

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Energiatekniikan koulutusohjelma / automaatiotekniikka

Niko Tulkki

AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN I/O-LIITÄNTÖJEN MODERNISOINTI

Opinnäytetyö 2014

# TIIVISTELMÄ

## KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

### Energiatekniikka

TULKKI, NIKO	Automaatiojärjestelmän I/O-liitäntöjen modernisointi
Opinnäytetyö	60 sivua + 18 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Vesa Kankkunen
Toimeksiantaja	Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Elokuu 2014	
Avainsanat	Metso DNA, käyttöönotto, modernisointi, laboratoriotyö, I/O-kortti

Opinnäytetyön lähtökohtana oli uudistaa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun Metso-lan kampuksen vanhat I/O-kortit ja käyttöönottaa uudet I/O-kortit ja laitteet, joita automaatiojärjestelmä ohjaa. Laitteet muodostivat kokonaisuudessaan kaksi eri prosessia, joita olivat veden pinnansäätö sekä paineen säätö.

Työn tavoitteena oli saada järjestelmä toimimaan uudellaisilla Metso DNA:n I/O-korteilla ja toteuttaa kentälle tarvittavat muutokset. Ne olivat runkokaapelien, maadoitusten ja väyläkaapeloinnin toteutus järjestelmäkaapin ja rakennetun kenttäkotelon välille. Runkokaapelit kytkettiin kenttäkoteloon ja järjestelmäkaappiin sekä suunniteltiin uudet johdotuskuvat jokaiselle I/O-kortin kanavalle.

Työn teoriaosuudessa käsitellään pintapuolisesti niitä moduuleita ja ohjelmistoja, joita on käytetty tai tullaan käyttämään apuna valvomon piirinäyttöjen suunnittelussa ja ohjelmoinnissa. Näiden jälkeen on otettu pieni esittely laitediagnostiikkatietojen keräämisestä ja tästä on edetty älykkäiden kenttälaitteiden käyttämään kenttäväylätekniikan esittelyyn, jota testattiin työn toteutuksessa.

I/O-päivityksen myötä saatiin laboratoriossa käyttöön edeltäjiinsä nähden pienempiä ja tehokkaampia yksiköitä. Niiden yhtenä tarkoituksena on perehdyttää opiskelijoita nykyaikaisen järjestelmän toimintaan, joita käytetään korvaamaan olemassa olevia vanhoja järjestelmiä teollisuuslaitoksissa niiden elinkaari muutoksesta johtuen.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

TULKKI, NIKO

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

August 2014

Keywords

Modernization of Automation System I/O-Units

60 pages + 18 pages of appendices

Vesa Kankkunen, Senior Lecturer

Kymenlaakso University of Applied Sciences

Metso DNA, implementation, modernization, laboratory work, I/O-unit

The purpose of this thesis was to rebuild the old I/O-units of the Kymenlaakso University of Applied Sciences and the equipment start-up and commissioning that are controlled by the automation system. The devices formed two processes, which were the water level control and pressure control in a closed container.

The goal was to make the system function with new kinds of Metso DNA I/O-units and carry out the field necessary changes. In this case changes were the trunk cables, grounding and bus cabling implementation between the system cabinet and junction box. The trunk cables were connected to the junction box and system cabinet in addition to which new wire maps were designed for every I/O-unit channel.

The theory part discusses the modules and software that have been used or will be used to facilitate planning and programming. After these, a small preview of device diagnostic data collection is presented, followed by description of fieldbus technology tested in the implementation.

The I/O update enabled smaller and more powerful units compared with their predecessors to be introduced in the laboratory use. One objective of the I/O-units is to familiarize students with the operation of modern systems that are being used to replace existing systems at industrial plants due to life cycle changes.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## KÄSITTEITÄ

6

## 1 JOHDANTO

8

## 2 METSON AUTOMAATIO JA SEN KEHITTYMINEN

9

### 2.1 Metso DNA

9

### 2.2 Sovellusohjelman yleisimmät osat

9

### 2.3 Automaatiomoduli

10

#### 2.3.1 I/O-moduulit

11

#### 2.3.2 Tyyppimoduulit

12

#### 2.3.3 Valvomon positio-, operointi- ja tapahtumamoduulit

13

## 3 OPEROINTITYÖKALUT METSO DNA-YMPÄRISTÖSSÄ

14

### 3.1 DNA Explorer

14

### 3.2 Function Block CAD

15

### 3.3 DNAuse Editor

16

### 3.4 Trendien suunnittelu

17

### 3.5 DNAfieldAssessor

18

### 3.6 Debugger

19

## 4 JÄRJESTELMÄN HALLINTA YLLÄPITOTYÖKALUILLA

20

### 4.1 Järjestelmädiagnostiikka

20

### 4.2 Laitediagnostiikan hälytystieto

22

## 5 KENTTÄVÄYLÄT

23

### 5.1 Kenttäväyläliitynnät automaatiojärjestelmissä

23

### 5.2 HART-liitynnät

24

### 5.3 Profibus-kenttäväylät

26

#### 5.3.1 DP-liityntä Metso DNA:ssa

26

#### 5.3.2 PA-liityntä

29

### 5.4 Foundation Fieldbus

30

6	KÄYTTÖÖNOTETTAVAN JÄRJESTELMÄN KUVAUS	31
6.1	ACN C20 -prosessiasema	31
6.2	M80 I/O-kaappi ja -laitteet	33
6.2.1	Kaappimallin I/O-yksiköt ja niiden edut	33
6.2.2	Teholähde	34
6.2.3	Väyläohjain	35
6.3	Kytkenät prosessiaseman ja kenttäkaapin laitteiston välillä	35
7	I/O-KORTTIEN MODERNISOINTI	36
7.1	Vanhat kehikkoasenteiset I/O-kortit	36
7.2	Vanhojen korttien tekniset tiedot	37
7.2.1	Vanhat binääriviesti-kortit BIU8, BIU84 ja BOU8	37
7.2.2	Vanhat analogiaviesti-kortit AIU8, AOU4 ja AIU8H	38
7.2.3	Vanhan I/O-järjestelmän ristikytkentä	39
7.3	Automaatiolaboratorion päivitykset ennen I/O-korttien modernisointia	39
7.4	Uudet älykkäät I/O-kortit	40
7.4.1	Uudet analogiakortit AI8C, AI8H ja AO4C	40
7.4.2	Uudet digitaalikortit DI8P ja DO8P	41
7.4.3	Uusien I/O-korttien liityntätavat	41
7.5	ACN I/O-kenttäkotelo	43
7.6	Kenttäkaapeloinnin toteutus	45
7.7	Sovellusmuutokset uudessa järjestelmässä	46
7.8	Toimintojen käyttöönotto ja testaus	48
7.9	Profibus-väylän laitekonfiguraatiot	50
7.10	Huoltotoimenpiteet jatkossa Metson automaatiojärjestelmään	55
8	YHTEENVETO	56
	LÄHTEET	58
	LIITTEET	
	Liite 1. ACN I/O-kotelo	
	Liite 2. Laboratorion käytössä olevien I/O-korttien merkkauslista	
	Liite 3. Väylä-tiedostoon korjatut merkinnät	
	Liite 4. I/O-kortin kanavakohtainen johdotuskaavio kenttäkotelolle	

## KÄSITTEITÄ

**ACN** – Application and Control Node, Metson sovellus- ja ohjaussolmu.

**DNA** – Dynamic Network of Applications.

**EAS** – Engineering and Maintenance Activity Server, suunnittelupalvelin, joka sisältää kaiken konfigurointiin tarkoitetun ohjelmiston.

**EAC** – Engineering and Maintenance Activity Client, suunnittelutyökalu, jolla suunnitellaan sovellukset ja käyttöliittymät.

**BU** – Backup Station, varmennusasema.

**OPS** – Operator Station, operointiasema.

**PCS** – Process Control Station, prosessiasema.

**ALP** – Alarm Processor, hälytysasema.

**DIA** – Diagnostic Station, diagnostiikka-asema

**RTS** – Router Station, reititysasema.

**I/O** – Input/Output.

**Profibus DP** – Process Field Bus, Decentralised Peripherals.

**Profibus PA** – Process Field Bus, Process Automation.

**H1** – Hitaamman tason Foundation Fieldbus -väylä.

**HSE** – High Speed Ethernet.

**MIO** – Metso Input/Output.

**CIO** – Centralized I/O, keskitetty I/O.

**IBC** – Process Interface Controller, prosessiväyläohjain

**FBC** – Field Bus Controller, kenttäväyläohjain

**IPS** – MIO Power Supply

**VME** – Damatic XD -järjestelmän solmu, johon sisältyi keskusyksikkö, verkkoliitintäyksikkö ja kenttäväyläohjain.

**AI** – Analog Input

**AO** – Analog Output

**BI** – Binary Input

**BO** – Binary Output

**DI** – Digital Input

**DO** – Digital Output

**FP** – Field Power

**VS** – Voltage Source

**IN** – Input

**COM** – Component Object Model

**MB8** – Asennusalusta, johon voidaan liittää M80-sarjan ACN-tyyppisiä I/O-yksiköitä kahdeksan kappaletta.

**PIC** – Process Interface Controller, ohjainkortti.

**Konfigurointi** – Asetuksien säätäminen ja määrittäminen.

## 1 JOHDANTO

Automaatiojärjestelmän uusiminen tuo esille nykyaikaista teknologiaa, jonka tarkoituksena on varmistaa automaatioon kytketyn tuotannon tehokkuus ja sille asetetut kriteerit. Automaatiolla on iso rooli laitoksissa. Automaatio pystyy valmistamaan tai tuottamaan sellaisia asioita, jonka avulla laitokseen tulee käyttötunteja. Automaatioon luotetaan ja sillä pystytään toteuttamaan sellaisia asioita, johon ei löydetä muualta riittävää osaamista tai tarkkuutta.

Opinnäytetyö tehtiin Kymenlaakson ammattikorkeakoululle, jossa tapahtui muutoksia automaatiotekniikan puolella. Vanha laboratorio sai antaa tilaa uudelle hoito- ja terveyspuolen laitteille ja automaatiotekniikka sai uuden tilan rakennuksesta. Entisien automaatioon liittyvien I/O-korttien vaihtoa oli mietitty jo aikaisemmin ja nyt kun tila oli siirrettävä toiseen paikkaan, oli luonnollinen ratkaisu vaihtaa muuton yhteydessä koko I/O-kortteja sisältävän kaapin sisältö.

Tämä opinnäytetyö perehdyttää vanhojen Metson I/O-korttien vaihtamisen uusiin, saman valmistajan valmistamiin ACN-pohjaisiin kortteihin. Uudet I/O-kortit tulevat tukemaan koulun opetusjärjestelmää paremmin seuraavien vuosien ajan johtuen niiden tuomista ominaisuuksista ja nykyajan laitekannasta. Näitä laitteita vaihdetaan paljon myös sellaisiin kohteisiin, johon opiskelijoilla on mahdollisuus työllistyä koulutuksen jälkeen.

Työssä perehdyttiin uusien Metson I/O-korttien teknisiin tietoihin ja niiden toimintaan, jotka poikkeavat oleellisella tavalla vanhoihin kortteihin verrattaessa. Työn toteutukseen liittyen tehtiin esisuunnittelua ja -valmisteluita, jotka vauhdittivat toteutuksen tekoa siten, että uusi ACN IO-kaappi oli käyttövalmiina syksyn 2014 opintokursseille. Myös suunnitteludokumentit tehtiin kokonaan uusiksi. Niihin kuuluivat 20 I/O-kortin kanavakohtainen kaapelointikaavio kenttäkotelon riviliittimille sekä tulo- ja lähökorttien lista, josta seurataan käytössä olevien ja vapaiden I/O-korttien käyttömahdollisuutta.



## 2 METSON AUTOMAATIO JA SEN KEHITTYMINEN

### 2.1 Metso DNA

Metso DNA on automaatiojärjestelmän tuotekonsepti, jonka Metso on luonut käyttöönotettavaksi vuonna 2000 palvellakseen prosessi- ja automaatioteollisuuden asiakkaita. Metso DNA on dynaaminen sovellusverkko, joka pohjautuu tietämyksen ja informaation vapaaseen verkottamiseen, älykkäiden kenttälaitteiden yhdistämiseen ja standardien mukaisten laitteiden ja sovellusten vapaaseen yhdistämiseen Metson automaatioverkkoon riippumatta valmistajasta. (Metso DNA-tuotekuvaus 2009, 4.)

Metso DNA pohjautuu sitä edeltäneeseen Damatic XD-i -järjestelmään. Vanhan Damatic XD-i:n monia etuja on kehitetty sekä parannettu ja siitä on luotu tehokkaampi ja täysin uudenlainen konsepti. Tämä konsepti on nykyään hyvin yleisesti käytössä tehtaissa ja tuotantolaitoksissa, mutta ei välttämättä pelkästään ainoana järjestelmänä. Nykyäänkin vielä on jonkin verran saman tehtaan tehdasjärjestelmissä sekoituksia eri valmistajien järjestelmistä ja eri versioista, mutta kun elinkaari tulee päätökseen, suositellaan käytettäväksi yhden valmistajan järjestelmää, jotta voidaan parantaa kilpailukykyä ja tehokkuutta. (Metso DNA-tuotekuvaus 2009, 5.)

Myös Metso DNA on kokenut uudistuksia ja nimenmuutoksen kuten aikaisemmat järjestelmät. Vuonna 2006 julkaistu Metso DNA CR oli edistysaskel Metso DNA:sta, jossa uutuutena oli kiskoasenteiset ACN I/O-kortit ja moduulin päähän asennettavat prosessiasemakortit, jotka mahdollistivat nopeamman ohjauksen. Näillä uudistuksilla toimineen järjestelmän nimi muutettiin takaisin alkuperäiseen, pelkästään dynaamisen sovellusverkon nimeä kantaneeseen järjestelmään ja nykyäänkin se on Metso DNA. (Kosonen 2012, 8.)

### 2.2 Sovellusohjelman yleisimmät osat

Sovellusohjelma koostuu kolmesta pääosasta: tietopisteistä, porteista ja toimilohkoista. Näiden avulla saadaan automaatiosovellus toimimaan halutulla tavalla monien erilaisten ulkoisten tai paikallisten tietojen summana. (Tampereen teknillinen yliopisto, kurssiaineisto 2011, 1.)

Tietopisteet jaetaan paikallisiin ja ulkoisiin. Paikalliset tietopisteet ovat moduulin sisällä nimettyjä yksikäsitteisiä tietoa alueita, joihin kytkeytymällä toimilohkot ja portit siirtävät tietoa vain moduulien sisällä. Ulkoiset tietopisteet ovat olioita, joihin tietoa kopioidaan muiden moduulien tietopisteistä. Nimi viittaa tunnettuun piiriin automaatiojärjestelmässä, josta tieto tulee. (Tampereen teknillinen yliopisto, kurssiaineisto 2011, 7.)

Portit jakautuvat suorasaantiportteihin ja rajapintaportteihin. Suorasaantiportit ovat kytkentäpisteitä toimilohkoissa tai tietopisteissä, joihin voidaan kytkeä yksittäinen tieto tai toimilohko. Rajapintaporttiin voidaan kytkeä toimilohkon yksittäinen tieto, joka voi olla yksittäinen moduulien tai asemien välinen tieto. (Tampereen teknillinen yliopisto, kurssiaineisto 2011, 8.)

Toimilohkot toteuttavat sovelluksessa ohjelmoidun toiminnan ja ne liittyvät muihin tietopisteisiin kytkentäpisteiden kautta. Toimilohkon jäseniä ovat kytkentäpisteet ja konfigurointiparametrit, jotka ovat tyyppitettyjä muiden automaatio-objektien tavoin. Parametrit määrittelevät toimilohkon toiminnan perustan ja niille voi antaa vakioarvoja, mutta niitä ei ole tarkoitettu kytkettäväksi muihin tietopisteisiin. Moduulin tulot ja lähdöt sekä konfigurointiparametrit on rajattu tietyn tyyppiseksi ja niille voidaan kytkeä vain tietyn tyyppisiä signaaleita tai antaa tietyn tyyppisiä vakio-arvoja. (Tampereen teknillinen yliopisto, kurssiaineisto 2011, 8.)

### 2.3 Automaatiomoduuili

Automaatiomoduuilit ovat suunnittelutyökaluohjelmien kirjastoista saatavia graafisia toimilohkoja. Automaatiosovellus koostuu moduuleista, jotka ovat pienempiä ohjelmalohkoja graafisessa muodossa. Ne on esiohjelmoitu toimilohkon nimenmukaista toimintaa varten. Esiohjelmoitujen konfigurointimoduulien sisäistä toimintaa, joka tekevät prosessiohjauksesta asetuksen mukaisen. (Ylikunnari 2003, 59.)

Kaikissa automaatiomoduuileissa on konfigurointimoduuli tai jopa useampi. Yhteensä säätöpiiriin liitettävät tärkeimmät automaatiomoduuileista koostuvat konfigurointimoduulit ovat prosessiaseman toimintamoduuli, I/O-moduulit, kaaviolamppuohjauksessa

käytettävät moduulit sekä valvomon positio-, operointi- ja toimintamoduulit. (Ylikunnari 2003, 59.)

Automaatiomoduliin toimintaan sisällytetään seuraavat osat:

- Automaatiomodulin hallintaosa
- Toimintamoduulin hallintaosa
- Ulkoisten tulojen ja tulomoduurien kytkentä
- Ulkoisten lähtöjen ja lähtömoduurien kytkentä
- Toimilohkojen kytkentä
- Moduuliin liittyvien valvomo- ja piirturi-ohjauksien moduulit

(Tampereen teknillinen yliopisto, kurssiaineisto 2011, 3.)

### 2.3.1 I/O-moduulit

I/O-moduuli on laite, johon voidaan syöttää tai josta voidaan saada tietoa. Korteille lähetetty tieto tai korteilta saatu tieto on aina digitaalisessa muodossa. Analogisiin kortteihin on rakennettu sisäinen A/D-muunnin, joka muuntaa analogisen sisääntulovirran digitaalisesti numeroarvoksi. (Kastell 2010, 12.)

I/O-moduuli on tarkoitettu välikappaleeksi ohjaamaan toisia laitteita tai saamaan niiden tilasta tietoa. I/O-laitteet ovat tärkeässä asemassa automaatiossa ja sulautetuissa järjestelmissä. I/O-moduulin käyttökohteita voi olla tiedonkeruu, ohjaus, prosessivalvomo, opetus tai testaus. Kenttätoimintoihin ei ilman I/O-moduulia pääse käsiksi tietokoneen näytöltä. (Kastell 2010, 8.)

Toimiakseen täysin I/O-moduuli tarvitsee järjestelmässä toimivan ohjelman, johon ohjelmoidaan järjestelmän käyttämä tulo- ja lähtökortti sekä yhdistetään kortit johdotuk-

silla piirin toiminnan kannalta oikeaan lohkotyyppiin. Ohjelmoitavissa logiikoissa lohkotyypit täytyy ohjelmoida ja luoda itse, kun taas isommissa automaatiojärjestelmissä ne ovat valmiiksi mietittyjä sovelluksia.

### 2.3.2 Tyypimoduulit

Tyypimoduulit käsittävät sovelluksessa käytettävät toimilohkotyypit, tietotyypit ja nipputyypit. Valmistajan toimittaman sovelluksen mukana tulee kiinteät, asemalle ladatut tyypit, joita tuleva sovellusohjelman käyttäjä ei voi muokata. (Tampereen teknillinen yliopisto, kurssiaineisto 2011, 5.)

Toimilohkotyypit ovat moduuleita, jotka koostuvat toimilohkoista. Toimilohkon jäseniä ovat tulot, lähdöt ja konfigurointiparametrit. Tulot ja lähdöt ovat I/O-moduuleita, jotka toimivat kenttälaitteiden liitäntäpisteinä järjestelmään. I/O-moduuleita käytetään määriteltäessä prosessitietoja mittauslähettimiltä ja kytkimiltä joko analogisena tai digitaalisena viestimuotona. Suunnitteluohjelmassa saatavat I/O-moduulit ovat yhteydessä kortteille prosessiliityntäohjaimen välityksellä, joka ajaa prosessinohjaussolmusta saadun tiedon I/O-liityntäyksiköille. Konfigurointiparametrit ovat kortteihin ja toimilohkoihin aseteltavia piiritunnuksia, joista mittaus tulee ja joihin se menee. (Ylikunnari 2003, 57 – 58.)

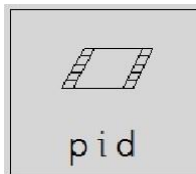
Tietotyypit koostuvat rakenteiden mukaisesti alkeistyyppihin, taulukoihin ja kiinteisiin kehystaulukoihin. Kytettäessä toimilohkoja toisiinsa täytyy tietojen olla samaa tyyppiä, koska automaatiokielen perusosien välillä tyypityksellä on vahva vaikutus, vain samantyyppiset osat voivat toimia keskenään, jotta tiedonsiirto välittyisi tarkoituksenmukaiselle moduulille tai toimilohkolle. Yleisimpiä tietotyyppisiä ovat intl, intl, ana, bin, bo ja fails, joiden tyyppi automaatiokielessä tunnustetaan kytkentäpisteisiin yhdistettävillä viivojen väreillä. (Ylikunnari 2003, 58.)

Nipputyypit ovat moduulien välisissä, porttien kautta tapahtuvassa tiedonsiirrossa käytettäviä osia. Tietopiste voidaan määrittää tietotyypin, portin nipputyypin tai tietotyypin ja toimilohkotyypin avulla. (Tampereen teknillinen yliopisto, kurssiaineisto 2011, 7.)

### 2.3.3 Valvomon positio-, operointi- ja tapahtumamoduulit

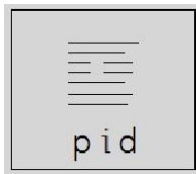
Jos Metso DNA:n suunnitteluohjelmassa luodusta moduulista halutaan siirrettävän tietoa kenttälaitteilta valvomoon ja valvomosta kenttälaitteille, suunnitteluohjelmasta on etsittävä positio-, operointi- ja tapahtumamoduulit. Työkaluriviltä avattaessa moduulia aukenee aina tapahtumakohtainen symboli ja dialogi, joihin suunnittelija voi laittaa halutut prosessitapahtumat tai jatkaa päivittämättä moduulin antamilla tiedoilla. Positiokohtaiset moduulit hallitsevat yhden luodun prosessiin tapahtumapisteitä binääriyyppisillä signaaleilla, jotka ohjataan oikeille asemille. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Positiotapahtumat saadaan valvomoon näkymään valitsemalla suunnitteluohjelmasta toimilohkokaavion positioiminnot. Positiotoimintoja on saatavilla useisiin toimilohkoihin ja muutamia erikoistapauksia on ohjelmissa. Tietotyypeille, kuten ana, intl ja ints on olemassa erilaisia symbolitunnuksia. Myös pelkästään ilmoituksia varten olevat positioiminnot sekä muutamiin lohkoihin, joissa on mahdollisuus saada tapahtumaselaimen hälyttävän signaalin juokseva arvo, on oma positiosymboli. Kuitenkin positioiminnojen symboli on aina sama ja se näkyy kuvassa 1. (Metso DNA -manuaalit 2013.)



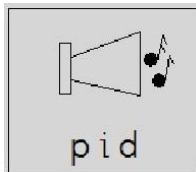
Kuva 1. Positiotoiminnojen moduuli ohjelmistossa

Operointitoiminnot välittyvät prosessinhoitajien valvomo-ohjelmistosta laitteille OPS-aseman kautta. Operointitoimintoja ohjelmiston valikossa on kahdentyyppisiä: normaali operointitoiminto ja operointitoiminto, jossa on suoravalintapainikkeet. Nämä operointitoimintojen erot tulevat esille dialogia täytettäessä. Niiden symboli on myös samanlainen kuin kuvassa 2. (Metso DNA -manuaalit 2013.)



Kuva 2. Toimintomoduulin kuva FbCAD:ssä

Tapahtumamoduuli luo hälytyksiä ja ilmoituksia suunniteltuun säätöpiiriin sen toimiessa. Piirikohtaiselle tapahtumamoduulille voidaan asettaa hälytyksen tai muun tapahtuman prioriteetti, jos se on kyseille moduulille mahdollista. Metson sovelluskirjaston ikonivalikosta kuvassa 3 esitetyn moduulin löytää samoilla kirjaintunnuksilla varustettuna kuin sellaisen, jossa tiedot ovat yhtenäisiä, mutta erikoismerkinnällä erotu. (Metso DNA -manuaalit 2013.)



Kuva 3. Hälytystoiminnon graafinen näkymä.

