

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka/ Automaatio ja prosessi

Juha Ulenius

VOIMALAITOKSEN SÄHKÖNJAKELUN KAUKOKÄYTÖN MODERNISOINTI

Opinnäytetyö 2015

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka

ULENIUS JUHA

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Toukokuu 2015

Avainsanat

Voimalaitoksen sähkönjakelun kaukokäytön modernisointi

30 sivua + 8 liitesivua

Insinööri Vesa Kankkunen

Käytönjohtaja Harri Mörsäri

StoraEnso Anjalankosken tehtaat

sähkönjakelu, turvata, automaatiojärjestelmä, elinkaari,
suunnittelu

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja suunnitella Stora Enson Anjalankosken tehtaiden höyryvoimalaitoksen sähkönjakelun Procol-kaukokäyttöjärjestelmän korvaaminen käytön varmistamiseksi ja kustannustehokkaasti nykytekniikoilla. Erillistä Procolin kaltaista sarjaliikennekaukokäyttöjärjestelmää ei harkittu, koska uusinnan yhteydessä haluttiin ohjaukset siirrettäväksi valvomon vanhasta ohjaustaulusta laitoksella käytössä olevaan Metso DNA -automaatiojärjestelmään.

Kaukokäytettävä keskijännite kytkinlaitos sijaitsee kilometrin päässä Inkeröisten kartonkitehtaalla ja se on keskeinen osa Anjalankosken tehtaiden sisäistä sähkönjakeluverkkoa. Sähkönjakelun käytettävyyden varmistamiseksi tavoitteena oli liittää kytkinlaitoksen ohjattavat laitteet suoraan höyryvoimalaitoksen sähkönjakelun automaatiojärjestelmään, käyttämällä olemassa olevia valokuitukaapeli yhteyksiä ja hajautetun automaatiojärjestelmän siirtotekniikkaa.

Kustannustehokkuuteen pyrittiin käyttämällä runsaasti olemassa olevia varaosia, mutta tarvittavien lisäosien saatavuus ja niiden korkeat kustannukset osoittautuivat ongelmaksi. Tarjouskyselyiden ja järjestelmän elinkaarimallien perusteella päädyttiin uusimaan sähkönjakelun automaatiojärjestelmän osuus. Suunnittelun perusteella luotiin tarvittavat dokumentit ja toteutus suoritetaan tehdasintegraatin seisokissa elokuussa 2015.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

ULENIUS JUHA

Modernization of the Power plant for Electricity
Distribution Remote Network.

Bachelor's Thesis

30 pages + 8 pages of appendices

Supervisor

Vesa Kankkunen, Engineer

Harri Mörsäri, Electric Drive Leader

Commissioned by

Stora Enso Anjalankoski Mills

May 2015

Keywords

electric network, automation system, life cycle, design

The purpose of this thesis was to examine and design the replacement of the distribution network Procol remote network in the steam power plant of Stora Enso Anjalankoski. The separate remoted serial network such as Procol was no option because the system in use is Metso DNA automation and the purpose of the renovation was to focus the control into it.

The remoted medium voltage switch station is located one kilometer away at the Stora Enso board mill, Inkeroinen. The switch station is a central part of the electric network of Stora Enso Anjalankoski mills. To ensure the availability of the electric network, the goal was to connect the devices directly to the steam power plant automation system by using existing optical fiber connections and a diversified automation system transfer technic.

Cost-efficiency was pursued by using a number of existing parts and technical solutions, but the weak availability and high prices of the additional parts proved to be a problem. Based on offer requests and system life cycle models, the decision was made to renew the automation part of the electric network. The necessary documents were drafted based on planning, and the actual work is to be carried out in conjunction with a factory stoppage in August 2015.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	STORAENSO ANJALANKOSKEN TEHTAAAT	7
	2.1 Voimalaitokset	8
	2.2 Sähkönjakelu	9
3	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU VAIHEITTAIN	10
	3.1 Määrittelyvaihe	10
	3.1.1 Procol-siirron määrittelyvaihe	11
	3.2 Suunnitteluvaihe	14
	3.2.1 Procol-siirron suunnitteluvaihe	15
	3.3 Toteutusvaihe	17
	3.3.1 Procol-siirron toteutusvaihe	19
	3.4 Asennusvaihe	19
	3.4.1 Procol-siirron asennusvaihe	20
	3.5 Toiminnallinen testaus	21
	3.6 Kelpoistusvaihe	23
	3.7 Tuotantovaihe	23
4	SIGNAALIEN SIIRTO AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄÄN	24
	4.1 Siirtotyönvaiheistus	24
	4.2 Sovelluksen toteutus	25
	4.3 Kaavionäyttöjen luonti ja muokkaus ohjelmistolla	27
5	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	
	Liite 1. Anjalankosken tehtaiden sähkönjakelun järjestelmäkaavio	
	Liite 2. VP01 prosessiaseman kenttäväylät	
	Liite 3. Kenttäkaapin 12S720-23 rakennekaavio	
	Liite 4. Kenttäkaapin 12S720-23 FBUS 2 kytkentäkaavio	
	Liite 5. Kenttäkaapin 12S720-23 jännitteenjakokytkentäkaavio	
	Liite 6. Kiskokatkaisijan erotin 1 ohjelmapiirikaavio	
	Liite 7. Sivut1ja 2. Kytkinlaitoksen 1 kiskon jännitemittauksen ohjelmapiirikaaviot	

Käsitteitä

ACN	Valmet Application and Control Node = Valmet sovellus- ja ohjaussolmu
ASU	Anjalankosken tehtaiden suunnittelun järjestelmä
EAS	Engineering and Maintenance Activity Server, suunnittelupalvelin
EAC	Engineering and Maintenance Activity Client, suunnittelutyökalu
EFCC	Ethernet Coax Field Bus Converter, kenttäväylän liityntäyksikkö, signaalimuunnin
FAT	Factory Acceptance Testing, tehdastestit
FBC	Field Bus Controller, kenttäväyläohjain
FBOI	Field Bus Optical Interface, kuituoptisen kenttäväylän liityntäyksikkö
HIMA	Paul Hildebrandt GmbH + Co KG valmistama turvalogiikka
IBC	Interface Bus Controller unit, kenttäväylän liikenneliityntäyksikkö
DNA	Dynamic Network of Applications, Metson DNA automaatiojärjestelmä
MIO	Metso ACN I/O-perhe, johon voidaan liittää kenttälaitteita
MOI	Multi Optical Interface, kuituoptisen kenttäväylän liityntäyksikkö
PMM	Personality Module for ACN, persoonallisuusmoduli ACN-asemaan
PLU	Program Logic Unit, ohjelmoitava binäärilogiikkayksikkö
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte, toiminnanohjausjärjestelmä
SAT	System Acceptance Testing, hyväksymistestaus
SIL	Safety Integrity Level
TET	Turvallisuuden eheytyksen taso
TLJ	Turvallisuuden liityntäjärjestelmä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Stora Enson Anjalankosken tehtaiden höyryvoiman ja Inkeröisten kartonkitehtaan kytkinlaitoksen välisen Procol-kaukokäyttöjärjestelmän siirrettävien signaalien siirto voimalaitoksen automaatiojärjestelmään. Procol-kaukokäyttöjärjestelmä on elinkaarensa lopussa ja siihen ei enää uusia varaosia ole saatavilla.

Työ alkoi käytössä olevien siirrettävien signaalien tyyppien ja määrän selvityksillä vanhoista dokumenteista, jotta pystyttiin määrittelemään tarvittava tulo- ja lähtökorttien määrä. Samalla kerättiin aineisto, joihin tehdään muutokset ja luodaan uudet kenttäpiirikaaviot.

Työn määrittelyvaiheessa tuli esiin myös yleisesti käytössä teollisuudessa vielä olevan 90-luvulla toimitetun automaatiojärjestelmän mallin joutuneen elinkaarensaan vaiheeseen, jossa tiettyjen varaosien saatavuus ei ole turvattu.

Tämä johti asiakkaan valintaan uusia sähkönjakelun prosessi- ja varmennusasemat viimeisimmäksi markkinoille tulleilla malleilla.

Opinnäytetyössä tarkastellaan automaatiojärjestelmän suunnittelua vaiheittain yleisellä tasolla ja perehdytään eri vaiheiden toimenpiteisiin sekä luotaviin dokumentteihin. Procol-kaukokäyttöjärjestelmän signaalien siirrot ja järjestelmän muutokset ovat verrattain suppea kokonaisuus, joten kaikki tarvittavat testit sekä koestukset suoritetaan asennusvaiheen jälkeen käyttöönotossa.

2 STORAENSO ANJALANKOSKEN TEHTAAT

Anjalankosken tehtaat (Kuva 1.) sijaitsevat Kymijoen varressa Inkeröissä, joka kuuluu Kouvolan kaupunkiin. Tehdasalueella toimivat Anjalan paperitehdas (AP) ja Inkeröisten kartonkitehdas (IK). Toiminta on aloitettu vuonna 1872 Ingeröis Trädsliperin nimellä. (1.)

Tehtaiden liikevaihto vuonna 2014 oli 439 miljoonaa euroa ja yhteenlaskettu kapasiteetti 680 000 tonnia vuodessa. Tehtailla työskentelee 550 henkilöä ja ulkoistetussa kunnossapidossa Empower Oy:llä 160 henkilöä. Anjalan paperitehtaalla on kaksi paperikonetta (PK2 ja PK3). Näillä tuotetaan kirja-, erikoissanomalehti- ja tapettipaperia 435 000 tonnia vuodessa. (1.)

Inkeröisten kartonkitehtaalla tuotetaan taivekartonkia yhdellä kartonkikoneella (KK4). Sen kapasiteetti on 245000 tonnia vuodessa. Tehtaat käyttävät korkealaatuista mekaanista massaa, joka tuotetaan painehiomossa (PGW) ja termohiertämöllä (TMP). (1.)



Kuva 1. Stora Enso Anjalankosken tehtaat. (1)

2.1 Voimalaitokset

Anjalankosken tehtaiden voimalaitos sijaitsee Anjalan paperitehtaan vieressä ja se tuottaa sähköä, höyryä ja kaukolämpöä tehtaiden tarpeisiin. Kaukolämpöä tuotetaan myös KSS-energialle Inkeröiden taajaman ja Anjalan maatalousoppilaitoksen lämmön tarpeisiin.

Anjalankosken voimalaitos koostuu höyry- ja kombivoimalaitoksesta. Höyryvoimalaitoksella on kolme kattilaa ja kaksi turbiinia. Pääkattilana toimii Kattila 2 (K2). Se on leijupetikattila, jossa polttoaineena käytetään biopolttoaineita (puunkuori, metsähake, puru), PDF:ää, maakaasua ja lietettä. PDF (Package Derived Fuel) on kaupan ja teollisuudenaloilta syntyvää pakkausjätettä. K2:n teho on 194 MW. (1.)

Säätö- ja varakattiloina toimivat kattilat K5 ja K6. Ne ovat tulitorvikattiloita, joiden yhteenlaskettu teho on 60 MW. Polttoaineena käytetään maakaasua. Höyryvoimalaitoksen turbiinit on vastapaineturbiini (VP2) ja lauhdeturbiini (LV2). Vastapaineturbiinin sähköteho on 42 MW ja lauhdeturbiinin 50 MW. Ne ovat malleiltaan kaksi generaattorillisia radiaaliturbiineja.

Kombivoimalaitoksella on kattila 4 (K4), joka on kaasuturbiinin 2 (GT2) perässä toimiva lämmöntalteenottokattila. K4 voidaan käyttää myös ilman GT2:ta omilla polttimilla, jotka toimivat maakaasulla tai kevyellä polttoöljyllä. K4 teho on 184 MW.

Kaasuturbiini (sähköteho 73 MW) ei ole tällä hetkellä tuotannossa, koska kaasu/sähkönhinta suhde on alhainen.

