



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Marjo Niemi

WOIS–
KÄYTÖNVALVONTAJÄRJESTELMÄN
TOTEUTTAMINEN
LABORATORIOYMPÄRISTÖÖN

Tekniikka ja liikenne

2013

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty työnantajalleni, Wärtsilä Finland Oy:n R&D, Performance, Testing & Validation –osaston moottorilaboratoriolle, jossa työn valvojana toimi Chief Electrical Engineer Johnny Widdas. Vaasan ammattikorkeakoulun puolelta ohjaavana opettajana toimi lehtori Juha Nieminen. Haluan osoittaa heille suuret kiitokset opinnäytetyöni ohjaamisessa.

Heidän lisäksi kiitokseni ansaitsevat moottorilaboratorion sähkö- ja automaatio-osaston asiantuntijat, Chief Automation Engineer Guy Hägglund, Chief Electrical Engineer Nicklas Johansson, Chief Automation Engineer Paul-Henrik Lindroos sekä muu apuna ja tukena ollut työyhteisöni.

Erityiskiitokset myös perheelleni tuesta ja kannustuksesta opintojeni ajan.

Vaasassa 10.5.2013

Marjo Niemi

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Marjo Niemi
Opinnäytetyön nimi	WOIS-käytönvalvontajärjestelmän toteuttaminen laboratorioympäristöön
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	59 + 27 liitettä
Ohjaaja	Juha Nieminen

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n tuotekehitysosaston testimootorilaboratoriolle. Insinööriyön ja projektin aiheena oli suunnitella ja toteuttaa Vaasan moottorilaboratorion keskijännitekojeistolle käytönvalvontajärjestelmä, jonka avulla hälytykset ja kojeiden tilatieto olisivat helpommin havaittavissa valvomotilasta. Kojeistoa käytetään energian siirtämiseen Vaasan Sähkö Oy:n, moottorilaboratorion ja tehtaan muiden koeajosolujen välillä.

Työhön valittiin Wärtsilä Power Plant –yksikön toimittamien voimalaitosten kokonaisvaltaiseen valvontaan suunnittelema WOIS-käytönvalvontajärjestelmä. WOIS pohjautuu InTouch -sovelluksella suunniteltuun näyttökokonaisuuteen, joka tarvittavin muunnoksina soveltuu asiakkaan tilaamiin voimalaitoksiin. Voimalaitoskäyttötoteutukseen suunniteltu malli ei aivan sellaisenaan soveltunut laboratorioympäristöön, joten se vaati hieman muokkaamista.

Projektissa tuli tutkia laboratorion asennusympäristöä mm. kojeiston ja automaation osalta sekä tutustua WOIS-käytönvalvontajärjestelmään ja sen toiminnallisuuteen. Työhön liittyvien sähköpiirustusten ja WOISin käyttöohjeiden lisäksi tarvittavaa tietoa hankittiin myös konsultoimalla moottorilaboratorion sähkö- ja automaatio-osaston asiantuntijoita sekä WOISin käyttö- ja kehitystiimiä. Hankitun tiedon perusteella suunniteltiin valvomo-ohjelmisto, rakennettiin PLC-kaappi ja ohjelmoitiin sille logiikka. Järjestelmä konfiguroitiin, testattiin ja otettiin moottorilaboratorion 2B-keskijännitekojeiston käyttöön.

Projekti toteutui lähes aikataulussa ja se saatiin onnistuneesti päätökseen, lopputuloksenaan WOISista muunneltu toimiva käytönvalvontajärjestelmä 2B-keskijännitekojeistolle. Tätä lopputyötä dokumentteineen voidaan hyödyntää myöhemmissä projekteissa, joissa muita laboratoriorakennuksen kojeistoja toteutetaan käytönvalvontaohjelmiston piiriin.

