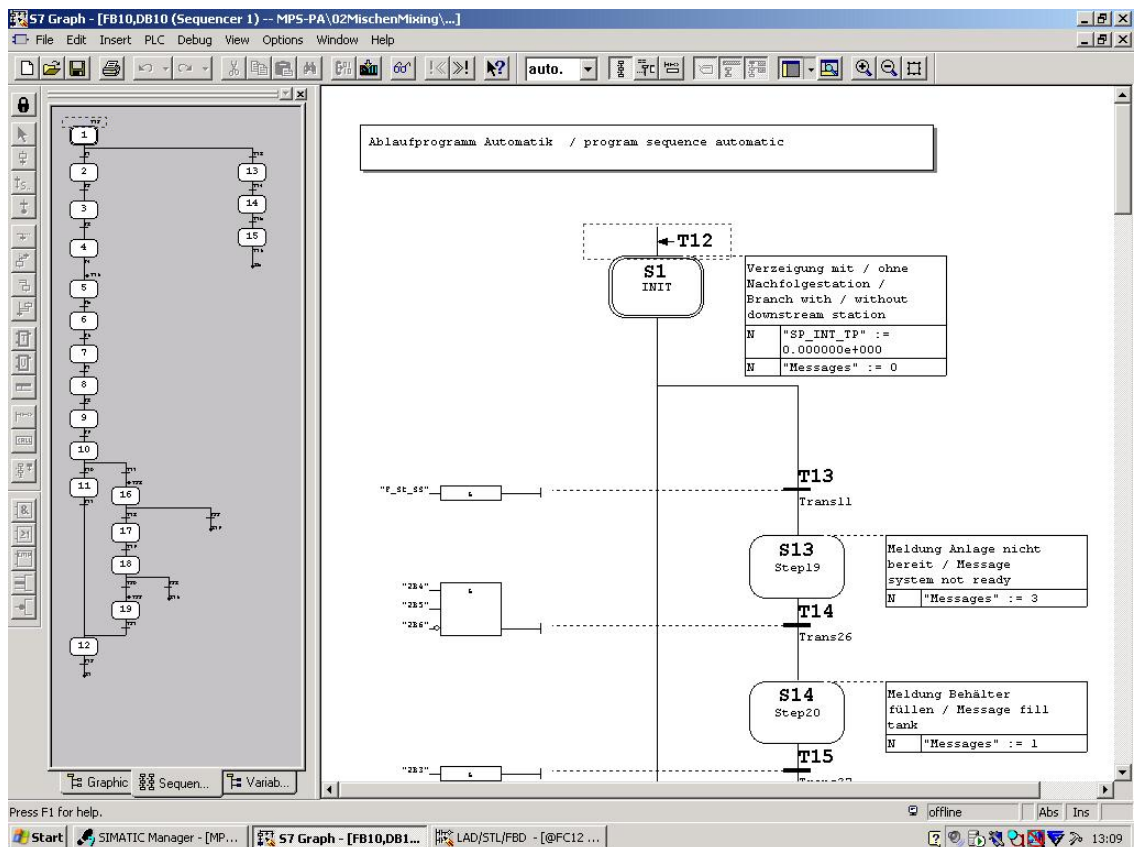
Comment:

U    "PULPP 1 KV"
UN   "8052.42.Y4"
UN   "Pulpperi 1".VP7_auto_man
O
U    "Pulpperi 1".VP7_auto_man
U    "Pulpperi 1".VP7_man_ohj_pulpp
=    "8052.42.Y3"

```

**Kuva 26. Magneettiventtiilin 8052.42.Y3 ohjaus STL-muodossa****5.3.4. Sekvenssiohjausohjelmointi (Sequential Function Chart, SFC)**

Sekvenssiohjaukset ovat askellusohjauksien ohjelmointiin tarkoitettu ohjelmointikieli. Se koostuu askeleista ja siirtoehdoista. Askeleet kuvastavat toimintoja, jotka voivat tapahtua myös yhtä aikaa. Siirtoehto kuvastaa ehtoa, jonka tulee olla täyttynyt ennen seuraavaan askeleeseen siirtymistä. Siemensillä on STEP7-ympäristöön maksullinen Graph-laajennusta, jolla voidaan ohjelmoida sekvenssejä. Kuva 27 on tästä ohjelmointiympäristöstä. /1/

**Kuva 27. Siemens STEP7 Graph-ohjelmointiohjelma**

### 5.3.5. Strukturoitu teksti (Structured Text, ST)

Strukturoitu teksti on uusi ohjelmointitapa logiikoiden ohjelmoinnissa. Se on korkeamman tason ohjelmointikieli, joka sisältää kaikki modernin ohjelmointikielen tärkeät elementit. ST-kieli sisältää valintausekkeet (IF-THEN-ELSEIF-END-IF ja CASE-ELSE-END\_CASE) sekä erilaiset silmukkarakenteet (FOR-NEXT-END\_FOR, WHILE-END\_WHILE ja REPEAT-UNTIL-END\_REPEAT, EXIT). /1/

Tällä ohjelmointikielellä ohjelmoijalla on enemmän vapauksia ja helpompi luoda ohjelma kuin muilla yleisesti käytetyillä ohjelmointikielillä. Huonona puolena voidaan pitää kunnossapidon kannalta hankalaa ohjelman tulkintaa. Samoin kuin Graph, on tämäkin saatavilla maksullisena lisäominaisuutena Siemensiin.

## 5.4. Siemensin ohjelmointi

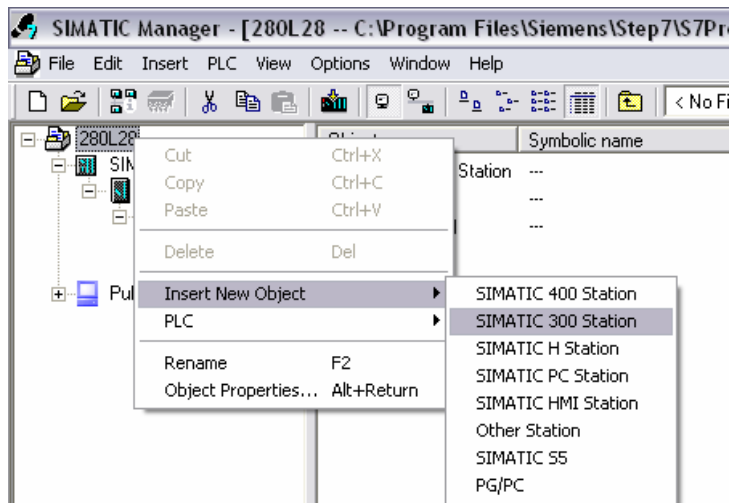
### 5.4.1. Simatic Manager Step 7

Step 7 on Siemensin oma PC:lle tehty ohjelmointiympäristö S7-sarjan logiikoiden ja järjestelmien ohjelmoimiseksi. Step 7:llä voidaan kirjoittaa ohjelmia käskylista-, logiikkakaavio- ja relekaaviomuodossa, hallita järjestelmän kokoonpanoa sekä kaikkia tarvittavia asetuksia.