Anjalankosken tehtaiden alueella on myös Kemijoki Oy:n omistamat Anjalan- ja Inkeröiden vesivoimalaitokset. Laitoksissa on yhteensä viisi turbiinia ja niiden tuottama sähköteho yhteensä on 35 MW. Kemijoella ja Stora Ensolla on käyttö- ja kunnossapitosopimus vesivoimalaitoksista. Laitoksia ajetaan höyryvoimalaitoksen valvomosta ja kunnossapidosta vastaa alihankintana Empower Oy. Vesivoimalaitosten generaattorit ja kytkinlaitokset ovat osana koko tehtaiden sähkönjakeluverkostoja.

2.2 Sähkönjakelu

Anjalankosken tehtaat liittyy Fingridin 110kV kantaverkkoon höyryvoimalaitoksen kytkinkentällä 12S101. (Liite 1). Normaalikytkennässä kytkeydytään Korja - Pernoonkoski läntiseen haaraan, johon on myös kytketty Anjalan vesivoimalaitoksen päämuuntaja 16S390.

Läntisessä haarassa on myös tehtaan ohjauksessa olevat pohjoinen ja eteläinen saarekkeitkaisija. Saarekkeitkaisijoiden ajatuksena on, että kantaverkon ongelmatilanteissa tehtaat voisivat toimia omana saarekkeena sähköntuoton kannalta. Käytännössä tämä ei ole enää mahdollista suurien kuorman vaihteluiden johdosta. Saarekkeitkaisijoilla on kuitenkin suunnattua suojausreleiestystä, joilla turvataan tehtaiden käyntejä. Eli toinen saarekkeitkaisija voi olla auki ja tehtaat käyvät normaalisti. (2.)

Tehdasalueella on seitsemän 110 kV:n päämuuntajaa, joista neljän toisiojännite on 6 kV. Päämuuntajista kaksi on 10 kV toisiojännitteeltään ja nämä syöttävät painehiomon laitteistoja. Kaasuturbiinin generaattori on nimellisjännitteeltään 11,5 kV ja sen teho syötetään muuntajan 11S305 kautta 110 kV:n verkkoon. (2.)

Inkeröiden vesivoimalaitoksen kytkinlaitoksen 13S150 kiskokaitkaisija on normaalisti auki asennossa. Laitoksen neljästä generaattorista kolme on kytkettynä II-kiskolle, johon on myös kytkettynä Inkeröiden kartonkitehtaan kytkinlaitokselle 34S151 menevät kolme sähkösiirtoreittiä. I-kiskolla on yksi generaattori, tehdasalueen omakäyttömuuntajia ja Valmetin koelaitos. I-kiskolla on myös Anjalan vesivoimalaitoksen kytkinlaitokselle 16S191 menevä sähkösiirtoreitti ja päämuuntajan 16S390 kautta yhteys kantaverkkoon. (3.)

Inkeröiden kartonkitehtaan 6 kV:n kytkinlaitokselle 34S151 vesivoimalta tulevat kolme sähkösiirtoreittiä ja höyryvoiman 6 kV:n kytkinlaitokselta 12S102 tuleva reitti takaavat tehtaan sähkösaannin. Reittien kaitkaisijoiden ja erottimien täytyy olla kiinni höyryvoimalle ja sieltä jonkin päämuuntajan kautta kantaverkkoon. Tämän yhteyden katkeaminen jättää Inkeröiden vesivoiman II-kiskolla olevat generaattorit saarekkeeseen. Saarekkeeseen joutuminen aiheuttaa kyseisille koneille pikasulun.

Kartonkitehtaan kytkinlaitoksen 34S151 sähkösiirtoreittien katkaisijoiden, erottimien ja linjaerottimien ohjaus sekä asentotiedot välittyvät höyryvoimalle Procol-kaukokäyttöjärjestelmän välityksellä. Höyryvoiman valvomossa on mekaanisilla kytkimillä varustettu ohjaustaulu ns. mosaiikkitaulu, josta tarvittavat ohjaustoimenpiteet suoritetaan. Sähkön siirtoreittien katkaisijoiden asentotiedot ovat apureiden avulla ”monistettu” höyryvoiman automaatiojärjestelmään, sähköverkon lukitus- ja valvonta-toimenpiteiden hallintaan. Tämä elinkaarensa päässä oleva kaukokäyttölaitteisto on tarkoitus poistaa ja siirtää toiminnot Metso DNA-automaatiojärjestelmään.

3 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU VAIHEITTAIN

3.1 Määrittelyvaihe

Määrittelyvaiheen tavoite on hankittavien laitteiden ja käytettävien menetelmien sopimisesta ennen yksityiskohtaisen suunnittelun aloittamista. Määrittelyvaihe jakautuu esi- ja perussuunnitteluun. (4,32.)

Esisuunnittelu aloitetaan prosessin ja käyttäjien tarvemäärittelyillä. Suunnittelussa selvitetään laitteistojen vaatimukset, kustannukset ja investoinnin tuomat hyödyt. Selvitettäviä asioita ovat myös tarvittavat ohjaus- ja valvontatoiminnot, turvallisuus sekä laitteistojen laadunvarmistus.

Laadun varmistamiseksi voidaan laatia erilaisia dokumentteja kuten käyttäjävaatimukset ja kelpoisuussuunnitelma. Prosessikuvaukset ja laitteistolle asetetut vaatimukset sisältyvät käyttäjävaatimukset dokumenttiin. (5.)

Käyttäjävaatimusten perusteella suoritetaan mahdollisten riskien arviointi ja laaditaan alustava kelpoisuussuunnitelma. Kelpoisuussuunnitelmassa on mm. laitetoimittajan todisteet, miten vaadittava laatutaso tavoitetaan.

Esim. voimalaitosten kattilalaitoksilla käydään prosessin ohjauksen ja hallinnan vaatimustason määrittelemiseksi kattilalaitosten vaaranarviointi menettely (KVA). Me-

nettelyssä arvioidaan prosessin erilaisissa ongelmatilanteissa syntyvät vaarat ja sen aiheuttamat seuraukset ihmisille, ympäristölle ja prosessille. Viranomaisten valtuuttaman konsulttitoimiston edustajan, asiakkaan ja toimittajan johdolla laaditaan KVA-dokumentti. Dokumentissa määritellään mm. tiettyjen prosessisuureiden mittausten tarpeellisuuden turvallisuuden eheytyksen taso (TET). Englannin kielellä Safety Integrity level (SIL). Samaa suuretta mitataan useammalla mittauksella ja yhden vikaantumisessa prosessinohjaus jatkuu silti normaalisti. (5.)

TET-tasojä on neljä ja tiettyyn tasoon pääsemiseksi tarvitaan automaatio- ja prosessilaitteilta SIL-luokitus. TET- tai SIL-luokka määräytyy laitteen systemaattisen tai satunnaisen vikaantumisen mahdollisuuden osalta ja perustuu mm. standardiin IEC 61508. Standardissa määritellään sähköisten ja ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuden liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. (6.)

Perussuunnittelu on toimittajan ja asiakkaan välinen suunnittelun vaihe, jossa käydään lävitse esisuunnittelun aineistoa, kuten käyttäjävaatimukset ja alustava kelpoisuussuunnitelma. Lisäksi voidaan laatia toiminnallinen kuvaus, jonka pohjalta varsinainen suunnittelu ja toteuttaminen aloitetaan. (4,40.)

Perussuunnittelussa vaaditaan toimittajalta prosessin tarkempaa tuntemusta, jotta voidaan luoda tarkka toiminnallinen kuvaus. Suuremmissa projekteissa on tärkeää rajata kirjalliseen toiminnalliseen kuvaukseen tarkasti toimitusrajat, varsinkin jos toimittajia projektissa on useampia. Usein suunnittelutoimisto hoitaa prosessisuunnittelun ja laatii automaation suunnittelulle toimintakuvaukset, joiden perusteella sovellussuunnittelu toteutetaan. Automaation kenttäsuunnittelu saattaa olla kolmannella osapuolella.

3.1.1 Procol-siirron määrittelyvaihe

Tämän opinnäytetyön esisuunnittelu alkoi sähkönjakelun varmistamisen periaatteella. Procol-kaukokäyttöjärjestelmästä siirrettävät signaalit olisi helposti käännettävissä kaapeloinnilla kartonkitehtaan Metso DNA-automaatiojärjestelmän I/O-kaappeihin. Automaation ohjelmisto olisi voinut olla höyryvoiman sähkönjakelun prosessiasemalla VP01 ja ylempien automaationjärjestelmävyölien kautta luettaisiin tiedot kentältä. Tämä olisi kustannusteknisesti edullisin ratkaisu.

Turvallisuuden ja sähköjakelun varmuuden takaamiseksi täytyy ohjaussignaalien olla höyryvoimalaitoksen automaatiojärjestelmän alaisuudessa. Sähköverkon hallinta ja operointi tapahtuu höyryvoiman päävalvomosta. Kartonkitehtaan huolto- ja häiriötilanteissa voisivat kytkinlaitoksen katkaisija tiedot kadota, mikä aiheuttaisi osan vesivoimalaitosten turbiinien alasajon.

Siirrettävien signaalien tyyppien ja määrän selvittäminen osoittautui varsin haastavaksi työksi, koska dokumentointi ei ollut ajan tasalla. Kaukokäyttöjärjestelmästä oli siirretty tai poistettu signaaleja, mutta vanhaa kaapelointia kentälle on yhä olemassa. Höyryvoiman päässä dokumentointi on alkuperäisessä asussaan 80-luvulta.

Tarvittavien siirrettävien signaalien määräksi osoittautui 79 erilaista positiota, joten yksi I/O-kehikko laajennusvaroineen on riittävä.

Höyryvoimalaitoksen sähköjakelun automaatio-osajärjestelmä on vanhaa Valmet Damatic XD -mallia. Sen prosessiasema (VP01) on VME-mallinen ja siihen liittyy kenttäväylällä kolme erillistä I/O-kenttäkaappia. Kenttäkaapit sijaitsevat valvomon ristikytkennässä, 6 kV:n ja 10 kV:n kytkinlaitoksissa.

Anjalankosken tehtailla on paljon varaosina VME-mallisia I/O-kenttäkaappeja. Suunnitelmana oli liittää valokuituyhteydellä VP01-prosessiasemaan tällainen kenttäkaappi. Kartonkitehdas sijaitsee alle kahden kilometrin päässä, joten se olisi teknisesti mahdollista.

Höyryvoimalaitokselta paperitehtaalle ja sieltä edelleen kartonkitehtaan kuivanpään ristikytkentään on olemassa vapaita pareja valokuitukaapeleissa. Kuivanpään ristikytkennästä on edelleen olemassa kartonkitehtaan massaosaston sähkötilaan yhteys, joten lisää kaapelointia tarvitaan vain 22 metriä. Tarkemmassa kaapeliyhteyksien selvityksessä selvisi kuivanpään ja massaosaston välisen yhteyden koostuvan useasta kaapelista, joten signaalia vaimentavia jatkoliitoksia tulisi useita. Kuituoptysen väylän toimivuuden varmistamiseksi on varmempaa kaapeloida kytkinlaitoksen I/O-kaapilta suoraan kuivanpään ristikytkentään yhteys, jolloin liitosten määrä koko yhteydellä jää neljään kappaleeseen.

Tiedustelin automaatiojärjestelmän toimittajalta Valmet Automation Oy:stä kaapelin pituuden ja neljän liitoksen aiheuttaman vaimennuksen vaikutuksesta kuituoptysen

kenttäväylän toimivuuteen. Samalla pyysin tarjouksen väylän rakentamiseen tarvittavista laitteista ja väylän käyttöönotosta. Lisäksi pyysin optiona keskusteluissa esiin tullutta asiaa: koko prosessiaseman vaihtamista nykyaikaiseen ACN-prosessiasemaan. (7.)