Avainsanat	WOIS, käytönvalvontajärjestelmä, moottorilaboratorio, toteutus
------------	--

ABSTRACT

Author	Marjo Niemi
Title	Implementation of WOIS Supervisory System in Laboratory Environment
Year	2013
Language	Finnish
Pages	59 + 27 Appendices
Name of Supervisor	Juha Nieminen

This Bachelor's thesis was made for the Test Engine Laboratory of Wärtsilä Finland Oy, Research & Development department in Vaasa. The objective for this thesis was to plan and implement Supervisory System for Electrical Systems in the Engine Laboratory. It was necessary to be able to monitor the status of switchgear from the control room.

The WOIS Supervisory System, used in comprehensive supervising for Wärtsilä Power Plants, was recommended for this purpose. WOIS was developed by Wärtsilä and with requisite modifications it is generally installed in Power Plants delivered to Wärtsilä Customers. A certain model for Power Plant installations exists, but it could not be adapted for Engine Laboratory environment as such.

For this project it was necessary to study the Laboratory Installation Environment and Automation Systems of the building. As well as to get to know the WOIS Supervisory System and its functionalities it was also important to examine the existing documentation i.e. electrical drawings. Some important information was gathered by consulting the Engine Laboratory personnel as well as the personnel involved in commissioning and developing of WOIS.

The project was successfully completed practically in planned time schedule. After the successful testing and commissioning phase the WOIS Supervisory System was implemented for the Engine Laboratory 2B switchgear. In addition to a functioning result, the other objective for this thesis was also fulfilled. A documentation, which can be utilized for extension to this project later on, was produced.

Keywords	WOIS, supervisory system, engine laboratory, implementation
----------	---

LYHENTEET

WOIS	<i>Wärtsilä Operator's Interface System,</i> operaattorin käyttöliittymäjärjestelmä
NASDAQ OMX	pörssitoimintaa harjoittava yhtiö
R&D	<i>Research & Development,</i> tutkimus & tuotekehitys
VAK	valvonta-alakeskus
KJ	keskijännite
W20	Wärtsilän moottorityyppi, jossa sylinterin halkaisija 20 cm
W32	Wärtsilän moottorityyppi, jossa sylinterin halkaisija 32 cm
kV	kilovoltti
MVA	megavolttiampeeri
VSOY	Vaasan Sähkö Oy
PLC	<i>Programmable Logic Controller,</i> ohjelmoitava logiikka
UNIC	<i>Wärtsilä Unified Control,</i> moottorin oma automaatiojärjestelmä
PMU	<i>Power Monitoring Unit,</i> tehonvalvontayksikkö
AVR	<i>Automatic Voltage Regulator,</i> automaattinen jännitteensäädin
I_N	nimellisvirta
I/O	input output –signaali
CPS	<i>Central Power Supply,</i> virtalähde
CPU	<i>Central Processing Unit,</i> keskusyksikkö
NOE	Ethernet-liityntäkortti
ΔI	<i>Delta I,</i> erovirta

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET

1	JOHDANTO	7
1.1	Wärtsilä Oyj	7
1.2	Työn tarkoitus	8
1.3	Vaatimusmäärittely	9
2	MOOTTORILABORATORIO	10
2.1	Rakennuksen sähköjärjestelmä	10
2.2	20 kV:n kojeisto 2B.....	11
2.2.1	Kennot 01-07	11
2.2.2	Kennon laitteisto.....	13
3	WOIS-KÄYTÖNVALVONTAJÄRJESTELMÄ	15
3.1	Voimalaitoskäytössä – yleistä.....	15
3.2	Valvonta moottorilaboratoriossa.....	17
4	ESITUTKINTA.....	18
4.1	Laboratorion automaatiojärjestelmät.....	18
4.1.1	Tiedonsiirtoväylä	19
4.1.2	PLC-kokoonpano	22
4.2	Kojeiston hälytykset ja laukaisutapahtumat	23
4.2.1	Kojeiden tila- ja tapahtumatiedot sekä suoja-alueiden mittaukset	23
5	SUUNNITTELU	25
5.1	Projektin hallinta	25
5.1.1	Gateway projektin hallinnassa.....	26
5.1.2	WOIS-projektin aikataulusuunnitelma	26
5.2	InTouch WOISin valvomonäyttöjen luomisessa	28
5.2.1	Prosessipisteiden tietokanta (Tagname Dictionary)	28
5.2.2	WOISin prosessipisteiden luonti	29
5.2.3	Valvomonäyttöjen toteutus	31