### 3 OPEROINTITYÖKALUT METSO DNA-YMPÄRISTÖSSÄ

#### 3.1 DNA Explorer

DNA Explorer on selainpohjainen suunnittelutyökalu, jota muut suunnitteluympäristössä olevat työkalut tukevat. Automaatiosovellus rakennetaan ja tallennetaan ohjelman suunnittelutietokantaan ja sitä pitää pystyä hallinnoimaan sekä muokkaamaan jälkepäin. Metsolla suunnittelutietokanta on DNA Explorer, jonka avulla pystytään hallinnoimaan tietokantaan tallennettuja suunnittelusovelluksia joko suoraan selaimen kirjastosta tai välillisesti jonkin suunnittelutyökalun kautta. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

DNA Explorer antaa mahdollisuudet useisiin tehtäviin tietokannassa, joita käytetään hyödyksi ohjelmistojen suunnittelussa ja muokkaamisessa sekä tietokannan kautta

valmiiden suunnittelupakettien lataamisessa ajoympäristöön, raportointiin ja suunnitteludokumenttien tulostamiseen. DNA Explorerilla on mahdollista tarkastaa suunnitteluolioiden ajoympäristökelpoisuus ja valita joko todellinen tai virtuaalinen ajoympäristö ohjelmasta löytyvillä komennoilla. Todellisessa ajoympäristössä suunnitteluoliot ladataan todelliseen järjestelmään ja virtuaalisessa ympäristössä olioita voidaan testata irrallaan oikeasta järjestelmästä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Suunnitellut toimilohko- ja sekvenssikaaviot tulee olla yhteneviä tietyille parametreille toiminnan edellyttämiseksi. Operaattorin muuttaessa hälytysrajoja ajoympäristössä eivät arvot muutu automaattisesti toimilohko- ja sekvenssikaavioihin, vaan parametrit on päivitettävä manuaalisesti jälkepäin. Metso DNA-ohjelmistossa on olemassa synkronointikomento automaattisesti päivittyville CAD-kuville, jossa saadaan automaattisesti muutamasta erilaisesta vaihtoehdosta valitsemalla synkronoitua tietoa niitä tarvitseville kohteille. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

### 3.2 Function Block CAD

Function Block CAD -työkalulla toteutetaan prosessien toiminta Metso DNA:n automaatiojärjestelmiin toimilohkopiireinä, joita ovat mittaus-, säätö-, venttiili- ja moottoriirit. Toimilohkoista saadaan yhteys prosessiin konfigurointitoiminnoilla, jolla toimivat jatkuvatoimiset säädöt, I/O-kortit ja ohjelman yläosaan tulevat positio-, operointi- ja historiatapahtumat. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Toimilohko parametritietoineen tallentuu järjestelmän yhteiselle suunnittelupalvelimelle, jossa on oma suunnittelutietokanta tallennettaville projekteille. Suunnittelupalvelimen kautta tiedosta saadaan avattua joko FbCADilla tai DNA Explorerilla jokaiselta suunnittelutyöasemalta sekä etäpalvelimelta, jotka ovat kytkeytyneet samaan solmuun Ethernet-kytkimen välityksellä. Suunniteltu ja tallennettu FbCAD-toimilohkokaavio on sovellus, joka mittaa ja säätää prosessia. Se esittää myös prosessin graafisen kuvauksen, joka saadaan tulostettua samaan solmuun kytketyllä tulostimella. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

FbCAD:ssä on olennaista se, että valitut tulot tulevat vasempaan ja lähdöt oikeaan reunaan, mutta toimivat oikein kuitenkin keskikehikon ulkopuolelle. Keskialueelle

tyhjälle alueelle saadaan sijoitettua prosessin tarvitsema ohjelmalogiikka, joka lukee sisääntulomuuttujat ja tekee tulevista tiedoista moduulin algoritmin perusteella ulostulomuuttujia.

Ennen valmiin tiedoston lataamista tietokantaan, on todettava ohjelmiston oikeellisuus ohjelmasta tarkistus-komennon avulla. Virhekomennot näkyvät käyttäjän näytöllä tekstimuotoisena ja osa graafisena esityksenä. Ohjelmassa syntyvät virheet voidaan luokitella kolmeen osaan, jotka ovat graafiset, syntaksi- ja semanttiset virheet. Graafiset virheilmoitukset tulevat yleisimmin symbolien epätarkkuuksista kytkentäpisteisiin. Syntaksivirheet ovat joitakin automaatiokielen vastaisia määrittelyksiä, jotka voivat tulla kaavariville väärin määrittelystä kaavasta. Semanttisia virheitä saadaan erityyppisistä signaaleista moduulien välillä tai kun yritetään syöttää vääryyppistä alkuarvoa. Semanttinen virhe voi johtua myös käytetyn nimen esiintymisestä useampaan kertaan tai suunnitellun piirin nimestä, joka ei täytä automaatiokielen ehtoja. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

### 3.3 DNAuse Editor

DNAuse Editor on prosessi- ja instrumentointikuvien graafinen suunnittelutyökalu, jonka toiminnot on suunniteltu tuotannon ammattilaisille yksinkertaistamaan prosessin käyttöä. Editoriin voidaan luoda uusia ja avata jo suunniteltuja XML-muotoisia kuvia suunnittelupalvelimen tietokannasta tai kiintolevyiltä. Käyttöliittymä noudattaa Metson käyttämää mallia DNA-järjestelmässä. Se koostuu valikko- ja työkalupalkista. Ohjelma on yhteensopiva myös vanhempien ohjelmaversioiden kanssa, sillä vanhat kuvat voidaan avata Editorilla ja tallentaa ne uuteen muotoon DNAuselle. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Editorissa valmistunut kuvan toiminnallisuus täytyy testata ennen sen lataamista ajoympäristöön. Tarkistuskomentoa käyttämällä avautuu valintaikkuna, jossa näkyvät kuvaan suunnitellut kytkennät ja niiden tilanne tarkistuksessa. Editorista kuva voidaan testata käyttöä varten ajoympäristössä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

DNAuse Editorissa sisältää useita grafiikan muokkaustoimintoja, jolla saadaan käyttöliittymään tuotua oleellinen tieto selvästi ja yksinkertaisesti. Valitsemalla ohjelmassa



toimilaitteen saa lisätietoa ja editorin ikkunassa toimintoja voidaan kopioida helposti ja siirtää haluttuun paikkaan. DNAuse voidaan integroida muihin ohjelmiin, joka lisää tilannetietoisuutta sitä enemmän mitä suurempia kokonaisuuksia otetaan käyttöön. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

### 3.4 Trendien suunnittelu

Trendikäyrät perustuvat kohteen mittausdataan, jonka historia kertyy prosessipalvelimen trendihistoriamuuttujaan. Siitä tieto muutetaan näkymään operointi-ikkunassa grafiikkaobjektina. Trenditieto antaa käyttäjälle selvän kuvan tapahtumista ja ennen kaikkea se mahdollistaa ennakoivan kunnossapidon kehittämisen ja parhaiden ajotapojen löytämisen. Trendikäyräksi piirtyvä tieto voi olla joko jatkuvaa mittaustietoa tai toimilaitteen tilatieto, jossa tilatieto muunnetaan analogiaviestiksi. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Trendien suunnittelussa käytetään yleisesti apuna mallipohjaa. Tähän valmiiseen mallipohjaan suunnitellaan halutun mukainen trendikuva, johon annetaan parametrit piiristä. Piiristä tulevaan trenditietoon tarvitaan useita suunnittelujäsenien arvoja, jotka ohjelma muokkaa operointikäyttöliittymästä avautuvaksi graafiseksi viivakoordinaattistoksi. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Trendiviivojen näkymiselle täytyy määritellä trendihistoria, jotta se saadaan näkymään pitkältä aikaväliltä. Tieto kerätään prosessinohjauspalvelimelta tai vaihtoehtoisesti se voidaan ottaa historiatietokannasta, joissa kummassakin on eroavaisuuksia niiden toimintasymboleissa. Ohjelmistossa on myös mahdollista kerätä Metson historiatietokannasta historia ilman symbolia, joka tarkoittaa hieman erilaista menettelyä edellä mainittuihin tapoihin. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun laboratorion automatiojärjestelmä kerää lyhyen ajan trendihistoriatiedot prosessiasemalta, joka on valittavissa valvomo-näytön piiri-ikkunasta joko 7,5:n tai 30 minuutin ajalta. Trenditieto skaalautuu näytölle myös kahden ja kahdeksan tunnin ajalta. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

### 3.5 DNAfieldAssessor

FieldAssessor on kenttälaitteiden suorituskyvyn seurantatyökalu, joka toimii Metso DNA:n sovellussuunnittelu ympäristössä. Järjestelmässä toimiva ohjelmatyökalu seuraa laitetapahtumia diagnostiikkatiedoista, joka ilmoittaa tapahtuvista muutoksista ja tämän avulla pystytään määrittämään kenttälaitteiden tila. Tämä työkalu on suunniteltu toimimaan myös kenttälaitteiden konfiguroinnissa, käyttöönnotossa ja diagnostiikkatietojen lukemisessa. Tämä ohjelmisto otettiin käyttöön tässä työssä käsitellyn I/O-päivityksen myötä, jonka päätarkoituksena on korvata laboratoriossa olevan Siemen-sin Simatic PDM-ohjelma. Tällä on aikaisemmin konfiguroitu kenttäväylä-laitteita. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Ohjelma suorittaa siihen lisätyille kenttälaitteille analyysejä kunnonvalvontaohjelman kautta. Tämä on tarkoitettu ennakoivaan kunnonvalvontaan ja ohjelma ei algoritminsä perusteella reagoi nopeisiin laitetietojen muutoksiin. Diagnostiikkatietoa on ohjelman kerättävä noin kuukauden verran, jotta tuloksien antamia tietoja voidaan analysoida ennustettavuuden kannalta. FieldAssessorin uusin lisäys on sovellusohjelma DPM (Device Performance Monitoring), joka on se, jonka algoritmi ei kykene seuraamaan ja ennakoimaan kuin pitkäaikaisia toimintoja. Tämä sovellus havaitsee laitteet, joiden toiminta on epänormaalia ja esittää käyttäjälle ehdotuksia laitteen normaalin toiminnan palauttamiseksi. Nopeasti tapahtuvia laitetilojen muutoksia seurataan kunnonvalvontatyökalulla ja laitteiden omilla online-diagnostiikka ominaisuuksien perusteella. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Ohjelmisto tallentaa tiedot suunnittelupalvelimelle, joka muodostaa palvelintyöaseman kanssa suunnittelu ympäristön. Tätä tietokantaa käytetään myös konfiguraatietojen tallentamiseen ja näitä suunnittelupalvelimelle tallennettuja tietoja voidaan käyttää ja hallita DNAExplorer-työkalulla. Tiedot DNAfieldAssessorin ja prosessinohjauspalvelimen välillä kuljetetaan Metson järjestelmäkaaviossakin näkyvän FDT palvelimen kautta ja onnistuneeseen tiedonsiirtoon näiden kahden komponentin välillä tarvitaan FDT-palvelimen asennus ja sen on oltava käynnissä Metson verkko solmussa. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Niin kuin muissakin Metson sovellussuunnittelu ympäristössä, on DNAfieldAssessorissa muihin ohjelmiin hyvät integroinnit, jotka luovat ja tiivistävät erilaiset toimenpiteet raportteihin. Yhteenveto-raportit laitetiedoista ja tiloista on hyvin nopeasti tietoa

antavia dokumentteja, joista saadaan laitteiden analyysit siltä ajalta, jonka DNAfieldAssessor on ollut käytössä. Ohjelmasta saadaan kahdeksaa erilaista raporttia tietokannassa olevien laitteiden toimintaan liittyen. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Raportteja voidaan tutkia normaalin web-selaimen avulla tietynlaisin ehdoin. Raportit toteutetaan Metson omalla raportointia tukevalla konseptilla. Sen täytyy olla kytkettynä samalle palvelimelle kuin DNAfieldAssessor, jonka kautta saadaan raportit My Community-portaaliin luettavaksi. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

### 3.6 Debugger

Debugger on diagnostiikkapalvelimen työkalu, jolla saadaan valmiudet tutkia sovel-lusohjelmiston sisäistä toimintaa, kuten testausta ja vianhakua. Työkalu antaa myös mahdollisuudet tutkia ja muuttaa Metso DNA:n sisäistä toimivuutta, jonka muutosta-pahtumat ohjelmoidaan komentoriville. Debugger työkalu voidaan asentaa kahteen erilaiseen solmurakenteeseen. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Koulun järjestelmässä käytetään DIA-PC-solmun rakennetta, joka perustuu Windows-pohjaiseen keskusyksikköön väyläliitännöineen. Diagnostiikka komponentti on joko OPS- tai EAS-asemien kanssa samassa solmussa, kun taas päätteinä toimii joko EAS-tai EAC-asema, jolla toimivat myös suunnitteluasemat. DIA-PC-solmu ja suunnittelu-laitteisto käyttävät Ethernet-verkkoa tietoliikenteen siirtämiseen ja järjestelmässä pys-tytään Ethernetin välityksellä käyttämään yleistä verkkotulostinta. . (Metso DNA -manuaalit 2013.)

DIA-PC-solmussa debugger-työkalu määritellään käynnistyvän komennolla automaatisesti solmun ollessa aktiivinen. Ohjelma tottelee solmusta riippumatta samaa koodi-kieltä, jota tarvitaan mahdollisesti ohjelman avaamiseen sekä sulkemiseen ja muihin operointia edellyttäviin komentoihin. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Debugger-työkalua on myös mahdollista päästä käyttämään muilta koneilta kuin pel-kältä suunnitteluasemalta. Tähän tarvitaan telnet-yhteys, joka saadaan työkalulle var-mennuspalvelimen kautta tai antamalla muulta koneelta telnet-komento. Telnet-yhteyden muodostettua debuggausta pääsee suorittamaan vain yhdeltä koneelta ja va-

kituiselta pääteasemalta käyttäjä kirjataan ulos ulkoisen yhteyden ajaksi. Yhteys palautuu takaisin pääteasemalle, kun telnet-käyttäjät kirjautuu ulos. Telnetin käyttäjä voi myös keskeyttää toisen aktiivisen istunnon vastaamalla myöntävän komennon päätteelle avautuvalle ilmoitukselle, jossa varoitetaan toisen käynnissä olevasta käyttäjän ja palvelimen välisestä yhteydestä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Vian etsintää pystytään tekemään debugger-työkalulla diagnostiikka-antureista, jotka sisältävät tietoa Metso DNA:n sisäisistä ohjelmarakenteista. Anturit ovat suunniteltu toimimaan Metson DNA:n ylläpidon palvelemisessa, johon liittyy sovellusmuutoksien hallinta ja kytkeytyminen sovelluksen tiedoista vika-alueelle. Järjestelmähälytykset muodostuvat diagnostiikka-antureiden avulla, josta tieto ohjataan valvomoon. Hälytyksiä voi tulla erilaisista solmun normaali toiminnasta poikkeavista tilanteista tai I/O-yksiköiden yhteyksistä tai prosessiliitännöistä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

## 4 JÄRJESTELMÄN HALLINTA YLLÄPITOTYÖKALUILLA

### 4.1 Järjestelmädiagnostiikka

Järjestelmädiagnostiikan tarkoitus on seurata ja antaa tietoa tulevista, mahdollisesti järjestelmää hidastavista toimenpiteistä. Diagnostiikalle on oma näyttö, joka avataan hälytysriviltä. Web-diagnostic on integroitu työkalu diagnostiikan käsittelyyn. Työkalulla saadaan tutkittua mahdollisesti puuttuvaa lisätietoa virhetapahtumasta, johon pelkkä diagnostiikka-työkalu ei kykene. Seuraavassa on lista merkinnöistä, jota diagnostiikkaa lukevien ohjelmien näyttöihin tulee ja mitä ne tarkoittavat.

Solmu	Sama kuin asema.
Sovelluspalvelin	Sama kuin asema.
slotXX	Ongelman aiheuttaneen yksikön tarkka nimi. Nimiä tarvitaan myös mm. kenttäväylien tunnistamiseen, jos samassa solmussa on useita väyliä.
slotXX M	M = main eli pääyksikkö. Solmu on kahdennettu ja M = fyysinen pääyksikkö, joka voi joissain vikatilanteissa olla passiivinen (ei ole tällöin vastuussa ohjauksesta).

slotXX R	R = reserve eli varayksikkö. Solmu on kahdennettu ja R = fyysinen varayksikkö, joka voi joissain vikatilanteissa olla aktiivinen (on vastuussa ohjauksesta).
XX	Korttipaikan (slot) numero (1 - 16). Näkyy yleensä hälytysrivillä.
iorackXX	Ongelman aiheuttaneen prosessiliityntäohjaimen (PIC) tarkka numero. Numeroita tarvitaan myös kenttäväylien tunnistamiseen, jos samassa solmussa on useita väyliä.
PÄÄ	Fyysinen pääyksikkö.
VARA	Fyysinen varayksikkö.
AKTIIVINEN	Kahdennetun solmun aktiivinen kone, joka voi olla myös fyysinen varakone.
PASSIIVINEN	Kahdennetun solmun passiivinen kone, joka voi olla myös fyysinen pääkone.
ACN RT	Automation Control Node Real Time. Teollisuus-PC-teknologialla toteutettu prosessinohjaussolmu.

(Metso DNA -manuaalit 2013.)

Diagnostiikka käsittelee usealta eri osa-alueelta laitteistojen resursseja ja niiden kapasiteettiä. Koneen muistin vähentyessä prosessinohjaus ja kommunikointi heikkenevät. Päivityksiä tulee hitaissa jaksoissa tai pahimmassa tapauksessa ne jäävät kokonaan tulematta. Korkea koneen kuorma aiheuttaa samanlaisia ongelmia, mutta kone antaa hälytyksiä, joista ensimmäinen tapahtuu kuorman ylittäessä 60 % raja-arvon. Toinen hälytys tulee, kun kuorma ylittää 80 % raja-arvon. Tämä hälytys luokitellaan kriittiseksi hälytykseksi. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Databackup-ilmoitus merkitsee prosessitietojen varmuuskopioinnin keskeytystä sovelluspalvelimelta varmennuspalvelimelle. Tämä ei vaikuta prosessin säätötoimenpiteisiin, mutta muutoksia tehtäessä tämän vika-ilmoituksen aikana sovellukseen tehdyt parametri-muutokset eivät tallennu järjestelmään seuraavaa käynnistystä varten. Asema-käynnistynyt -ilmoitus voi ilmaantua ajonäytölle Ei-vastaa -hälytyksen aikaan.

Tästä johtuen sovelluspalvelin käynnistyy aina uudestaan. Tämä ilmoitus voi viedä kaikki automaatti-moodin sisältävät piirit käsiajolle. Sekvenssi-moodilla toimivat moottori-ohjaukset yleisimmin pysähtyvät ja ohjauksen asetusarvo muuttuu paikalliseksi. Kapasiteetin ylityksestä ei tule enää hälytystä, vaan teksti näkyy hälytysnäytössä. Tämä hidastaa toimintoja kaikilla osa-alueilla ja toimintoja täytyy tarkkailla tarkemmin. Diagnostiikkapalvelin ilmoittaa myös seuraavista asioista: konfigurointivika, suoritusnauhaongelma, identifiointimoduuli on käynnistänyt prosessinohjaus solmun uudelleen tai lisenssin umpeutuminen. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Myös kenttäliityntöjen tilaa valvotaan ja palvelin voi antaa hälytyksiä kenttäväyläohjaimen korkeasta kuormasta tai alhaisesta muistista. PIC-kortilta saadaan vika-ilmoitus teksti, jos 16 I/O-kortin ryhmässä esiintyy häiriöitä. Molempiin vika-ilmoituksiin diagnostiikka-palvelin antaa tarkempia ja yksityiskohtaisempia tietoja hälytysnäytön tekstille. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

#### 4.2 Laitediagnostiikan hälytystieto

Diagnostiikka koostuu eri vaiheista ja niihin liittyvistä komponenteista. Ensimmäisenä ketjustossa on laite, jonka toimintaa halutaan valvoa. Viimeinen komponentti on hälytys- ja tapahtumapalvelin. Näiden komponenttien välille jää Metso DNA:n käyttämä oma sovelluspalvelin. Se tuntee hälytysrajan yli menevän arvon ja tekee siitä tapahtumatiedon, joka on yhteensopiva Metso DNA-järjestelmään. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Ensimmäisenä hälytyksen lähteenä oleva laite on yhteydessä tapahtumalokiin. Loki vastaanottaa laitteelta tapahtumaviestejä. Sovelluspalvelimena toimii yleensä varmenusasema, Backup Server (BU). Sen tehtävänä on konfiguroinnin jälkeen seurata tulevia tapahtumatietoja tapahtumalokista. Kun hälytystieto on lähtenyt laitteelta ja sovelluspalvelimella aktivoitu diagnostiikka on vastaanottanut tiedon, se tallentaa hälytyksen tiedot diagnostiikka-anturiin. Hälytys- ja tapahtumapalvelin havaitsee tiedon anturista ja tekee hälytyksen. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Laitediagnostiikan käyttämä palvelin julkaisee yhtä tapahtuma-aluetta kohden yhden diagnostiikka-anturin ja yhden hipun. Anturia käytetään hälytyksen muodostamiseen

ja hippua käyttämällä saadaan hälytys kuitatuksi. Diagnostiikka-antureissa julkaistujen hälytystietojen perusteella muodostetaan tapahtumaloki, jossa esitetään seuraavat tiedot tapahtumista:

- Tapahtumatunnus, joka on kokonaislukuna esitetty lokilistassa
- Tapahtumalähde, tapahtumalähteeseen viittaava merkkijono
- Tapahtuman kirjausaika
- Tapahtuman tyyppi, joita on kolme eri mallia: virhe, varoitus ja ilmoitus
- Tapahtumaviesti, joka antaa selityksen tapahtumatunnukselle

(Metso DNA -manuaalit 2013.)

## 5 KENTTÄVÄYLÄT

### 5.1 Kenttäväyläliitynnät automaatiojärjestelmissä

Kenttäväylät ovat automaatiotekniikkaan suunniteltuja tiedonsiirtoväyliä joko kupari-kaapelin, valokuidun tai langattoman yhteyden välityksellä. Kenttäväylä perustuu digitaalisessa muodossa olevaan tiedonsiirtoon kaksisuuntaisessa ja sarjaväyläisessä verkossa. Siihen voidaan liittää lähettimiä, säätimiä, antureita, kytkimiä, I/O-kehikoita prosessinohjauspalvelimille sekä logiikkayksiköitä toisiinsa. Kenttäväylällä toteutetun laitekannan tekniikan täytyy olla älykästä. Älykkäillä kenttälaitteilla on oma prosessori, jonka avulla järjestelmän toimintoja voidaan hajauttaa kenttälaitteille. Tämä tarkoittaa sitä, että älykkäät kenttälaitteet osaavat tehdä yksinkertaisia säätöjä itsestään. (Oulun yliopisto, 7.)

Verrattaessa perinteisellä tiedonsiirrolla toteutettua automaatiojärjestelmää kenttäväylällä toteutettuun ratkaisuun havaitaan, että kenttäväylätekniikka vähentää huomattavasti kaapelointia, liityntäelektroniikka ja kenttätason yläpuolista laskentakapasiteetin tarvetta. Lisäksi kenttäväylä ratkaisut mahdollistavat uudenlaisen diagnostiikkatie-

tojen hyödyntämisen, jolloin prosessin hallinta ja ylläpito helpottuu. (Oulun yliopisto, 7.)

Kenttäväylätekniikoita on useita. Niiden ongelmana on ollut yhteyskäytettävyyden löytäminen eri tekniikoiden välille. Standardeja on kehitetty, mutta ne eivät ole yhteen sopivia kaikkien väylä-tekniikoiden kanssa. Standardoinnissa on pyrittävä löytämään yhtenäinen fyysinen väylästandardi, standardoidut protokollapinot ja sovellusten sekä automaatiotoimintojen on oltava peruspiirteiltään samanlaiset, jotta standardi olisi toimiva kaikkien tekniikoiden kanssa ja väylät yhteensopivia toistensa kanssa. Kenttäväylä-standardi perustuu ISO:n hallinnoimaan 7-kerroksiseen OSI-malliin ja kuuluu standardiin IEC 61158. (Mutanen 2012, 2.)

Useimpien kenttäväylätekniikoiden liittäminen automaatiojärjestelmään tapahtuu prosessiasemaan kuuluvan liitännän kautta. Profibus- ja Foundation Fieldbus kenttäväylä tekniikoista eroavat kuitenkin HART-liitännät. HART-periaatteella toimivat laitteet ovat myös yhteydessä prosessiasemaan, mutta vain HART I/O-korttien välityksellä. HART-väylän ohjelmoinnissa käytetään kanavia ja muissa kenttäväylätekniikoissa ohjelmoidaan tavuilla.

Kenttäväylä kommunikoi toimilaitteille standardimuotoista digitaalista dataa, joka voi sisältää useita säätöparametreja. Analogiatekniikassa pystyy kommunikoimaan vain yhden parametrin yhdessä kaapelissa. Kenttäväylä mahdollistaa samassa kaapelissa itsediagnostiikan ja säädön, koska laitteelle annetaan mahdollisuus lähettää event- ja messages-tyyppistä tiedonsiirtoa. Huonona puolena voidaan mainita sen korkeat ylläpitokustannukset sekä järjestelmän haavoittuvuus kaapelin rikkoutuessa. (Mutanen 2012, 7.)

## 5.2 HART-liitynnät

HART-tiedonsiirrossa kenttäväylä tekniikan kaksisuuntainen digitaalinen signaali lisätään analogisen milliampeeri tiedonsiirtosignaalin päälle. HART-tekniikka voidaan digitaaliviestin ansiosta lukea osaksi kenttäväyliä ja tämän ansiosta sillä on mahdollista lukea laitteiden itsediagnostiikkatietoja, kuitenkin lisätyökalujen kautta. Muuten HART-tekniikka ei eroa tavallisista tiedonsiirto-tekniikoista, vaan tarvitsee myös vaihtoehtoi-



sen ristikytkennän ja tekniikkaan suunnitellut HART I/O -kortit. HART-laitteita voidaan kuitenkin kutsua älykkäiksi niin kuin Profibus-väylän laitteita, mutta etuina HART-laitteissa on niiden edullinen hintataso ja signaali voidaan myös aina varmistaa analogisena virtaviestinä. (Sorsanen 2009, 24.)

HART-tekniikan digitalisointi lisää tiedonsiirtolinjaan käyttäen taajuusmodulaatiota sekä koodaus-menetelmää, jossa kaksi taajuussignaalia muodostaa digitaaliarvon. Bittiarvo 0 vastaa taajuutta 1200 Hz ja toinen bittiarvo 1 vastaa 2200 Hz taajuutta. Taajuusmodulaation avulla syntyvien taajuuksien keskiarvojen siniaaltojen summa kantaaltoon nähden on nolla. Nolla-arvolla pystytään varmistamaan digitaalisen signaalin häiriöttömyys analogisen signaalin päällä. Digitaalinen tiedonsiirto ei kuitenkaan ole kovinkaan nopeaa HART-tekniikassa. Tiedonsiirron nopeus on 1,2 kbps. (Sunnaborg 2010, 11.)