Saatavilla on myös ohjelmia ohjauspaneeli-ohjelmien tekoon (WinCC Flexible) ja valvomoympäristöjen luomiseen on WinCC. Lisäksi Manageriin on saatavilla laajennuksena erilaisia ohjelmointikieliä, PCS7-ohjelmointiympäristö ja omana ohjelmanaan taajuusmuuttajien konfigurointiin Starter. Tämä on ainoa laajennus, joka on ilmainen, mutta vaatii Step 7 -lisenssin.

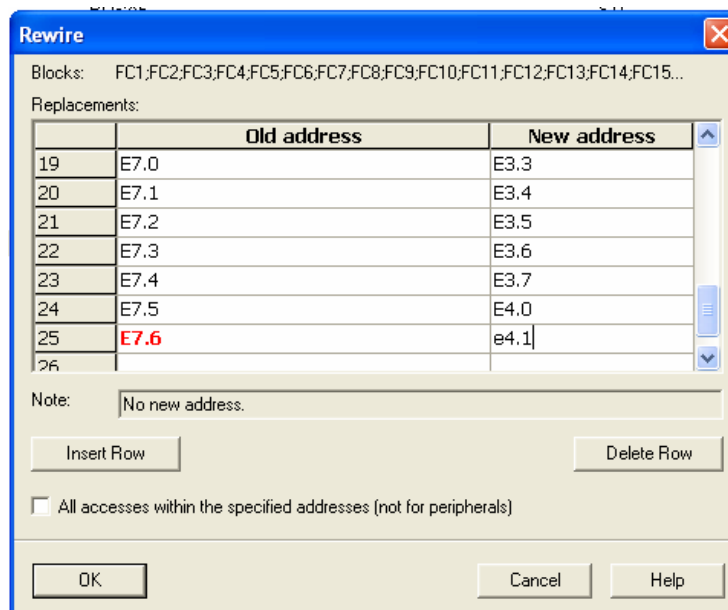
### 5.4.2. Hardwarekonfiguraatio

Stora Ensolta toimitettiin käänös vanhasta S5-ohjelmasta S7-muodossa, joten tähän ei tarvinnut luoda alusta asti uutta projektia. Kuvan 28 mukaisesti ohjelman sisältäneeseen käänökseen lisättiin asema. HW Configissa tälle asemalle määritettiin CPU sekä I/O-kortit. Versio- ja sarjanumeroiden tulee olla samat määrittelyssä, mitä ne ovat laitteissa. Käännetty ohjelma tuli lopuksi siirtää projektin juurelta CPU:n Blocks-kansioon.



**Kuva 28. 300-sarjan aseman luonti**

Kanavat olivat käänöksessä vanhasta järjestelmästä, joten ne piti määrittää uudelleen kokoonpanon mukaisiksi. Tässä auttoi Managerin Rewire-ominaisuus. Tällä pystytään määrittämään uudelleen lähes kaikki ohjelman sisältävien kanavien ja muistipaikkojen osoitteita. Aluksi tuli valita, mihin osiin ohjelmaa muutoksien halutaan vaikuttavan. Tämän jälkeen määriteltiin vanha ja uusi osoite (Kuva 29). Ohjelma tekee muutokset kaikkien valittujen objektien sisältämiin osoitteisiin ja luo muutoksista listauksen.

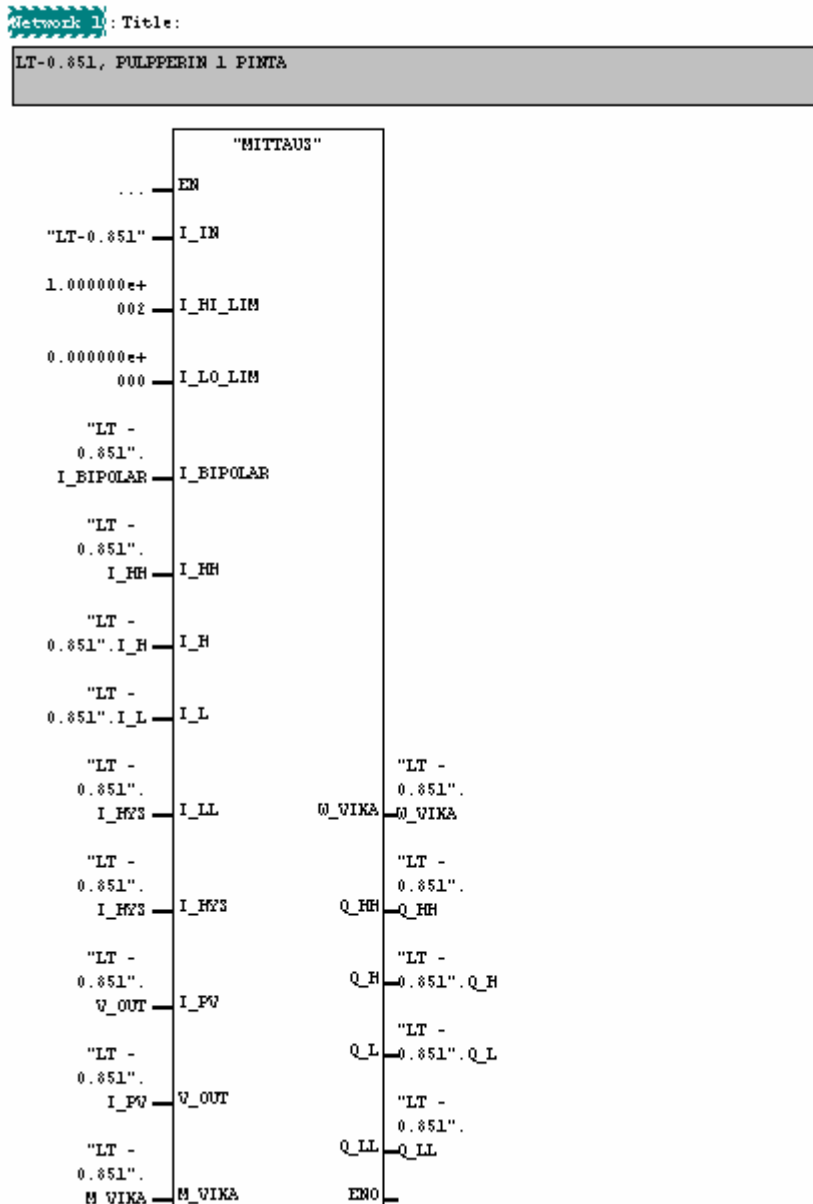


**Kuva 29. Kanavien uudelleen määrittely**

### 5.4.3. Ohjelmamuutokset

Käännösohjelma ei ollut pystynyt kääntämään kaikkea suoraan S7 yhteensopivaksi, esimerkiksi yksikään analogia-viestejä sisältävistä lohkoista tai ohjelman osioista ei ollut käänntynyt oikein. Mittauksiin lisättiin kuvan 30 mukainen mittauslohko, joka skaalaa

tulokanavan signaalin halutulle alueelle, tässä tapauksessa alueelle 0-100. Näitä mittaushlokoja varten tuli luoda myös omat DB:t. Lohkoista saadaan ulos halutulle alueelle skaalattu mittaus Real-arvona, jota voi jo käyttää ohjelmassa. Tässä ohjelmassa mittauksista vielä suodatettiin häiriöt ja esimerkiksi pintojen paine-eromittauksissa tapahtuvat nopeat muutokset pois. Suodatuksen jälkeen mittaukset pystyi liittämään käännöksessä kääntymättä jääneeseen ohjelmaan.