5.3	PLC-kaappi	35
5.3.1	Tarvittavat I/O-kortit.....	36
5.3.2	Kaapin muut komponentit.....	37
5.3.3	AutoCAD-piirustukset.....	38
6	TOTEUTUS JA TESTAUS.....	41
6.1	Asennus	41
6.1.1	PLC-kaappi ja logiikka	41
6.1.2	Kojeiston johdotus ja kaapelointi PLC:lle	43
6.2	Konfigurointi ja ohjelmointi	44
6.2.1	PLC	44
6.2.2	WOIS-konfigurointi.....	49
6.2.3	Suojareleiden konfigurointi.....	52
6.2.4	Ongelmakohdat.....	52
6.3	Toiminnallisuus kuvattuna 2B 02.1 kennossa	53
6.3.1	Laitteiston osalta.....	53
6.3.2	Ohjelmallinen toiminnallisuus.....	54
6.4	Testaus.....	54
6.4.1	Testausmenetelmä.....	54
6.4.2	Testausdokumentointi	55
6.5	WOISin käyttöönotto	56
7	YHTEENVETO	57
8	LOPPUSANAT	58
	LÄHDELUETTELO.....	59
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Wärtsilä Oyj

Wärtsilä on kansainvälisesti johtava merenkulun ja energiamarkkinoiden voimaratkaisujen toimittaja, joka tukee asiakasyrityksiä tuotteiden koko elinkaaren ajan /1/. Wärtsilä perustettiin vuonna 1834 Tohmajärven kunnassa sijaitsevan kosken partaalle. Sahan tilalle rakennettiin myöhemmin Wärtsilän rautatehdas. Melkein sata vuotta perustamisensa jälkeen Wärtsilä osti Vaasasta Onkilahden konepajan vuonna 1936. Pari vuotta sen jälkeen käynnistyi diesel-aikakausi ja Turussa valmistettiin ensimmäinen moottori. Värikkään omistus- ja tuotehistoriansa myötä Wärtsilä on vuosien saatossa kasvanut liikevaihdoltaan 4,7 miljardin euron yhtiöksi. Wärtsilä työllistää noin 3500 ammattilaista Suomessa. He sijoittuvat Vaasaan, Turkuun, Helsinkiin ja Espooseen. Wärtsilä Finland Oy on Wärtsilän tytäryhtiö Suomessa.

Wärtsilä vuonna 2012

- liikevaihto 4 725 milj. euroa (4 209)
- henkilöstö vuoden lopussa 18 887 (17 913)
- toimintaa 170:ssä eri toimipisteessä, 70 maassa
- listattu Helsingin Pörssissä, joka on osa NASDAQ OMX-konsernia. /1/

Yhtiöön on perustettu kolme eri liiketoimintayksikköä, joista jokainen tuottaa oman osuutensa yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Yksiköistä Power Plants toimittaa voimalaitoksia maailmanlaajuisesti asiakkaidensa perusvoimantuotantoa, kuormitushuippujen tasaamista sekä teollisuuden omaa energiantuotantoa varten. Ship Power –yksikön ansiosta Wärtsilällä on johtava markkina-asema kaikilla merenkulun pääsegmenteillä koneistojen ja järjestelmien toimittajana. Services-liiketoimintayksikön päätavoitteena on antaa Wärtsilän asiakkaalle tukea toimitetun järjestelmän koko elinkaaren ajan. Nämä kolme edellä mainittua liiketoimintayksikköä edustavat PowerTech-yksikön asiakkaita, joille se tarjoaa kunkin segmentin tarpeeseen kilpailukykyisiä, standardoituja ja teknisesti edistyksellisiä ratkaisuja. PowerTech keskittyy 4-tahtituotteiden tekniikan kehittämiseen ja niiden tuotantoon.