VME-tyyppisten prosessiasemien FBC-kortin liittimiin asennetaan MOI-liityntäyksikkö, jossa on mahdollisuus kuudelle optiselle väyläyhteydelle. MOI-yksikön ja kuitukaapelin toiseen päähän asennettavan FBOI-liityntäyksikön välillä muodostetaan kuituoptinen kenttäväyläyhteys. FBOI-liityntäyksikkö muuntaa optisen kenttäväylän koaksiaalikaapelikenttäväyläksi, joka liitetään I/O-kenttäkaapin kehikoon. (8.)

Valmet Automation Oy:n tarjouksessa FBOI-liityntäyksikön hinta oli 3480 € ja heillä oli varastossa ainoastaan yksi kappale. Tuotetta on edelleen saatavissa mutta se on elinkaarensa loppupäässä, joten varaosan hinta on korkea. FBOI-yksikön tarvittaisiin tässä tapauksessa kaksi, koska nykyinen käytössä oleva koaksiaalilentäväylä tarvitsisi oman FBOI:n liittyessään MOI-liityntäyksikköön. Käytännössä FBOI-yksikkö täytyisi olla myös varaosana tehtaalla käytettävyyden kannalta.

Optiona tarjouksessa oli ACN RT-prosessiasema varustettuna EFCc-liityntäyksiköllä, kaksi kuitumuunninta, FPUS-akkupaketti ja ACN IO-mallinen I/O-asennusalusta. I/O-asennusalusta sisältää tarvittavat tulo- ja lähtökortit. Kokonaishinta oli huomattavasti kalliimpi, mutta varaosia ei tarvitse lisäksi hankkia. Tehtaalla on kyseisiä laitteita käytössä ja niihin on varaosat olemassa. Laitteiden vaatimustason vakuudeksi laitevalmistajalle on esittää viranomaisvakuus- ja automaatiostandarditodistukset. (9.)

Esittelin laitetoimittajan tarjouksessa olevat vaihtoehdot asiakkaalle eli työnohjaajaleni Stora Enson Harri Mörsärille. Hän päätyi elinkaariajattelun perusteella uuden ACN-prosessiaseman ja ACN IO-asennusalustan hankintavaihtoehtoon. Ratkaisu on hieman kalliimpi tällä hetkellä, mutta VME-asemien vaihtaminen uusiin ACN-asemiin on kuitenkin edessä tulevaisuudessa.

Samalla esittelin alustavat kenttäsuunnitelmat, kenttäkaapin rakennemallin ja aseman vaihdon suunnitelman, joka toteutettaisiin seuraavassa tehdasintegraalin seisokissa.

Sovimme myös valokuitukaapeleiden hitsaustyön tarjouspyyntöjen lähettämisestä ja I/O- kaapin sähkösyötön kaapeloinnista. Dokumentoinnissa käytetään tehtaalla käytössä olevia järjestelmiä ja ne arkistoidaan ASU- järjestelmään. Uudet positiot viedään tehtaaseen SAP- toiminnanohjausjärjestelmään.

3.2 Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheessa tarkennetaan määrittelyvaiheen tuloksia siten, että voidaan aloittaa yksityiskohtainen toteutussuunnittelu. Järjestelmäsuunnittelu on ensimmäisiä vaiheita, joissa luodaan useita dokumentteja sähköistyksestä ja laitteistosta. Automaation prosessilaitteiden ja koneiden sijoittuminen kentällä vaikuttaa hajautetun automaatiojärjestelmän rakenteeseen, joten mekaaninen suunnittelu täytyy olla ensin tuotettu. Tämän jälkeen voidaan määrittellä lopullinen tarvittava automaatiojärjestelmälaiteisto ja kentälaitteiden sijoittelut. (4,48.)

Järjestelmän laitteistosuunnittelussa luodut kuvaukset sisältävät mm. laitteiston rakenteen, kapasiteetin, suorituskyvyn, varmuuskopioinnin ja ohjelmiston ylläpidon hallintaan tarvittavia dokumentteja. Asiakas osallistuu kelpoistussuunnitelman mukaisesti katselmuksiin ja palavereihin sekä valvoo laatua ja hyväksyy dokumentit. (4,50.)

Ohjelmistosuunnittelu perustuu ohjattavien laitteiden tyyppeihin ja toteutuksiin. Prosessi- tai mekaaninen suunnittelu yleensä toteuttaa toimintakuvaukset suunniteltuihin automaatiopiireihin. Lisäksi lähtötietoja ohjelmistoihin saadaan laitteistokuvauksista ja kentälaiteluetteloista. (4,51.)

3.2.1 Procol-siirron suunnitteluvaihe

Uusittava prosessiasema VP01 on Valmet Automationin ACN prosessiasema (ACN (Valmet Application and Control Node = Valmet sovellus- ja ohjaussolmu))



Kuva 2. Valmet ACN RT Prosessiasema. (10)

ACN RT on monikäyttöinen prosessiasema (Kuva 2), jossa pyörii siihen ladattu automaation ohjelmisto. Siihen on saatavilla useita kenttäväyläliityntöjä. ACN RT:tä käytetään prosessin säätöihin, liityntöihin, nopeisiin koneohjauksiin ja kehittyneisiin säätöihin kuten sumeaan säätöön ja monimuuttujasäätöihin. ACN RT:ssä on reaaliaikakäyttöjärjestelmä. (10).

ACN RT-prosessiasema varustetaan PMM (Personality Module for ACN = ACN-persoonallisuusmoduuli) joka on asennettava lisämoduuli, jota käytetään aseman tunnistamiseen ja valvontaan sen ollessa kytkettynä parikaapeilla automaationjärjestelmäväylään. Järjestelmäväylän kautta prosessiasema on yhteydessä muihin asemiin, kuten esim. varmennus-, operointi-, tiedonkeruu-, suunnitteluasemiin.

Suunnitteluasemalla luodut ohjelmistot ja osoitetiedot ladataan varmennusasemalle. Prosessiasema käynnistyy varmistusasemalta hakemien ohjelmistojen avulla.

Uusittava prosessiasema VP01 sijoitetaan 12S730-50 asemakaappiin höyryvoiman valvomon sähkötilaan. VP01:n kenttäväylät kaaviossa (liite 2) selvitetään suunniteltu väylien rakenne.

VP01-aseman ensimmäiseen ethernet-porttiin kytketään EFCC-muunninyksikkö, jolla kaksi fyysiseltä siirtotieltään ja protokollaltaan erilaista kenttäväylää sovitetaan yhteen. EFCC-muunninyksikön koaksiaaliliittimeen kytketään nykyinen olemassa olevan VP01:n kenttäväylä.

Toiseen ethernet-porttiin kytketään MOXA-kytkin(VP01.FBC3.SW1), jolla muunnetaan kenttäväylä monimuotovalokuitukaapelissa siirtyvään muotoon. Kytkimeltä vedetään häntäkuitupari viereiseen 12S720-02 kaappiin, jossa on olemassa kaapelipäätte (KP1).

Kaavion (Liite 2) mukaan kytketään PK2:n sähkötilassa olevassa kotelolla 24S721-80 paneeleilla kuidut yhteen, jolloin saadaan yhteys IK:n kuivanpään ristikytkennässä 34S822-21 olevaan kaapelipäätetekoteloon. Kotelon 2 panelilta vedetään uusi valokuitukaapeli nykyiseen Procol-kaappiin ja päätetään sinne.

Procol-kaappi saa uuden position 12S720-23 ja sinne asennetaan MOXA-kytkin (VP01.FBC3.SW2), joka muuntaa kenttäväylän ethernetillä liitettävään ACN IO-kehikkoon.



Kuva 3. ACN I/O 80-asennusalue. (11)

Kuvassa 3 on ACN I/O-asennusalusta jossa on IBC-kenttäväyläohjain, johon kytetään MOXA-kytkimeltä tuleva ethernet kaapeli. IPS on kehikon jännitelähdekortti. Muut kortit ovat I/O-kortteja joiden tyyppi ja määrä riippuvat liitävistä kenttälaitteista.

12S720-23 kenttäkaapin rakenne on esitetty kaappikuvassa (liite 3). Kaapin jännityttö tuodaan massaosaston varmennetusta UPS-keskuksesta, mutta lisäksi kaappiin asennetaan FPUS2-akkupaketti. Jännityttöön katketessa siirrytään akkusyötölle, josta muodostetaan hälytys.

Kaapin jännitteen jaoista eri laitteille on liitteissä 4 ja 5 kytkentäpiirikaaviot.

3.3 Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa toimittaja valmistaa ja kokoaa järjestelmäkokonaisuuden suunnitteluvaiheen mukaisesti. Laitteet testataan ja niihin asennetaan vaadittavat laiteasetukset eli konfiguroinnin. Luodaan asennus-, käyttö-, huolto-, ja koulutusdokumentteja. (4,60.)

Sovellusohjelmisto ladataan laitteistoihin suunnitteluvaiheen määrittelyjen pohjalta. Ohjelmoinnissa käytetään toimittajan laatujärjestelmän mukaisia mallipohjia tai asiakkaan kelpoistussuunnitelmassa sovittuja tyyppipohjia. Tarvittaessa tehdään uutta sovellusohjelmaa. Kokoonpanon päättyessä testataan automaatiojärjestelmä ja sen laitteisto integraalitestissä. Testissä todetaan ohjelmiston ja järjestelmän jokainen komponentti toimivat määrittelyiden mukaisesti. (4,61.)

Tämän jälkeen kutsutaan asiakas tai tämän edustajat FAT-tehdastesteihin. Testit tehdään testaussuunnitelman mukaisesti ja niissä testataan järjestelmää sovitun laajuuden mukaisesti.

Yleinen tapa testauksissa on käyttää projektin kenttäpiirikaavioita testauskirjanpito-materiaalina. Piirikaavioissa näkyvät automaatiojärjestelmään kytkettävien kenttälaitteiden kaapelointien liittymispisteet, mahdollinen ristikytkentä ja I/O-korttien liityntäliittimet. FAT-testissä simuloidaan kenttälaitteita erilaisilla simulaattoreilla, kytkimillä ja signaalimuuntimilla. (12.) Piirit testataan kenttäkaapeloinnin liittimistä järjestelmän

näytölle. Näin varmistetaan, että kytkentävirheitä ei jää järjestelmän päähän, tämä helpottaa koestuksia asennusvaiheessa asiakkaan luona.

Kenttäpiirikaavioihin merkitään mahdolliset muutokset ja puutteet kytkennöissä sekä myös ohjelmassa tai prosessikaavioissa havaitut virheet. Toimittajan edustaja korjaa mahdollisia virheitä samanaikaisesti tai myöhemmin. Saman virheen toistuessa samoilla piirityypeillä ei kannata koestusta jatkaa niiltä osin kunnes virheet on löydetty.

Testauksessa tarkastetaan seuraavia asioita:

- **Piiritestaus:** Analogiasignaaleilla testataan mittausalueen leveys ja yksikkö, hälytys- ja lukitusrajat, hälytystekstit hälytysnäytössä. Säättöpiireissä testataan säätimen toimisuunta ja lähtöviesti. Binäärisignaaleilla tarkastetaan tilatiedon oikeellisuus ohjelmasta ja näytöltä.
- **Tyypipiirit:** Esim. moottori- ja venttiilinohjauspiireille annetaan ohjaukset näytöltä ja simuloidaan vastaavat käynti- ja tilatiedot kenttäkaapelointiliittimiltä.
- **Lukitukset ja logiikat:** Simuloidaan tuloja ja tarkastetaan lähtöjen tilatiedot. Tarkastetaan mahdollisten lukitusikkunoiden tilatietojen indikointien oikeellisuus näytöltä ja hälytykset.
- **Sekvenssit ja reseptit:** Testataan askelkohtaiset ohjaukset ja simuloidaan tuloja. Usein sekvenssit ovat moniaskeleisia ja niitä joutuu simuloimaan ohjelmallisesti testissä. Usein lopulliset testaukset sekvensseille tehdään kylmätestauksessa, kun kaikki prosessilaitteet ovat kytkettynä ja saadaan todellisia takaisin-kytkentöjä.
- **Järjestelmähälytykset:** Aiheutetaan tahallisesti esim. väylien ja asemien pyrähtymisiä sekä sähkökatkoja. (4,61.)