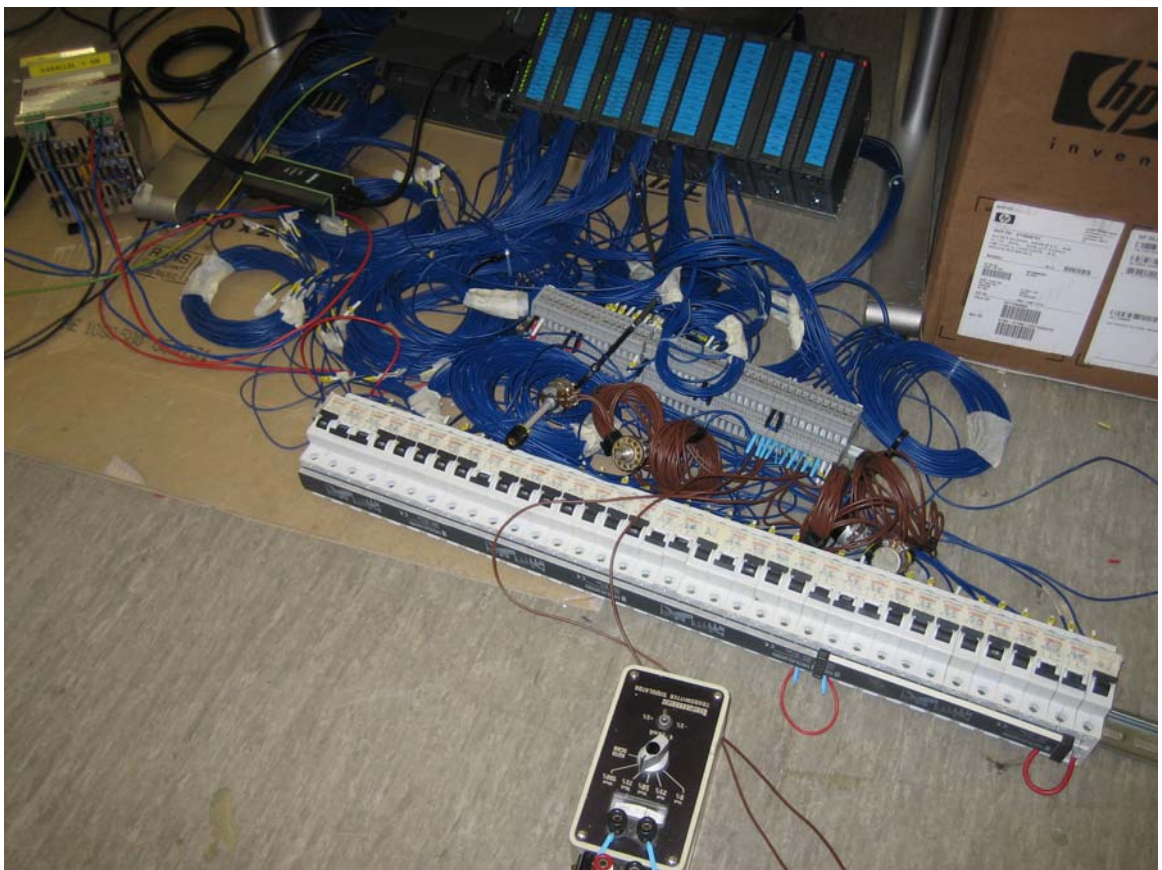
**Kuva 30. Mittauslohko**

Muutosten lisäksi kaikki kanavat täytyi vielä tarkistaa piirikaavioista ja luoda niille position lisäksi kommentti helpottamaan ohjelman lukemista. Vanhat positiot sekä lohkojen nimet ohjelmassa eivät osaksi olleet enää vanhojen muutosten jälkeen oikein ja niiden selvittelyssä kuluikin aikaa.

## 5.5. Ohjelman testaus

Muutoksia tehdessä apuna oli Siemensin PLCSIM-ohjelma, jolla pystyy simuloimaan koko järjestelmää. Tällä ohjelmalla on helppo tarkistaa piirien ja lohkojen toiminta logiikassa, mikä on suuri apu käyttöönottoon, jos järjestelmää ei pysty muuten testaamaan.

CPU:n ja I/O-korttien saavuttua testaus suoritettiin koko ohjelman osalta järjestelmällä. Digitaalitulojen testaukseen käytettiin johdonsuojakytkimiä simuloimaan kytkintietoja. Analogiatulojen suurpiirteisessä testauksessa oli apuna potentiometrit. Tarkempaan analogiasignaalin simulointiin oli käytössä Fluken ja Beamexin simulaattorit. Digitaalilähdöt pystyttiin toteamaan suoraan kortin ledeistä kortin etupuolelta. Tilauksessa sattuneen virheen takia analogiakorteille oli tullut väärät etupistokkeet. Oikeilla etupistokkeilla varustetut johdot saapuivat vielä testattavaksi ennen asennusta. Analogialähtökorteista testattiin vain toiminta yleismittarilla, koska niitä ei vielä ensimmäisessä vaiheessa tarvittu ohjauksiin. Kuvassa 31 on testauskokoontaminen alkuvaiheessa. Riviliittimiä käytettiin korttien syöttöjen ja analogia-tulojen kytkemiseen.



**Kuva 31. Logiikan testaus**

## 6. JÄRJESTELMÄN VAIHDON TOTEUTUS

### 6.1. Valmistelu

Järjestelmän vaihtoon oli varattu aikaa yksi työpäivä. Siinä ajassa tuli vanhan järjestelmän olla purettuna ja uuden käynnissä. Kaikki mahdollinen valmistelu oli siis tarpeen työn nopeuttamiseksi.