PowerTechiin kuuluvan Vaasan tutkimus- ja tuotekehitysyksikön (R&D) organisaatioon kuuluvan Performance, Testing & Validation –osaston tehtävänä on suorittaa moottoritestauksia uusien kehitettyjen tuotteiden ja teknologioiden osalta. Sen tavoitteena on pyrkiä optimoimaan moottorin polttoaineen kulutusta, kasvattamaan moottorin suorituskykyä sekä vähentämään ympäristölle haitallisia päästöjä. Uudet moottorityypit koeajetaan ja kelpuutetaan moottorilaboratoriossa ennen kuin ne hyväksytään valmistettavaksi markkinoille.

1.2 Työn tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada Wärtsilä Finland Oy:n tuotekehitysosaston moottorilaboratoriossa sijaitsevien sähköjärjestelmien käyttöön käytönvalvontajärjestelmä. Laboratoriorakennuksessa sijaitsee useita kojeistoja, joiden tilatiedot voidaan pääosin todeta ainoastaan paikan päällä kojeistotilassa. Kriittisimmät hälytystiedot on tähän opinnäytetyöhön rajatun keskijännitekojeiston osalta olleet johdotettuna kiinteistövalvontaa hoitavan YIT:n valvontajärjestelmään, VAKiin (valvomo-alakeskus), mutta yhteys ei ole ollut enää käytössä. VAKin kautta valvotaan vain rakennusautomaatiota, kuten ilmastointia ja lämmitystä.

Yhtiö halusi yhtenäistää kaikkien tuotantoprosessien valvonnan suosittamalla Wärtsilän oman valvontajärjestelmän, WOISin käyttöönottamista. Sen vuoksi laboratoriorakennuksenkin keskijännitekojeiston osalta tehtiin päätös, että sille haluttiin käytönvalvontajärjestelmä, jonka avulla siellä sijaitsevien laitteistojen tilatiedot ja tärkeimmät mittaustiedot olisivat visuaalisesti luettavissa myös moottorilaboratorion testisolujen yhteisestä valvomosta käsin. Tarpeen kartoitettiin olevan ainoastaan informatiivinen, ei interaktiivinen. Työssä pohjana käytettävä WOIS-käytönvalvontajärjestelmä on suunniteltu Wärtsilä Power Plant –yksikön toimittamien voimalaitosten käytönvalvontaa varten.

1.3 Vaatimusmäärittely

Pitkántähtäimen tavoitteena on saada kaikki moottorilaboratoriorakennuksen kojeistot käytönvalvontajärjestelmän piiriin, mutta tämä työ rajattiin koskemaan ainoastaan kojeistoa nimeltä 2B. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda malli, jolla valmiista WOIS-pohjasta hieman muokkaamalla, sen omia standardiratkaisuja osittain käyttäen, saataisiin voimalaitoksesta hieman poikkeavaan ympäristöön soveltuva käytönvalvontaratkaisu.

Lähtökohdaksi asetettiin, että käytönvalvontajärjestelmä saataisiin suunniteltua, asennettua, testattua ja olisi toimintakelpoinen lopputyön valmistuttua. Lopullinen testaus ja luotettava käyttöönotto tulevat kuitenkin todennäköisesti mahdolliseksi vasta rakennuksen sähköjärjestelmien vuosihuollon yhteydessä, jolloin kojeisto ei olisi aktiivisessa prosessikäytössä. Malli tuli saada myös dokumentoitua mahdollisimman tarkasti, että näitä ratkaisuja voitaisiin käyttää hyödyksi myös myöhemmässä vaiheessa muita kojeistoja käytönvalvontajärjestelmän piiriin saatettaessa.

2 MOOTTORILABORATORIO

2.1 Rakennuksen sähköjärjestelmä

Moottorilaboratoriorakennuksen sähköjärjestelmä koostuu useasta eri kojeistosta ja kojeistotilasta, jotka on liitetty toisiinsa. Rengasverkoksi rakennetusta tehdasalueen sähköjärjestelmästä on yhteys laboratorion järjestelmiin. Energiayhtiö Vaasan Sähkö Oy:n järjestelmään on olemassa kaksi yhteyttä, yksi tehdasalueelta ja toinen kojeistolta 2B.