FAT-testien päätyttyä laaditaan erillinen testausraportti. Asiakkaan allekirjoittama loppudokumentti on samalla hyväksyntä järjestelmän siirtämisestä lopulliseen asennuskohteeseen.

3.3.1 Procol-siirron toteutusvaihe

Valmet Automation alustaa ja konfiguroi laitteiston sekä toimittaa ne laitokselle asennettaviksi kaappeihin.

Kaapelointityöt aloitetaan kentällä. Valokuitukaapeli päätetään 12S720-23 kenttäkaapissa pääterasiaan ja toinen pää kytketään kuivanpään ristikytkennän 34S822-21 kotelon paneeli 2:n liittimiin. Kaapelin jokainen kuitujohdin mitataan yhdistelemällä kuitupareja lenkeiksi. Mittaustulokset kirjataan ylös ja niistä kirjataan mittausraportti. Seuraavaksi kytketään kuivanpään ristikytkennän ja PK2:n sähkötilan paneeleilla ns. häntäkuiduilla koko kaapelipariyhteys höyryvoimalta IK:n kytkinlaitoksen I/O-kaapille 12S720-23 yhtenäiseksi reitiksi. Tämä valokuitu kenttäväylä mitataan ja dokumentoidaan tulokset.

12S720-23 I/O-kaappi kalustetaan valmiiksi asennuskuvien mukaan. I/O-asennusalustalle, MOXA-kytkimelle ja FPUS2-akkupaketille valmistellaan jännitetsyötöt, tulevaa käyttöönottoa varten.

3.4 Asennusvaihe

Automaatiojärjestelmän kuljetuksesta asennuspaikalle ja vastaanotosta vastaa toimittaja. Vastaanottotarkastuksen voi tehdä myös asiakas tai heidän edustajansa sopimuksen mukaan. Lähetyslistoista tarkastetaan, että ilmoitetut laitteet ovat saapuneet ja ne ovat kunnossa. (4,64.)

Laitteisto asennetaan yleensä toimittajan tai asiakkaan valitseman aliurakoitsijan toimesta. Järjestelmä- ja I/O-kaapit asennetaan suunniteluille paikoilleen, jotta kenttäsuunnittelun tuottamien kenttäkaapelointien kytkeminen voidaan aloittaa. Sähkönsyötö- ja maadoituskaapeloinnit kytketään asennussuunnitelman mukaisesti järjestelmän

kaappeihin. Ennen jännitteiden kytkentää suoritetaan tarkastusmittauksia, joista luodaan erillisiä dokumentteja.

Järjestelmävyörien ja siihen liittyvien laitteiden kuten reitittimien, kytkimien ja prosessiasemien asentamisen sekä tarkastuksen jälkeen on automaatiojärjestelmä valmiina ns. ”ajettavaksi ylös” eli toimintaan.

Järjestelmän toimiessa ja kenttälaitteiden ollessa kytkettynä aloitetaan laitteistotestaukset. Testeissä toimitaan samoin kuin FAT-testissä mutta todellisilla kenttälaitteilla, joiden signaalien yhteyttä valvomon näytölle tarkastetaan. Kenttälaitetta esim. painelähetin simuloidaan syöttämällä mittausaluetta vastaava paine ja tarkistetaan näytöltä viestin oikeellisuus. (12.)

Lämpötilalähettimen anturipiiriä simuloidaan simulaattorilla ja tarkastetaan näytöltä lähettimen viestin vastaavuus. Venttiileitä, moottoreita ja toimilaitteita ajetaan näytöltä samanaikaisesti tarkastaen niiden asentotiedot ja pyörimissuunnat kentältä. (12.)

Testit käydään läpi jokaiselta kenttälaitteelta ja merkitään testauspöytäkirjoihin. Testeissä usein käytetään samoja kenttäpiirikaaviomappeja, joissa on jo FAT-testauksessa ilmenneet piirikohtaiset kommentit. Mahdolliset muutokset merkitään kaavioihin ja ”puhtaaksi” piirretään myöhemmin. (12.)

Laitteistotestauksien päätyttyä allekirjoitetaan testauspöytäkirjat ja laitteisto on valmiina seuraavaan vaiheeseen eli toiminnalliseen testaukseen. Tässä vaiheessa yleensä prosessinohjaus siirtyy laitoksen käyttöhenkilökunnan vastuulle. (4,70.)

3.4.1 Procol-siirron asennusvaihe

VP01-prosessiaseman vaihto voidaan suorittaa ainoastaan tehdasintegraalin seisokissa. Kartonki- ja paperikoneet ovat pysähtyneet, mutta vesivoimalaitokset käyvät normaalisti. Tästä johtuen sähkönjakelureittien katkaisijoiden täytyy olla kiinni, jotta vesivoiman turpiinit voivat käydä. VP01:n vaihdon ajaksi on vesivoiman turpiinisäätäjille simuloitava edellä mainittuja lukitusehtoja.

Laitteiston toimittaja Valmet Automation suorittaa VP01-prosessiaseman vaihdon ja ottaa uuden kenttäväylän sekä sen päässä olevan ACN I/O-asennusalustan kenttäväylä ohjaimineen käyttöön.

Alustavasti on konfigurointi tiedot muutettu suunnitteluasemalla (EAS). Vanha VME VP01- prosessiasema pysäytetään ja irrotetaan järjestelmäväylästä. Sen kenttäväylä liitetään uuteen signaalimuuntimeen (EFCc). Uusi ACN RT-asema kytketään järjestelmäväylään ja varmennusasemalle voidaan alkaa lataamaan tiedostoja EAS:lta.

CPU-tiedostossa siirretään tyyppikirjasto ja sovelluspaketit, jotka sisältävät ohjelmiston toimilohkot

HW-tiedostossa ladataan osoitetiedot ja mahdollisten lisäkorttien ajurit.

SYS-tiedostossa ladataan tiedot miten erilaiset koodit esim. prosessiaseman koodi ja kenttäväylän koodi yhdistetään HW-tiedostojen määrittelyihin.

Tiedostojen latauduttua, käynnistetään prosessiasema uudelleen ja varmistetaan tietojen latautuminen varmennusasemalta. Samalla testataan järjestelmähälytysten toimivuus.

Aseman ollessa toiminnassa, alkaa vanhan kenttä- ja järjestelmäväylän kautta kulkevien signaalien tiedot päivittyä valvomon ohjauspäätteellä. Koestuksilla testataan hälytysten ja ilmoitusten tulevan oikeaan valvomoasemaan.

Kun kaikki testit on tehty ja todettu toimivaksi, integraaliseisokkia vaatineet työt ovat tämän työn osalta tehty. Procol-kaukokäyttöjärjestelmä on edelleen toiminnassa, mutta signaalien siirtoon automaatiojärjestelmään varten oleva I/O-asennusalusta Procol-kaapissa on toimintavalmiudessa.

3.5 Toiminnallinen testaus

Toiminnallisessa testauksessa automaatiojärjestelmän toimittaja varmistaa järjestelmän toimivuuden kenttälaitteiden kanssa koko prosessin ohjaukseen ja hallintaan.

Testaukset suoritetaan testaussuunnitelmien mukaisesti, joita ohjaa toimittaja ja yleensä mukana on myös asiakkaan edustaja. Usein uudet prosessit liittyvät jo käytössä oleviin tuotantolaitoksiin, joten testaukset on pystyttävä suorittamaan häiritsemättä käynnissä olevia prosesseja. Toiminnallinen testaus jakautuu kahteen vaiheeseen, kylmätestaukseen ja kuumatestaukseen. (4,71.)

Kylmätestauksessa ei vielä käytetä varsinaisia prosessiaineita vaan ajetaan vesiajoja, kaasuilla voidaan käyttää esim. typpeä. Putkistot ja kanavat huuhdellaan viemäriin ja höyryputket puhalletaan puhtaiksi. Prosessin kenttälaitteiden mittauksien impulssiputket avataan vasta kun putkistot ovat puhtaat. (12.)

Kylmätestauksessa tarkistetaan turvallisuuteen liittyvät toiminnot, vaikka ne on piiri-kohtaisissa koetuksissa tarkistettu erillisinä toimintoina. Prosessia ajetaan esim. vesiajolla ja aiheutetaan hätäseis- sekä suojaustoimintoihin liittyviä laukaisuja samalla seuraten prosessin ajautuvat suunniteltuun tilaan. Samoin testataan automaatiojärjestelmän sähkösyöttöjen varmennukset mahdollisissa häiriötilanteissa. (12.)

Prosessin kenttälaitteiden antamien mittausviestien oikeellisuus tarkistetaan ja tehdään impulssiputkien ilmausta sekä lähettimien nollapisteiden tarkastuksia. Mittauksien toimivuuden toteamisen jälkeen voidaan aloittaa säätöpiirien, sekvenssien ja osaprosessien testaukset. Kylmätestauksessa joitakin signaaleja voidaan vielä joutua simuloimaan, kuten lämpötiloja oikean tuloksen saamiseksi. (12.)

Kuumatestauksessa prosessia ajetaan todellisilla prosessiaineilla ja suunnitelluissa olosuhteissa. Todellisilla prosessiaineilla ajettaessa saattaa paine- ja lämpötilamuutokset aiheuttaa ennalta arvioitumattomia ongelmia prosessissa. Kavitoinnit, paineiskut, paikalliset kiehumiset ja viskositeetin muutokset ovat ongelmia joita saattaa syntyä testivaiheessa. Tämä voi johtaa säätöpiirien ohjelmien uudelleen suunnitteluun, käyttäen esim. erillisiä ala-, kaskadi-, tai myötäkylmäkentäsäätimiä. Koeajoissa pyritään löytämään prosessien aiheuttamien viiveiden ja vahvistuksien vaikutukset säätöpiirien parametreihin. (12.)

Kuumatestauksen päätyttyä hyväksytään suunnitelman mukaiset dokumentit ja järjestelmä on valmiina tuotannolliseen koeajo jaksoon. Tästä käytetään nimitystä SAT-testit (System Acceptance Testing). Sovitun testijakson aikana prosessia ajetaan täydellä tuotannolla ja sen aikana ei saa olla järjestelmän tai laitteiston aiheuttamia katko-

ja. Havaituista vioista tai muutostarpeista kirjataan muutosdokumentti, jossa sovitaan ajankohdat tehtäville toimenpiteille. (5.)

SAT-testien hyväksymisen jälkeen on järjestelmä valmis luovutettavaksi asiakkaan vastuulle.

3.6 Kelpoistusvaihe

Kelpoistus tarkoittaa vahvistamista tarkastamalla ja ulkokohtaista (objektiivista) todistusaineistoa hankkimalla, että nimenomaiset vaatimukset tiettyyn aiottuun käyttöön tai toimintoon on täytetty. (5.) Automaatiojärjestelmän laaduntarkastusta nimitetään automaation tekniseksi loppukelpoistukseksi. Asiakas osoittaa koko tuotantolaitoksen tuotteiden laadun viranomaisille ja laitoksen asiakkaille. (4,79.)

Kokonaisuuden kelpoistuksessa osoitetaan, että tarkastettava laite tai järjestelmä täyttää kaikissa suhteissa vaatimusmäärittelyssä asetetut tavoitteet (TET, säädökset jne.)

3.7 Tuotantovaihe

Tuotantovaihe alkaa kun koeajot ja kelpoistukset ovat suoritettu hyväksytysti. Automaatiojärjestelmän ylläpidon vastuu kuuluu asiakkaalle. Toimittajan ennakko-ohjeiden avulla voi asiakas itse hoitaa järjestelmän ylläpidon tai tekemällä huoltosopimuksen toimittajan kanssa. (4,94.)

Tärkeimpiä seurattavia asioita ovat asemien kuormitusten seuranta, varmuuskopioiden ottaminen ja varmistavien sähkönsyöttöjen akustojen testaukset. Prosessilaitteille tehdään määräaikaista kalibrointi- ja viritystarkastukset asiakkaan laatukäsikirjan tai viranomaismääräyksiin, kuten esim. voimalaitoksilla.