Kuvassa 1 ovat kaapin keskimmäiset vaakakourut ja S5:n DIN-kiskot puretaan, jotta kaappiin saadaan mahtumaan uudet laitteet järkevästi. Purettavien osien tilalle tulee Liitteen 6 mukaiset kiskot ja kourut sekä niiden kannet. Nämä leikattiin valmiiksi oikeisiin pituuksiin.

Jokaiselle kortille tehtiin oma taulukko kytkentätaulukkojen ja layoutin perusteella. Näistä uusista taulukoista selvisi tarvittava johdon pituus ja mihin se liitetään (Liite 7). Pituudet arvioitiin layoutista siten, etteivät ne missään tapauksessa jääneet lyhyiksi. Näiden listojen mukaisesti korttien valmiit johtopaketit lyhennettiin ja merkattiin viiksiholkkeihin riviliitinryhmä ja riviliitin. Merkkauksen johdosta ei enää asennusvaiheessa tarvitse etsiä kytkentätaulukoista, mihin mikään kytetään.

### 6.2. Purku

Logiikkakaapista purettiin vanhat S5-logiikan CPU ja kortit sekä jännitelähde. Näiden johdotuksia ei voinut enää käyttää hyväksi, joten nekin purettiin.

Kuvissa 1 ja 2 näkyy lähtötilanne, ensimmäisenä purettiin logiikan johdotukset. Lopulta näiden johtojen purkaminen oli nopeinta, kun ne katkottiin logiikan päästä. Kuvista katsottiin mihin johdot menevät ja toisesta päästä ne pystyttiin vetämään kaikkien johtojen ja kaapeleiden välistä irti. Tässä oli pieni riski, etteivät kytkentätaulukot olisi tarkistuksista huolimatta pitäneet enää paikkaansa. Johto kerrallaan, niitä seuraamalla purku olisi ollut kuitenkin aivan liian hidasta. Johdotuspurun valmistuttua, pystyttiin laitteet irrottamaan kiskoilta ja kiskot sekä kourut asennuslevystä.

### 6.3. Asennukset ja käyttöönotto

Asennukset alkoivat valmiiksi leikattujen kiskojen ja kourujen asennuksilla Liitteen 6 mukaisesti. Layoutista oli versio, missä näkyivät asennuksissa tarvittavat mitat. Vanhat asennukset olivat kiinni popniiteillä. Nämä oli kyllä helppo purkaa poraamalla niitit irti, mutta paljon kätevämpiä asennuksissa ovat poraruuvit. Näille kun ei tarvitse tehdä reikiä

valmiiksi asennuslevyyn eikä asennettaviin osiin. Kuvassa 32 ovat kaikki uudet kalustukset asennettuina ja kytkennät alkuvaiheessa.

Korttien kytkeminen oli hyvin tehdyn valmistelun ansiosta todella nopeaa, eikä virhemerkintöjäkään tullut vastaan. Johdot olivat osittain hieman liian pitkiä. Johtoihin pitää aina jättää ylimääräistä, mutta paikoitellen kourut tulivat turhankin täyteen. Logiikan jännitelähteen syötössä jouduttiin tekemään uusi riviliitinryhmän lisäys. Syöttö oli tuotu aikaisemmin MMJ:llä suoraan logiikan jännitelähteelle verkkosuotimelta ja ketjutettu jännitelähteeltä pistorasialle. Kaapeli ei riittänyt uudessa asennuksessa lähellekään jännitelähdettä. 24 voltin jännitteenjakoa kytkettäessä kävi ilmi, ettei johto ollut poikkipinta-alaltaan riittävän paksua. Jännitteenjako vaihdettiin 2,5 neliömillimetrin johtimiksi jännitelähteiltä lasiputkisulakkeille ja nollaliittimille.

Kuvassa 33 asennukset ovat valmiina testaukselle. Yksittäisten tulojen ja lähtöjen testausta ei suoritettu lainkaan ajan puutteen vuoksi, vaan alettiin suoraan käynnistää laitteita. Tämän riskeistä huolimatta laitteet lähtivätkin päälle lähes ensimmäisillä yrityksillä, kunhan sulakkeet saatiin paikoilleen ja pienet virheet korjattua. Kaikki kuitenkin toimi annetussa aikataulussa.



**Kuva 32. Kytkenät alkuvaiheessa**



**Kuva 33. Asennukset valmiit**

## 7. YHTEENVETO

Prosessiteollisuudessa ohjelmoitavat logiikat ovat olleet koneiden ja prosessien ohjauksessa mukana jo pidemmän aikaa. Logiikoiden ja automaatiojärjestelmien kehittyessä vanhemmat mallit jäävät tuotetuen ulkopuolelle ja niitä modernisoidaan uudemman sukupolven laitteisiin. Modernisoinneissa tullaan kuitenkin monesti askeleen jäljessä aivan viimeisimmästä tekniikasta, koska näiden käyttö vaikuttaisi muun muassa kenttälaitteisiin ja muutenkin jouduttaisiin suurempiin investointeihin. Kenttälaitteita ei yleensä lähdetä vaihtamaan helposti jos vanha vielä toimii sekä siihen on vielä saatavilla varaosia tai kokonaan uusi vastaava laite tilalle. Tässä saavutetaan jo huomattava säästö, kun kenttälaitteita voidaan päivittää pikkuhiljaa uudemmiksi mutta prosessin suurin yksittäinen osa on ajan tasalla ja tuotetuen piirissä.

Opinnäytetyöni sisälsi pienessä mittakaavassa kokonaisen modernisointiprojektin ja oli näin mielenkiintoinen sekä opettavainen haaste ensimmäiseksi projektiksi. Alussa piirikaavioiden ja kytkentätaulukoiden päivittäminen tuotti työtä, kun ne eivät olleet pysyneet ajan tasalla kaikkien muutosten yhteydessä. Onkin todella tärkeää tehdä muutokset kaikkiin kuviin ja taulukoihin jo vian etsinnän kannalta. Dokumentaation päivittäminen kun on nykyään paljon helpompaa kuin ennen tietokonepohjaista suunnittelua.

Projektin edetessä pääsin perehtymään vähintään pintapuolisesti kaikkiin osa-alueisiin sen eri vaiheissa suunnittelusta, laitetilauksiin ja lopulta toteutukseen. Tässä sai selkeän kokonaiskuvan, mitä kaikkea tulee tällaisessa työssä tehdä ja ottaa huomioon tietyissä vaiheissa sekä mitä on milloinkin tärkeintä saada tehtyä.