Sen lisäksi, että tehtaan ja laboratorion toiminta tarvitsee sähköä, sitä myös myydään ulospäin energiayhtiölle. Wärtsilän asiakkailleen myymille kaasu- ja dieselmootoreille suoritetaan tehtaan tiloissa koeajoja, jossa pyöritettävään moottoriin kytketty generaattori tuottaa sähköä. Moottorilaboratorion keskeisenä tavoitteena on tutkia, kehittää ja testata uusia moottoreita sekä teknologioita. Varmistaakseen tuotteen ja sen toimivuuden saavuttavan vaaditut tavoitearvot, on moottoria käytettävä määriteltujen ajotuntien verran. Näin ollen myös moottorien testauksessa syntyvä energia myydään sähköyhtiölle, joten se toimii tavallaan samalla myös tuotantolaitoksena. Virta kulkee siis tilanteen mukaan joko tehtaalta verkkoon päin tai päinvastoin.

Rakennuksessa tulee olemaan kaksi pääkojeistotilaa moottoreiden testisoluihin sijaitsevien 20 kV:n kojeistojen lisäksi. Toisessa kerroksessa sijaitsevat jo olemassa olevat tuotekehitysosaston 20 kV:n kojeisto 2B sekä 10 kV:n kojeistot 24C ja 24C1. Liittymät moottorien kuormitusjärjestelmään on kytketty kojeiston 24C kautta. Laboratorion toinen kojeistotila on parhaillaan rakenteilla rakennuksen neljänteen, eli ylimpään kerrokseen. Uusi KJ-kojeisto tarvitaan palvelemaan lisääntyvää testausta.

2.2 20 kV:n kojeisto 2B

2.2.1 Kennot 01-07

Tässä työssä suunnittelun kohteena oleva metallikoteloitu kojeisto 2B koostuu kahdeksasta eri kennosta, jotka on numeroitu 01-07 (**Taulukko 1.**) (**Kuva 1.**). Ensimmäisessä kennossa (01) on liittymä Vaasan Sähkö Oy:n sähköjärjestelmään, jonka kautta sähköä siirretään energiayhtiön ja laboratorion välillä. Moottorilaboratorioon päin siirtyvää energiaa käytetään rakennuksen omiin tarpeisiin ja tämän kojeiston kautta sitä on mahdollista siirtää edelleen myös tehtaan alueelle tarvittaessa. Rakennuksesta ulospäin siirrettävä energia syntyy pääasiassa moottorilaboratorion omien moottoreiden testiajosta, mutta myös viereisissä tiloissa suoritettavan kaasumoottoreiden koeajon seurauksena.

Taulukko 1. Kojeston 2B liittymät

Kenno	Liittymä
B2 01	Vaasan Sähkö Oy
B2 02.1	W20-tehtaan koeajo
B2 02.2	W32-tehtaan koeajo
B2 03	Oma käyttö
B2 04	Oma käyttö
B2 05.1	25K, kaasukoeajo
B2 06	Jakelukiskon mittauspiste
B2 07	24C, 10 kV:n kojeisto

Tehtaan tiloissa syntynyt moottoreiden koeajoenergia syötetään yleensä alueen toisesta VSOY:n verkkoon kytketystä liittymästä, mutta rengasverkon ansiosta energian siirtämiseen voidaan tarvittaessa käyttää myös 2B-kojeiston kennoja 02.1 ja 02.2. Yleensä nämä liittymät I- ja II-muuntamoille eli W20- ja W32-tehtaille ovat kuitenkin auki.

Kojeiston kennoista kaksi (03 ja 04) on syöttöjä, joiden kautta jaetaan käyttö sähkö laboratoriorakennuksen yleiseen tarpeeseen, mm. pistorasioille, valaistukseen ja ilmastointiin. Jakelukiskon 20 kV:n jännite muunnetaan sopivaksi jakelumuuntajilla (21 kV / 0,4 kV). Kennon 05.1 liittymään on kytketty kaasumoottoreiden koeajokäytössä oleva kojeisto 25K. Kojeiston 2B-kiskon mittauspisteestä kennossa 06 saadaan kiskon nolajännitearvo. Kennosta 07 on liittymä moottorilaboration kojeistolle 24C. Kiskon jännite 20 kV:n kojeistolta 2B on muunnettu sopivaksi 24C-kojeistolle muuntajalla (21 kV / 10,5 kV). Kojeiston 2B rakenne on esitetty liitteessä 1 olevassa sähköpiirustuksessa.