4 SIGNAALIEN SIIRTO AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄÄN

4.1 Siirtotyönvaiheistus

Linja- ja kiskoerottimien asentotieto ohjelmat ja kaavionäytön toimilohkot voidaan ladata järjestelmään, koska niiden positiotunnusta ei ole ollut siellä aikaisemmin. Erottimien lukitukset ovat ns. kovalla puolella eli 6kV-kojeiston ohjausjännitepiireissä. Erottimet ovat käsiohjattuja ja automaatiojärjestelmään tiedot otetaan asentoa osoittavilta apureleiltä. Irrotetaan johdot Procol-kaukokäyttöjärjestelmän kytkentäliittimiltä ja kytketään I/O-asennusalustalle kenttäpiirikaavoin mukaan. Testataan tahdistuskaapissa olevilta apureleiltä simuloimalla asentotiedot valvomon päätteeltä.

Analogiasignaaleilla täytyy vanha ohjelma ensin poistaa ja sitten ladata uusi ohjelma jossa uuden I/O:n tulomoduli. Testataan simulaattorilla mitta-alueen vastaavuus ja tarkastetaan hälytysrajat valvomon päätteeltä.

Kytkinlaitoksen katkaisijoiden ohjaus- ja asentotietopiirien siirto on varmempaa suorittaa kartonkitehtaan pesupäivänä eli kun tuotanto ei ole päällä. Katkaisijoiden tilatiedot tulevat Procol:n kautta automaatiojärjestelmään, jossa niitä on käytetty useissa muissa ohjelmaversioissa. Näihin kaikkiin täytyy simuloida oikea katkaisijan tilatieto ennen kuin katkaisijapiirin uusi ohjelmaversio voidaan ladata. Uusi ohjelmaversio on täysin erilainen koska siinä on mukana myös katkaisijan ohjaukset.

Ennen uuden ohjelman lataamista on syytä irrottaa katkaisijan ohjauspiireistä apureleiltä johdin, virhe ohjauksien välttämiseksi. Ohjelman latauksen jälkeen suoritetaan koestukset antamalla ohjaukset valvomosta ja tarkastamalla oikeiden apureleiden pulssiohjauksien toimivuus. Katkaisijan kiinniohjaus apurele on tahdistimen varauspiirissä ja tahdistin ohjaa katkaisijan kiinni. Testauksien jälkeen kytketään apureleiden ohjauspiirien johtimet takaisin kiinni ja poistetaan simuloinnit muista piireistä.

Katkaisijoiden todelliset testaukset suoritetaan sähkönjakelun muutoskytkennöillä ja Kymijoen virtaaman mukaan osa vesivoiman turpiineista voidaan joutua ajamaan alas koestuksien ajaksi.

Kun kaikki signaalit on siirretty Procol:sta, voidaan se sammuttaa ja aloittaa laitteistojen purkaminen.

4.2 Sovelluksen toteutus

Valmet Automationin automaatiojärjestelmässä käytetään sovelluksen toteutukseen ja järjestelmän ylläpitoon DNA Explorer-suunnittelutyökalua. Tämä ohjelmisto sijaitsee suunnittelupalvelimella (EAS) tai suunnittelutyöasemassa (EAC).

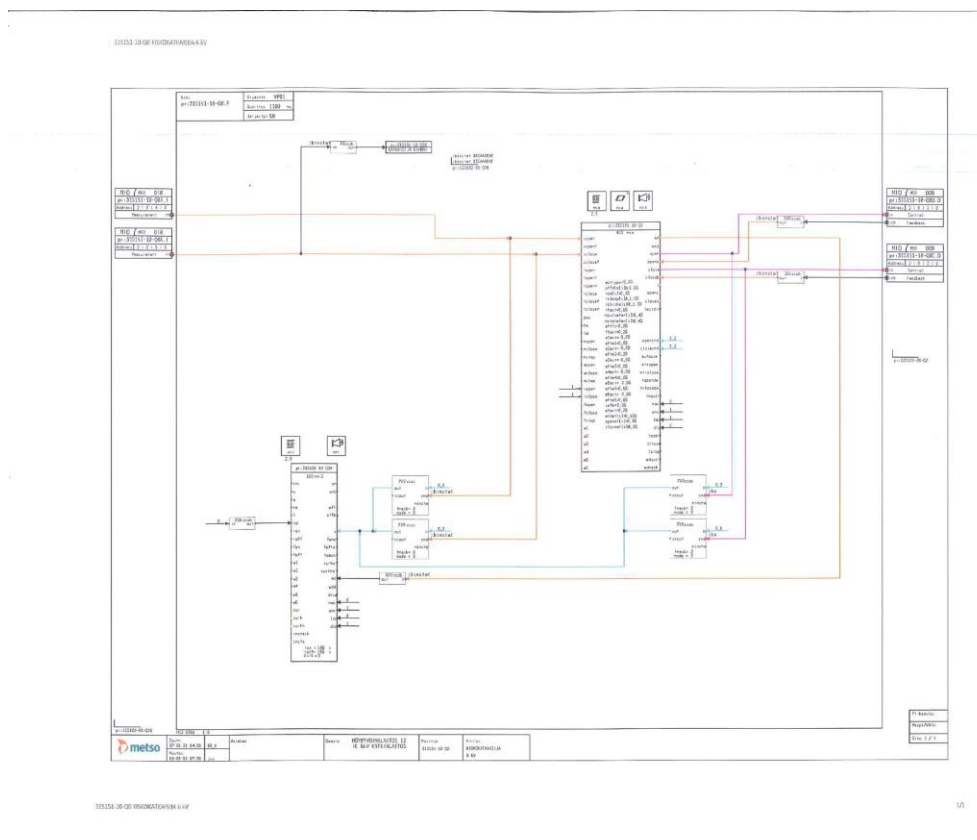
Graafisella FB-CAD-työkalulla suunnitellaan toimilohkokaavioita, joiden avulla luodaan järjestelmän ohjaaman prosessin säätöpiirejä. (13.)

Toimilohkokaaviot koostuvat konfigurointitoiminnoista, joita ovat mm. jatkuvat säädöt, I/O- toiminnot, kaaviolamppuohjaukset sekä positio-, operointi-, tapahtuma- ja historiatoiminnot. (13).

Toimilohkokaavioita eli sovellussuunnittelua käsitellään suunnitteluaseman työtilassa, joka voi olla jokaisella suunnittelijalla oma työskentelytila. Sovelluksen ollessa valmis, suoritetaan tarkastustyökalulla ohjelman tarkastus. Signaalien kytketyminen toimilohkojen välillä, signaalien tyypit, positioiden nimeäminen, ohjelman suoritusjärjestys ja I/O-modulien osoitteet ovat mm. tarkastettavia kohteita.

Hyväksytyin tarkastuksen jälkeen talletetaan ohjelma suunnitteluaseman makasiiniin (repository) eli arkistoon. Ohjelman lataamiseksi järjestelmään käynnistetään ONLINE-työkalu, jolla tarkistetaan ohjelma uudelleen ja muutetaan ladattavaan muotoon. Ohjelma ladataan siinä määritellylle asemalle ja varmennusasemalle.

Kuvassa 4 on Inkeröisten kartonkitehtaan kytkinlaitoksen kiskokatkaisijan 31S151-10-Q0 ohjelmasovellus. Toimintakaavion vasemmalla reunassa on I/O-tulomodulit, joilla tuodaan ACN MIO-kytkentäalustalta tulokortilta katkaisijan asentotiedot. Oikealla reunassa on I/O-lähtömodulit, joilla ohjataan katkaisija haluttuun tilaan.



Kuva 4. Function Block CAD-työkalulla luotu toimintakaavio. (13)

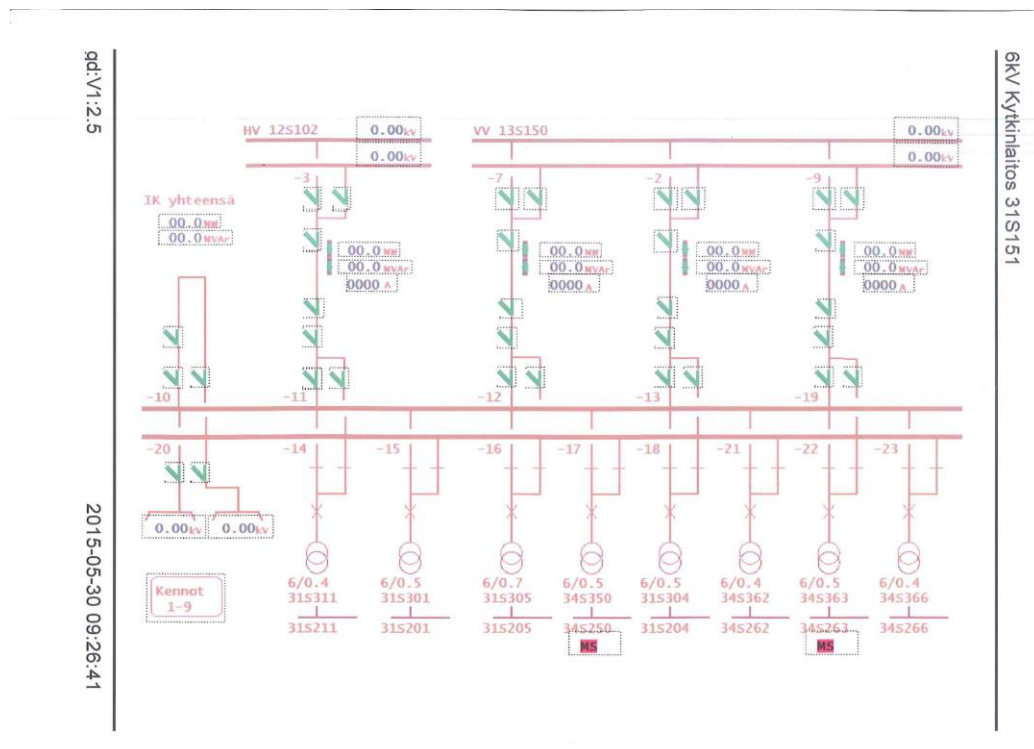
Toimintakaavion (kuva 4.) marginaalien sisäpuolella olevalla alueella on varsinainen toimintamoduli, jossa eri toimilohkojen välillä kulkevat kytkentäviivat. Tässä osassa tapahtuu jatkuva säätö ja vasemmassa yläreunassa on modulin hallintaosa, josta ilmenee modulin nimi, asema, valittu suoritusnopeus ja suoritusjärjestys.

Toimilohkojen (400mca ja 500mtr2) yläpuolella olevat laatikot ovat positio-, operointi- ja tapahtumamoduleita. Niiden avulla valvomon ohjauspäätteen kaavionäytöiltä voidaan suorittaa operointeja, osoittaa katkaisijan todellinen tilatieto ja saada hälytyksiä. Hälytys generoituu, kun pyydettyä katkaisijan ohjaustila ei vastaa takaisinkytkentänä tulevaa asentotietoa määritellyn viiveen jälkeen.

Liitteissä 6-7 on muita opinnäytetyössä luotuja toimilohkokaavioita.

4.3 Kaavionäyttöjen luonti ja muokkaus ohjelmistolla

Valvomon operointipäätteiden näytöillä olevia kaavionäyttöjä luodaan ja muokataan graafisella Picture Designer-työkalulla.



Kuva 5. Sähkönjakelun kaavionäyttö. (13)

Kuvassa 5 on Picture designer-työkalulla lisätty Procol:sta siirrettävien katkaisijoiden, erottimien ja mittaustietojen symbolit tulevaan kaavionäyttöön. Kuvan näkymä on työtilassa olevasta näytöstä ja sitä ei ole vielä ladattu järjestelmään, koska ohjelmat ladataan seuraavassa tehdas seisokissa.