Työn eri osa-alueista logiikkaohjelmointi oli ennalta mielenkiintoisin, johon pääsinkin perehtymään hyvin. Ensimmäisen vaiheen jälkeen oli paljon erilaisia muutoksia ja lisäyksiä, joista suurimpina hylkykuljettimen taajuusmuuttajaohjaus pulpperin sakeuden suhteessa lisäveden ja tulevan hyllyn määrään (kg/h). Toinen suurempi muutos oli kaikkien ohjausten sekä informatiivisen tiedon siirtäminen kosketuspaneeliin. Jälkeenpäin jos jotain olisin tehnyt toisin, olisi ohjelma ollut järkevämpää tehdä alusta asti uudelleen tai ainakin kaikki muistipaikat korvata DB:llä. S5-ohjelman käänöksestä ja kaikista lisäyksistä tuli lopulta melko sekava kokonaisuus ja siinä ilmenikin pieniä ongelmia toimivuudessa. DB:tä käytettäessä muistin hallinta on helpompaa kuin sieltä täältä käytettyjen muistipaikkojen käyttäminen ohjelmassa, eikä alkuperäisen ohjelman mukaan kokonaan uuden luominen olisi ollut lopulta isokaan urakka.



## 8. LÄHDELUETTELO

- /1/ Fonsenius, Pekkola, Selosmaa, Ström, Välimaa, Automaatiolaitteen, 2. Painos, Oy Edita Ab, 1999
- /2/ Siemens, Siemens Oy, Automaatiojärjestelmä S7-300 yksikkötiedot, referenssikäsikirja, S7-300 Module data, versio 2/2007 [PDF-dokumentti]
- /3/ Siemens, Siemens OY, Automation System S7-300 Getting Started Collection, [PDF-dokumentti]  
[http://support.automation.siemens.com/WW/skm/pdfviewer.asp?HitsPerSite=10&ehbid=html\\_76%2Fehb%2F15390497%2Ehtm&lang=en&nodeid=16715025&query=Automation%20System%20S7-300%20Getting%20Started%20Collection&page=1&view=new](http://support.automation.siemens.com/WW/skm/pdfviewer.asp?HitsPerSite=10&ehbid=html_76%2Fehb%2F15390497%2Ehtm&lang=en&nodeid=16715025&query=Automation%20System%20S7-300%20Getting%20Started%20Collection&page=1&view=new) 23.2.2009
- /4/ Siemens, Siemens OY, CPU 31xC and CPU 31x, Technical Specifications Manual, versio 12/2006, [PDF-dokumentti]
- /5/ Siemens, Siemens OY, DP/DP Coupler manuaali [PDF-dokumentti]  
[http://cache.automation.siemens.com/dnl/zM/zMzOTUzNzUA\\_1179382\\_HB/dpdpk\\_e.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl/zM/zMzOTUzNzUA_1179382_HB/dpdpk_e.pdf) 23.2.2009
- /6/ Siemens, Siemens OY, Image database  
<http://www.automation.siemens.com/bilddb/index.asp?aktPrim=0&lang=en&login=> 23.2.2009
- /7/ Siemens, Siemens Oy, S5toS7liite, Simatic S5 – tuoteperheen poistumisaikataulu [PDF-dokumentti]  
[http://www.siemens.fi/CMSADfiles.nsf/all/E2DB555B10270973C225707B003ADAF9/\\$file/S5toS7liite.pdf](http://www.siemens.fi/CMSADfiles.nsf/all/E2DB555B10270973C225707B003ADAF9/$file/S5toS7liite.pdf) 23.2.2009
- /8/ Siemens, Siemens OY, S7-300 Technical specifications Standard CPUs [PDF dokumentti]  
<http://www.automation.siemens.com/download/internet/cache/3/1438093/pub/de/tech-data-s7-300-standard-cpu-en.pdf> 23.2.2009

## **9. LIITELUETTELO**

LIITE 1. Alkuperäinen L1-kytkentätaulukko

LIITE 2. L1-kytkentätaulukko Excel-muotoon alkuperäisestä taulukosta

LIITE 3. L1-kytkentätaulukko AutoCad-muodossa

LIITE 4. Relekaaviosivu 1

LIITE 5. 8SR07A01-logiikkakaapin vanha lay-out