HART-tekniikka perustuu muiden kenttäväylien tavoin master-slave -protokollaan. Master-slave -tekniikassa kenttälaitteet eivät kommunikoi isäntä-laitteelle vaan isäntä-laitteen on kyseltävä tietoja säännöllisesti kenttälaitteilta erikseen. HART-protokollaa voidaan myös soveltaa kenttäväylille tyypillisesti erilaisiin topologia periaatteisiin, kuten point-to-point- tai multidrop-topologioihin. Vaihtoehtoisin topologioihin voidaan kytkeä yhteen virtasilmuksiaan maksimissaan 15 laitetta. HART-väylän laitteet kommunikoi tavalliseen instrumentointiin tarkoitetun parikaapelin välityksellä. (Sunnaborg 2010, 11.)

HART-tekniikkaa käytetään vielä hyvin yleisesti ja se on helppo tapa lisätä järjestelmään digitaalisuus. Etenkin vanhemmat teollisuusyksiköt käyttävät paljon HART-tiedonsiirtotekniikkaa. Tavallisen analogiatekniikan ympärille rakennettu järjestelmä voidaan yksinkertaisesti päivittää nykyajan tasolle käyttämällä tätä tekniikkaa. Tekniikka on jo osaksi valmiina ja osaksi se rakennetaan vanhan järjestelmän päälle.

## 5.3 Profibus-kenttäväylät

### 5.3.1 DP-liityntä Metso DNA:ssa

Profibus DP-liityntä toteutetaan ACN:n lisäkortilla. Kortilla olevaan D9-liittimeen liitetään väylä, jonka kytkentä liittimessä on normaalin DP-liitynnän mukainen.

Väyläkaapelointi voidaan toteuttaa monella tapaa ja erilaisille kaapeloinneille on omia standardeja. Jos Profibus DP-väylä toteutetaan kuparikaapeloinnilla, käytetään yleisesti teollisuustoteutuksissa DP-kaapelia tyypiltään 70700001. Oletuksena voidaan pitää, että kaapelin vihreä johdin kytketään liittimen signaalin RxD/TxD-N (A) ja punainen johdin signaaliin RxD/TxD-P (B). Myös kaapelin liittiminä käytetään tietyn tyyppisiä liittimiä. Liittimet sisältävät kytkimellä varustetun päätevastuksen. Vastus kytketään päälle väylän alku- ja loppupäähän. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Profibus-väyläsegmenttiin on mahdollista kytkeä maksimissaan 32 laitetta. Väylä voi olla joko monomaster- tai multimaster-järjestelmällä toteutettu verkko. Tekniikalle on ominaista master- ja slave-laitteet. Monomaster-järjestelmällä toteutetun ratkaisun avulla väylässä on yksi master-laite ja maksimissaan 126 slave-laitetta. Multimaster-järjestelmä käsittelee useita master- ja slave-laitteita, mutta myös tässä väylä-järjestelmässä laitteiden maksimi määrä on 126. Aikaisemmin mainitun 32 laitteen maksimäärä on väyläsegmentin rajoitus, joka on eri asia kuin väylä-järjestelmä. Väylä on jaettu useisiin segmentteihin. Yhden segmentin rajoitus on 32 laitetta, sisältäen master- ja slave-laitteet sekä toistimen, jonka avulla segmentit liitetään yhteen väylään. Väyläsegmentin pituus ja nopeus ovat yhteydessä toisiinsa. Maksimiraja pituudella on 1000 metriä hitaimmalla tiedonsiirtonopeudella 187,5 kbps. (Alapere-Roppola-Hietanen, 5-9.)

DP-protokolla käyttää RS 485 -sarjaliikennöintiä. Väylän master-laite lukee väylän tietoja slave-laitteilta ja lähettää ohjaustiedot takaisin slave-laitteille. Tämän sarjaliikenneportin kautta tapahtuva liikennöinti mahdollistaa asynkronisen tiedonsiirron, joka tuo mahdolliseksi väylään tehtävien muutoksien parametroidin väylän ollessa käytössä. (Alapere-Roppola-Hietanen, 5-9.)

Profibus DP jaetaan kommunikointi tekniikoiden perusteella versioihin, joita ovat DP-V0, DP-V1 ja DP-V2. Nämä eri versiot tukevat joko master-slave-, master-master- tai

slave-slave-protokollaa. DP-V0 tukee peruskommunikointia master-ja slave-laitteen välillä sisältäen synkronisen tiedonsiirron, laitekohtaisen diagnostiikan sekä laitteiden lisäämisen ja poistamisen. DP-V1 on päivitetty versio edellisestä, joka tuo lisäominaisuuksia sen rinnalle. DP-V1 sisältää aikaisemmin mainitun asynkronisen tiedonsiirron ja mahdollistaa laitteiden parametroidin ja kalibroinnin ajon aikana. DP-V2 on uusin ja monipuolisin versio edeltäjistä. Tämä mahdollistaa slave-slave kommunikoinnin. Tällä saadaan väylä nopeammaksi ja kuormitettavuus pienemmälle, koska kaiken käsiteltävän datan ei tarvitse kulkea master-laitteen kautta. (Process field bus 2011.)

DP-väylässä toistinta käytetään vahvistamaan datasiignaaleita ja liittämään yhteen väylä-segmenttejä. Toistinta tarvitaan, jos väylään kytketään yli 32 laitetta, segmentit halutaan erottaa galvaanisesti toisistaan tai segmentin pituus ylittyy. Toistimien käytössä kuitenkin esiintyy rajoituksia. Rajoitukset täytyy huomioida väyläliikennöintiä suunniteltaessa. Tällaisia rajoituksia ovat toistimien maksimi lukumäärä väylässä ja toistimien välisen segmentin pituus. Toistimien maksimi lukumäärä väylässä on kahdeksan ja segmentin pituus ei saa ylittää siirtonopeuteen yhteydessä olevaa segmentin maksimipituutta. (Profibus Installation Guideline for Planning 2009.)

Väyläpituuksien maksimi arvot ovat erilaisia erilaisilla kaapeleilla. Optisen monimuotolasikuidun segmentin teoreettinen maksimi pituus on 3000 m. Pituutta lyhentävät asennetut liitokset ja jatkokset väylässä. Väylälle voidaan kuitenkin suorittaa teoreettisen maksimi pituuden todennus laskemalla kaavan (1) mukaisesti väylävaimennus. Vaimennuksen täytyy olla koko väylällä alle 15 dB:tä, jotta tulos on suuntaa antava. Kaava soveltuu vain optisen kuidun väylävaimennuksen toteamiseen. (Metso DNA - manuaalit 2013.)

$$a_{path} = L * a_{foc} + N1 * a_{conn} + N2 * a_{spli} \quad (1)$$

$L$  = kaapelin pituus / km

$a_{foc}$  = 3,5 dB/km, vaimennus monimuotokuitukaapelissa

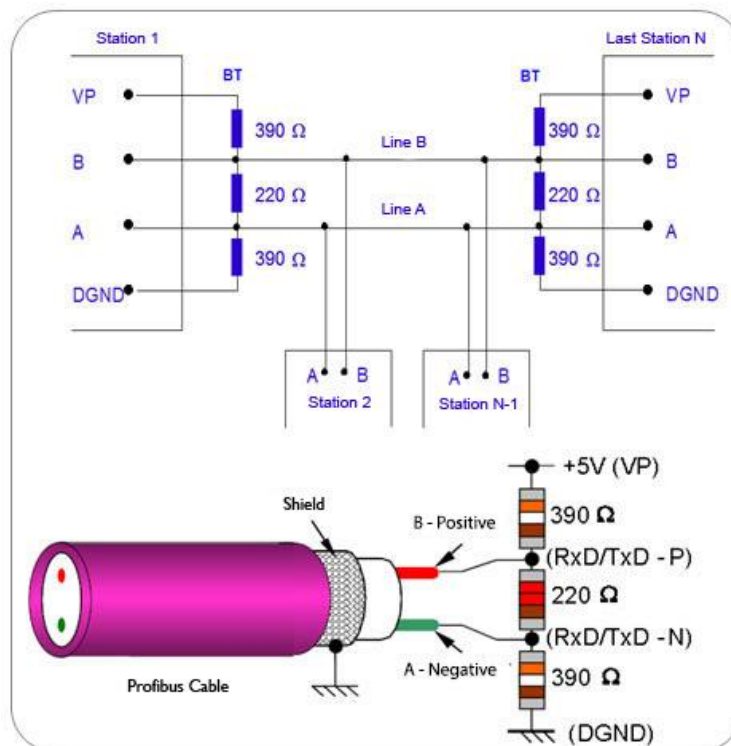
$N1$  = liitinten määrä

$a_{conn}$  = 0,4 dB, vaimennus liittimessä

$N2$  = jatkosten määrä

$a_{spli}$  = 0,2 dB, vaimennus jatkoksessa

Väylä päätetään päätevastuksella molemmista päistä. Jos käytetään väyläliitintä, se sisältää päätevastuskytkennän. Päätevastus aktivoidaan kytkimestä. Näissä liittimissä on otettava huomioon mahdolliset jännitekatkot. Katkoja tulee liittimen tai väylän päässä olevan laitteen irtikytkennästä. Näistä johtuen myös päätevastuksen tarvitsemaa käyttöjännitettä ei ole, joka aiheuttaa väylällä liikennöintihäiriöitä. Kuvassa 4 on esitetty kytkentä laitteen ja päätevastuksen välillä. Aktiivisiin päätevastuksiin käyttöjännite tuodaan muuntajalta, jonka avulla voidaan väylän laitteita vaihtaa ja kytkeä jännitteettömäksi ilman jännitekatkoja aktiivisen liittimen omaavassa laitteessa. (Alapere-Roppola-Hietanen, 10.)



Kuva 4. Profibus-väylän johdinkytkentä

(<http://www.smar.com/en/technicalarticles/article.asp?id=27>)

Profibus-väylä tarvitsee siihen liitettäviltä laitteilta GSD-tiedostot (General Station Description). GSD-tiedosto on sähköinen, laitevalmistajan luoma kuvaus laitteelle. Tiedosto sisältää parametri-tiedot, valmistajakohtaiset-tiedot, tiedonsiirtonopeuden ja ylipäätään sellaiset tiedot, jotka määrittävät laitteen toiminnan ja toiminnallisuuden. GSD-tiedosto edistää väylässä yhteensopivuutta ja vaihdettavuutta. Tämän avulla pysytään laite konfiguroimaan väylään nopeasti ja myös vaihtamaan se toiseen laitte-

seen ilman uutta konfigurointia. GSD-tiedosto tallennetaan laitetietokantaan väylän isäntälaitteelle. (PI Profibus & Profinet 2011.)

### 5.3.2 PA-liityntä

Profibus PA-liityntä on laajennettu versio Profibus DP:stä. PA-liityntä mahdollistaa jännitteen syötön ja tiedonsiirron samanaikaisuuden samassa IEC 1158 – 2 -standardin tekniikan mukaisessa kaksijohdin kaapelissa. PA-liityntä Metso DNA:ssa tapahtuu DP/PA-kytkimellä. PA-väylä liitetään kytkimen avulla DP-väylään, joten PA-liityntä tarvitsee aina toimiakseen DP-väylän. (Hakala 2009, 8.)

Metso DNA:ssa linkillä toteutettu DP/PA-liitäntä tekee Profibus PA-väylän laitteet näkymättömäksi DP-väylässä. Tämä tarkoittaa sitä, että väylän PA-laitteista tulee DP-väylän orjia. DP-väylän maksimi tiedonsiirtonopeus on 12 Mbps ja PA-väylän nopeus on kiinteä 31,25 kbps. Näiden kahden väylän yhteen liittämisen parametrin tehtävä siten, että DP-väylä on kykenevä kommunikoidaan PA-väylän kanssa. Tässä huomioon otettava asia on, ettei DP-väylän tiedonsiirtonopeus ylitä 93,75 kbps. Kytkin muuttaa 93,75 kbps tiedonsiirto nopeuden vielä PA-väylään sopivaksi nopeudeksi 31,25 kbps. Tieto siirretään PA-väylässä käyttäen synkronista MBP-koodausta, joka mahdollistaa datan ja jännitteen siirron samassa kaapelissa. (Hakala 2009, 9.)

Profibus PA-väylää voidaan käyttää automaatiota tarvitseviin räjähdysvaarallisiin tiloihin. Signaalille on tällöin asetettu tarkkoja vaatimuksia, jonka suurin sallittu arvo räjähdys herkissä tiloissa on 13,5 VDC. Signaalille tyypillinen arvo ei-räjähdys alttiissa tiloissa on 19 VDC, kun taas ideaalinen PA-signaali muuntimelta mitattuna korkeintaan tulisi olla 32 VDC. Jännitteen kuitenkin pitää olla yli 9 VDC, jotta PA-väylässä olevat laitteet toimivat. Alle 9 VDC:n menevät jännitteet aiheuttavat katkoksia laitteille. Jännitteen alenema väylässä voi johtua liian pitkästä väylä pituudesta tai väylään kytketyistä liiallisesta laitemäärästä. Tiedonsiirto-signaalin jännitteen amplitudi on 800 – 1000 mV. Jännitteen nousu tämän alueen yli voi merkitä puuttuvaa päätevastusta ja ali menevä arvo liian montaa päätevastusta. (Profibus Installation Guide line for Commissioning 2006, 66.)

Profibus PA-väylä kaapeloinnissa on käytössä topologia periaatteeltaan joko puu, renkas tai tähti. Näiden topologioiden muodostamiseen suositellaan käytettävän haaroittimia, segmentin suojaimeja, kenttäbarriereita tai T-liittimiä eikä laitteiden kytkentää ketjuttamalla sarjaan kuin DP-väylässä. Näitä edellä mainittuja liitäntäyksiköitä käyttämällä voidaan ottaa väylän toimilaite irti ilman, ettei PA-väylän liikennöintiyhteys muilta laitteilta katoa. (Alapere - Roppola - Hietanen 2009, 8.)

#### 5.4 Foundation Fieldbus

Foundation Fieldbus-kenttäväylässä on paljon yhtäläisyyksiä Profibus PA:n kanssa, mutta aivan samanlainen se ei ole. Foundation Fieldbus -kenttäväylä tekniikassa on kahdenlaista kenttäväylä tyyppiä. Toinen on H1-tason väylä, jota käytetään kenttätason tiedonsiirrossa vakio tiedonsiirtonopeudella 31,25 kbps. HSE-väylä on tarkoitettu ylemmän tason tiedonsiirtoon, jotka tarvitsevat suurempia nopeuksia. Tällainen sovelluskohde voi olla prosessiasemien tai kytkimien välinen tiedonsiirto. HSE-väylä toimii Ethernet-standardiin perustuvilla komponenteilla ja tiedonsiirtonopeus on 100 Mbps. Foundation Fieldbus -tekniikka käyttää tiedonsiirrossa Profibus PA -kohdassa esiteltyä MBP-koodausta. (Sorsanen 2009, 14.)

Foundation Fieldbus -kenttäväylä on Fieldbus Foundation -korporaation kehittämä digitaalinen, kaksisuuntainen ja sarjaliikenteinen kommunikointiprotokolla. Se on suunniteltu palvelemaan prosessiteollisuuden automaatiota. Foundation Fieldbus perustuu seitsemän kerroksiseen OSI-mallin käyttöön, josta se käyttää kolmea kerrosta. OSI-mallista käytetyt kerrokset ovat 1,2 ja 7. Näiden lisäksi kenttäväylään on suunniteltu näiden kolmen, fyysisen-, siirto- ja sovelluskerroksen päälle OSI-mallin ulkoinen käyttäjäkerros. (Sorsanen 2009, 18.)

Käyttäjäkerros koostuu kolmesta lohkoksi. Ne ovat resurssilohko, siirtolohko ja toimilohko, jotka toimivat OSI-mallin kaikkien kerrosten yläpuolella. Resurssilohkossa on tiedot kenttäväylälaitteesta, kuten nimi, sarjanumero ja valmistaja. Toimilohko sisältää prosessinohjaustoiminnot, joiden avulla laitteet saavat komentoja. Siirtolohkon tehtävänä on kenttälaitteiden konfigurointi. Foundation Fieldbus -kehittäjät ovat myös määritelleet käyttämänsä OSI-mallin siten, että sovelluskerros on jaettu kenttäväylän viestinerittelyyn ja pääsyalakerrokseen. Lisäksi sovelluskerros ja siirtokerros muodos-

tavat yhden kokonaisuuden, jota Foundation Fieldbus teknologiassa kutsutaan kommunikaatiopinoksi. (Sorsanen 2009, 18.)

Foundation Fieldbus -tekniikan käytössä olevat väylät yhdistetään samalla periaatteella kuin Profibus PA -tekniikassa. Suurin etu saavutetaan H1-tason ja HSE-väylän yhdistämällä yhtenäiseksi tiedonsiirtoväyläksi linkki-laitteen kautta. Linkki-laite mahdollistaa tiedonsiirron välittämisen näihin kahteen eri väylään niiden ominaistekniikalle suotuisaksi nopeudeksi. H1- ja HSE-väylät voidaan myös yhdistää kytkimellä. Kytkin ei kuitenkaan pysty muuntamaan nopeutta, jonka takia nopeamman tason HSE-väylä joutuu toimimaan jatkuvasti hitaammalla, H1-väylän nopeudella. (Sorsanen 2009, 14.)

Foundation Fieldbus -kenttäväyläsegmentin maksimi pituus on 1900 m. Jos kenttäväylän tehonsyöttö ei tapahdu runkokaapelin kautta, on tällöin yhteen segmenttiin mahdollista kytkeä enintään 32 laitetta. Kun tehonsyöttö tapahtuu runkokaapelin kautta, voidaan yhteen väyläsegmenttiin kytkeä enintään 12 laitetta. Räjähdyssvaarallisiin tiloihin on väyläsegmenttiin mahdollista kytkeä sinne suunniteltuja laitteita maksimissaan kuusi kappaletta. Fieldbus Foundation suosittelee käytettäväksi puu- ja väylätopologioita. (Sorsanen Janne 2009, 16.)

## 6 KÄYTTÖÖNOTETTAVAN JÄRJESTELMÄN KUVAUS

### 6.1 ACN C20 -prosessiasema

Nykyisiä kenttätoimintoja automaatiolaboratoriossa on ohjannut Metson ACN-prosessinohjausyksikkö. Sama yksikkö ohjaa myös tulevaisuudessa kenttälaitteita, koska nykyinen yksikkö on yhteensopiva uusien I/O-liitäntöjen kanssa ja siinä tekniset ominaisuudet ovat nykyaikaisten prosessinohjausyksiköiden tasoa.

ACN C20 -mallityyppi saadaan prosessiaseman suojausluokasta. Kyseinen malli edustaa IP20 suojausluokkaa. Se tarkoittaa sähkökomponenttien suojausta ainoastaan isoilta kappaleilta, joiden halkaisija on 50 mm tai sitä enemmän. ACN-prosessiasemiin on sisällytetty muistikorttipaikka, jossa muistikortin avulla ACN-asema voi toimia joko prosessiohjauspalvelimena tai varmennusasemana. Muistikortilta voidaan ladata toimintajärjestelmä, prosessiaseman ohjelmisto ja sovellukset. Tämän käytettävän pro-

sessiaseman muistikapasiteetti todettiin valmistajan toimesta uusien I/O-korttien johdosta riittämättömäksi ohjelmien pyörittämistä varten, joten asemaan vaihdettiin isomman muistin omaava muistikampa.

Prosessiasema voi olla sijoitettuna joko valvomoon tai I/O-kaappiin. Prosessiasema on ollut automaatiolaboratorion tiloissa sijaitsevan keskitetyn I/O-kaapin sisällä, mutta nyt teollisuustietokoneena käytetty prosessiasema asennetaan pystyasentoon uuden I/O-kaapin lähetyville. ACN C20 on suunniteltu luotettavaksi. Sen jäähdytysjärjestelmä perustuu lämmönvaihtimiin ja siihen on sisällytetty CompactFlash-tekniikkaa käyttävä muisti. Nämä tekniikat perustuvat siihen, että on välttytty käyttämästä liikkuvia ja kuluvia mekaanisia osia, jolloin korjaustarpeiden määrää on saatu vähennettyä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Prosessiasema lataa käytettävät ohjelmat joko muistikortilta tai varmennuspalvelimelta. ACN C20 -asemassa on kolme Ethernet-porttia 10/100 Mbps:n nopeudella, kaksi USB-porttia, kaksi PCI-laajennuskorttipaikkaa, kaksi RS-232 -sarjaporttia, näppäimistö ja hiiriliityntä PS/2-liitynnällä, näytön liityntäportti sekä käyttäjänittelelle tarvittavat liittimet. (Metso DNA -manuaalit 2013.)



Kuva 5. ACN C20 -mallin prosessiasema (Metsoservices/ACNC20)

Prosessiaseman tilaa kuvaavat erilaiset LED-merkkivalot. Merkkivalo-paneeli näkyy kuvan 5 prosessiaseman oikeassa yläreunassa, jäähdytyslevyjen alapuolella. Kaikkiin merkkivaloja on seitsemää erilaista ja niitä on prosessiasemaan laitettu kaksi täy-



sin identtistä sarjaa. Merkkivalo-sarjat ovat aseman etuseinämässä ja aseman kannessa. Tarkoituksena on saada hyvä näkyvyys merkkivaloihin asennuksesta riippuen.

Tärkeintä on, että merkkivalo palaa jatkuvasti vihreänä kohdissa POK ja RUN. Se osoittaa, että laitteessa on kytketty virta ja kaikki kyseisen solmun aktiviteetit ovat aktiivisia. Loput merkkivalot ovat PB 1, PB 2, FB 1, FB 2, FB 3 ja FB 4 ja näiden merkitys on erilainen erilaisten tapahtumien aikana. PB 1 ja PB 2 ovat järjestelmäväylien tilojen osoituksia. Normaalitilanteessa ne vilkkuvat matalalla taajuudella, jos väylällä ei ole liikennettä. Liikennöitäessä väylällä vilkkuu keltainen merkkivalo liikenne määrän tahdissa. FB-alkuiset merkkivalot ovat PCS-IO -väylien 1, 2 ja 3 tilan osoituksia. Näissä merkkivaloissa ei pala mitään valoa, jos väylällä ei ole yhtään liikennöintiä. Jos väylällä tapahtuu liikennöintiä, se vilkkuu sen tahdissa. Jos FB-kohdassa palaa jatkuvasti keltainen merkkivalo, silloin konfiguroinnissa on vikaa. Konfigurointi vika tarkoittaa, että useampi FBC-väyläohjain yrittää liikennöidä väylällä. Nämä ovat normaalitilanteiden selityksiä merkkivaloille. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

## 6.2 M80 I/O-kaappi ja -laitteet

### 6.2.1 Kaappimallin I/O-yksiköt ja niiden edut

Metson uusiin automaatiojärjestelmiin on valittavana kaksi erilaista I/O-kaappi vaihtoehtoa. Ne ovat M80 ja M120. M120 eroaa teknisesti siten, että siihen liitettävien I/O-yksiköiden kanavien välillä käytetään korkeajännite-eristystä ja digitaaliset liitännät on mahdollista liittää korkea tasa- tai vaihtojännitepiiriin ilman ulkoisia releitä. Automaatiolaboratorion uuteen M80 kaappiin tulevat I/O-yksiköt soveltuvat pienjännite- ja virtakäyttöön. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Yksi I/O-ryhmä M80 kaapissa koostuu enintään 16 I/O-kortista. Tämä on maksimi määrä, jonka yksi tehohäly ja väyläohjain pystyy käsittelemään. I/O-yksiköt asennetaan niihin tarkoitetuille alustoille, jotka kiinnittyvät kaappiin asennettuun DIN-kiskoon. DIN-kiskosto helpottaa käyttöönottoa ja kortin asennusta kaappiin. Analogiakorteille tulee suoraan johtimet kentältä ilman ristikytkentää. Tämän mallisissa yksiköissä kytkennät tehdään I/O-kortin etupuolella, jotta sinne mahdollistetaan sivuasennuksella uusien korttien lisäys. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Uusia MIO-yksiköitä käytetään ACN-mallisten prosessinohjaimien kanssa. Yksiköitä voidaan vaihtaa lennosta prosessien ollessa käynnissä, joka vähentää tuotantokatkoksien määrää. Ristikytkentälevyillä ja I/O-yksiköillä on suuri pakkaustiheys. Ne ovat mitoiltaan kompakteja ja vievät vähemmän kaappitilaa edeltäjiinsä nähden. Pienestä koosta huolimatta I/O-yksiköillä on nopeat ohjaussyklit 20 ms:iin saakka, joita voidaan käyttää vaativissa, nopeutta tarvitsevilla olosuhteissa. (Metso Oyj, Hard facts for a Good Feeling 2013.)

## 6.2.2 Teholähde

Teholähteenä kaapissa käytetään MIO ACN-kortteihin uudistettua IPSP teholähdettä. Se on DC-tyyppinen teholähde, joka muodostaa väyläohjaimen ja I/O-yksiköiden tarvitsevat jännitteet. Teholähteessä on erillinen kytkin sen ohjaamalle I/O-ryhmälle. Kytkimellä saadaan ohjailtua jännitesyötön kytkemistä I/O-ryhmälle.

Yksikön maksimi antoteho on tämän työn olosuhteissa 90 W, jonka luvataan pysyvän aina +50 °C:een saakka. Kun tämä lämpötila ylittyy, yksikön antoteho putoaa lineaarisesti siten, että + 70 °C:ssa antoteho on enää 75 W. Tämä tarkoittaa sitä, että yksikön antotehon pudotessa johtuen ympäristön lämpötilan nousemisesta yli 50 °C:een, pysyy yksikkö ohjaamaan tämän jälkeen vain yhtä I/O-ryhmää. Tämän työn I/O-kaappiin on sisällytetty molempiin I/O-ryhmiin omat tehonsyöttö-yksiköt. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Yksikössä on tulojännite- ja kaksi jännitelähtöliitintää. Tulojännite on 18 – 32 VDC. Ensimmäinen jännitelähtöliitintä toimii alueella 4,8 – 5,7 VDC ja toinen 21,6 – 26,4 VDC. Jos jännitetulo- ja jännitelähtöalueet poikkeavat yllä mainituista arvoista, syytty teholähteeseen punainen merkkivalo F-kirjaimen kohdalle. Muut kolme merkkivaloa palaa vihreinä. IN-merkkivalo palaa, jos sisääntulojännite on alueella 19,5 – 34 VDC. 24V- sekä 5V-merkkivalo palaa, jos lähtöjännite on edellä mainittujen arvojen sisäpuolella. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

### 6.2.3 Väyläohjain

Metson automaatiojärjestelmässä väyläohjain on nimellä IBC. Se yhdistää prosessinohjauspalvelimen ACN C20 ja I/O-yksiköt. Väyläohjain ja prosessinohjauspalvelin muodostavat yhteyden Ethernet-liitynnän avulla, jossa väyläohjain kytketään prosessinohjauspalvelimen kenttäväyläohjaimeseen.