5 YHTEENVETO

Sähkönjakelun Procol-kaukokäyttöjärjestelmän poistaminen ja signaalien siirto olemassa olevaan sähkönjakelun automaatiojärjestelmään käyttäen osin olemassa olevia varaosia, osoittautui kustannuksiltaan varsin korkeaksi toteutettavaksi vaihtoehdoksi.

Prosessiaseman uusinta oheislaitteineen tässä vaiheessa on kalliimpi vaihtoehto, mutta toteutettava lähitulevaisuudessa kuitenkin. Procol:n poistaminen ja uusien laitteiden hankinta tuovat käyttövarmuutta sähkönjakelun hallintaan.

Höyryvoimalaitoksella on useita vanhoja VME-prosessiasemia, joista useat ovat kahdennettuja käytettävyyden varmistamiseksi. Tämän työn selvitysten ohessa tuli esiin myös näiden asemien elinkaaren arviointi. Uusien ACN-asemien avulla voidaan korvata kaksi VME-asemaa, tämä laitteisto määrän väheneminen alentaisi kunnossapitokustannuksia.

Toisaalta prosessiasemat jakautuvat ohjaamaan tiettyjä prosessialueita laitoksella ja liiallinen asemien yhdistäminen saattaisi tuoda riskin koko tuotannon alasajoon ongelmatilanteissa.

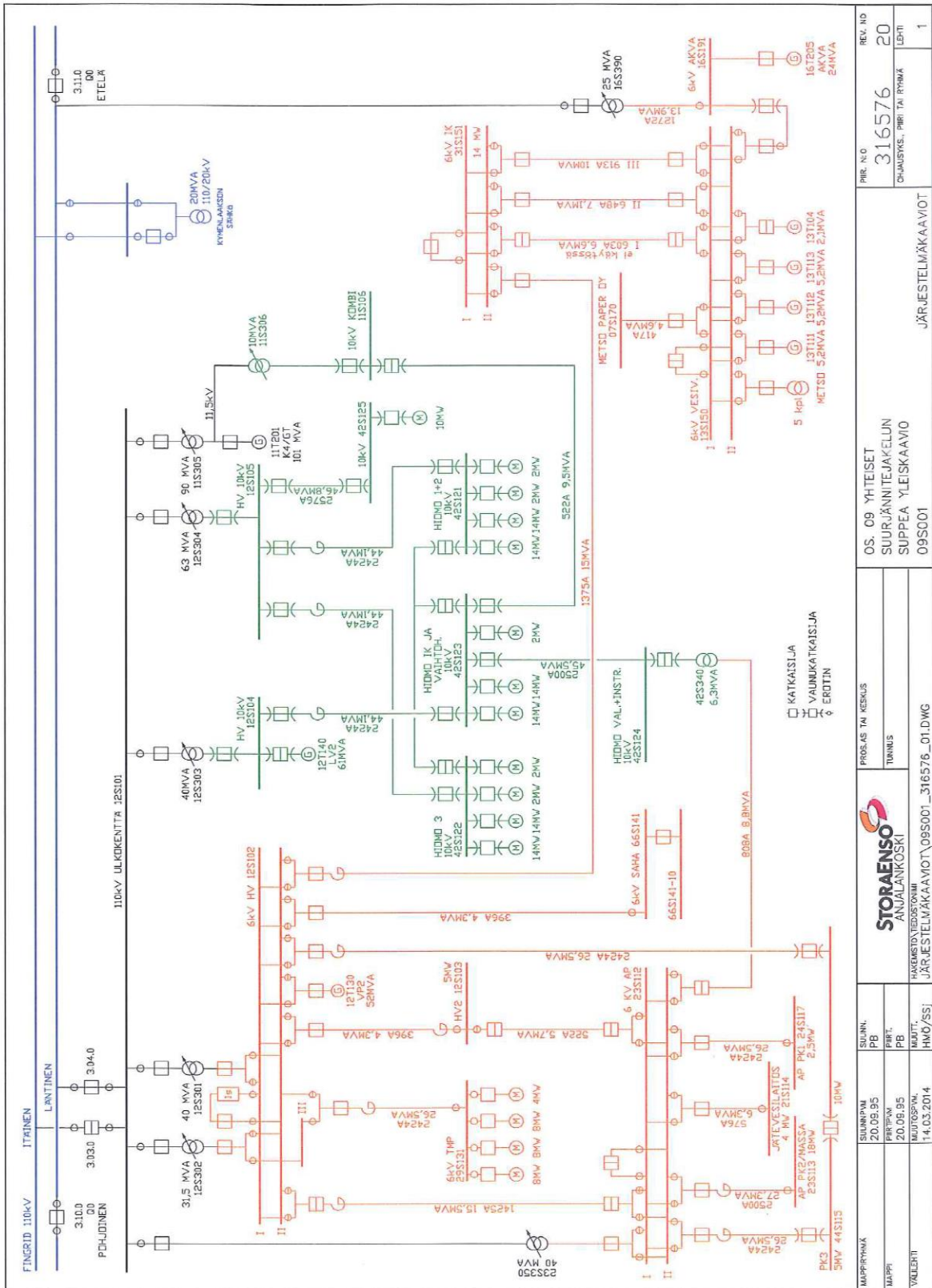
Automaatiolaitteiden elinkaarta on syytä seurata, tosin laitevalmistajat niistä aktiivisesti ilmoittelevat laite uusintojen toivossa. Laitevalmistajan ilmoitus PLU (Program Logic Unit) kortin valmistuksen lopetuksesta vuonna 2017, aiheuttaa varaosien hankintaa tehtaille. Anjalankosken voimalaitoksilla on noin 350 kpl PLU-korttia, TLJ- ja moottoritoimilaitteiden ohjauspiireissä.

PLU- kortit ovat kestäviä, mutta esim. tulipalossa menetykset saattavat olla suuremmat. Uusia TLJ:n toteutuksia ei enää tehdä PLU-korteilla, koska niillä ei ole SIL-luokitusta. Valmet Automation tekee nykyisin TLJ-liitynnät erillisellä HIMA-järjestelmällä.

LÄHTEET

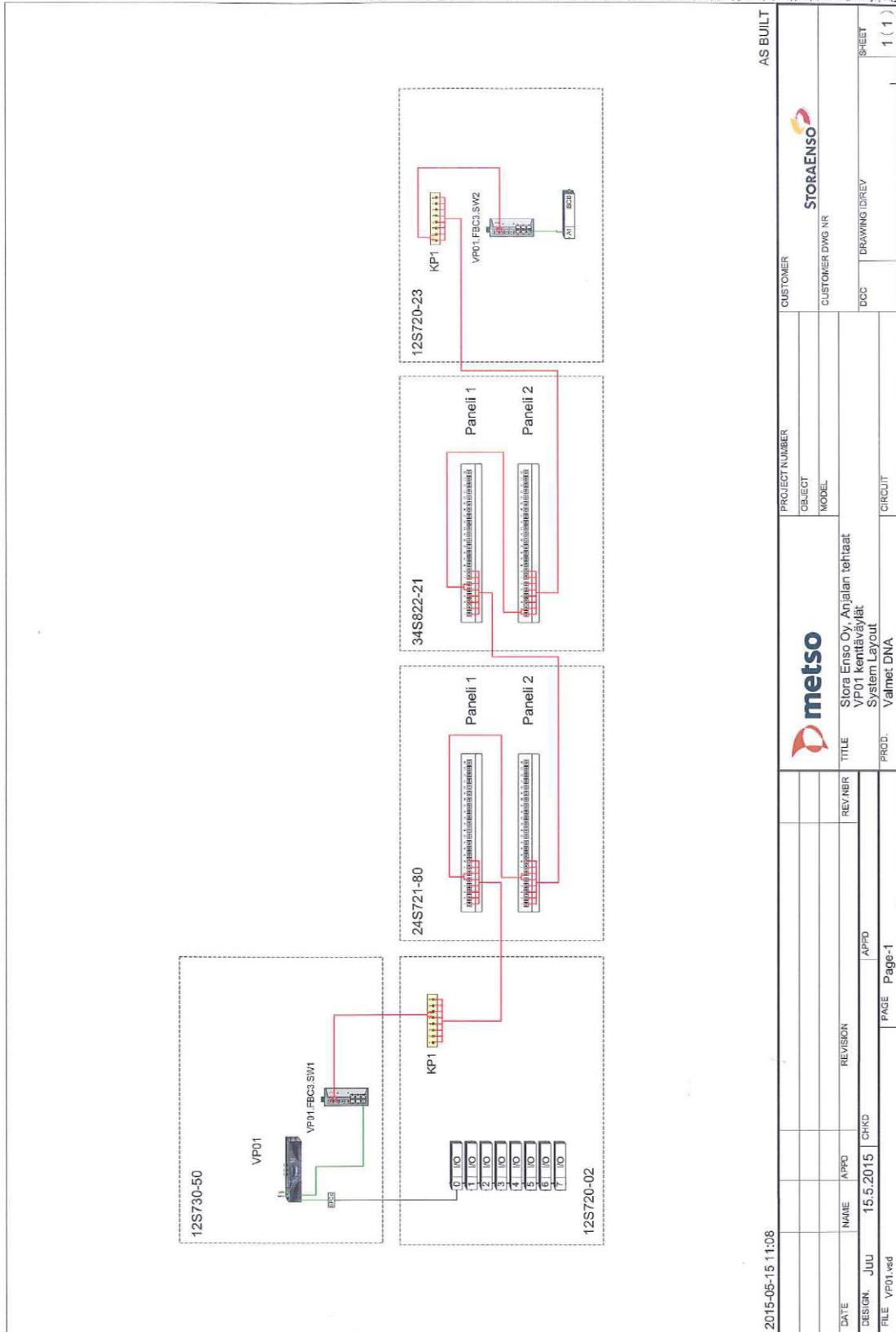
1. Stora Enso Oyj, Anjalankosken intranet-sivut (20.4.2015)
2. Stora Enso Oyj, Anjalankosken tehtaiden suunnittelun ASU-tietokannat (25.4.2015)
3. Stora Enso Oyj, sähkönjakelun kytkentämuutosohje. Mörsäri H. 10.1.2010 (27.4.2015)
4. Ajo, R. Laatu automaatioissa, parhaat käytännöt. Suomen Automaatioseura ry 2001. Helsinki
5. Turvatekniikan keskus 2007 Turva-automaatio prosessiteollisuudessa (verkkodokumentti) Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Turva-automaatio_prosessiteollisuudessa.pdf (viitattu 23.4.2015)
6. Riskin arviointi ja turvallisuuden eheyden tason SIL määrittäminen : standardi IEC 62061 ja IEC 61508-5(verkkodokumentti) Saatavissa: http://www.sesko.fi/attachments/ohjeet/osio_5.pdf (viitattu 27.4.2015)
7. Laitinen P. Palaveri 23.4.2015. Inkeroinen: Stora Enso
8. Neles Automation Oy, 1999.Damatic XDi sähkömekaniikka laitteistodokumentti V7.1 rev 13
9. Valmet Automation Oy, Tarjouskysely Ulenius/Laitinen 30.4.2015
10. Valmet Automation Oy, BR81119_EN_ACN RT.pdf laitteisto manuaali 22.4.2015
Metso Automation Oy, High performance industrial controller ACN RT (verkkodokumentti) Saatavissa: [http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-110927-2256F-FEBD0/\\$File/E8725_EN_03-ACN%20RT.pdf](http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-110927-2256F-FEBD0/$File/E8725_EN_03-ACN%20RT.pdf) (viitattu 22.4.2015)

11. ACN I/O M80 Metso DNA I/O product family, (verkkodokumentti) Saatavissa:
[http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-110927-2256F-6B3B0/\\$File/E8381_EN_03-ACN-IO-M80.pdf](http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-110927-2256F-6B3B0/$File/E8381_EN_03-ACN-IO-M80.pdf) (viitattu 23.4.2015)
12. StoraEnso Anjalankoski, Kattilasuoja- ja TLJ-dokumentit : FAT/SAT- testit 1993,1995, 1997, 1999, 2008 ja 2015 Stora Enson voimalaitos projekteissa ja Valmet Automation Oy testaustiloissa Tampereella.
13. Valmet Automation Oy, Laitteistodokumentit ja EAS-suunnittelupalvelimella luotuja toimintakaavioita.