LIITE 6. 8SR07A01-logiikkakaapin uusi lay-out

LIITE 7. Kortin A1-D4 johtojen pituudet ja liitäntäpisteet

LIITE 8. PI-kaavio

OSOITE		KAAPELI			RIVILIITIN L 1			KAAPELI			OSOITE		HUOM		
PAIKKA KOJETUNNUS	LIITIN	HUOM	NUMERO	JOHDIN	APUMERKKI	NUMERO	KETJUTUS	JOHDIN	NUMERO	HUOM	LIITIN	PAIKKA KOJETUNNUS	HUOM		
28X8-K12 L2	1		4R-M116 Hevak 24x2x0,5+ 0,5	1 si		1					14				
	2			1 pu		2						13	K6		
	3			1 ha		3									
	4			1 ke		4									
	5			1 vi		5		•		25	L5	4	L4	+24V	
	6			1 ru		6									
	7			1 va		7		•							
	8			1 mu		8									
	9			2 si		9		•					3	Simatic E3	
	10			2 pu		10							6		
	11			2 ha		11							14		
	12			2 ke		12							13	K8	
	13			2 vi		13							14		
	14			2 ru		14							13	K9	
	15			2 va		15							14		
	16			2 mu		16							13	K10	
	17			3 si		17		•							
	18			3 pu		18									
	19			3 ha		19							14		
	20			3 ke		20							13	K11	
	21			3 vi		21		•					61	L5	+24V
	22			3 ru		22							6	Simatic E4	
	23			3 va		23		•					5		
	24			3 mu		24							14		
	25			4 si		25							13	K12	
	26			4 pu		26							13		
	27			4 ha		27							14		
	28			4 ke		28							13	K13	
	29			4 vi		29							14		
	30			4 ru		30							13	K14	
	31			4 va		31							14		
	32			4 mu		32							13	K15	
	33			5 si		33							14		
	34			5 pu		34							13	K16	
	35			5 ha		35							14		
	36			5 ke		36							13	K17	
	37			5 vi		37							14		
	38			5 ru		38							13	K18	
	39			5 va		39							14		
	40			5 mu		40							13	K19	
	41			6 si		41							8	Simatic A9	
	42			6 pu		42							32	L4	+24V
	43			6 ha		43		•					8	Simatic E4	
	44			6 ke		44							14		
	45			6 vi		45							13	K106	
	46			6 ru		46							13		
	47			6 va		47									
	48			6 mu		48									
28X8-12 L3	1		4R-M117 Hevak 24x2x0,5+ 0,5	1 si		49		39	L5		6	L4	+24V		
	2			1 pu		50									
	3			1 ha		51		•							
	4			1 ke		52									
	5			1 vi		53		•							
	6			1 ru		54									
	7			1 va		55									
	8			1 mu		56									
	9			2 si		57									
	10			2 pu		58									
	11			2 ha		59									
	12			2 ke		60									
	13			2 vi		61		•							
	14			2 ru		62									
	15			2 va		63									
	16			2 mu		64									
	17			3 si		65		•							
	18			3 pu		66									
	19			3 ha		67		•							
	20			3 ke		68									
	21			3 vi		69									
	22			3 ru		70									
	23			3 va		71		•							
	24			3 mu		72									
	25			4 si		73									
	26			4 pu		74		•							
	27			4 ha		75									
	28			4 ke		76									
	29			4 vi		77									
	30			4 ru		78									
	31			4 va		79									
	32			4 mu		80									
	33			5 si		81									
	34			5 pu		82									

KOKKONEN JUHO

SAV SUUNNITTELU- ja ASSESSER VUORINEN OY KLASANKOSKI KEMI	VEITSILOUTO OY Veitsiluodon tehtaat	PAPERITEHDAS / ARKITTAAMO OHJAUSLOGIIKKA 8SR07A01 L1 JOHDOTUS	Pieno Suhte Kotti Lehtinä 1/2 Pieno 4 R065
		378964	

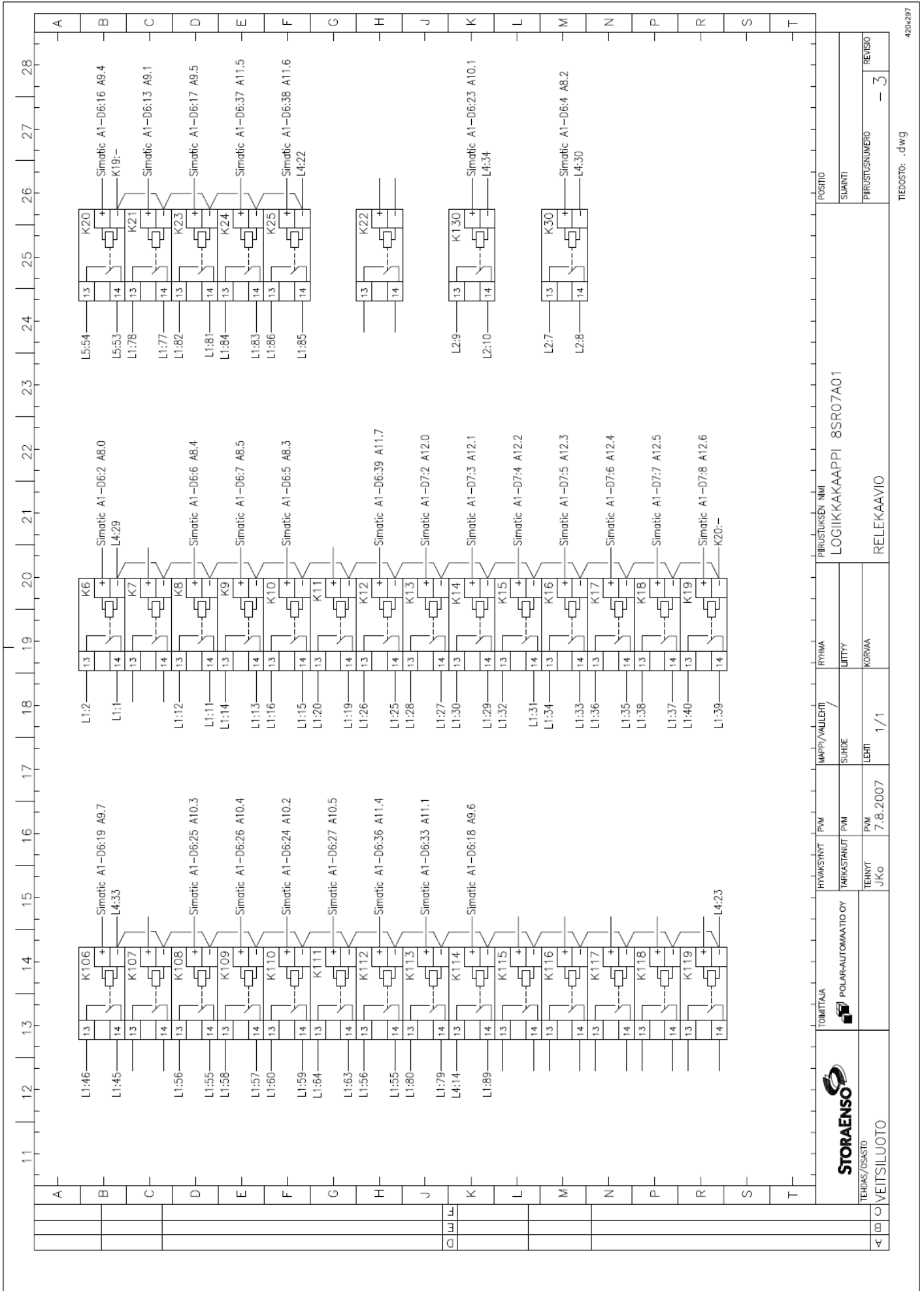
A) 25.07.91 PKa/mn 6/13.11.94 R06/16.13 SAV



Tulostettu 14.6.2008

TEHDAS: Stora Enso	PROJEKTI: Järj. vaihto	NIMI: OHJAUSSLOGIIKKA 6SR07A01	HYY:	MAPPI: XXXX	LIITTYY:			
OSASTO: Arkittamo	TOIMITT: P-A	L1 JOHDOTUS	SUUN. JKo	VALILEH: X	PIIR.LAJI:			