I/O-yksiköihin väyläohjain liittyy asynkronisen sarjaväylän kautta. IBC-ohjain pystyy ohjaamaan maksimissaan 16 I/O-korttia yhdessä I/O-ryhmässä. Tämän työn I/O-ryhmät jakautuvat kahteen osaan. Ensimmäinen ryhmä koostuu 13-analogiakortista ja toinen ryhmä seitsemästä digitaalikortista. Molempia ryhmiä voidaan laajentaa 16-kortin sisältämään määrään I/O-ryhmässä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Väylänopeudet ovat erilaiset kuvatussa laitteistossa. Ethernet-väylä rakentuu 10/100BASE-T-väylän pohjalta. Sen käyttämä nopeus on standardin mukainen 10/100 Mbps. Oikein toimiakseen väyläohjaimessa täytyy näkyä merkkivalojen palavan. Näitä ovat oikein kytketyn väylän ilmoitusvalo, Ethernetin käyttämä nopeus ja väylällä olevan liikenteen ilmoitusvalo. Jos väyläohjaimia tulee olemaan kaapissa useampia, ne liitetään sisäisen kaappikenttäväylän kautta yhteen, jonka nopeus on silloin 3 Mbps. Kaappikenttäväylään on mahdollista liittää 16 väyläohjain-yksikköä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Väyläohjain on I/O-yksiköihin yhteydessä kahden liityntäyksikköväylän avulla, joista vain toinen on kerrallaan aktiivinen. Väylät ovat sarjaliikenneportin RS-485 standardia noudattavia sarjaväyliä, joissa liikennöidään nopeudella 1,5 Mbps. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

### 6.3 Kytännät prosessiaseman ja kenttäkaapin laitteiston välillä

Kenttäkaapissa sijaitsevien I/O-korttien ja kaapin ulkopuolella olevan prosessiaseman välillä on lyhyt matka. Prosessiasemalta tarvitaan liikennöintiyhteys I/O-yksiköiden välille sekä suunnittelu- ja palvelinympäristöön. ACN C20-asemalta lähtee kaksi Ethernet-kaapelia, joista toinen on liitetty I/O-kaapin kytkimeen. Sen avulla saadaan liikennöintiyhteys prosessiaseman ja I/O-ryhmien välille. Prosessiasemalta lähtee Ether-

net-kaapeli myös yhteiseen suunnittelu- ja palvelinympäristön kytkimeen. Sillä päästään tietokoneiden ja prosessiaseman väliseen yhteyteen.

Asema tarvitsee toimiakseen +24 VDC:n käyttö sähköä. Käyttö sähkö saadaan prosessiasemalle I/O-kaapin riviliittimiltä. Riviliittimille on johdotettu kaapin muuntajalta +24 VDC. Muuntajalta saadaan kaapin kaikkiin omakäyttö laitteisiin niiden tarvitsema käyttö sähkö. Myös nolla- sekä suojamaadoitusjohdin tuodaan prosessiasemalle kaappiin rakennetuista, molemmille omista riviliitintoiminnoista.

Prosessiasema mahdollistaa suunnittelu- ja palvelinympäristöstä myös tiedonsiirron kenttäväylä-tekniikkaan perustuvassa Profibus DP -väylässä. Kaksijohdin väyläkaapelin toinen pää kytketään prosessiasemassa olevaan D-liittimeen. Liittimeen sopii kenttäväylä-standardia noudattava väyläliitin ja toimiakseen oikein liittimessä olevan päätevastuksen täytyy olla kytkettynä päälle.

## 7 I/O-KORTTIEN MODERNISOINTI

### 7.1 Vanhat kehikkoasenteiset I/O-kortit

Vanha automaatiojärjestelmä I/O-yksiköiden osalta oli koulun opetusjärjestelmässä Valmet Automaatio Oy:n kehittämä Damatic XD. Se on toimitettu Kymenlaakson ammattikorkeakoululle vuonna 1994. Valmet julkaisi Damatic XD -järjestelmän markkinoille vuonna 1988, joka oli parannusversio ensimmäiselle ”Classic”-järjestelmälle. Valmet julkaisi vielä ennen Metsoa yhden version, joka oli Damatic XD<sub>i</sub>. Tämän eroavaisuus koulun automaatiolaboratorion XD-ohjelmistoon on pidempi aikaisen historiatiedon tallennuksen mahdollisuus automaatiojärjestelmään.

Laboratorion laitteisiin on tehty vuonna 2012 elinkaarisuunnitelma ja samalla on pohdittu vanhojen CIO-korttien elinkaaren loppumista muutaman vuoden sisällä ja vaihtomahdollisuutta uusiin MIO-kortteihin. Automaatiolaboratorion uudistettava ohjausjärjestelmä koostui 16 kehikkoasenteisesta I/O-kortista. Järjestelmä sisälsi analogia- ja binääri viestikortteja sekä yhden AIH8 HART-kortin. Näiden keskitetyn I/O:n muodostavien yksiköiden valmistus loppui vuonna 2006. Se tarkoittaa sitä, että näillä kortteilla toimiviin järjestelmiin ei ole mahdollista saada enää uusia varaosia.

Vanhojen korttien VME-pohjainen kytkentäkaappi vei paljon lattiapinta-alaa. Siinä oli erillinen kaapelinousu runkokaapeleille ja toinen puoli kaapista oli varattu IO-kehikoille ja prosessiasemalle. Kaappi sisälsi myös paljon sellaisia laitteita ja tekniikkaa, jotka eivät enää ole olleet käytössä pitkään aikaan. Tällaisia olivat VME-pohjaiset RTS, DIA, OPS, ACP -laitteet ja kaksi prosessinohjausasemaa. Kaapin käyttö perustui yhden I/O-kehikon ja sitä ohjaavan prosessiaseman toimintaan. Nykyään tämän kokoisen automaatiojärjestelmän kaappia kutsutaan kenttäkoteloiksi. Siihen saadaan mahdutettua tarpeellinen määrä IO-yksiköitä, jotka ovat nykyään pienentyneet paljon Valmetin aikaisista automaatiojärjestelmän komponenteista. Nimi kenttäkotelo tulee siitä, että sen kokoinen kaappi on tarkoitettu asennettavaksi seinäpinta-alalle. Seinä-asennus tehostaa tilankäyttöä pienissä tiloissa ja etenkin laboratorio olosuhteissa. Suuren mittakaavan keskitetyn I/O-yksiköiden päivittämiseen tämänlainen kotelo ratkaisu ei toimisi, vaan tehtaalta tulisi tämänlaisiin suunnitelmiin tarkoitettua lattia-asenteiset kaapit. Isoissa mittakaavoissa tarvitaan usein hajautettuja toimintoja ja niihin tämä kenttäkotelo sopisi, myös suuremman mittakaavan automaatiojärjestelmän omaavissa laitoksissa.

## 7.2 Vanhojen korttien tekniset tiedot

### 7.2.1 Vanhat binääriviesti-kortit BIU8, BIU84 ja BOU8

Binääriset tulokortit ovat tarkoitettu digitaalisen viestimuodon lukemiseen. Niiden etupaneeleissa simulointikytkimillä pystytään jokaista kanavaa erikseen pakko-ohjaamaan. Kanavan pakko-ohjaus ei vaikuta merkkivalon tilaan. Järjestelmän kortit ovat 1E-tyyppin pistoyksiköitä, joiden varaosien valmistus on loppunut. Tämä oli yksi syy, jonka takia oli ajankohtaista päivittää I/O-yksiköt sekä saada opetusjärjestelmä nykyajan tasolle.

BIU8-kortti on binäärituloyksikkö, joka on tarkoitettu kosketintietojen lukemiseen. Yhdellä yksiköllä voidaan samanaikaisesti lukea kahdeksaa binääriviesti prosessia. 1E-kehikon yksiköt mahdollistavat säätötoimenpiteet 200 ms:n nopeudella. (Damatic XD -manuaalit V.5.6.)

BIU84 on kahdeksalla kanavalla oleva binäärituloyksikkö. Yksikkö pystyy vastaanotamaan mittaustietoa kosketintiedoista, kaksijohdinkytkentäisten lähestymiskytkimistä tai kolmijohdinkytkentäisten PNP- ja NPN-tyyppisten kytkintietojen lukemiseen. (Damatic XD -manuaalit V.5.6.)

BOU8-kortti on kahdeksankanavainen lähtöyksikkö, johon sisältyy kanavakohtainen virtarajoitettu jännitesyöttö. Lähdöt ovat erotettu galvaanisesti releillä I/O-kehikon käyttöjännitteistä. Kanavakohtaisen jännitesyötön virtarajoitus on 200 mA. Yksiköllä voidaan ohjata merkkilamppuja, magneettiventtiileitä tai moottoreita erillisten välireleiden kautta. (Damatic XD -manuaalit V.5.6.)

### 7.2.2 Vanhat analogiaviesti-kortit AIU8, AOU4 ja AIU8H

Analogiakortit ovat säätötoimenpiteisiin tarkoitettuja moduuleita. Input-kortteja käytetään analogisten signaalien mittaamiseen, jotka myös valvovat mittausalueen ylä- ja alarajoja. Output kortit ovat neljäkanavaisia lähtömoduuleita, jotka ohjaavat analogiaviesteillä toimilaitteita ja säätäjiä. Yhdelle tulokortille voidaan konfiguroida kahdeksan analogiatuloviestiä kun taas yhdestä lähtökortista saadaan neljä lähtöviestiä niitä tarvitseville toimilaitteille.

AIU8-kortti muuntaa mitattavan virtasignaalin jännitesignaalksi, jonka kortti pystyy tulkitsemaan oikeaksi arvoksi. RF-suotimen ja alipäästösuodattimen jälkeen signaali muunnetaan digitaalimuotoon. Jos muunnettu signaali ylittää 10 % alueesta, joka sille on ohjelmoitu, antaa kortti ylärajahälytyksen. Alarajahälytys tulee, jos signaali alittaa -10 % sille annetusta rajasta. Tämä alarajahälytys pystytään huomioimaan vain 4 – 20 mA:n alueella. (Damatic XD -manuaalit V.5.6.)

Analogiakorteille voidaan syöttää erilaisia viestisignaaleita. Jokaiselle standardi viestille on oma korttityyppi, joka määrää käytettävän signaalin. Automaatiolaboratoriossa käytetyt kortit soveltuivat korttityypin A413135 mukaan pienille virtaviestialueille, suuremmille virtaviestialueille ja kahdelle jännitetyypin signaaleille on vielä omat korttityypit. (Damatic XD -manuaalit V.5.6.)

AIU8H-kortti sopii älykkäiden kenttälaitteiden tietojen lukemiseen virtasignaalinalla 4 – 20 mA. Kortti on samanlainen toimintatavoiltaan kuin AIU8-kortti, mutta AIU8H-kortti tunnistaa HART-lähettimen vakiovirtaviesteihin perustuvat diagnostiset hälytykset. Poikkeus perinteiseen AIU-korttiin on alarajahälytyksen tunnistaminen, jonka HART-kortti tekee signaalin alittaessa -1,2 %. Tämä arvo vastaa 3,8 milliampeeria. (Damatic XD -manuaalit V.5.6.)

### 7.2.3 Vanhan I/O-järjestelmän ristikytkentä

Vanha I/O-järjestelmä käytti ristikytkennässä AXR-tyyppistä levyä, jonka kautta signaalit kulkivat jokaiselle I/O-kortille. Yhtä levyä voidaan käyttää kahdeksan I/O-kortin kenttäliityntöjen kytkennöissä. Kenttäliityntä liittyy järjestelmään XL-liittimien kautta. Ristikytkentä on tehty kiertoliitoksilla XL-liittimien ja AXR-liityntälevyn välille. AXR-liityntälevyn liittimiltä I/O-korteille liitytään 24-napaisella nauhakaapelilla.

### 7.3 Automaatiolaboratorion päivitykset ennen I/O-korttien modernisointia

Alkuperäiseen järjestelmään on tehty käyttöönottopäivämäärän jälkeen sekä software-että hardware-päivityksiä. Ne ovat edesauttaneet järjestelmää vastaamaan nykyaikaisen laitteiden kehitykseen sekä automaatiosovellusten ohjelmistopäivityksiin, jotka vaativat enemmän tallennustilaa ja nopeutta tiedonsiirtoihin.

Ensimmäinen päivitys järjestelmään on tehty vuonna 2002. Silloin alkuperäisen operointiaseman tilalle hankittiin uudempi operointiasema, PC-pohjainen NT-OPS, johon sisältyy järjestelmän varmennusasema ja diagnostiikka-asema. (Kosonen 2012, Liite 5.)

Vuonna 2003 järjestelmään on tehty suunnittelu- ja ylläpitopalvelimen ohjelmistopäivitys. Samalla on myös päivitetty neljä suunnittelutyöasemaa toimimaan Windows 2000-käyttöjärjestelmässä. Kaksi vuotta myöhemmin on uusittu myös AP02 prosessinohjausjärjestelmä, joka on silloin ollut toinen prosessinohjausjärjestelmä. Alkupu-

räisessä järjestelmässä prosessiasemat AP01 ja AP02 sisälsivät demoprosessit sekä opiskelijoiden harjoitustyöt erikseen. (Kosonen 2012, 29.)

Ennen I/O-korttien modernisointia, järjestelmän isoin päivitys oli vuonna 2012. Se sisälsi suunnittelu- ja ylläpitoympäristön sekä valvomon päivittämisen. Siinä poistettiin vanhat VME-pohjaiset asemat, joita olivat hälytys- ja diagnostiikka-asema sekä reititin. Vanhat VME-solmut korvattiin uusilla PC-solmuilla, jotka yhdistyvät samaan Ethernet-kytkimeen. (Kosonen 2012, 29.)

## 7.4 Uudet älykkäät I/O-kortit

### 7.4.1 Uudet analogiakortit AI8C, AI8H ja AO4C

AI8C on analogiatuloyksikkö. Sen kahdeksaa kanavaa käytetään analogisten virtaviestien tulkitsemiseen. Yksikkö on tarkoitettu 0/4 – 20 mA virtaviestin mittaamiseen. Yksikön jokaisella kanavalla on oma, itsenäinen tehonsyöttö, joka sopii passiiviseen lähetin-kytkentään. Kortin kanavilla 0...3 tehonsyöttö on kentälle kiinteä. Kortin kanavilla 4...7 tehonsyöttö on valittavana joko passiivisen tai aktiivisen kytkennän mukaan, jota vastaavat VS- tai COM-liitäntä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Tehonsyöttö kentälle saadaan valittua yksikön dip-kytkimien ansiosta. I/O-yksikössä on kahdeksan valintakytkintä, jotka ovat tarkoitettu kanaville 4...7. Kytkimillä saadaan passiivisessa lähetinkytkennässä syötettyä käyttöjännite 24 VDC tai aktiivisessa kytkennässä yhdistettyä kaksijohdin-kytkennän toinen johdin kortille jännitteettömään COM-porttiin. Yksi kanava tarvitsee kaksi kytkintä, jonka molempien asento vaihdetaan ristiin haluttaessa muuttaa kytkentää. Yksikön kanavat antavat tietoa niiden tilasta etupaneelissa olevilla punaisilla merkkivaloilla. Punainen valo kuvaa yleensä jotakin hälytystä ja tässä kortissa jatkuva palaminen on merkki katkoksesta tai oikosulusta, valo voi myös välkkyä tarkoittaen hälytysrajan ylittämistä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

AI8H-kortit ovat teknisiltä tiedoiltaan ja toiminnoiltaan muutoin samat kuin AI8C-kortit, mutta AI8H-yksiköt sisältävät HART-standardin mukaisen kommunikointiliitännän tulokanaville. Ainoa lisäys on merkkivalo-ilmoituksissa, jossa HART-



yhteyden ollessa käynnissä, kyseisen kanavan kohdalla palaa keltainen merkkivalo. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

AO4C-yksiköt ovat nelikanavaisia lähtöyksiköitä. Ne antavat analogisen virtasignaalin säädettävälle kohteelle. Analogialähtökortin merkkivalo palaa jatkuvasti punaisena, jos virtalähdön resistanssi on liian pieni tai jännitelähdön lähtöjännite on alle 90 % asetusarvosta. Punainen merkkivalo välkkyi, jos resistanssi on liian suuri tai jännitelähdöllä jännite on yli 110 % asetusarvosta. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

#### 7.4.2 Uudet digitaalikortit DI8P ja DO8P

DI8P on digitaalinen tuloyksikkö. Sen kahdeksaa kanavaa voidaan käyttää kosketintietojen, kaksijohdinkytkennällä olevien lähestymiskytkimien ja PNP-tyyppisten kytkinten lukemiseen. Yksikössä on kahdeksan keltaista merkkivaloa. Ne syttyvät kanavan ollessa käytössä. Tähän yksikköön voidaan asentaa parametrit, jotka tottelevat mittaustavaltaan joko digitaal- tai pulssitulomoodia. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

DO8P on PNP-tyyppinen digitaalilähtöyksikkö, johon jokaiseen yksikön kahdeksaan kanavaan kuuluu virtarajoitettu jännitesyöttö. DO8P-yksiköllä voidaan ohjata merkkilamppuja, magneettiventtiileitä sekä releiden kautta moottoreita ja venttiilejä. Lähtöyksikkö on samantapainen tuloyksikön merkkivalojen kanssa. Virtarajoitettu kenttäjännitteensyöttö tarkoittaa syötettävän virran tiputtamista 200 mA:iin, jos syöttävä linja on kosketuksissa COM-linjaan tai maapotentiaaliin. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

#### 7.4.3 Uusien I/O-korttien liityntätavat

ACN I/O-ryhmä on sijoitettu keskitetysti koulun uuteen automaatiolaboratorion tilaan. M80-sarjan kaappimallin I/O-korttien liityntä kenttälaitteille on toteutettu digitaalikorttien päästä ristikytkentälevyillä. Kaappimallin ristikytkentä on tarkoitettu maksimissaan 16 I/O-yksikölle, jossa CXS-tyypin levy on I/O-korteilta tulevilta 16-napaisille lattakaapeleille ja XS-tyypin levy on runkokaapelille.

Kenttäliityntä tehdään XS-levyn jousivoimaliittimille. Kaapissa on 300 mm:n levyinen kaapelinousu, jota käytetään kenttäpuolelta tulevien runkokaapeleiden kiinnittämiseen ennen liitääntä XS-ristikytKentälevylle. RistikytKentälanka on 0,5 mm<sup>2</sup>:n paksuista tinattua osajohtoa, joka kytketään XS- ja CXS-liityntälevyjen välille. CXS-levyltä lähtee 16-napainen lattakaapeli, jolla kytketään MB8 I/O-korttien asennusalustaan. Yhdessä CXS-ristikytKentälevyssä on liittimet kahdeksalle lattakaapelille, jotka ovat levyn vasemmassa reunassa tunnuksilla X1...X8. CXS-levyn ensimmäinen liitin X1 kytkyy saman levyn ensimmäiseen jousivoimaliittimeen X11 ja seuraava liitin X2 on yhteydessä liittimeen X12 ja tämä kaava jatkuu liittimelle X18 saakka. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

Automaatiolaboratorion uudistuksen valitun kaappimallin sarja käyttää MB8-asennusalustaa, johon voidaan liittää kahdeksan M80-sarjan I/O-yksikköä. MB8-yksikkö sisältää lattakaapeli-liitynnät I/O-yksiköiden signaaleille. Kentälle lähtevät liitynnät on mahdollista toteuttaa lattakaapelilla liitettävään CXS-, CXW- tai CXR-tyyppin ristikytKentälevyllä tai MB8-asennusalustaan asennettavilla liitinyksiköllä. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

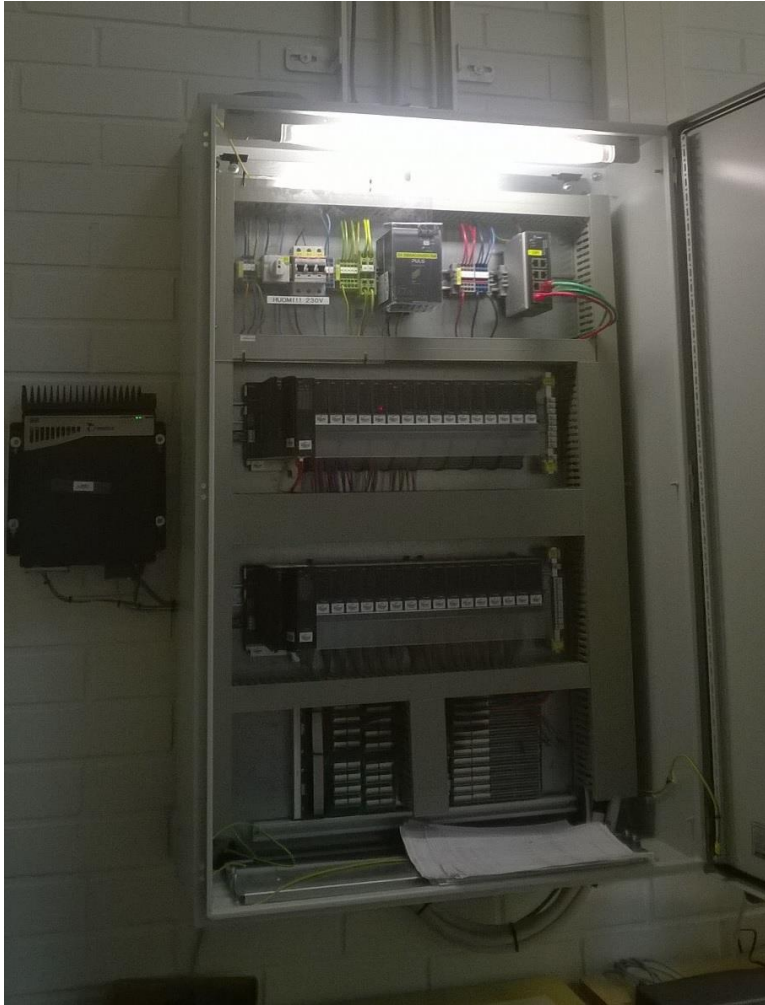
RistikytKentälevyt ovat piirilevyjä, jotka ovat kiinnitettynä kaapissa. Runkokaapelin liittäminen liittyviä levyjä kun käytetään, joita ovat XW-mallin levy ja myös tässä työssä käytetty XS-mallinen ristikytKentälevy, liitetään niiden metalliset häiriönpoistopaikat erilliseen TE-kiskostoon. CXS-levyltä tehdään ristikytKentä liittimistä X11 – X18 XS-levyn liittimiin X1 – X8. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

MB8-asennusalustaan tulevia liitinyksiköitä on kahdentyyppisiä, jotka eroavat johtimien kiinnitystavaltaan. Työhön tilattiin analogiakorttien puolelle FCS-liittimillä varustetut korttirivistö. FCS-liittimet ovat jousikuormitteisia, joita käytettäessä MB8-asennusalustan pituus kasvaa. Tämä kasvanut asennusalustan pituus on kuitenkin pois kaapin alapuolelta sijaitsevasta ristikytKennästä. FCR-liittimille, jotka ovat ruuvi-kuormitteisia liittimiä sekä FCS-liittimille kenttäkaapelin päät tulevat suoraan liittimille. Liitin sisältää kahden kortin kenttäkytkennät, joka käsittää kaksi kertaa numerot 1 – 16. MB8-asennusalustoissa signaalit ketjutetaan asennusalustoista toisiin yksiköiden päädyissä olevien liittimien kautta. Tällä periaatteella liittimissä välittyvät kaikki oleellinen, joka tulisi myös ristikytKennän välityksellä kuten käyttöjännite, logiikka-jännite, kenttäjännite ja kenttäsignaalit. (Metso DNA -manuaalit 2013.)

## 7.5 ACN I/O-kenttäkotelo

Uusien I/O-korttien vaihdossa vaihdetaan yleisesti myös kenttäkaappi- tai kotelo, koska I/O-korttien elinkaari on sen verran mittava, että kaappien rakenteet ovat muuttuneet siinä ajassa jonkin verran. ACN I/O-kenttäkotelo voidaan varustaa täysimittaisella metallilaipalla, joka toteuttaa silloin suojausluokan IP66-vaatimukset. Kenttäkotelon leveys on 800 mm, pituus 1200 mm ja syvyys 300 mm. Kotelon mukana toimitetaan kalvoläpivientilaippa, kiinnityskorvakkeet sekä kaapin yläreunaan asennetun valaisimen.

Kenttäkoteloille on olemassa oma standardi, joka on koteloiden rakennetta määrittävä kriteeripöytä. Standardi koskee tyyppitestattuja ja osittain tyyppitestattuja koteloiden, joiden nimellisjännite ei nouse yli 1000 V:n. Uusitun I/O-kotelon materiaali on maalattua terästä, niitä saa myös ympäristöolosuhteiden mukaan joko ruostumattomasta tai haponkestävästä teräksestä. Kaapeleiden läpivienti-aukko on kaapin alapuolella. Kaapin läpivientilaipan mitat ovat 534 mm x 149 mm, johon voidaan asentaa joko kaapin vakioimitukseen kuuluva kalvoläpivientilaippa tai käyttää metallilaipallista läpivientilaippaa. Näiden läpivientilaippojen ero on se, että kalvolaippaa käytettäessä kotelo on suojausluokan IP54. Metallilaippaa käytettäessä ja siihen kuuluvia holkkitiivisteitä saadaan kotelosta tehtyä suojausluokan IP66 täyttävän suojauksen mukainen. Kuvassa 6 on IP54 suojausluokan ehdot täyttävä kaappi. Se on käyttövalmiina ja kenttäkaapeloinnin kytkentä on kuvassa toteutettu molemmille I/O-kehikoille, sekä ristikytkennän kautta että FCS-liittimille. (Metso DNA -manuaalit 2013.)