Kuva 1. Kojeisto 2B. Kuvassa kennot 01-07 ovat järjestyksessä oikealta vasemmalle.

2.2.2 Kennon laitteisto

Kojeiston 2B kennot koostuvat pääosin hyvin samanlaisista kojekokoonpanoista. VSOY:n liittymästä tuleva syöttö kennossa 01 on varustettu öljyeristeisellä nimellisvirraltaan (I_N) 1250 A:n vaunukatkaisijalla, joka toimii samalla syötön kuormanerottimeksi. Muissa kojeiston syötöissä joko öljyeristeisillä tai SF₆-kaasueristeisillä katkaisijoilla ($I_N = 1250$ A) estetty virrankulku varmistetaan erilleen käännettävien veitsierottimien ($I_N = 630$ A) avulla. Syötössä 07, joka johtaa kojeistolle 24C, erottimen I_N on 1600 A ja katkaisijan I_N on 1250 A.

Kaikkiin kennoihin on asennettu mittamuuntajat virranmittausta varten. Kennossa 01 on PMU (Power Monitoring Unit), tehonvalvontayksikkö, jolla voidaan tarkastella rakennuksen energiankulutusta tai -tuotantoa sekä pätö- että loisenergian osalta. Siellä sijaitsee myös Vaasan Sähkö Oy:n energianmittauspiste heidän etäluettavalle mittarilleen. Kennoissa 03 ja 04 on Dyn11-kytkentäiset 1,6 ja 2,5 MVA:n muuntajat (21 kV / 0,4 kV) ja kennossa 07 YNd11-kytkentäinen 35 MVA:n muuntaja (21 kV / 10,5 kV) kojeistolle 24C.

Jokaiseen syöttökennoon on kytketty VAMP 52 -johtolähdön suojarile. Se on monitoiminen virtasuojarele, jota käytetään mm. teollisuuden keskijännitekohteiden suojaussovelluksissa. Suunnattu maasulkusuojaus ja jälleenkytkentäominaisuudet auttavat automaattista vikaselvitystä edellyttävien johtolähtöjen suojauksessa. /5/

VAMP 52 -suojarileen ylivirtasuojaa käytetään oikosulkuja ja suuria ylikuormituksia vastaan (**Kuva 2.**). Esimerkiksi kennossa 01 sijaitsevan suojarileen laukaisuparametrit on aseteltu vakioaikatoimintaisesti siten, että mikäli ylivirtaporras $I >$ havaitsee 0,7 s ajan 1000 A:n ylivirran, tapahtuu laukaisu. Toinen ylivirtaporras $I >>$ aiheuttaa releen laukaisun, mikäli 3000 A:n ylivirta kestää yli 0,1 s. Kennossa 2.2 on otettu käyttöön molempien ylivirtaportaiden osalle lisäksi vielä kahden eri ryhmän asetelut. Käänteisaikatoimintoa ei ollut valittu käyttöön, koska uusia suojarileitä asennettaessa päädyttiin valitsemaan samat asetukset kuin aikaisemmissakin releissä. Siinä toiminta-aika riippuisi siitä kuinka paljon mitattu virta ylittää tunnistusasetuksen. Mitä suurempi vikavirta on,

sitä nopeammin toiminta tapahtuu. Releiltä saadaan luettua WOISiin sekä vaihevirratt että nollavirta, joka kertoo maasulkutilanteen ja vikasuunnan.

Kiskon nollajännitettä, U_0 , valvoo kennon 06 jännitesuojarele VAMP 55. Se on parametroitu laukaisemaan, mikäli U_0 eroaa vertailuarvostaan 20 % 3,0 s ajan.