		JOHDOTUSTAJULUKKO	PIIRT. JKo	LEHTI:	POSITIO:			
				PIIRR. N:O XXXX-X	REVISIO:			
OSOITE PAIKKA	LIITIN	KAAPELITUNNUS JA TYYPPI	JOHDIN N:O/väri	LIITIN L1	KETJUTUS	OSOITE LIITIN	PAIKKAKOJETUNNUS	HUOM
28X8-K12	1	4R-M116	1 si	1		14	K6	
L2	2	Hevak 24x2x0,5+0,5	1 pu	2		13		
	3		1 ha	3				
	4		1 ke	4				
	5		1 vi	5	● L5:39	4	L4	+24V
	6		1 ru	6				
	7		1 va	7	●		SIMATIC E3	
	8		1 mu	8		3		
	9		2 si	9	●			
	10		2 pu	10		6		
	11		2 ha	11		14	K8	
	12		2 ke	12		13		
	13		2 vi	13		14	K9	
	14		2 ru	14		13		
	15		2 va	15		14	K10	
	16		2 mu	16		13		
	17		3 si	17	●			
	18		3 pu	18				
	19		3 ha	19		14	K11	
	20		3 ke	20		13		
	21		3 vi	21	●	61	L5	+24V
	22		3 ru	22		6		
	23		3 va	23	●		SIMATIC E4	
	24		3 mu	24		5		
	25		4 si	25		14	K12	
	26		4 pu	26		13		
	27		4 ha	27		14	K13	
	28		4 ke	28		13		
	29		4 vi	29		14	K14	
	30		4 ru	30		13		
	31		4 va	31		14	K15	
	32		4 mu	32		13		
	33		5 si	33		14	K16	
	34		5 pu	34		13		
	35		5 ha	35		14	K17	
	36		5 ke	36		13		
	37		5 vi	37		14	K18	
	38		5 ru	38		13		
	39		5 va	39		14	K19	
	40		5 mu	40		13		
	41		6 si	41		8	SIMATIC A9	
	42		6 pu	42		32	L4	+24V
	43		6 ha	43	●			
	44		6 ke	44		8	SIMATIC E4	
	45		6 vi	45		14	K106	
	46		6 ru	46		13		
	47		6 va	47				
	48		6 mu	48				

OSOITE		KAAPELI			RIVILIITIN L1			KAAPELI			OSOITE		HUOM		
PAIKKA KOJETUNNUS	LIITIN	HUOM	NUMERO	JOHDIN	APUMERKKI	NUMERO	KETJUTUS	JOHDIN	NUMERO LIITIN	HUOM	LIITIN	PAIKKA KOJETUNNUS			
28X8-K12 L2	1		4R-M116 HEVAK 24x2x0,5+0,5	1si		1					14				
	2			1pu		2						13	K6		
	3			1ha		3									
	4			1ke		4									
	5			1vi		5		•	L5/25				4	L4	+24V
	6			1ru		6									
	7			1va		7		•							
	8			1mu		8									
	9			2si		9		•							
	10			2pu		10							3	SIMATIC A1-D4	E0.1
	11			2ha		11							14		
	12			2ke		12							13	K8	
	13			2vi		13							14		
	14			2ru		14							13	K9	
	15			2va		15							14		
	16			2mu		16							13	K10	
	17			3si		17		•							
	18			3pu		18							F33	L4	+24V
	19			3ha		19							17	SIMATIC A1-D6	E9.5
	20			3ke		20									
	21			3vi		21		•					61	L5	+24V
	22			3ru		22							9		E0.7
	23			3va		23		•						SIMATIC A1-D4	
	24			3mu		24							12		E1.0
	25			4si		25							14		
	26			4pu		26							13	K12	
	27			4ha		27							14		
	28			4ke		28							13	K13	
	29			4vi		29							14		
	30			4ru		30							13	K14	
	31			4va		31							14		
	32			4mu		32							13	K15	
	33			5si		33							14		
	34			5pu		34							13	K16	
	35			5ha		35							14		
	36			5ke		36							13	K17	
	37			5vi		37							14		
	38			5ru		38							13	K18	
	39			5va		39							14		
	40			6mu		40							13	K19	
	41			6si		41							15	SIMATIC A1-D6	A9.3
	42			6pu		42							32	L4	0V
	43			6ha		43		•						SIMATIC A1-D4	
	44			6ke		44							13		E1.1
	45			6vi		45							14		
	46			6ru		46							13	K106	
	47			6va		47									
	48			6mu		48									
28X8-K12 L3	1		4R-M117 HEVAK 24x2x0,5+0,5	1si		49	•	L5/25			6	L4	+24V		
	2			1pu		50									
	3			1ha		51		•							
	4			1ke		52						18	SIMATIC A1-D4	E1.6	
	5			1vi		53		•							
	6			1ru		54						19		E1.7	
	7			1va		55						14			
	8			1mu		56						13	K108		
	9			2si		57						14			