Kuva 6. ACN-I/O kenttäkotelo

Yleinen I/O-kenttäkotelokokonaisuus koostuu I/O-korteista, sähkösyötöstä, verkkoliitännöistä ja mahdollisesta ristikytkennästä. Sähkösyöttö kaapin laitteille toteutetaan 500 W:n muuntajalla, joka kykenee hyödyntämään automaattisesti kaikkia jännitteitä väliltä 100 – 240 VAC. Teholähteen muuntojännite on 24 VDC. ACN-kenttäkoteloihin on mahdollista toteuttaa kahdennettu järjestelmä. Kahdennetussa järjestelmässä voidaan jokainen laite kytkeä rinnan samaan laitteeseen, joka toimii jatkuvasti normaalitilanteissa. Kahdennettu järjestelmä pyrkii korvaamaan vikatilanteista syntyviä katkoksia ja kahdennetun järjestelmän laitteisiin jännitesyöttö tulee yleensä UPS-järjestelmästä. Se pyrkii pitämään lyhyissä sähkökatkoissa yllä sitä jännitetasoa, jota laitteet vaativat.

Koteloon asennettujen I/O-ryhmien lukumäärä on suunniteltu 1 – 8 ryhmän välille valitusta standardikaappitoteutuksesta riippuen. Työhön tilatun kotelon mittoihin on suunniteltu kaksi 16-kortin I/O-ryhmää. Tämän kokoisen kaapin sisältämät ryhmät ja

ristikykentälevyt vievät kaapin mittoihin suhteutettuna sen verran tilaa, että käytössä ollut ACN-prosessinohjausasema ei mahdu samaan kaappiin. Kaapin pohjan asennuslevyssä kiinni olevaan DIN-kiskostoon kiinnittyy MB8-sarjan kiinnityslevy, jonka päälle voidaan kahdeksan kappaleen I/O-ryhmä kiinnittää.

## 7.6 Kenttäkaapeloinnin toteutus

Kenttäkaapeloinnissa käytettiin runkokaapelina Jamak 24x(2+1)x0,5 -tyyppistä, suojattua parikaapelia. Runkokaapeli koostuu suuremmasta määrästä pareja, tällaisia parilukuja ovat yleensä 24 ja 48. Tällaiset parimäärät kaapeloidaan tavallisesti automaatiojärjestelmän ja kenttäkotelon välille hallitsemaan kentällä olevien kenttälaitteiden kaapelointimääriä.

Parisuojaus suojaavat johtimia erilaisilta häiriöiltä, jotka voivat altistua voimavirtakaapeleiden aiheuttamiin häiriöihin. Parisuoja koostuu parin ympärillä olevasta alumiinifoliosta. Se auttaa sulkemaan signaalin kokonaan sen sisälle ja pitämään häiriö tekijän sen ulkopuolella. Paria suojaavan folion sisällä kulkee myös erikseen häiriösuojaamajohdin. Tätä johdinta ei kuitenkaan tässä työssä nähty tarpeelliseksi kytkeä kenttäkotelon päässä eikä täten myöskään järjestelmäkaapissa, koska voimavirtakaapeleiden määrä rajoittuu uuden ryhmäkeskuksen syöttökaapeliin. Häiriötä on pyritty pienentämään siten, että kaapelihyllyissä on instrumentointikaapelit laitettu kulkemaan hyllyn toista reunaa pitkin.

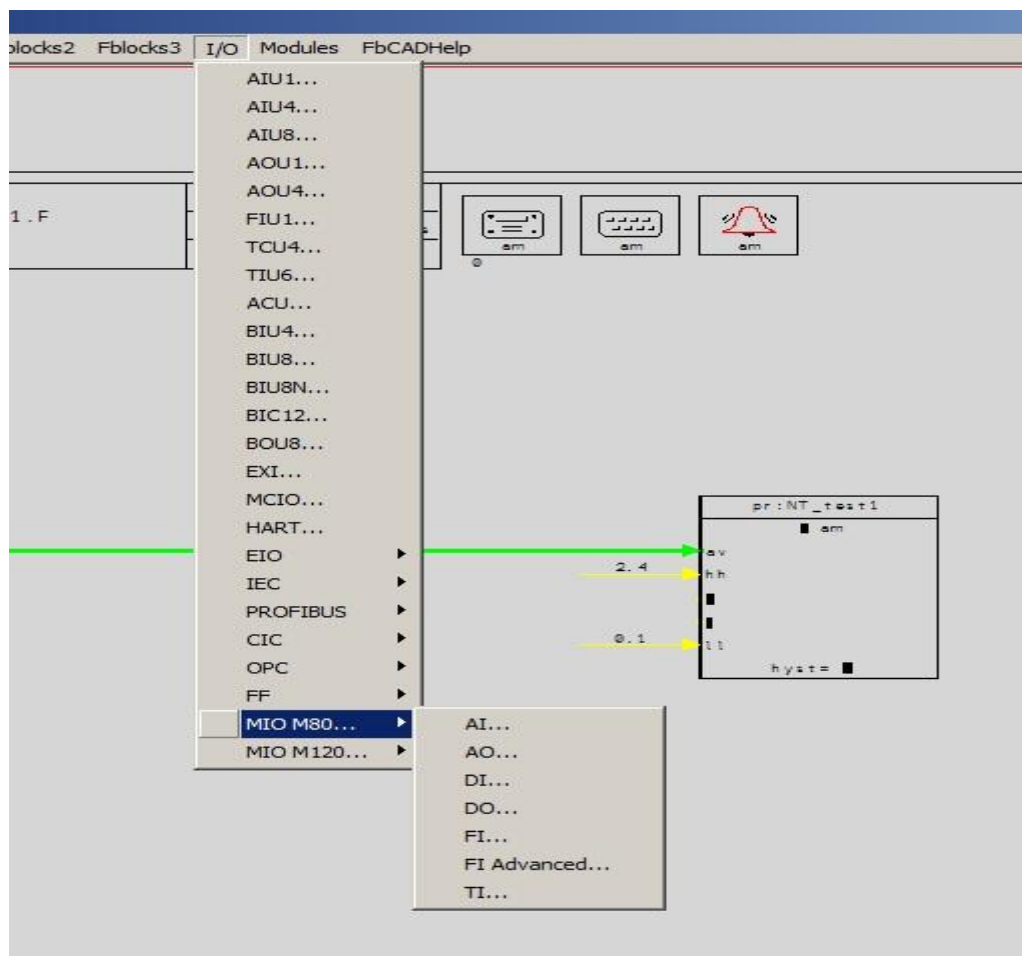
Prosessiasemalta tuotiin Profibus DP -väyläkaapeli kenttäkotelon lähelle olevaan DP/PA-linkkiin. Linkki-laitteelta on kaapeloitu harjoitustyö-alustalle Profibus PA-väylään mittausantureita, joita halutaan testata kenttäväylä periaattein oppijaksoissa.

Kenttäkoteloon asennetut asennuspellit sekä DIN-kisko maadoitettiin turvallisuusmääräyksien mukaisesti välttäen sähköjännitteen pääsemisen metallisiin materiaaleihin. Maadoitus tuotiin kenttäkoteloon PE-riviliittimelle. Riviliitin kiristetään ruuviliitoksella DIN-kiskoon, jossa se samalla maadoittaa kiskon ja siihen yhteydessä olevat asennuspellit. PE-johtimena käytettiin 6 mm<sup>2</sup>:n keltavihreää johdinta, jonka toinen pää liitettiin potentiaalintasauskiskoston kautta maihin. Samasta kiskostosta vietiin myös

järjestelmäkaappiin maadoitus sille merkitylle riviliittimelle, johon ovat yhteydessä kaapin metalliset rakenteet sekä häiriösuojamaakiskot.

### 7.7 Sovellusmuutokset uudessa järjestelmässä

Jos järjestelmän uusimisessa on kyse vain I/O-liityntöjen uusimisesta, eikä myös järjestelmän toimittajan vaihdosta, painottuvat sovellusmuutokset uusien I/O-korttien päivittämiseen jo luotuihin FbCAD-kuviin. Kun I/O-ryhmissä on jännite, voidaan järjestelmätoimittajan puolesta ladata päivitykset suunnitteluympäristön kautta varmenuspalvelimelle. Tätä kautta saadaan myös I/O-päivitys näkymään muilla työasemilla. Päivitys näkyy käyttäjälle kuvan 7 mukaisesti, johon on muodostunut kaapin M80 käyttämille I/O-yksiköille oma valikko.



Kuva 7. MIO M80-korttivalikko

Päivitys tuo I/O-kortteihin täytettävään attribuutti-kenttään uuden lisäpaikan, johon täytetään FBC-ohjaimen, toisin sanoen prosessiaseman käyttämä korttipaikan numero. Korttipaikka voidaan ohjelmoida numeroarvolle 2 – 15. Kuvassa 8 on esitetty vanhan I/O-kortin graafinen rakenne ja vastaavasti uuden kortin eron pystyy tulkitsemaan kuvassa 9.

AIU8	
Nimi pr:POSITIOTUNNUS.I	
Osoite	0 15 10
Mittaus	:m
Skaala ja yksikko	0 - 100 %

Kuva 8. Graafinen I/O-kortti ennen päivitystä

MIO	( M80 A18
pr:LIC-100.I	
Address	2 0 0 0
Measurement	:m
Scale and unit	0 - 100 %

Kuva 9. I/O-päivityksen jälkeinen kortti

Uuden päivityksen jälkeen kortin tekstitys on toteutettu englannin kielellä ja osoitetietoja on tarkennettu osoite rivillä. Vanhan kortin osoite riviltä erottuu vasemmalta oikealle kenttäväyläohjainkortin numero (0-15), korttipaikka (5-20) ja kortin kanavan numero (0-7/0-4). Uuteen korttiin on tuotu tarkennettua osoitetietoa attribuuteista, jotka ovat vasemmalta oikealle prosessiaseman käyttämä korttipaikan numero (2-15), kenttäväyläohjainkortin numero (0-15), korttipaikka (0-15) ja kortin kanavan numero (0-7/0-4). Myös attribuutti kenttä on laajentunut päivityksen myötä, johon voidaan syöttää entistä tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa.

## 7.8 Toimintojen käyttöönotto ja testaus

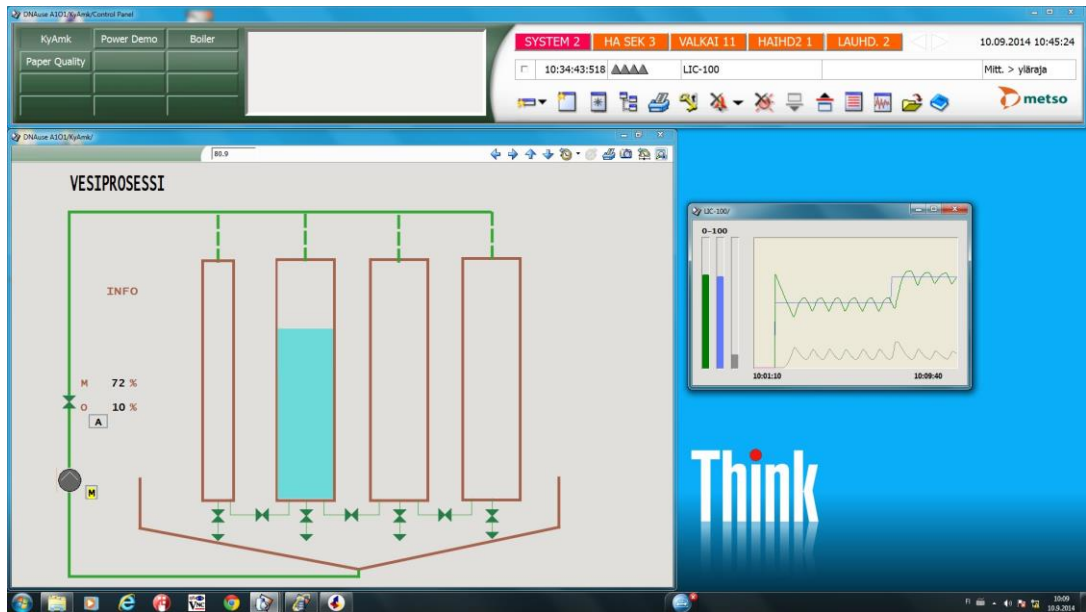
Käyttöönottovaiheita voidaan alkaa suorittamaan silloin, kun oletetaan kaikkien toimintojen toimivan halutun laisesti. Sovellusmuutoksien jälkeen testaus alkoi I/O-kanaviin kytketyistä piireistä. Testauksessa tarkistetaan I/O-kanavien yhteensopivuus piirille luodun ohjelman kautta, jossa selviää myös suunnittelukuvien ja kytkentöjen yhdenmukaisuus. Kuvan 10 ympäristö koostuu vakituisista prosessilaitteista, joita automaatiolaboratorioon on sijoitettu. Testaus aloitettiin kuvan 10 osoittamista laitteista, joiden toiminnan varmistaminen auttoi jatkossa opetuskäyttöön jäävien I/O-korttien testausvaihetta.



Kuva 10. Laboratorion vakituiset prosessilaitteet

Prosessin I/O-liitäntöjen testausympäristö koostui moottoripiiristä ja kahdesta säätöpiiristä. Sovelluspäivitysten jälkeen FbCAD:n sovellus ladataan ajoympäristöön, jonka jälkeen pystytään toteamaan prosessilaitteiden toimivuus valvomo-ohjelmiston ajokaavionäyttöistä. Pienessä tilassa pystytään samalla seuraamaan kenttälaitteiden fyysistä toimivuutta.





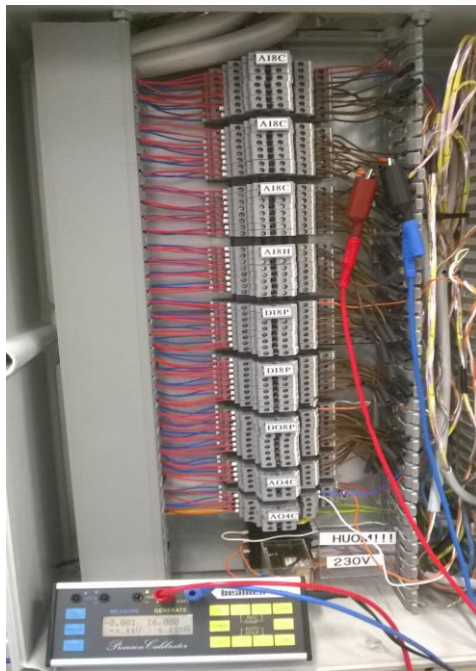
Kuva 11. Vesiprosessin ajokaavio

Kuvassa 11 on esitetty vesiprosessin ajokaavio ja trendikäyrä testausvaiheessa. Trendinäytössä vihreä palkki kuvaa veden pinnanmittausta, sininen on pinnan asetusarvo ja harmaa kuvaa säätöventtiilin auki-asentoa prosentuaalisesti. Vesiprosessin ohjelma perustuu FbCAD:ssä ohjelmoituun PID-lohkoon, johon on annettu säätimen viritysparametrit. Trendikuvasta huomataan pinnan ja venttiilin värähtelevän jatkuvasti. Säätölohkoon on asetettu  $K_p$ - ja  $T_i$ -parametrien arvot.  $K_p$ :n arvo vaikuttaa säätimen vahvistukseen, jonka arvoa kasvattamalla voidaan nopeuttaa prosessin käyttäytymistä. Kuvan 16 osoittamassa prosessissa operoidaan  $K_p$ :n arvolla 0.7. Tämä vaikuttaisi trendikäyrän perusteelta liian suurelta, koska useimmiten liian korkea  $K_p$ :n arvo saa säätimen käyttäytymään värähtelymäisesti. Toinen parametri  $T_i$  on integrointiainoa kuvaava termi, joka käyttää prosessin historiatietoja ja aikaisempia erosuuren arvoja hyödykseen.  $T_i$ -parametrin tarkoitus on poistaa jatkuvuus-tilan virhepoikkeamat. Jos integrointiainoa on pieni, se aiheuttaa trendikäyrästä havaitun suuren ohjauksen kasvunopeuden. Pienillä viritysparametrien muutoksilla saataisiin prosessi käyttäytymään stabiilimmin ja trendikäyrä näyttäisi tämän muutoksen jälkeen tasaisemmalta.

Myös opetusjärjestelmän käyttöön jäävien I/O-korttien kanavat testattiin jokainen erikseen. Kuvassa 12 on analogisen tulokortin testausvaihe käynnissä. Siinä syötetään FbCAD:iin luotuun harjoituspiiriin beamex-kalibraattorin avulla jokin virta-arvo välillä 4 – 20 mA. Virta-arvo näkyy piirin toimiessa valvomon näytöllä liikkuvana lämpötila-arvona.

Kenttäkoteloon on tuotu runkokaapelin kautta kolme analogitulokorttia, yksi HART-kortti, kaksi digitaalitulokorttia, yksi digitaalilähtökortti ja kaksi analogialähtökorttia. Kortit ovat tässä järjestyksessä kaapissa, johon liittyy suunnitelmallisia näkökohtia järjestelmäkaapin kytkentäpuolella. I/O-kaappiin jäi vielä opetuskäyttöön tarkoitettuja korttipaikkoja yhteensä 11 kappaletta.

Analogialähtökorttien testauksessa ajettiin venttiiliä arvolla 0 – 100 %. Yhteen tulokorttiin syötettiin beamex-kalibraattorilla virta-arvo, jota muuteltiin jokaisen uuden lähtökortin testauksessa nähden venttiilin asennon muuttuvan paineilman avulla. Piirin FbCAD:n sovellukseen täytyi muuttaa jokaisen testauksen jälkeen oikea kortin kanava, jotta saadaan signaali kulkemaan piirin läpi. Digitaalitulo- ja lähtökorttien testauksessa käytettiin apuna moottoripiiriä, jonka tulo- ja lähtötietoja vaihdettiin kanava kerrallaan FbCAD:ssä.

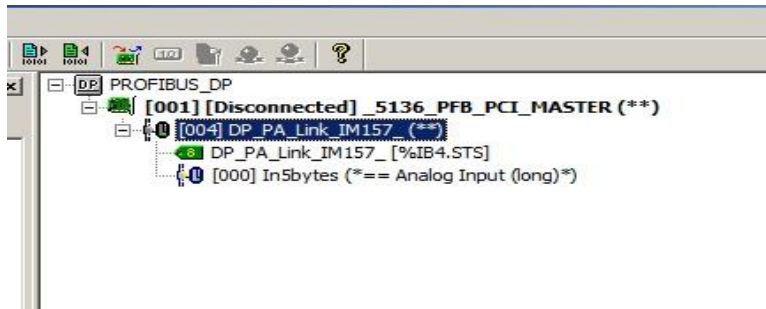


Kuva 12. Kenttäkotelon testausjohtimiin liitetty beamex-kalibraattori

## 7.9 Profibus-väylän laitekonfiguraatiot

Profibus-väylän konfiguraatio tehdään SST Profibus -ohjelmalla. Ohjelmaan määritellään gsd-tiedostoja käyttävä laitekanta, johon tarvitaan väylässä olevien laitteiden

osoitteita. Työssä väyläkonfiguraation perusteena oli todeta prosessiasemalta lähtevän väylän kokonaisvaltainen toiminta. PA-väylän laiteosoitteet saadaan selville kytkemällä DP-linkin ja tietokoneen sarjaportin välille Profibus-kaapeli. Kuvassa 13 on SST-ohjelmalla tehty konfiguraatio väylän ensimmäiselle laitteelle. Simatic PDM LifeList -ohjelman välityksellä nähdään väylässä olevat laitteet ja niiden osoitetiedot, jonka avulla saadaan oikeat tiedot konfiguraation.

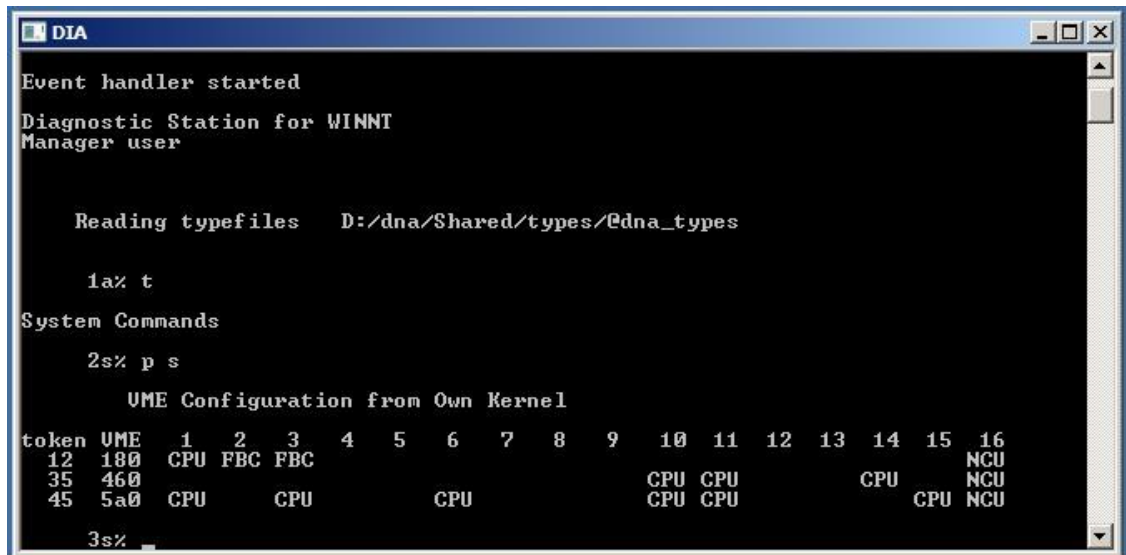


Kuva 13. SST Profibus -ohjelmalla tehty laitekonfiguraatio

DP-linkki ja sen rinnalla toimiva DP/PA-muunnin käyttävät niiden sisäiseen tiedon siirtoon osoitteita 0 – 2. Tästä johtuen väylän ensimmäinen laite on osoitteella 3, joka käyttää SST-ohjelmassa numero osoitetta 0.

Uusien I/O-korttien muutoksista johtuen ei väylässä kulkenut minkäänlaista liikennettä. I/O-korttien päivitysten aikana epäiltiin järjestelmätoimittajan puolesta prosessiaseman muistin olevan liian pieni pyörittääkseen kenttäväylä-liikennettä. Tämä epäily johtui uusien I/O-korttien käyttämästä muistikapasiteetista. Sen seurauksena laitettiin kenttäväylä toimintoja ei-automaatti käynnistykseen ja komentoja kommentteiksi. Tämän seurauksena ohjelma ei silloin käytä ohjaamiseen tai käynnistykseen näitä komentoja.

Prosessiasemaan ei enää alkuperäisen muistin tilalle löydy uutta vastaavanlaista, vaan oikeanlainen muisti täytyi etsiä sen ikäluokan tietokoneista. Oikeanlainen muistikampana löytyi tietokoneesta ja se otettiin käyttöön. Prosessiaseman pienempi muisti jäi varaosiksi. Isomman muistivaihdon jälkeen, jonka epäiltiin olevan yksi osasyys kenttäväylän olemattomalle liikenteelle ja konfiguraatioiden oikeellisuudesta huolimatta väylässä ei alkanut kulkea dataa. Näiden toimenpiteiden jälkeen vian täytyi löytyä vain ohjelmiston puolelta, jota lähdettiin selvittämään Debugger-ohjelman avulla.



```

Event handler started
Diagnostic Station for WINNT
Manager user

Reading typefiles D:/dna/Shared/types/@dna_types

1a% t
System Commands
2s% p s
    UME Configuration from Own Kernel
token UME  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 11 12 13 14 15 16
 12 180 CPU FBC FBC
 35 460 CPU CPU CPU
 45 5a0 CPU CPU CPU CPU CPU CPU
3s%

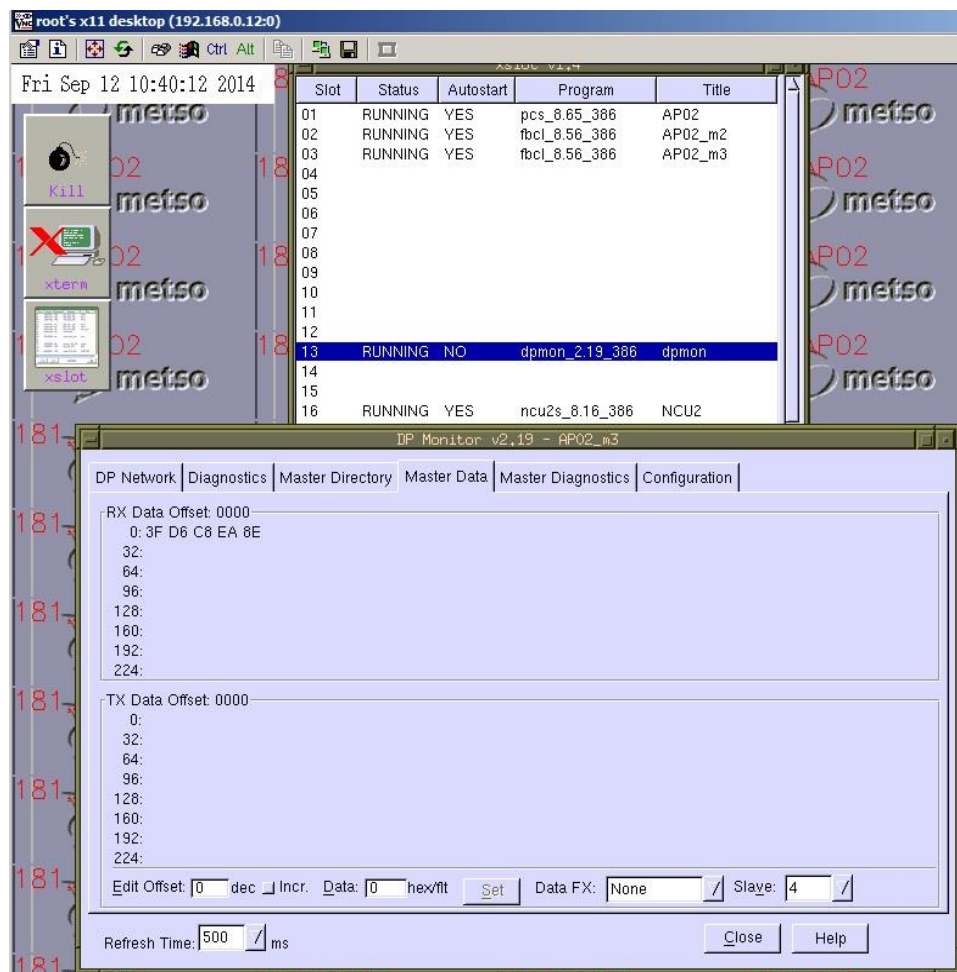
```

Kuva 14. Debuggerilla haettu prosessiasemaan liittyvää tietoa

Ongelmaa ratkaistaessa Debugger-ohjelman avulla aloitettiin tiedonhaku prosessiaseman osoitteista, jonka polku on esitetty kuvassa 14. Prosessiaseman IP-osoitteen loppuosa on 12, joka näkyy ohjelmassa token-osoitteena. Näistä tiedoista saadaan selville, että prosessiaseman suorittimen osoite on 181. Samalla tiedosto-nimellä pitäisi löytää oikea tiedosto Backup Serverin AB01 kansioista ja sen avaamalla päästään kiinnisen suorittamiin komentoihin.