Kennossa 07 sijaitsevan 35 MVA:n muuntajaa suojataan VAMP 265 erovirtareleellä, jonka asetteluportaan $\Delta I >$ voidaan asetella laukaisemaan sallien isompia erovirta-arvoja korkeammilla virroilla ennen laukaisua (**Kuva 2**). Kojestolle 2B on myös asennettu VAMP 221 -valokaarisuojausyksikkö, joka koostuu jokaiseen kennoon asennetusta valoanturista, muutamasta keskittimestä ja keskusyksiköstä. Sen laukeamisen ehtona ovat valoanturin havahtuminen kirkkaasta välähdyksestä sekä ylivirta.

Relevalmistajan sivuilta ladatun tietokoneeseen asennettavan Vampset-käyttöliittymän avulla oli mahdollista määritellä ja lukea kunkin releen asettelutiedot sekä tutkia mitä ominaisuuksia releiltä oli valittu käyttöön.



Kuva 2. Kennossa 07 suojaavat VAMP 52 ja VAMP 265 –suojareleet.

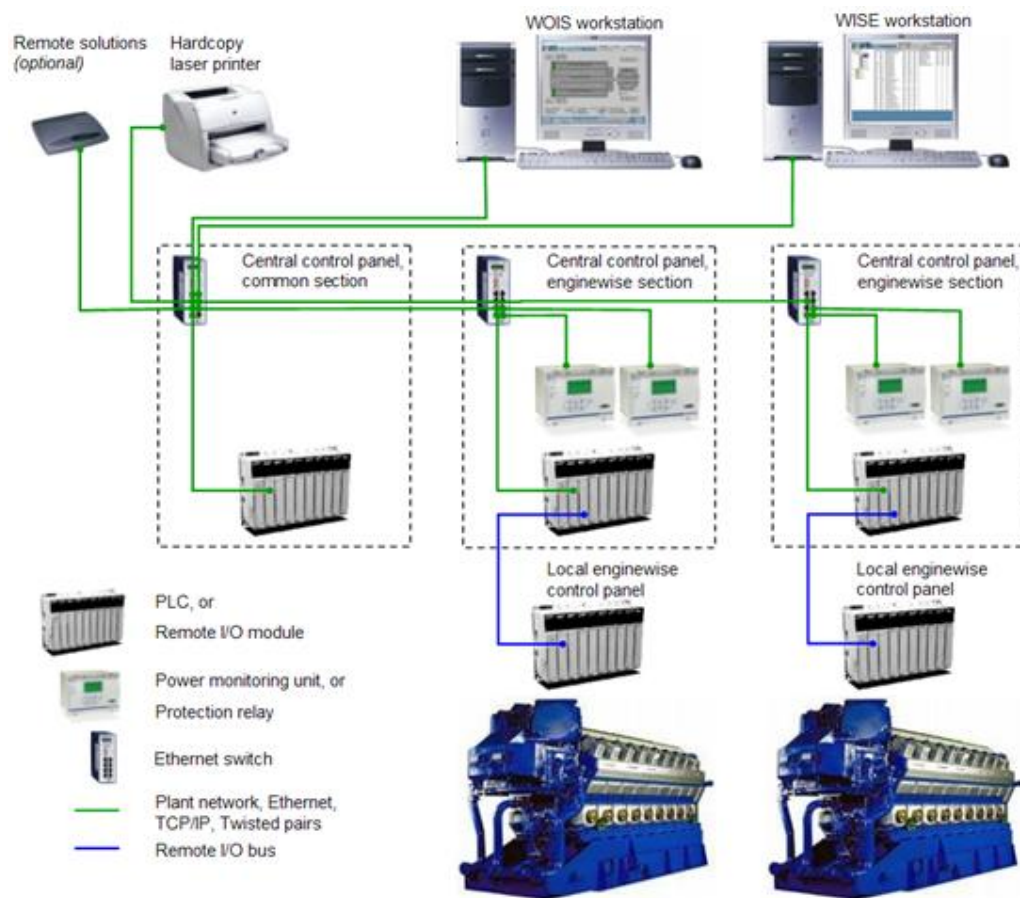
3 WOIS-KÄYTÖNVALVONTAJÄRJESTELMÄ

3.1 Voimalaitoskäytössä – yleistä

WOIS (Wärtsilä Operator's Interface System) sovellusohjelmistoa eli operaattorin käyttöliittymäjärjestelmää voidaan verrata yleisesti automaatiokäytössä olevaan HMI:hin (Human-Machine-Interface) joka toimii rajapintana ihmisen ja järjestelmän välillä tai SCADAan (Supervisory Control and Data Acquisition), valvonta- ja tiedonkeruujärjestelmään, jolla monitoroidaan voimalaitoksen keskeisintä dataa. Tietojen visualisointi helpottaa operaattorin työtä. WOISia käytetään moottoreiden ja apujärjestelmien monitoroinnissa, mutta toimintojen ohjaus tapahtuu pääosin kojetauluilta.

WOISin graafinen käyttöliittymä koostuu hierarkisesti eri tasoille viedyistä prosessin osista tilatietoa kuvaavina valvomonäyttöinä. Päänäytöllä esitetään voimalaitoksen tärkein tilatieto. Prosessinäytöt ovat graafisia kuvia mittausarvoista sekä statusinformaatiota voimalaitoksen järjestelmistä. Niissä esitetään voimalaitokseen liittyviä toimintoja yhteisten järjestelmien sekä yksittäisten generaattorikoneikkojen eli moottori- ja generaattoriyhdistelmien osalta. Niiden esitystapa on hieman yksinkertaistetumpi versio oikeista piirustuksista. Jokaisesta analogia-arvosta on saatavilla trendinäyttö, josta arvokäyrät ovat visuaalisesti helpommin tulkittavissa. Voimalaitoksella tapahtuvat hälytykset kirjautuvat hälytyslistalle.