	10			2pu		58						13	K109		
	11			2ha		59						14			
	12			2ke		60						13	K110		
	13			2vi		61		•							
	14			2ru		62									
	15			2va		63						14			
	16			2mu		64						13	K111		
	17			3si		65		•				65	L5	+24V	
	18			3pu		66						32	SIMATIC A1-D4	E3.0	
	19			3ha		67		•							
	20			3ke		68						29		E2.7	
	21			3vi		69						35	SIMATIC A1-D6	A11.3	
	22			3ru		70						36	L4	0V	
	23			3va		71		•						SIMATIC A1-D4	
	24			3mu		72						33		E3.1	
	25			4si		73						8	L4	+24V	
	26			4pu		74		•				36	SIMATIC A1-D6	E3.4	
	27			4ha		75						69	L5	+24V	
	28			4ke		76						35	SIMATIC A1-D6	E3.3	
	29			4vi		77						14			
	30			4ru		78						13	K21		
	31			4va		79						14			
	32			4mu		80						13	K113		
	33			5si		81						14			
	34			5pu		82						13	K23		

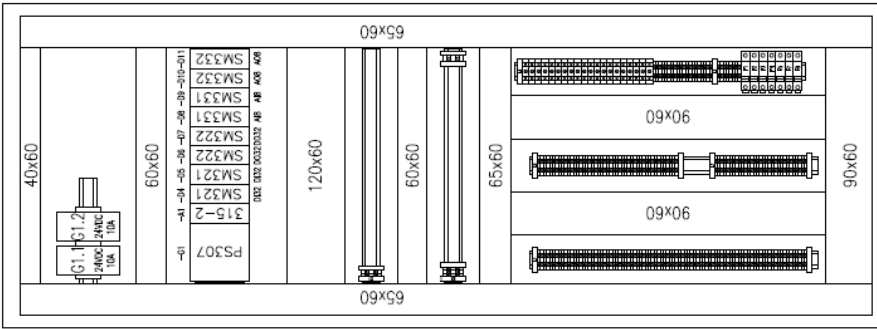




Oikea sivuseinä



Vasen sivuseinä



POSIITTO	
TOIMITTAJAN NUMERO	
PIIRUSTUSNUMERO	- 3
REVISIO	

PIIRUSTUKSEN NIMI  
LOGIIKKAKAAPPI 8SR07A01

LAY-OUT

RYHMÄ  
LIIITY

MAPII/VALIHEHTI /  
SURIDE

LEHTI 1 / 1

TEKIJÄ  
JKO

HYVÄKÄYNTI  
PVM 10.09.2007

TEKIJÄ  
PVM 10.09.2007

TOIMITTAJA  
POLAR-AUTOMAATIO OY

TEHDAS/OSASTO  
VEITSILUOTO

TEHDAS/OSASTO  
VEITSILUOTO

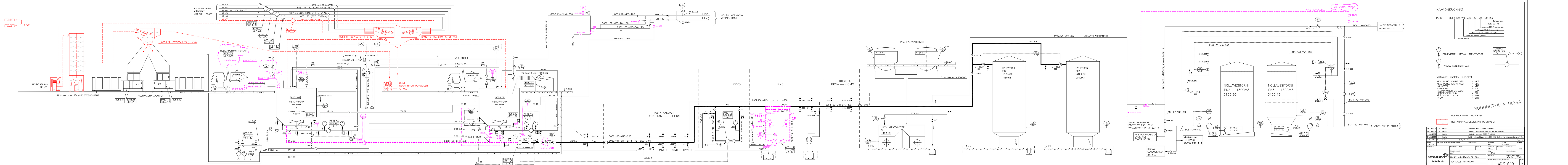
TEHDAS/OSASTO  
VEITSILUOTO

TEHDAS/OSASTO  
VEITSILUOTO

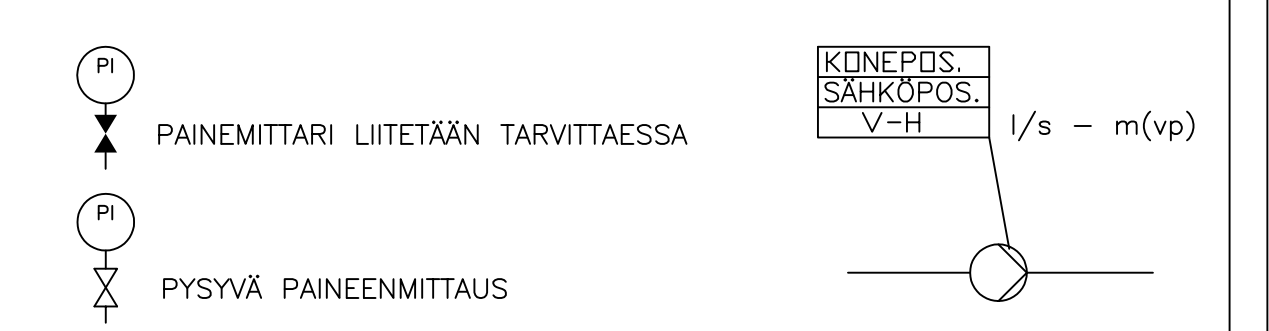
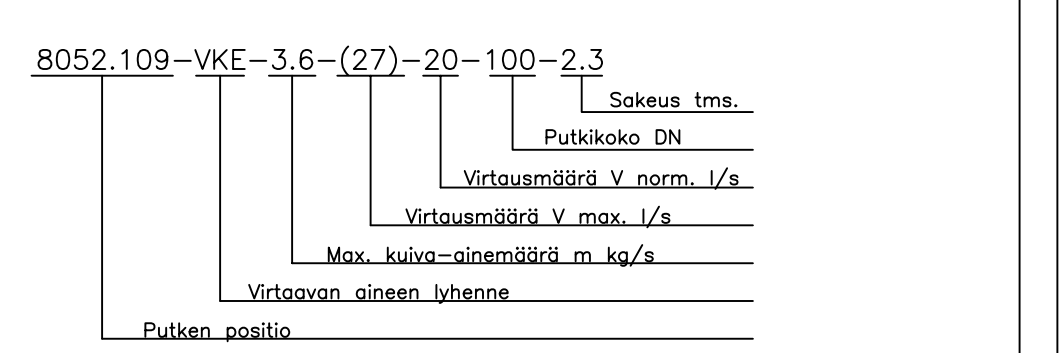


A1-D4  
johto/liitin pituus~

	1			
E0.0	2	190cm	L1	113
E0.1	3	150cm	L1	10
E0.2	4	190cm	L1	115
E0.3	5	240cm	L5	26
E0.4	6	240cm	L5	27
E0.5	7	240cm	L5	62
E0.6	8	240cm	L5	64
E0.7	9	160cm	L1	22
	10			
	11			
E1.0	12	160cm	L1	24
E1.1	13	160cm	L1	44
E1.2	14	230cm	L5	11
E1.3	15	230cm	L5	14
E1.4	16	230cm	L5	16
E1.5	17	190cm	L1	91
E1.6	18	160cm	L1	52
E1.7	19	160cm	L1	54
M	20	185cm	L4	21
	21			
E2.0	22	190cm	L1	93
E2.1	23	240cm	L5	40
E2.2	24	240cm	L5	41
E2.3	25	240cm	L5	44
E2.4	26	240cm	L5	43
E2.5	27	240cm	L5	66
E2.6	28	240cm	L5	68
E2.7	29	170cm	L1	68
	30			
	31			
E3.0	32	170cm	L1	66
E3.1	33	170cm	L1	72
E3.2	34	240cm	L5	21
E3.3	35	170cm	L1	76
E3.4	36	170cm	L1	74
E3.5	37	240cm	L5	70
E3.6	38	240cm	L5	74
E3.7	39	240cm	L5	78
M	40	185cm	L4	21



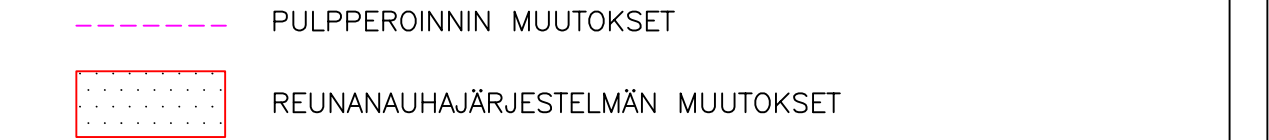
**KAAVIOMERKINNÄT**



**VIRTAAVIEN AINEIDEN LYHENTEET**

KEM. PUHD. KYLMÄ VESI = VKE  
 KEM. PUHD. LÄMMIN VESI = VLK  
 NOLLAVESI = VNO  
 TIVISTEVESI = VTI  
 PASTAPITOINEN JÄTEVESI = VJP  
 HIENOPAPERIHILKY = SHH  
 PÄÄLLETTY HILKY = SHP  
 HILKY = SHY

**SUUNNITTEILLA OLEVA**



29.10.2007	14	M.Aalto	Päivitetty reunanauhan käsittelyä		
02.10.2007	13	M.Aalto	Päivitetty VNO-säiliö 8052.09 ja löydetty		
11.09.2007	12	M.Aalto	Päivitetty pumpun 8052.17 aallo		
31.08.2007	11	M.Aalto	Lähtö painemittaus 8052.114-VNO linjan ja tšmennys, postiohjelmi		

Pöytäkirja		Pöytäkirja		Pöytäkirja	
3.9.2006	Talouden suunnittelun/lausunnon	Talouden runo	Suunnitelma	Käyttö	Yhtymä
Pöytäkirja	4R001	4R001	4R413	4R001	4R413
Pöytäkirja		Pöytäkirja		Pöytäkirja	
Pöytäkirja		Pöytäkirja		Pöytäkirja	

**STORAENSO** Veitsiluoto

Projekti: HYLKY ARKITTAMOLTA PA-  
TEHTÄALLE PI-KAAVIO

Yhtymä: ARK 500

1:1

14