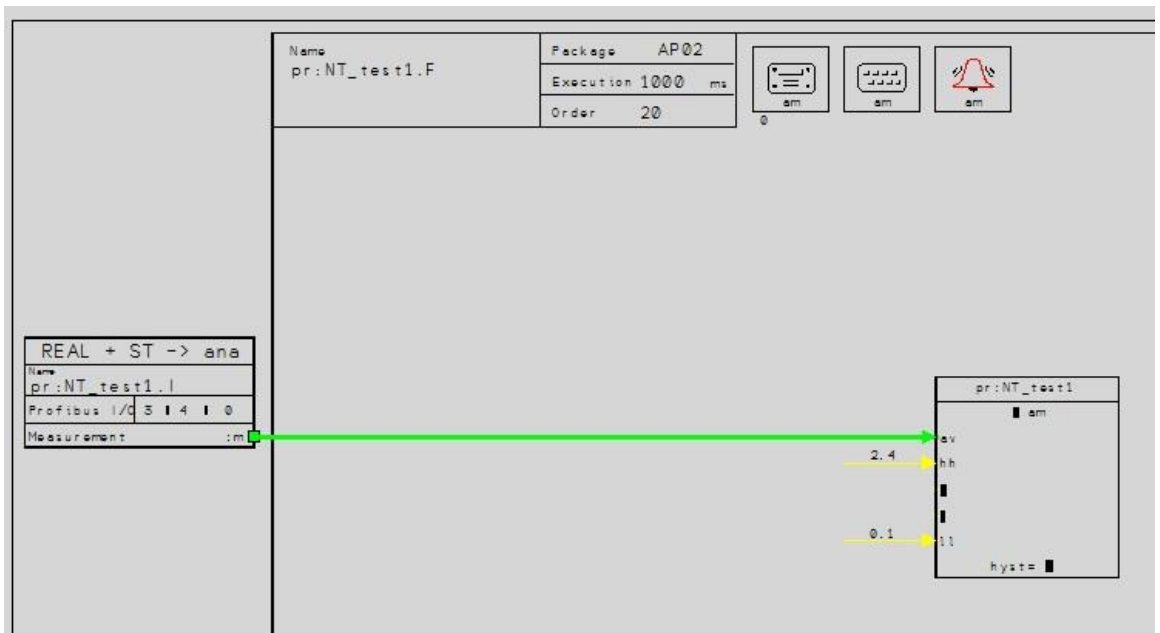
Tiedostosta avautuu tekstityyppinen komentolista, jota pääsee muokkaamaan halutusti. Komentolistassa oikealle kohdalle pääsee, kun tiedetään kenttäväylän liityntäkortin paikka prosessiasemassa. Se tiedetään, että liityntä on korttipaikassa kolme ja myös Debugger-ohjelma näyttää, että kolmas-korttipaikka on käytössä. Komentolistan avauduttua kohdassa Slot 3 alkaa väylän tottelemat komennot. Liitteessä 3 on esitetty itse muokatun tiedoston muutetut käskyt vihreällä taustavärillä, jotka estivät liityntäkortin käynnistymisen ja asettamisen väylän korttipaikkaan kolme. Nyt autostart-komento on päällä, joka käynnistää automaattisesti korttipaikassa kolme olevan kenttäväyläliityntän. Toisesta komennosta on poistettu kaksi kauttaviivaa, jotka ohjelma on tulkinnut kommentteina. Näitä käskyjä ennen muokkaamista prosessiasema ei ole käyttänyt ohjelmointiin. Muokattu tiedosto tallennettiin varmennusasemalle alkuperäisen tiedostonimen 181.sys päälle ja vanha tiedosto tallennettiin tiedostonimellä 181.old.

Muokatun tiedoston ja prosessiaseman uudelleen käynnistyksen jälkeen konfigurointi ladattiin uudelleen palvelimeen ja otettiin yhteys prosessiasemaan VNC-yhteydellä. VNC-yhteys on tarkoitettu graafisen käyttöliittymän monitorointiin, jossa voidaan lukea väylän liityntäkortille tulevaa datan määrää. Ohjelma, josta datan määrää tavuina voidaan lukea, on VNC-Viewer. Kuvassa 15 on esitetty ohjelmassa liikkuvan datan määrä ylemmällä rivillä, joka lukee sisääntulo signaalia. TX-kohtaan saadaan liikennettä silloin, kun ohjelmaan on konfiguroitu jokin lähtötieto, kuten venttiilin ohjaus paineen muuttuessa.



Kuva 15. VNC-ohjelma, jolla nähdään onko yhteyttä kenttäväylän PA-väylään

Kun datan liikennöinti nähtiin VNC-ohjelmistossa, liitettiin se näkymään sovelluksen avulla Metson valvomonäytössä. Kuvassa 16 on Profibus-liittymän FbCAD-sovellus, jonka kautta se saadaan näkymään valvomossa.



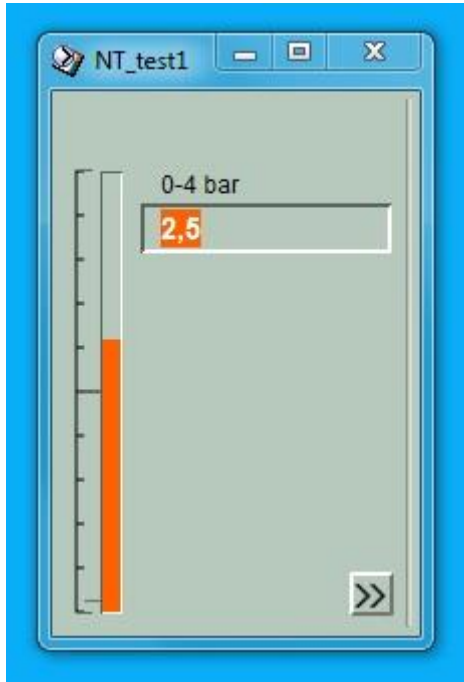
Kuva 16. PA-väylässä testatun painelähtetimen FbCAD-sovellus

Valvomonäytössä näkyi kuitenkin tämän jälkeen skaalaamaton viesti. Yksikkö saadaan halutuksi, kun päästään painelähtetimen laitetietoja muuttamaan. DP-linkin kautta saadaan yhteys tietokoneelle. Tietokoneeseen asennetun PDM-ohjelman avulla avataan Profibus PA -väylän laitekanta ja avataan paineanturin SMAR LD293 kansio Transducer. Tämän kansion alta löytyy lähtetimen minimi- ja maksimiarvo. Näitä tietoja voidaan muuttaa yksikkötiedon perusteella halutunlaiseksi ja järkeväksi lukuarvoksi. Kuva 17 esittää tiedostokohdat ja arvot, jonka rajojen välissä on painelähtetimen haluttu lähettävän tietoa valvomon näytölle.

Parameter	Value	Unit	Status
» Transducer			
» Select Primary Value Type			
Primary Value type	Pressure		Initial value
» Select Linearization Type			
Linearization Type	user defined (table)		
» Set Scale of Pressure Value			
Lower [EU(0%)]	0	bar	
Upper [EU(100%)]	4	bar	
» Select Pressure Unit (EU)			
Pressure Unit (EU)	bar		Changed
» Set Scale of Output Value			
Lower [EU(0%)]	0	bar	
Upper [EU(100%)]	4	bar	
» Select Output Unit			
Output Unit (EU)	bar		Changed
» Construction Info			
Sensor Type	Capacitance		Initial value
Sensor Range Code	Range 1 (20 inH2O)		Initial value
Module Fill Fluid	Inert		Initial value

Kuva 17. Painelähtetimen virtitys oikealle alueelle

Paineenmittaus näkyy oikeanlaisena arvona kuvan 18 valvomonäytössä. Valvomonäytöstä nähdään, että laitteen kalibrointi onnistui ja väylä toimii kokonaisvaltaisesti, vaikka kaikkia väylään kytkettyjä laitteita ei testattu. Väylä tulee jakorasialle, josta se jakaantuu kolmelle eri laitteelle. Voidaan todeta, että rasiolle saakka väylä on kunnossa. Haaroituspisteeltä eteenpäin toimivuus on riippuvainen joko laitekohtaisesta konfiguraatiosta tai laitteen ja rasian välillä olevasta kaapelista.



Kuva 18. SMAR LD293 paineanturin mittauspiiri valvomo-näytöllä

#### 7.10 Huoltotoimenpiteet jatkossa Metson automaatiojärjestelmään

Uusien I/O-korttien myötä järjestelmä on hyvin nykypäiväinen ohjelmistoja myöten. Nykyinen laitekokonaisuus palvelee laboratoriota ainakin seuraavan muutaman vuoden ajan. Näiden vuosien jälkeen voi ilmentyä päivitystarpeita ja laitteiden vaihtotarpeita.

Nykyinen prosessiasema on seuraava laite, joka on vaihdon tarpeessa. Alkuperäinen muisti on vaihdettu isompaan I/O-päivityksen myötä. Isomman muistin avulla se jaksaa pyörittää laitteistoja ilman, että laitteiston pyörittämisessä tulisi viiveitä. Se on kuitenkin jo 10 vuotta vanha laite, joten sen puoleen se kannattaisi vaihtaa uuteen

ACN-prosessiasemaan. Elinkaarisuunnitelmaan sen vaihto on huomioitu ja sitä noudattaessa sen vaihto olisi paljon ajankohtaisempi nyt kuin arvioni laitekannan kestämisestä seuraavan kahden vuoden ajan.

Huoltoon kuuluu myös se, että pystytään hyödyntämään koulun laboratorioon tehtyä elinkaarisuunnitelmaa. Sitä noudattamalla saadaan tietyin väliajoin uusia päivityspaketteja joko software tai hardware puolelle. Näin pysytään kehityksessä mukana ja taataan oppilaille nykyaikainen oppimisympäristö. Tällä pyritään oppilaat tutustuttamaan niihin laitteisiin, jota nykypäivän teollisuusympäristö käyttää.

## 8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutkia uuteen automaatiojärjestelmään tulevien I/O-korttien teknisiä tietoja sekä toimivuutta valmistajan intranet-sivuilta ja esisuunnittelun kautta löytämään työn toteuttamiselle parhaimmat ratkaisut. Näiden lisäksi työhön kuului teknisten dokumenttien toteuttaminen, I/O-toimintojen käyttöönottestaukset ja Profibus-väylän toiminnan testaus.

Työn toteutuksessa huomattiin, kuinka tärkeää on oikein esisuunniteltu ja -valmisteltu projekti. Pieni virhe suunnittelussa voi tuoda huomattavasti lisätunteja ja kustannuksia projektiin niin uudelleen suunnittelussa kuin myös asennuspuolella. Työn toteutuksen alkupuolella tukeuduin epähuomiossa vanhan järjestelmän analogiakorttien puolelle, jotka tarvitsivat toimiakseen kolme johdinta. Nykyiset uudet kortit toimivat kahdella johtimella ja aikaisemmin käytössä ollut kolmen johdon tekniikka on korvattu dipkytkimellä kortin kanavassa. Tämä oli tärkein osa-alue tekniikan ja toimivuuden puolelta, joka täytyi ottaa huomioon alusta alkaen. Tämän huomioon jättäminen kokonaan olisi tuonut suunnitteluun ja toteutukseen huomattavasti lisätyötä, koska tätä virhettä ei olisi voitu ohittaa. Tästä voidaan todeta, että runkokaapelin parimäärällä saadaan nykyisin enemmän I/O-kortteja mahdutettua kenttäkotelon päähän kuin mitä vanhojen korttien asennuksessa oli mahdollista. Työn esisuunnittelu- ja valmistelu korostui entistään, koska järjestelmäkaappi toimitettiin elokuun toisen viikon aikana. Tähän mennessä runkokaapelien päät oli kytketty laitteineen kenttäkotelon riviliitinrimoille.



Työssä päästiin tavoiteltuun lopputulokseen, jossa automaatiolaboratorio uudistui sille asetetun aikataulun sisällä. Työ antoi itselleni hyvän kokonaisuuden automaation toteutuksesta, joka toteutti mittakaavaltaan kaikki oleelliset työvaiheet, joita pienen tai suuren automaatiojärjestelmän toteuttaminen edellyttää.

## LÄHTEET

Alapere, A. - Roppola, J. - Hietanen T. 2009. Profibus väyläanalyysi. Oulun ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

[http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/Labrat/C\\_analyysi.doc](http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/Labrat/C_analyysi.doc). [viitattu 12.6.2014].

Cassiaolato, C. 2012. Smar-Tips for trouble shooting on the PROFIBUS-DP. Saata-

vissa: <http://www.smar.com/en/technicalarticles/article.asp?id=27> [viitattu 29.9.2014]

Hakala, E. 2009. Profibus-väylän liittäminen MetsoDNA-automaatiojärjestelmään.

Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

[http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2991/Hakala\\_Erno.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2991/Hakala_Erno.pdf?sequence=1)

[viitattu 20.5.2014].

Kankaanperä, A. 1999. Damatic XDi-automaatiojärjestelmä. Systeemyö. s.1-2.

Saatavissa: <http://www.pcuf.fi/sytyke/lehti/kirj/st19992/04.pdf> [viitattu 12.6.2014].

Kastell, S. 2010. I/O-modulin ohjelmointi ja sen liittäminen labVIEW-ohjelmaan.

Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/22797/Kastell\\_Simo.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/22797/Kastell_Simo.pdf?sequence=1)

[viitattu 14.8.2014].

Kosonen, J. 2012. Automaation elinkaari ja päivitys. Opinnäytetyö. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Laamanen, J-P. 2008. Profibus PA-kenttälaitteiden käyttö MetsoDNA-järjestelmässä.

Insinööriö. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Metso Automation Oy:n Intranet-sivut. Metso DNA Manuals, Collection 2013 Fi

V.15.1 build 0.1. Saatavissa: [https://portal.metso.com/eman/dna/dna\\_fi/index.htm](https://portal.metso.com/eman/dna/dna_fi/index.htm) [viitattu 24.7.2014].

Metso Automation Oy:n Intranet-sivut. Damatic XD V.5.6 Dokumentit. Saatavissa:

<https://portal.metso.com/p3/EPHomeExtraFI.nsf> [viitattu 20.7.2014].

Metso Automation Oy:n julkaisema metsoDNA-tuotekuvaus 2011.

Metso Oyj. The hard facts for a good feeling. Saatavissa:

[http://www.metso.com/Automation/ip\\_prod.nsf/WebWID/WTB-110929-2256F-C9E0E?OpenDocument#.VCgVE8nBbIU](http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-110929-2256F-C9E0E?OpenDocument#.VCgVE8nBbIU) [viitattu 4.8.2014].

Mustonen, J-P. 2011. Profibus-kenttäväylien testausympäristö ja mittauksen kehittäminen. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33411/Mustonen\\_Juha-Pekka.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33411/Mustonen_Juha-Pekka.pdf?sequence=1) [viitattu 16.7.2014].

Mutanen, E. 2012. Seminaariesitelmät: Kenttäväylät. Saatavissa:

[https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/as74.3135/materiaali/AS74\\_3135\\_seminariesitelmät\\_24.4.docx](https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/as74.3135/materiaali/AS74_3135_seminariesitelmät_24.4.docx) [viitattu 20.7.2014].

Nurminen, M. 2013. Automaatiojärjestelmän ohjelmiston elinkaaren hallinta. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63973/Nurminen.Markku.pdf?sequence=1> [viitattu 4.6.2014].

Tampereen teknillinen yliopisto, kurssiaineisto. Saatavissa:

<http://www.ac.tut.fi/aci/courses/76490/konfigurointi.pdf> [viitattu 20.5.2014].

Profibus Installation Guideline for Commissioning. 2006. PI Profibus & Profinet. Saatavissa: [http://www.sci-](http://www.sci-eng.mmu.ac.uk/ascent/literature/documents/A02_Guideline_Commissioning_8032_v102_Nov06.pdf)

[eng.mmu.ac.uk/ascent/literature/documents/A02\\_Guideline\\_Commissioning\\_8032\\_v102\\_Nov06.pdf](http://www.sci-eng.mmu.ac.uk/ascent/literature/documents/A02_Guideline_Commissioning_8032_v102_Nov06.pdf) [viitattu 11.8.2014].

Profibus Installation Guideline for Planning. 2009. PI Profibus & Profinet. Saatavissa:

[http://www.profibus.com/uploads/media/PROFIBUS\\_Planning\\_8012\\_V10\\_Aug09.pdf](http://www.profibus.com/uploads/media/PROFIBUS_Planning_8012_V10_Aug09.pdf) [viitattu 22.7.2014].

Rantala, E. 2005. Paperikoneiden pääventtiililaitteiden kehitys. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9905/TMP.objres.240.pdf?sequence=5> [viitattu 28.5.2014].

Riikonen, A. 2014. Suotimien 3240 ja 3250 automaation uusiminen. Opinnäytetyö. Lapin ammattikorkeakoulu. Saatavissa:  
[http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73394/riikonen\\_antti.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73394/riikonen_antti.pdf?sequence=1)  
[viitattu 20.5.2014].

Sorsanen, J. 2009. Teollisuuden mittaustiedon siirtojärjestelmät. Kandidaatintyö. Tampioli. Saatavissa: [http://metrology.tkk.fi/courses/S-108.erikoistyo/reports/web/KANDI2009\\_Janne\\_Sorsanen1.pdf](http://metrology.tkk.fi/courses/S-108.erikoistyo/reports/web/KANDI2009_Janne_Sorsanen1.pdf) [viitattu 20.7.2014]

Ylikunnari J. 2003. Oppimateriaali V1.0.0 kurssiin: TL6031 Automaatiojärjestelmät. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Saatavissa:  
<http://www.tekniikka.oamk.fi/~timohei/TL603Z/aineisto/automaatiojarjestelmat.pdf>  
[viitattu 25.5.2014].

Ylinen, A. 2009. Keskusrasvavoitelujärjestelmän automatisoinnin muutos. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavissa:  
<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9773/Ylinen.Arttu.pdf?sequence=2> [viitattu 23.5.2014].

Sunnaborg, M. 2010. Langaton mittausjärjestelmä Naantalın öljynjalostamolla. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavissa:  
[https://www.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/12595/Sunnaborg\\_Max.pdf?sequence=2](https://www.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/12595/Sunnaborg_Max.pdf?sequence=2) [viitattu 20.7.2014]

# JK01

Set the address switch S1's and S2's settings according to the table:

I/O group row	MBB		MBR	
	S1	S2	S1	S2
A1	0	0	0	0



S2

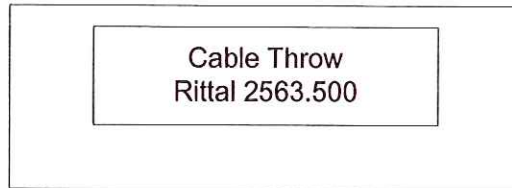
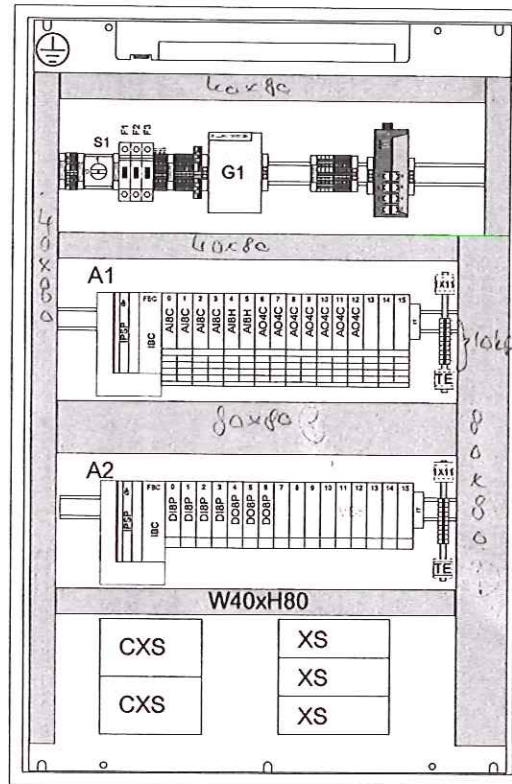
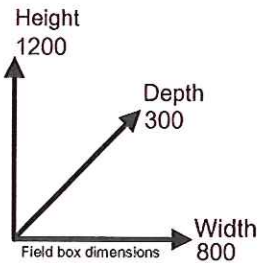


S1

MB 8 address switch settings:

Left:

Right:



2014-06-18 14:33

						PROJECT		CUSTOMER		
						OBJECT				
						MODEL		CUSTOMER DWG NR		
DATE	NAME	APPD	REVISION	REV.NBR	TITLE					
DESIGN.	CHKD		APPD		Cabinet Assembly Layout					
FILE JK01.vsd	APPLA				PROD.	CIRCUIT		DCC	DRAWING ID/REV	SHEET
									1 (3)	





```

181.sys
// *****
// * Definition file for metsoDNA Program Starter
// * File name      : <hw_address>.sys
//
// Comments start with two slashes.
// Add comment signs '//' to those lines that aren't used.
//
// Remember to edit correct slot number for each slot.
// NCU2 reserves automatically slot 16.

// General environment:
// Definitions concerning NCU2 program and every appl. server.

set XD_HW_BUS=A           // SubNetwork id, 0=DNA-2002 compatible
set XD_HW_SWITCH=0       // ACN SwitchGroup 0=undefined
                        // If node is in metsoACN cabinet, value is
                        // the lowest HW address of the nodes
                        // connected to switch in that cabinet,
                        // e.g. 161.
set XD_MCLOCK=XD         // XD/MASTER
set XD_IP_ADDR=192.168.0.12 // Node's IP address, e.g. 192.168.0.11
set XD_DEBUG=1          // Verbose diagnostics to console windows.
set XD_IGNORE_SIGNALS=ON // Disable Ctrl-C.
//set XD_HW_DIAG_CONF=/bu/ROBO-678 // Enable HW related diagnostics.
// (metsoACN RT D200172)
// set XD_HW_DIAG_CONF=/bu/PEAK-715 // Enable HW related diagnostics.
// (metsoACN RT D200619)
set XD_HW_DIAG_CONF=/bu/NC-671 // Enable HW related diagnostics.
// (metsoACN Compact)
//set XD_PCS_ROLE=main      // With redundant PCS this defines the
// role of the PCS (main/reserve)
set XD_PROFIBUS_INTERFACE_1=AP02_m3 // Profibus interface #1
//set XD_PROFIBUS_INTERFACE_2=AP00_m3 // Profibus interface #2

// Downloadable files
fsync libDNA.so.5      // Common metsoDNA libraries
fsync libPV2.so.5     // V-kernel emulation library
//fsync ROBO-678      // Parameter file for HW diagnostics
// (metsoACN RT D200172)
//fsync w83627HF     // Parameter file for HW diagnostics
// (metsoACN RT D200172)
// fsync PEAK-715   // Parameter file for HW diagnostics
// (metsoACN RT D200619)
// fsync IT87       // Parameter file for HW diagnostics
// (metsoACN RT D200619)
fsync NC-671          // Parameter file for HW diagnostics
// (metsoACN Compact)
fsync VIA686A        // Parameter file for HW diagnostics
// (metsoACN Compact)

// Java
fsync AITypes_3.1.jar
fsync AISystem_3.1.jar
fsync libjavaAISystem.so
fsync libjavaAITypes.so
fsync libjavaNumlib.so
fsync jce.zip

CODEFILE=@dna_acn_codes // Enable implicit code file configuration.
                        // Check code file versions in file
                        // @dna_acn_codes.
                        // The file is automatically downloaded
                        // from the BU.

//#####

// Definitions for NCU2
NCU2