Anjalankosken tehtaiden sähkönjakelun järjestelmäkaavio

MAPPORYHMÄ		SUUNN.	PROJAS TM KESKUS	OS. 09 YHTEISET	PHR. N:O	REV. NO
MAPPI	20.09.95	PB	TUNNUS	SUURJÄNNITELJÄKELUN	316576	20
VALIERTI	20.09.95	PB		SUPPEA YLEISKAAVIO	CHAUUSKYE, PHR TAI RYHMÄ	LEHTI
	14.03.2014			JÄRJESTELMÄKAAVIOT		1
				09S001		



Information contained herein is confidential and proprietary to Metso Automation and is not to be reprinted, displayed to a third party, modified or used without a prior permission of Metso Automation. All rights reserved.

2015-05-15 11:38

DATE		NAME	APPD	REVISION	REVISION	PROJECT NUMBER		CUSTOMER	
DESIGN.		JUU	15.5.2015	CHKD	APPD	OBJECT MODEL		STORAENSO	
FILE		VP01.vsd	PAGE		Page-1	TITLE		CUSTOMER DWG NBR	
						Stora Enso Oy, Anjalan tehtaat		DCC	
						VP01 kenttävyöt		DRAWING ID/REV	
						System Layout		1 (1)	
						PROD. Valmet DNA		CIRCUIT	

VP01 prosessiaseman kenttävyöt.

LEIKKAUS B - B

12S720-23

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

IO group	MBM S1	S2
A1	1	0
A2		
A3		
A4		
A5		
A6		
A7		
A8		

MB 8 address switch settings:

Left: Right:

IBC DIP switch

2015-05-15 13:26

metso

Stora-Enso Oy Anjalan tehtaat
12S720-23
Cabinet Assembly Layout

PROJECT NUMBER
ASIAKAS

CUSTOMER
STORAENSO

CUSTOMER DWG NR
ASIAKAS_PIIIR.NUMERO

DCC
DRAWING IDREV
PIIRUSTUSREV

CIRCUIT
PIIRI
1 (3)

DATE	NAME	APPD	REVISION	REVISOR
15.5.2015	MUUTAJAHV.		MUUTOS	

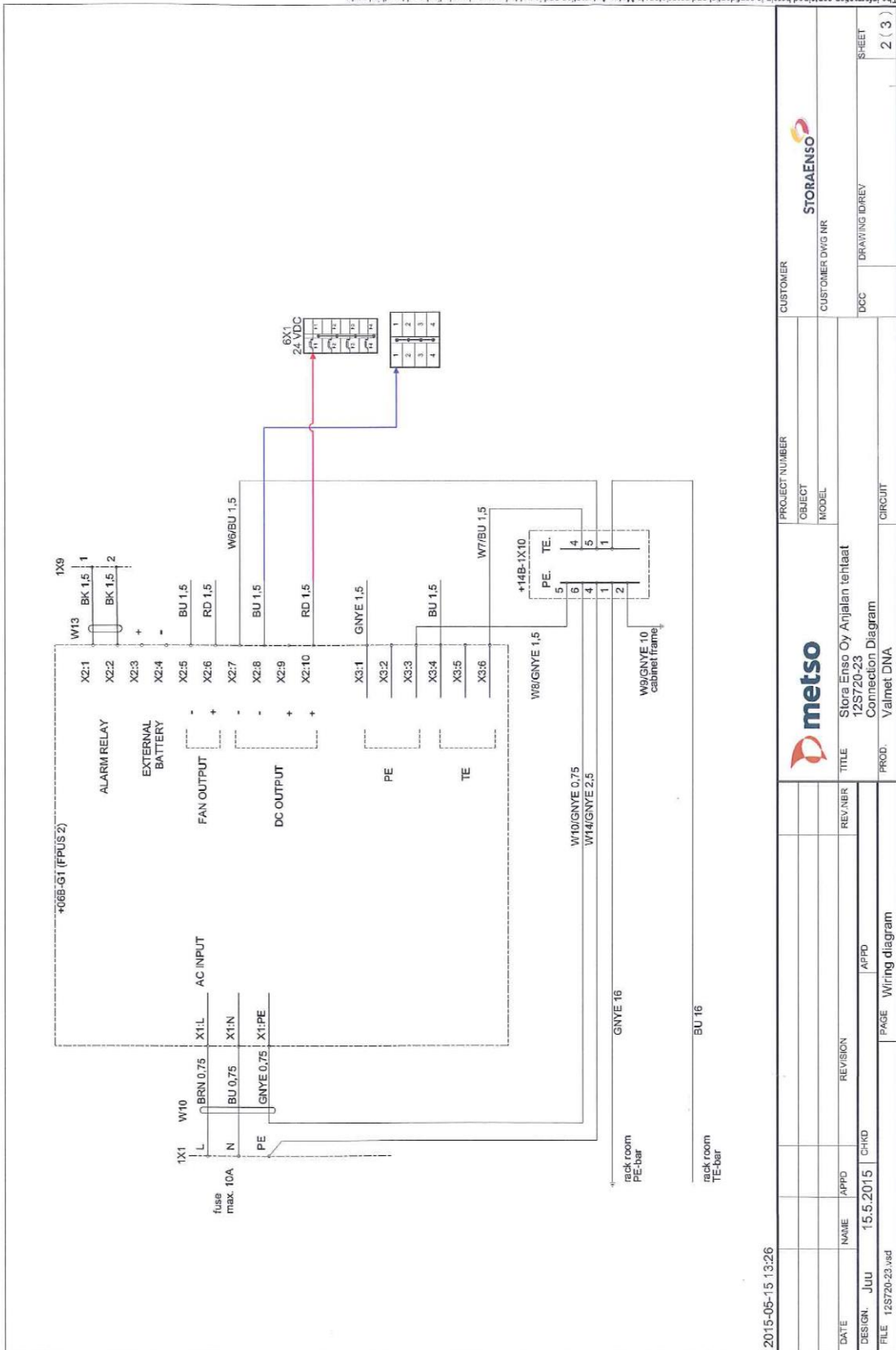
DESIGN: JUU
SUUNN. TARKK
APPD. HKK.

PROJ. LUOTE
TUOTE Vainet DNA

PAGE 8/10
SIVU 12S720-23

The information contained herein is confidential and proprietary to Metso Automation and is not to be reproduced, displayed to a third party, modified or used without a prior permission of Metso Automation or its duly authorized representative. All rights reserved.

Kenttäkaapin 12S720-23 rakennekuva.

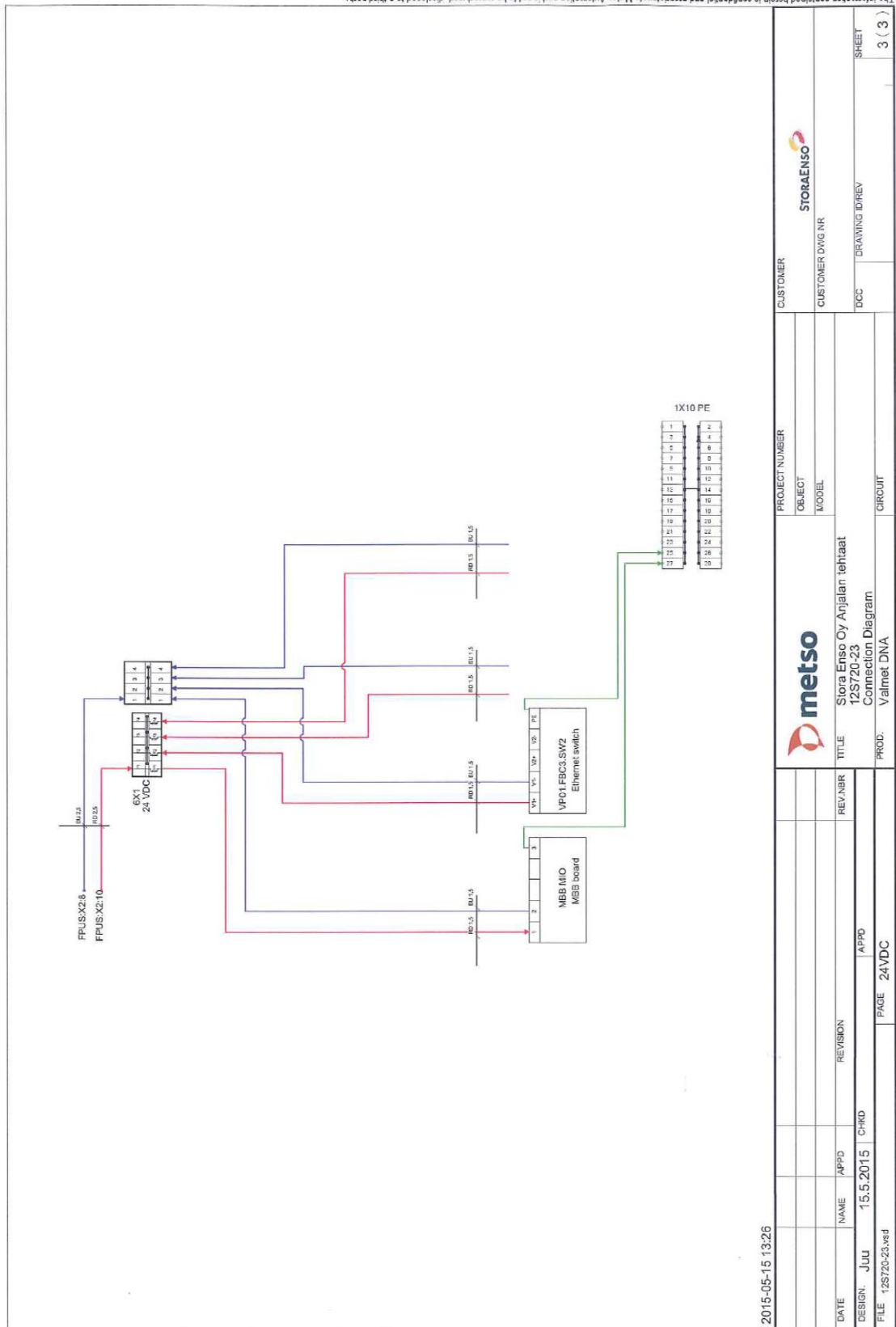


Information contained herein is confidential and proprietary to Metso Automation and is not to be reproduced, adapted to a third party, modified or used without a prior permission of Metso Automation or its duly authorized representative. All rights reserved.