```



```

181.sys
AUTOSTART=YES // Start NCU2 automatically
TITLE=NCU2 // Title of the program
PROGRAM=<NCU2_CODE> // Check code version!

#####

// Definitions for individual slots:
// Definitions start with "Slot <slot_number>" and end when
// the definitions for the next slot starts or file ends.

// PCS, EDR, LIS, Java

Slot 1
set XD_PMM_LED_RUN=1 // SBY/RUN leds indicate the state of
// this slot if value = 1.
set XD_PMM_DISABLE_BATTERY_SUPERV=0 // Enable battery alarm.
//set XD_PCS_USES_FBC=0x0002 // Application server in this slot
// uses FBC in slot 2 (<Bit-mask>).
// In case of redundant metsoDNA PCS
// there can be only one application
// server per node that uses FBCs.
// Example: Uses FBC in slot 2:
// Bit-mask 0x0002 (0000 0000 0000 0010)
// Example: Uses FBCs in slots 2,3,4,5:
// Bit-mask 0x001e (0000 0000 0001 1110)
// Example: Uses FBC in slot 7:
// Bit-mask 0x0040 (0000 0000 0100 0000)
// Bit-mask 0x0000 (same as 0) means

that // application server in this slot
// does not use FBC.
// Default = 0xffff.

STARTDELAY=20 // Value should be 20xnumber of FBCs
AUTOSTART=YES // Start program automatically
TITLE=AP02 // Title of the program EDIT!
PROGRAM=<PCS_CODE> // Check code version!
PARAMETERS=-cpu :s:<bu>:AP02_6.1_cpu // EDIT correct cpu-file name!
DEPENDENCIES=2 // Program in this slot depends on
// program in slot 2.
// Depending slot numbers separated with
// commas, e.g. DEPENDENCIES=2,3

// CLASSPATH and LD_LIBRARY_PATH variables are needed when prog is used.
set
CLASSPATH=/usr/java/jre/lib/rt.jar:/bu/AITypes_3.1.jar:/bu/AISystem_3.1.jar:/bu/
jce.zip
set
LD_LIBRARY_PATH=%LD_LIBRARY_PATH%:/usr/java/jre/lib/i386:/usr/java/jre/lib/i386/
client
#####
// FBC + MIO
// FBC connection to the MIO.

Slot 2
set XD_ECE_IP_ADDR=172.16.172.66 // 1st FBC 172.16.172.66
// 2nd FBC 172.29.172.66
// 3rd FBC 172.29.173.66

set XD_PMM_LED_FB=1 // Control front panel FB<n> leds.
// 1 = use FB1 led to indicate field
// bus traffic.
// 2 = use FB2 led to indicate field
// bus traffic.
// 1st FBC should use value 1
// 2nd FBC should use value 2
// for the 3rd FBC this definition
// should be set in comments

```

```

181.sys
TITLE=AP02_m2 // EDIT correct title!
AUTOSTART=YES // Check code version!
PROGRAM=<MIO_FBC_CODE>
PARAMETERS=-fixed_mio_eth -pic_route;auto -diag_mio_ftype

//PARAMETERS=-fixed_mio_eth -pic_route;auto -only_configured

// with '-only_configured' option only PIC/IBCs with assigned I/O modules
// (=configuration ) are polled during normal operation. After reset or
// when I/O modules are added all IBC's are polled for a short time in order
// to detect new PIC/IBCs. This option should be used when using fast
// control tasks (<= 40ms) for best performance.

DEPENDENCIES=1 // Program is this slot depends on
// program in slot 1.

#####

// FBC + Profibus DP
// Each Profibus DP interface card needs own FBC.
// Startdelay is 10s for first Profibus FBC, 15s for second etc.

Slot 3
STARTDELAY=10 // Value should be 5+5*number of FBC
TITLE=AP02_m3 // EDIT!
AUTOSTART=YES
PROGRAM=<PROFIBUS_FBC_CODE> // Check code version.

PARAMETERS=-profibus AP02_m3::s:<bu>:AP02_m3.bss -enable_dpv1 // FBC loads
AP00_m2.bss from BU
// to SST master interface EDIT!
// Profibus configuration file
// <LID>_m<FBC-slot>.bss
// is generated with Profibus
// configurator.
// PARAMETERS=-profibus AP00_m2::s:<bu>:AP00_m2.bss -profibus_timestamp 100
// 100ms time stamp resolution
// Default value is 100ms
// PARAMETERS=-profibus AP00_m2::s:<bu>:AP00_m2.bss -profibus_diag_slot 64
// Siemens ET200S expanded diagnostics

// PARAMETERS=-profibus AP00_m2::s:<bu>:AP00_mr2.bss // Redundant PCS (main)
// PARAMETERS=-profibus AP00_r2::s:<bu>:AP00_mr2.bss // Redundant PCS
(reserve)

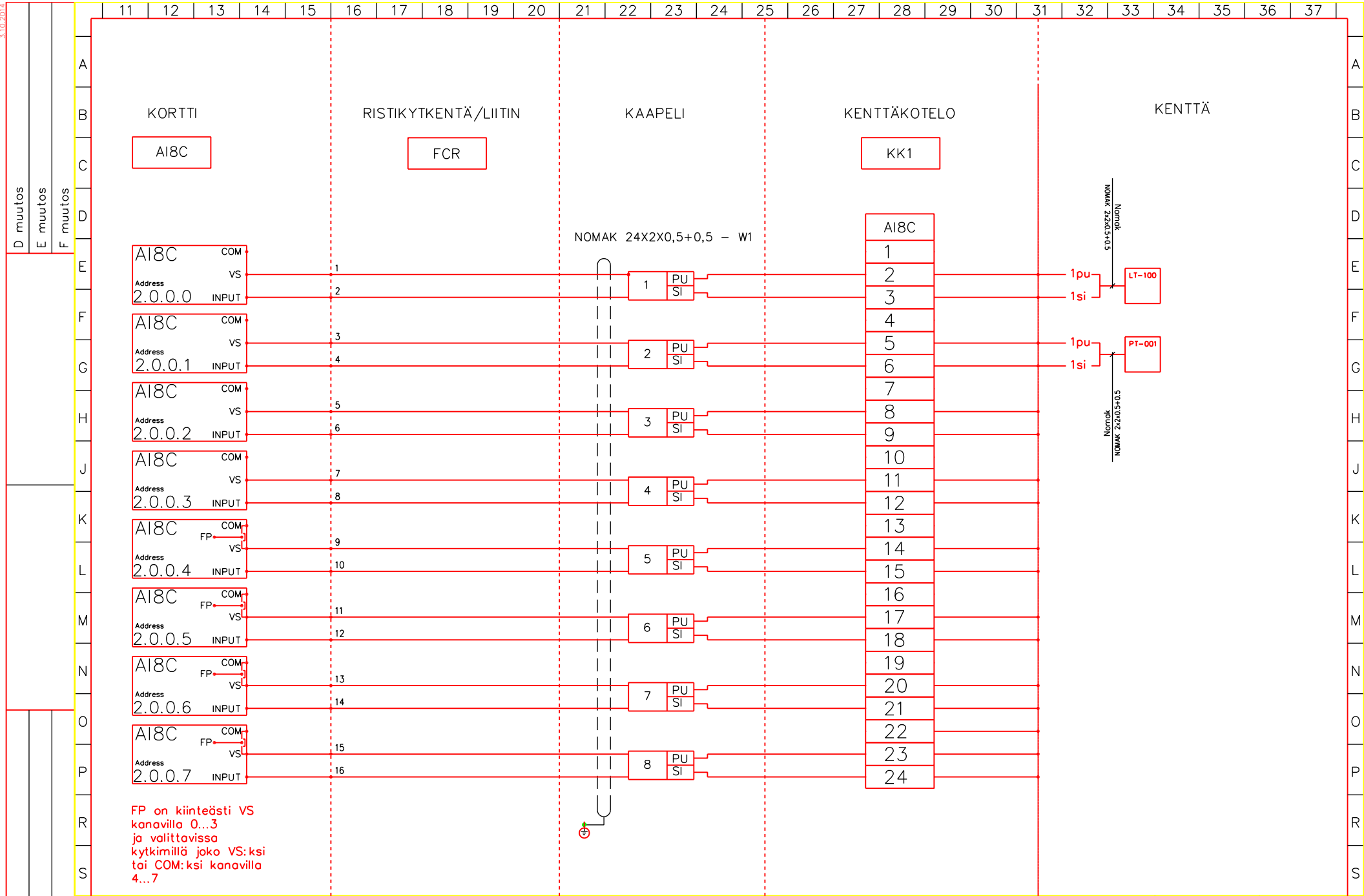
//PARAMETERS=-profibus AP00_m2::s:<bu>:AP00_m2.bss -enable_dpv1
// Enable DPV1 communication for
// Profibus routing to FieldCare.
DEPENDENCIES=1 // Program is this slot depends on
// program in slot 1.

#####

// Profibus DP monitor
Slot 13
AUTOSTART=no
TITLE=dpmon
PROGRAM=<DPMON_CODE> // Check code version!
// PARAMETERS=-simulate // should be used only in
// test purposes.

#####

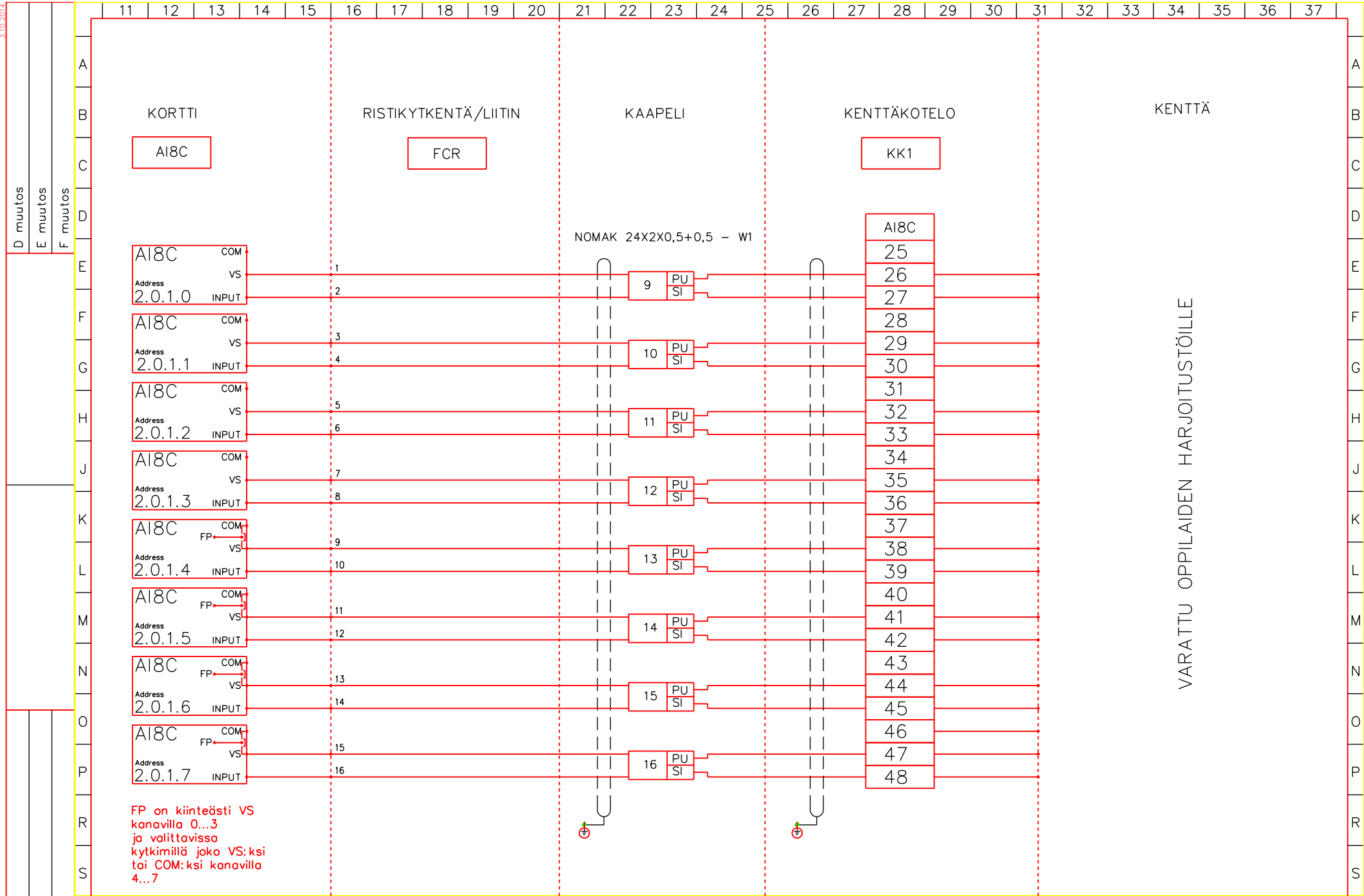
```



D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

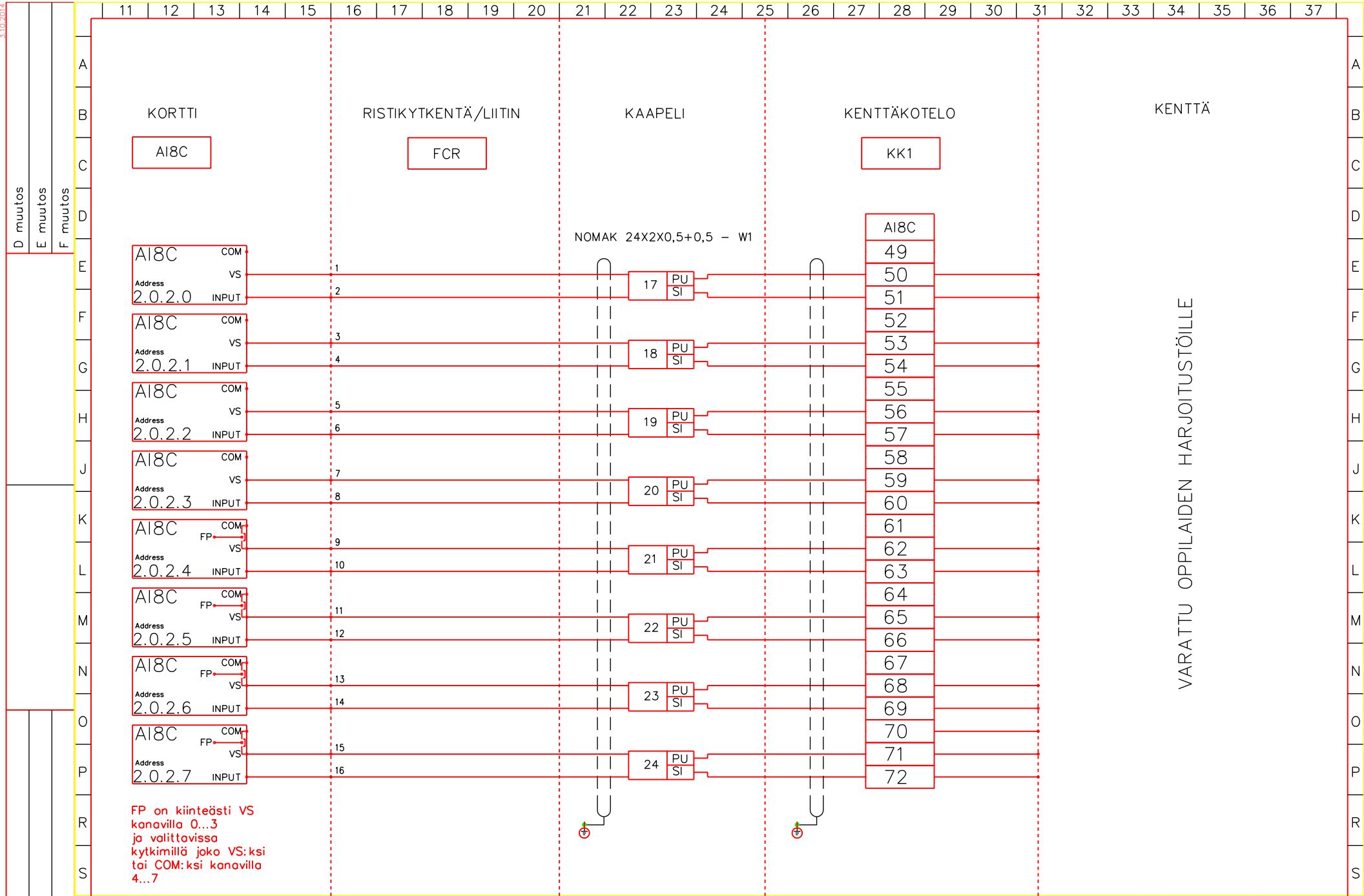
Suunn. NTu /8.9.2014	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnnumero
Piirt. NTu	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	<b>SÄH</b>		



VARATTU OPPILAIKEN HARJOITUSTÖILLE

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos



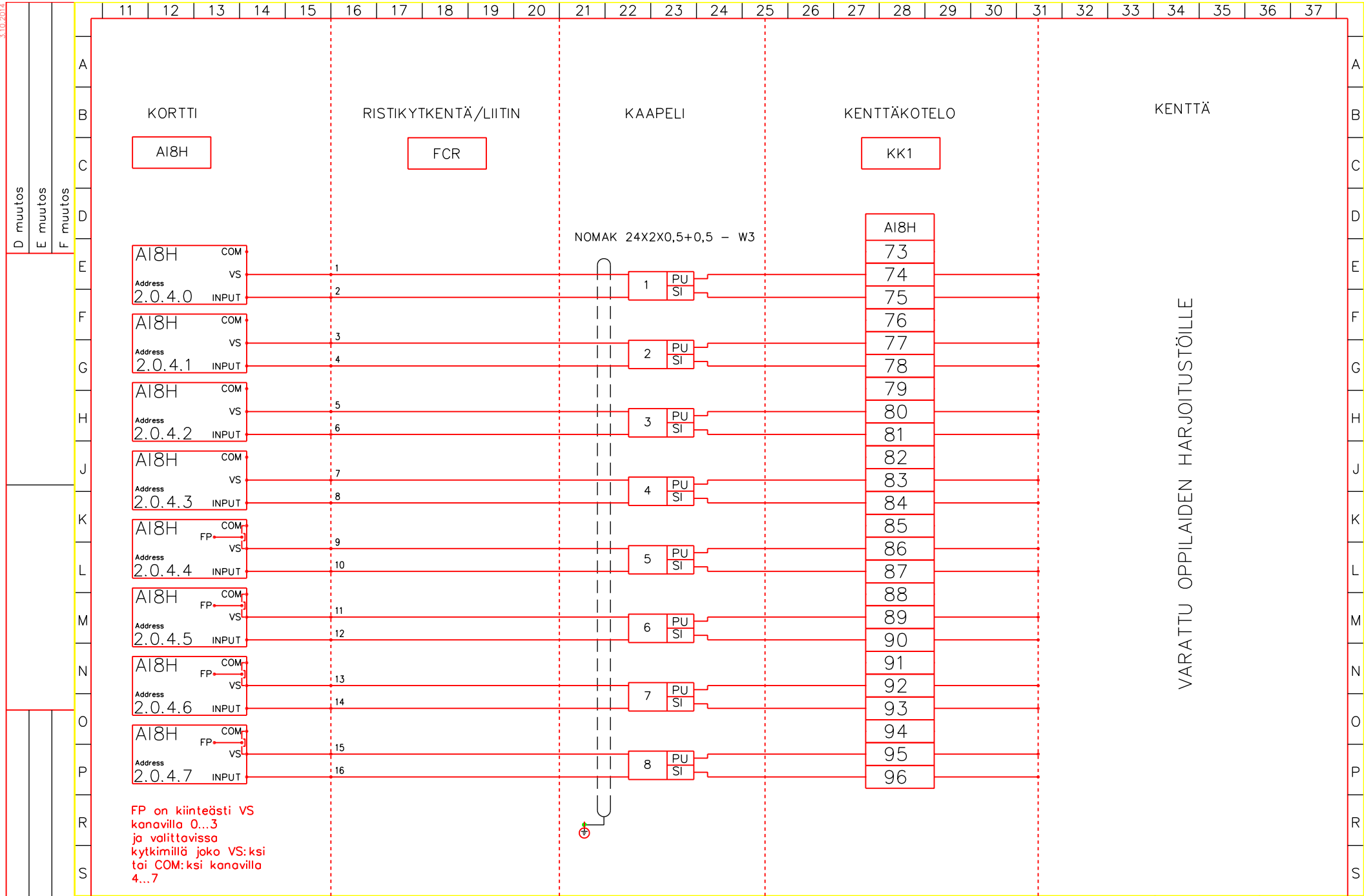
VARATTU OPPILAIKEN HARJOITUSTÖILLE

FP on kiinteästi VS kanavilla 0...3 ja valittavissa kytkimillä joko VS:ksi tai COM:ksi kanavilla 4...7

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

Suunn. Ntu /8.9.2014	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnnumero
Piirt. Ntu	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	<b>SÄH</b>		

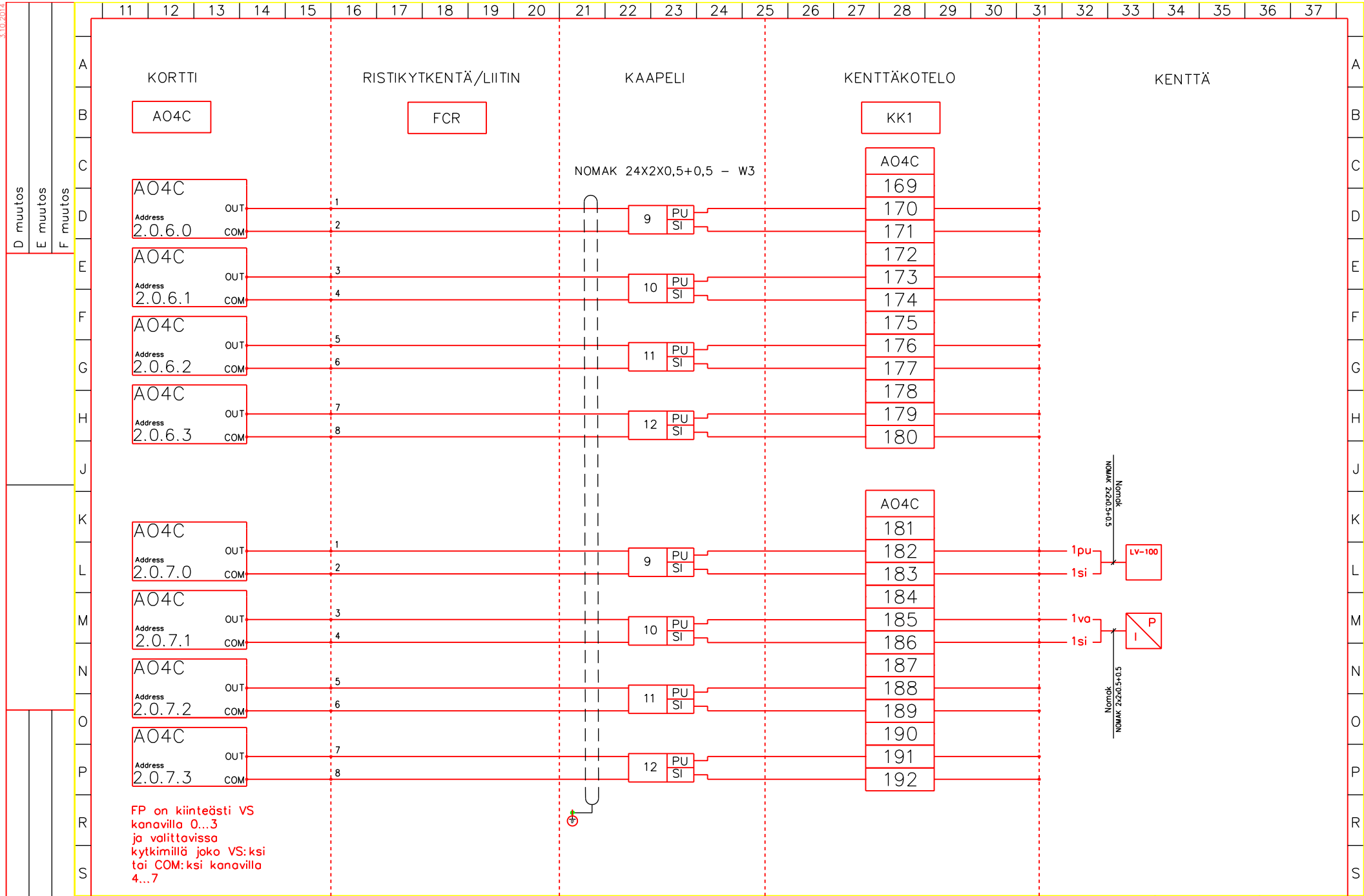


VARATTU OPPILAIKEN HARJOITUSTÖILLE

FP on kiinteästi VS kanavilla 0...3 ja valittavissa kytkimillä joko VS:ksi tai COM:ksi kanavilla 4...7

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

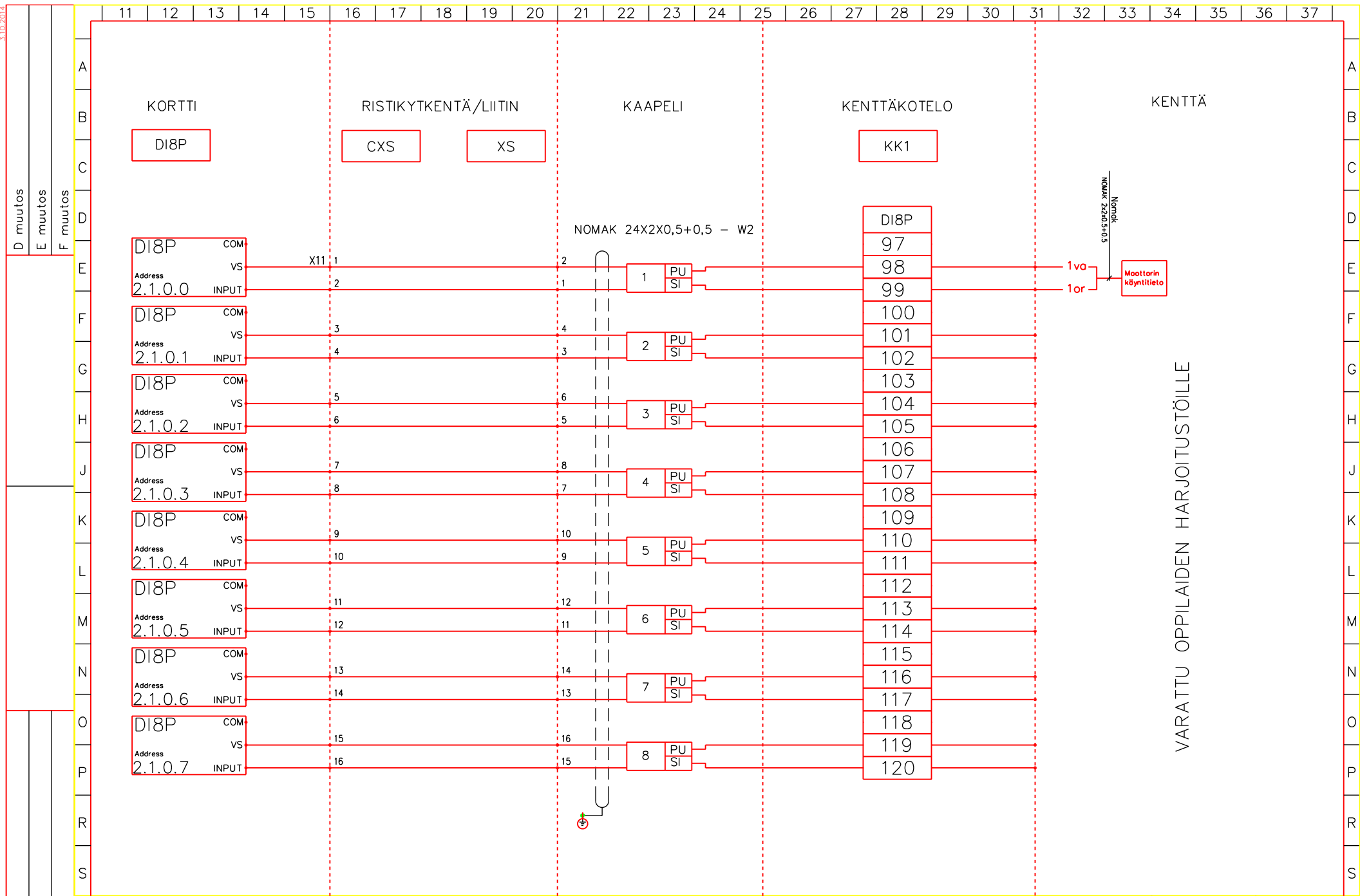


FP on kiinteästi VS  
kanavilla 0...3  
ja valittavissa  
kytkimillä joko VS:ksi  
tai COM:ksi kanavilla  
4...7

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

Suunn. NTu /8.9.2014	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt. NTu	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.		<b>SÄH</b>	



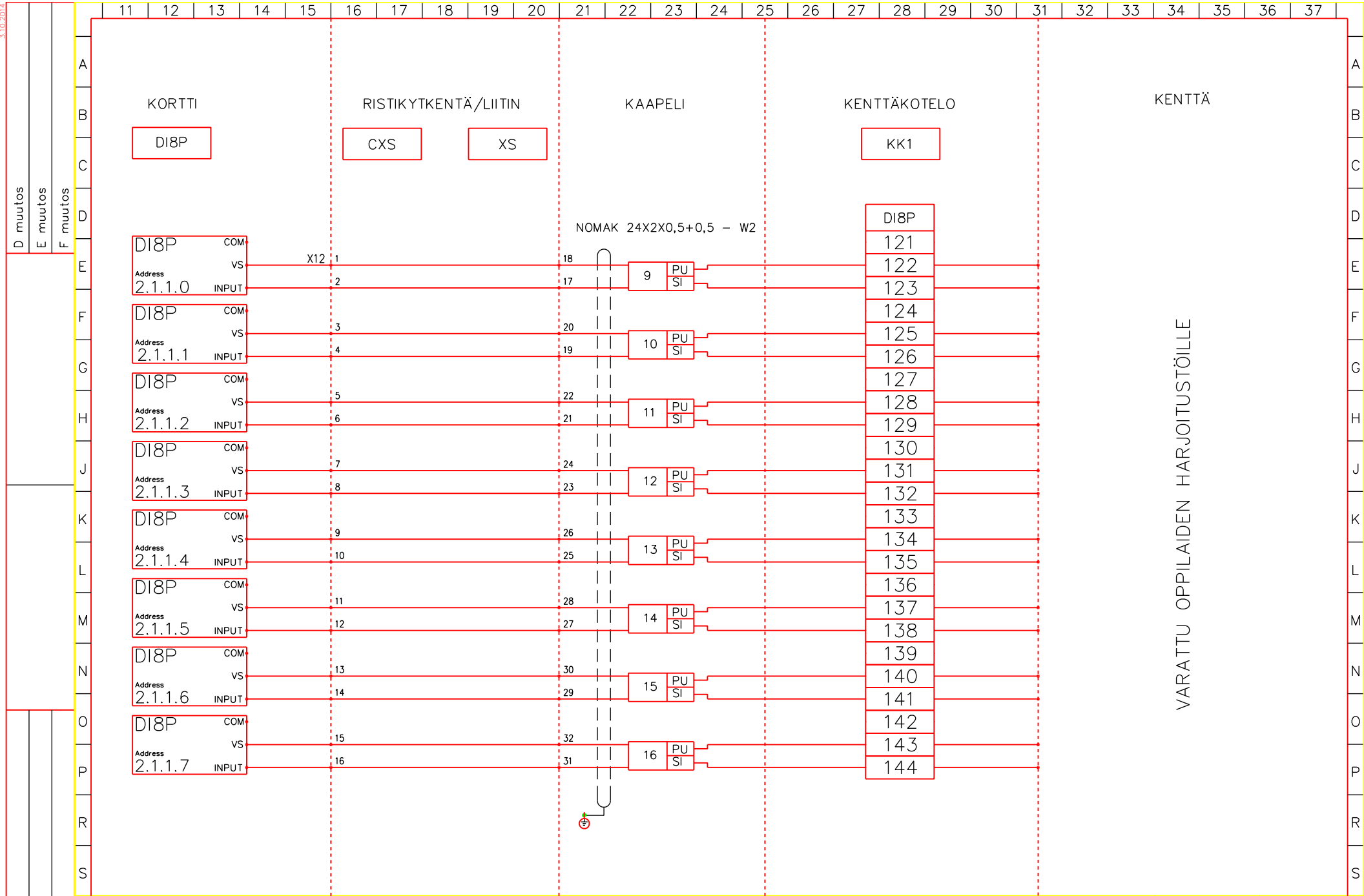
VARATTU OPPILAIDEN HARJOITUSTÖILLE

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

Suunn. NTu /8.9.2014	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt. NTu	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	<b>SÄH</b>		

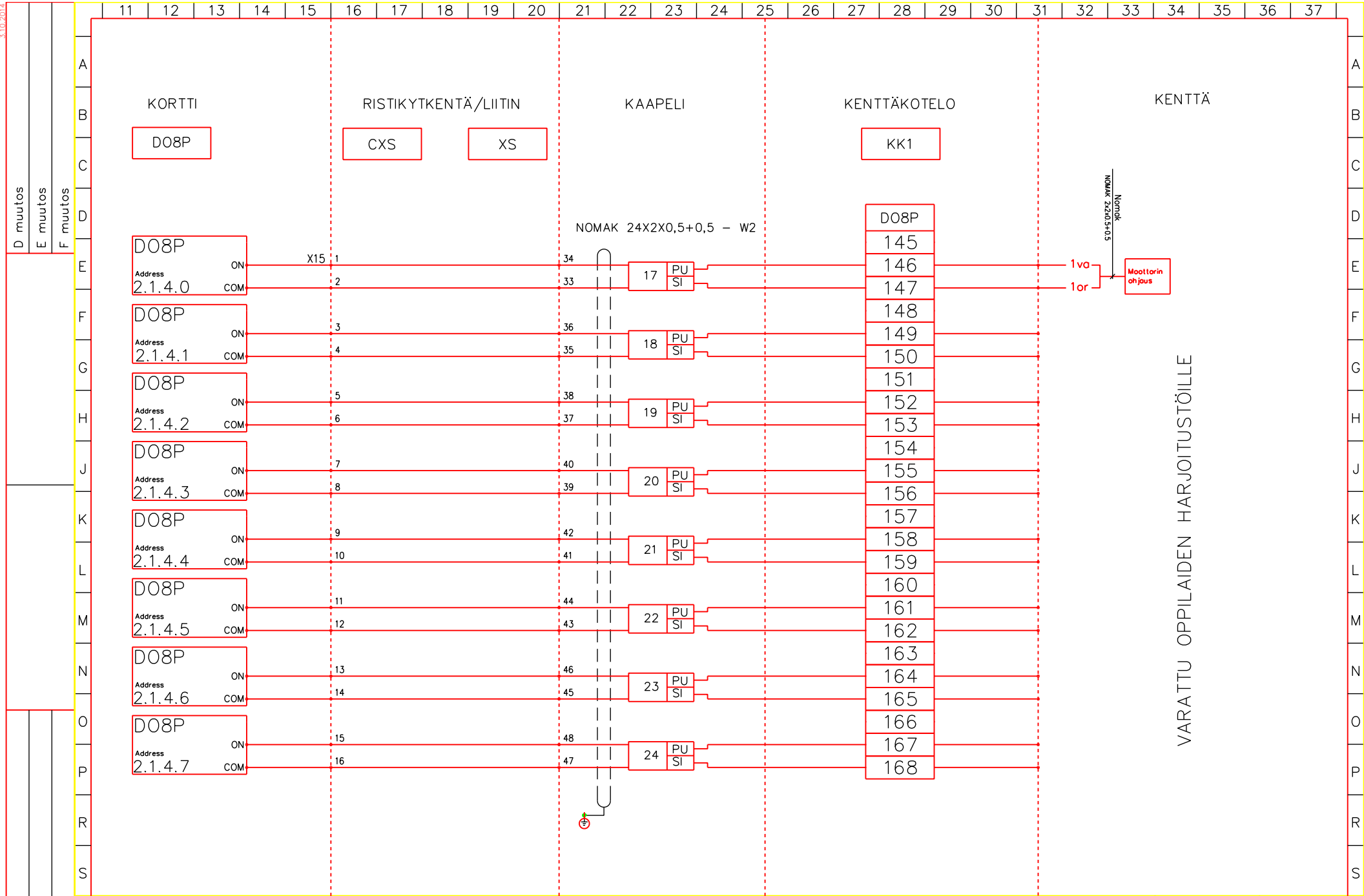


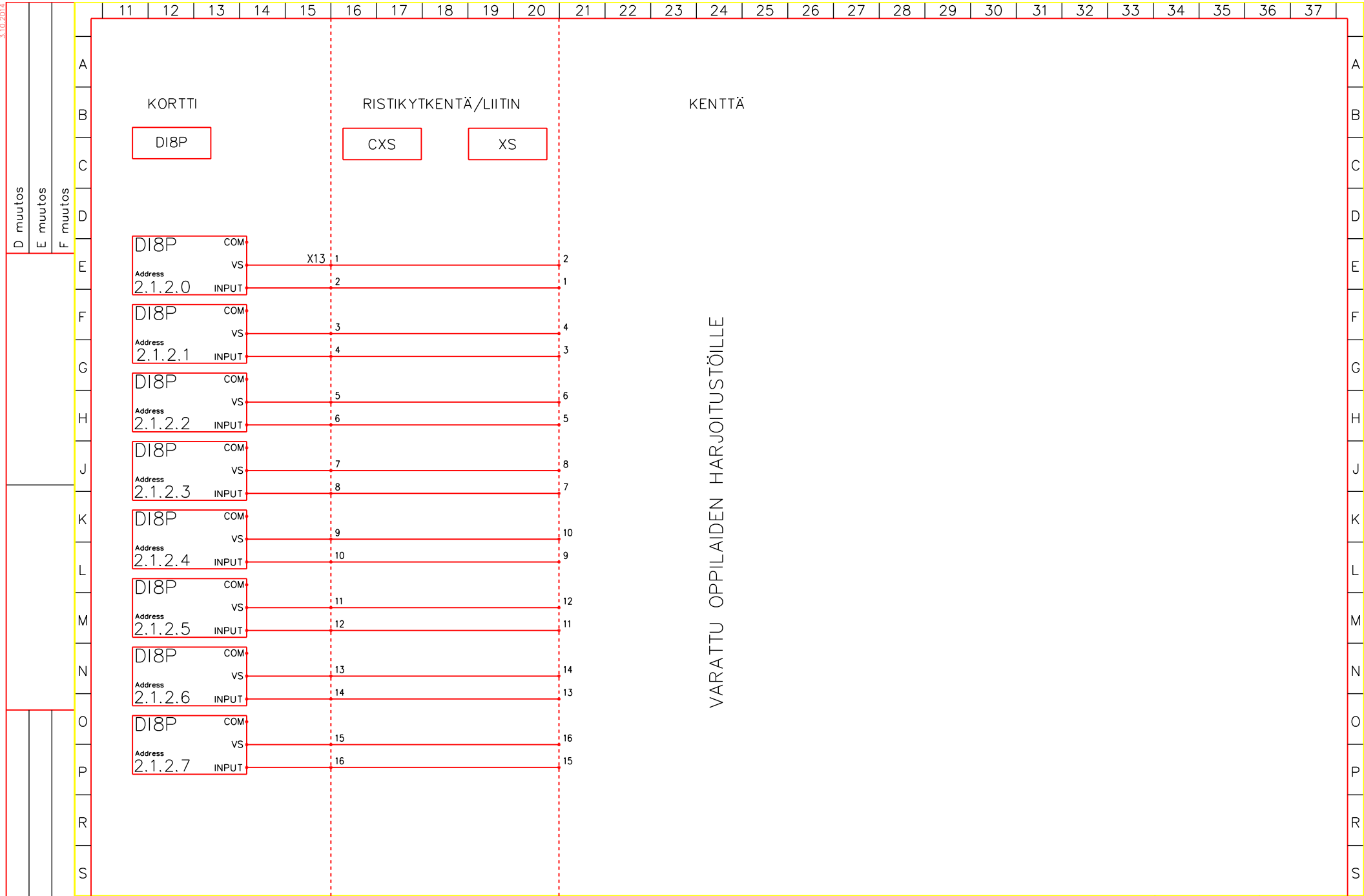


VARATTU OPPILAIDEN HARJOITUSTILALLE

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos



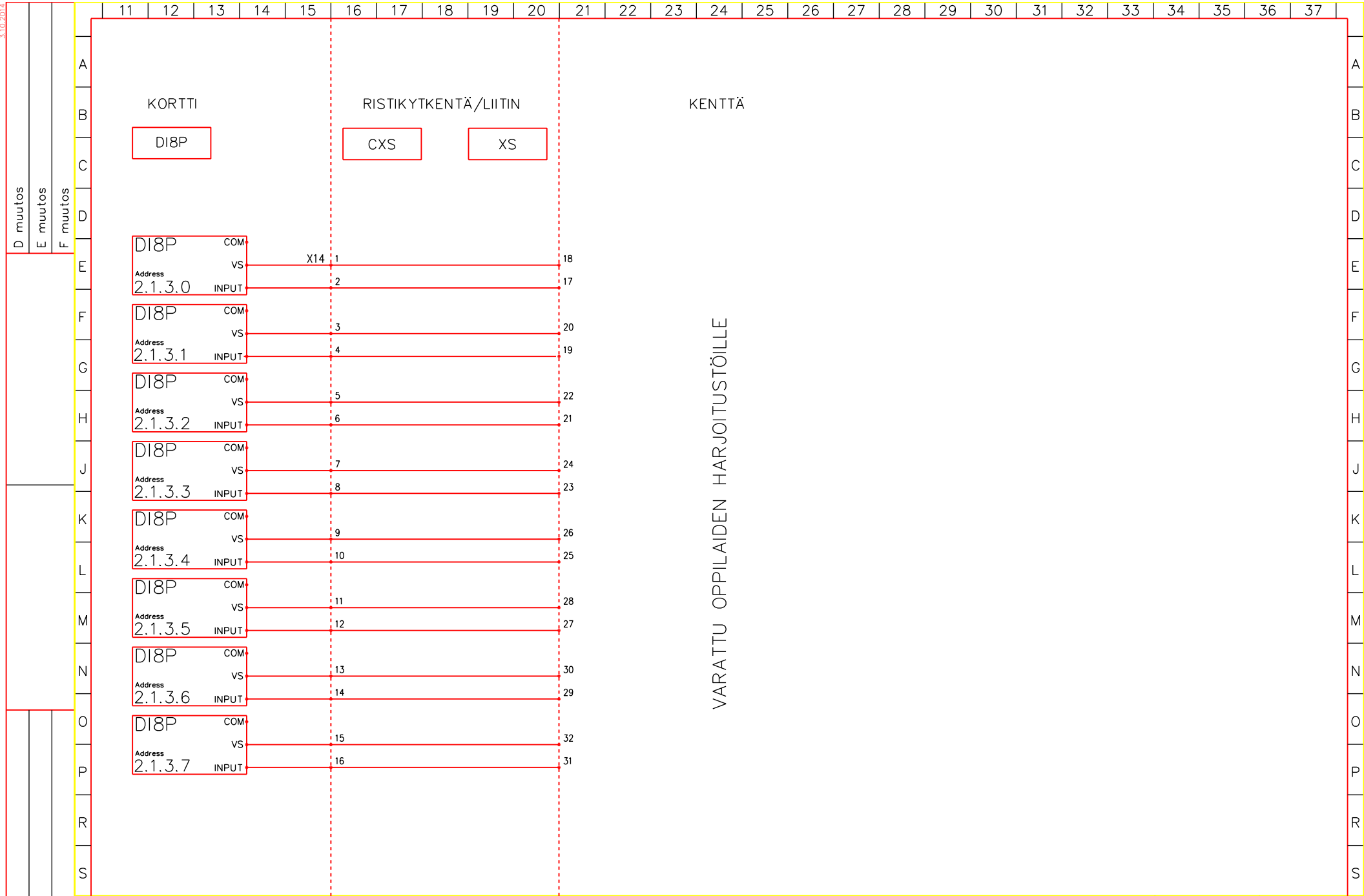


VARATTU OPPILAIDEN HARJOITUSTÖILLE

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

Suunn. NTu /8.9.2014	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt. NTu	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	<b>SÄH</b>		

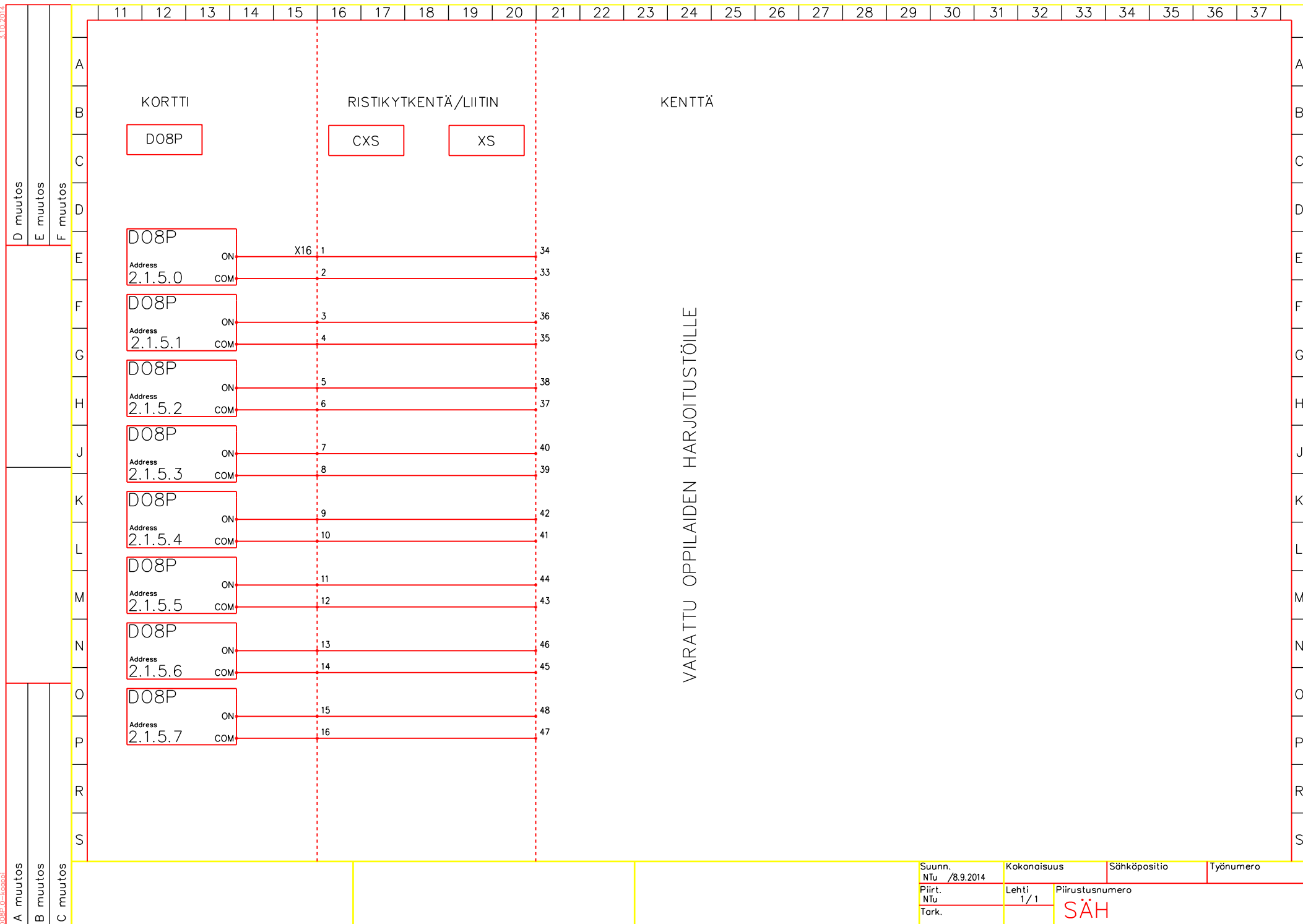


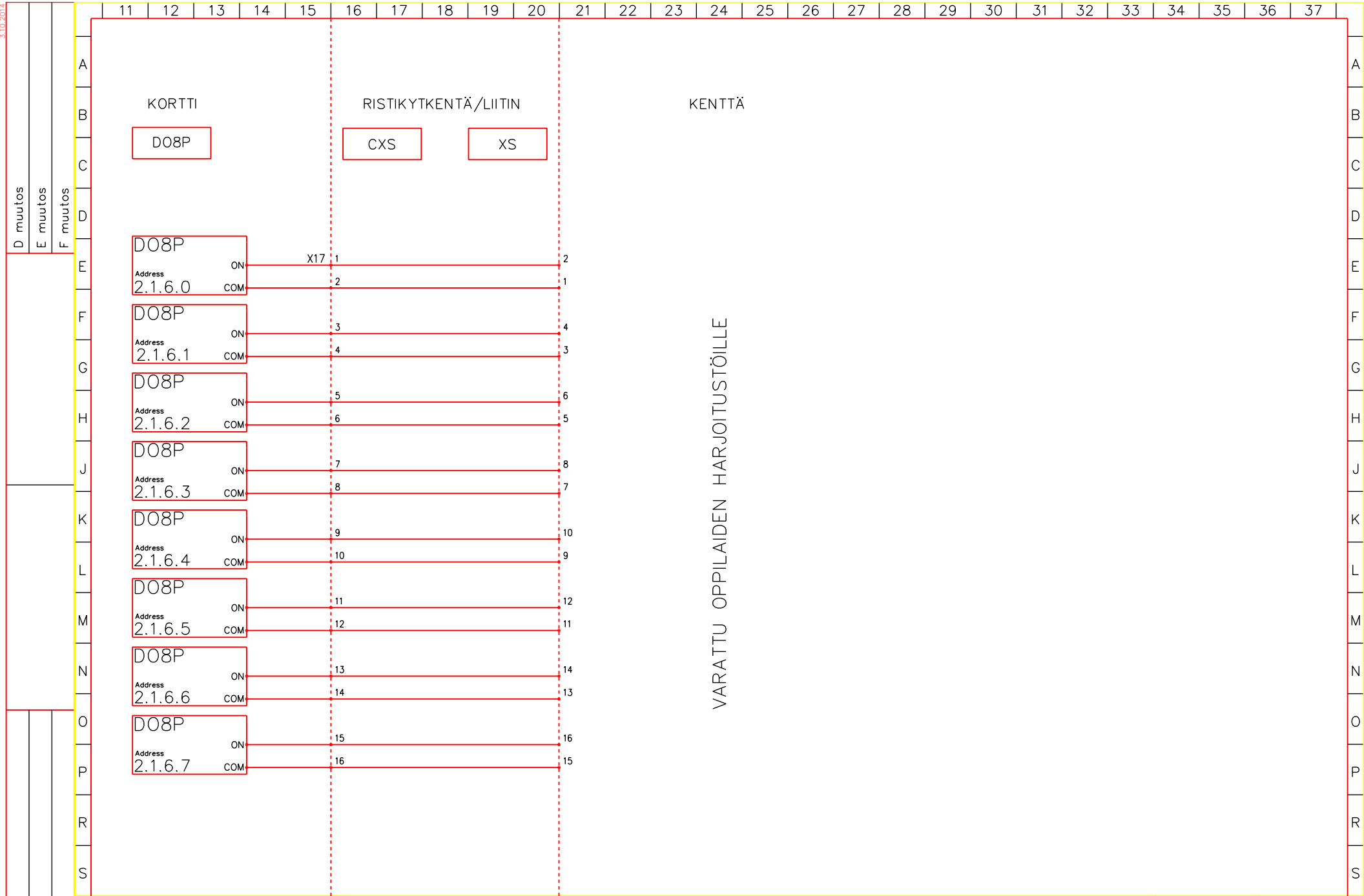
VARATTU OPPILAIDEN HARJOITUSTÖILLE

D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

Suunn. NTu /8.9.2014	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt. NTu	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.		<b>SÄH</b>	





D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

Suunn. NTu /8.9.2014	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnnumero
Piirt. NTu	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	<b>SÄH</b>		