2015-05-15 13:26

DATE	NAME	APPD	REVISION	REV.NBR	TITLE	PROJECT NUMBER	CUSTOMER
DESIGN	JUU	15.5.2015			12S720-23 Connection Diagram		STORAENSO
FILE	12S720-23.vsd				Valmet DNA		CUSTOMER DWG NR
							DCC
							DRAWING ID/REV
							CIRCUIT
							SHEET
							2 (3)

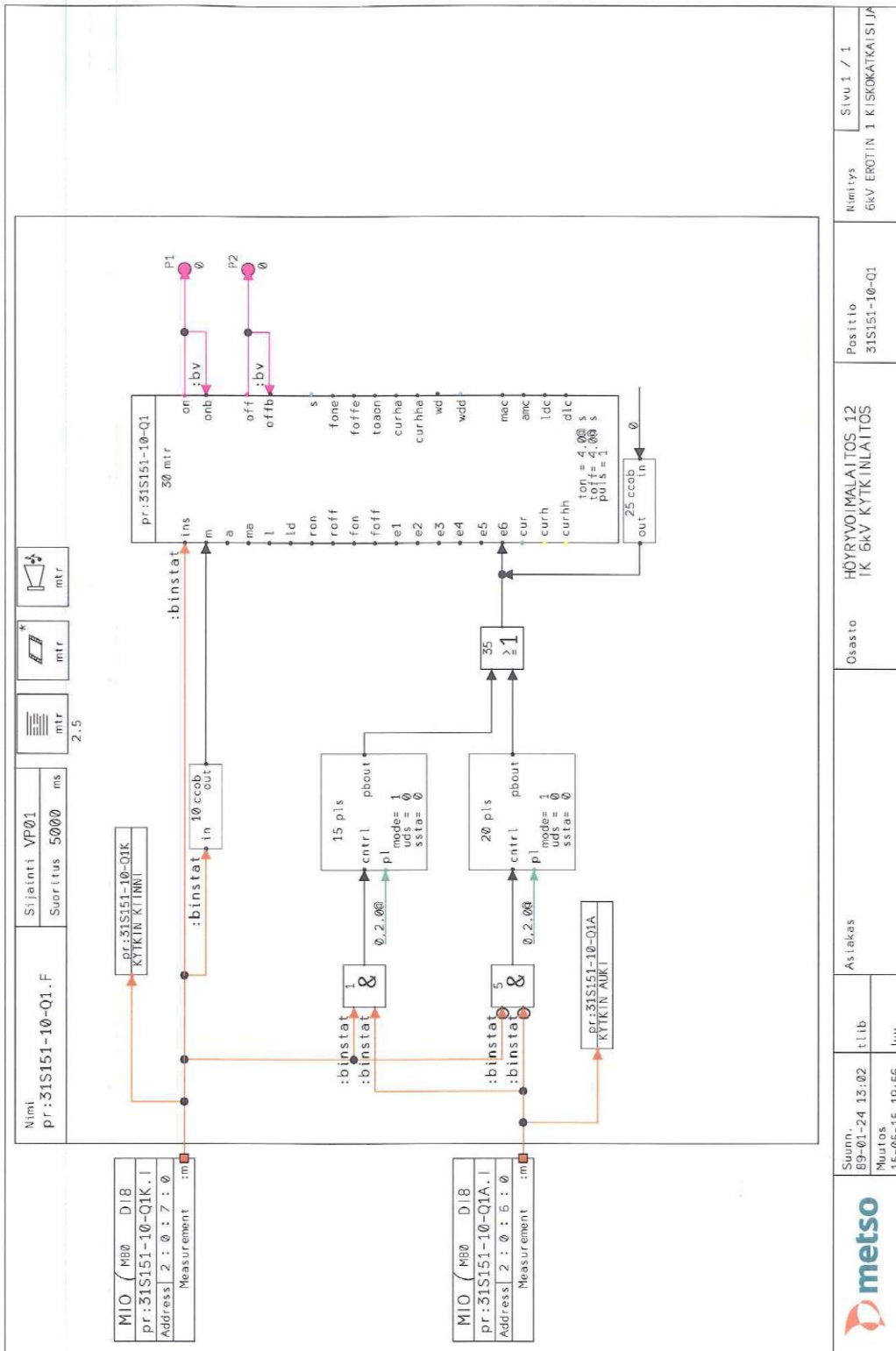
Kenttäkaapin 12S720-23 FBUS 2 kytkentäkaavio



The information contained herein is confidential and proprietary to Metso Automation and is not to be reproduced, disclosed to a third party, modified or used without the prior permission of Metso Automation or its duly authorized representative. All rights reserved.

Kenttäkaapin 12S720-23 jännitteenjako kytkentäkaavio.

31S151-10-Q1 6KV EROTTIN 1 IISOKATKAISUA



Kiskokatkaisijan erotin1 ohjelmapiirikaavio.



Suunn. 89-01-24 13:02 tlib
Muutos 15-05-15 19:56 Juu

Astiekes

Osaosto

HÖYRYVOIMALAITOS 12
IK 6KV KYTK INLAITIOS

Positio
31S151-10-Q1

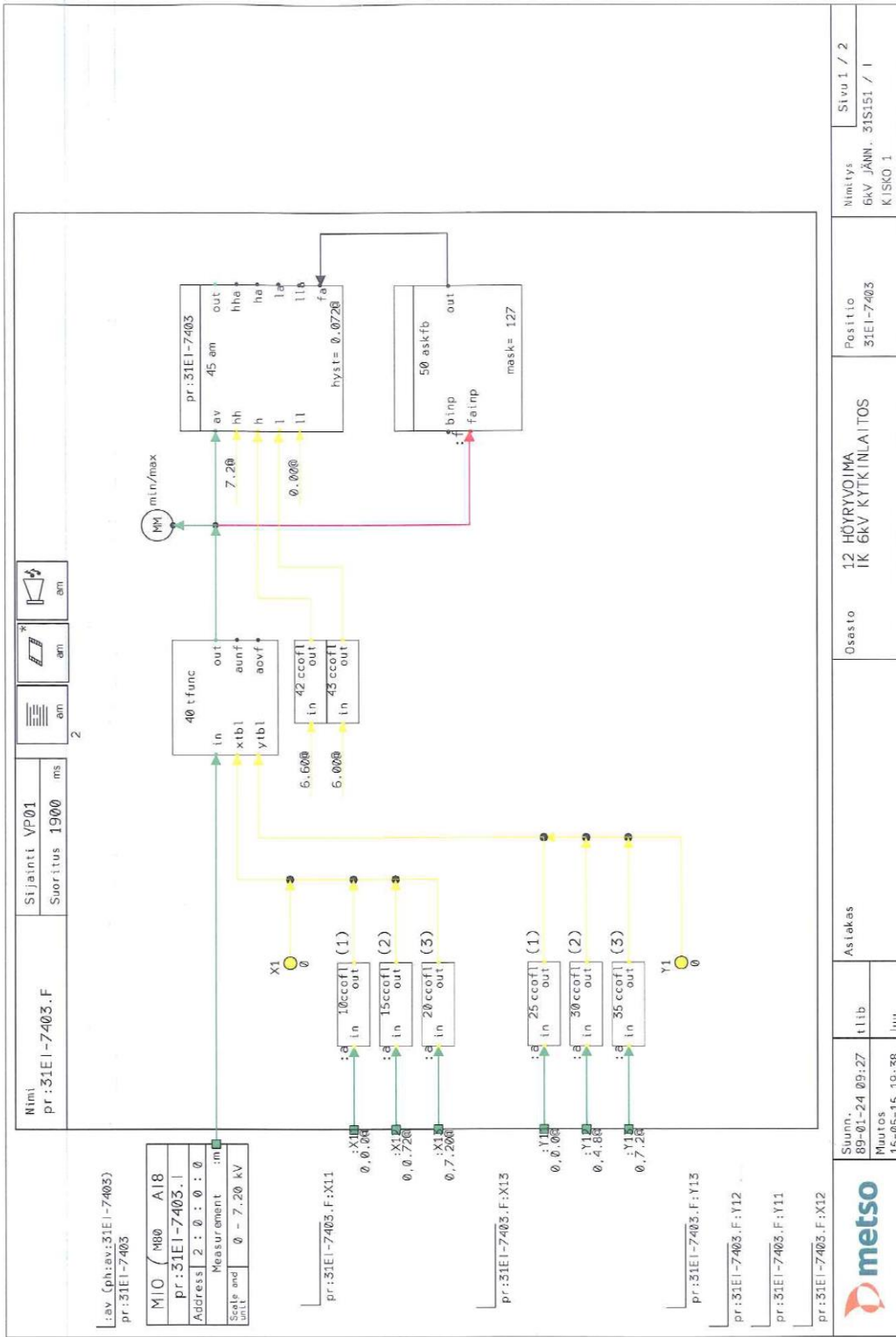
Nimitys
6KV EROTTIN 1 KISKOKATKAISUJA

Sivu 1 / 1

31S151-10-Q1 6KV EROTTIN 1 IISOKATKAISUA

3/1

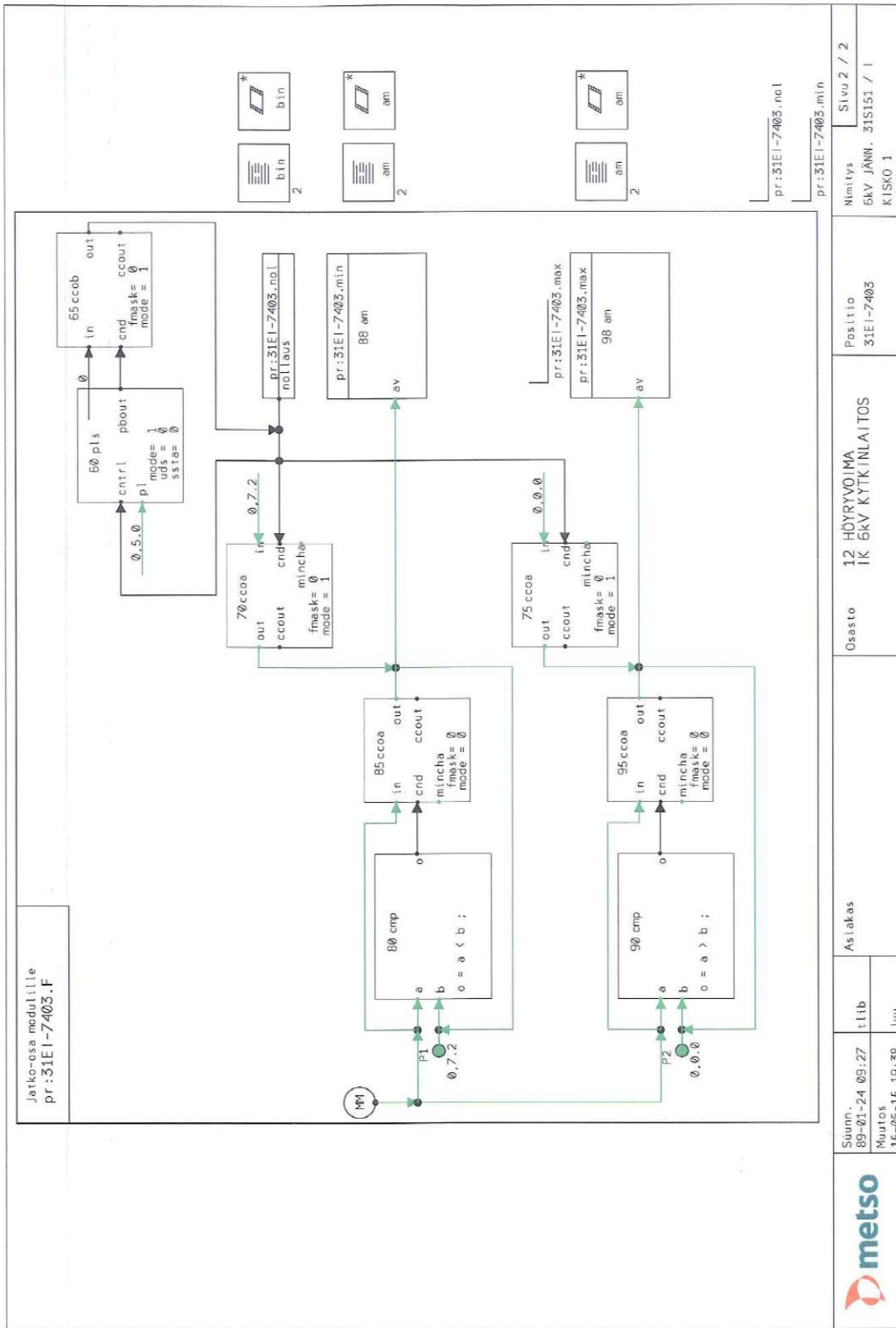
31E1-7403.BV.JÄRN.315151 / I185K0.1



31E1-7403.BV.JÄRN.315151 / I185K0.1

Kytkinlaitoksen 1 kiskon jännitemittauksen ohjelmapiirikaavio.

31E1-7403.6KV.JÄNN. 31S151 / KISKO 1



31E1-7403.6KV.JÄNN. 31S151 / KISKO 1

1/2

Kytkinlaitoksen 1 kiskon jännitemittauksen ohjelmapiirikaavion sivu 2.