WOIS-työasema on yhteydessä valvontajärjestelmään laitoksen tietoverkon välityksellä. WISE-työasema (Wärtsilä Information System Environment) toimii järjestelmän raportointialustana. Se laskee WOISista saamiensa prosessiarvojen perusteella mm. generaattorikoneikon (moottori, generaattori ja niiden apujärjestelmät) tuotantoaineistoa. Kuvassa 3 on esitetty tyypillinen voimalaitoksen valvontajärjestelmän rakenne. /2/



Kuva 3. Tyypillinen voimalaitoksen valvontajärjestelmän rakenne /2/

3.2 Valvonta moottorilaboratoriossa

Kuten voimalaitoksissa, myös moottorilaboratoriossa järjestelmän tilaa täytyy pystyä valvomaan ja siellä tapahtuvista toiminnoista ja mittauksista on saatava tietoa. Voimalaitoksiin verrattuna moottorilaboratorion testimoottoreilta saatava mittaustieto analysointia ja kehitystyötä varten on oltava paljon tarkempaa. Sen vuoksi niiden tarkkailua ja mittauksia varten on hankittu oma räätälöity moottorikäyttöjen valvontajärjestelmä, Labtool. Sillä mittaustieto saadaan aikaperusteisesti 1 s syklistä, kun voimalaitoksille tarpeellinen mittausaikaväli konfiguroidaan määräytymään ensisijaisesti mittausarvojen muutoksen perusteella ja vasta toissijaisesti aikaperusteisesti. Labtoolin mittaukset myös tallentuvat tietokantaan, josta ne myöhemmin tarvittaessa löytyvät. Labtoolin kattaessa täysin testimoottoreiden valvontatarpeen vaatimukset, voitiin rakennuksen muille järjestelmille luoda oma valvontajärjestelmänsä.

Kokonaisen voimalaitoksen käyttöön suunniteltua WOISia ei siis tässä tapauksessa kannattanut ottaa käyttöön sellaisenaan, joten siitä oli muokattava käyttöön vain se osa, jonka katsottiin olevan tarkoitukseen sopiva. Modulaarisesti rakennetun näyttökategoriansa ansiosta WOISista voitiin valita käyttöön ainoastaan sähköjärjestelmät, joiden osalta laboratoriorakennuksessa ei aikaisempaa käytönvalvontajärjestelmää ollut käytössä.

4 ESITUTKINTA

4.1 Laboratorion automaatiojärjestelmät

Laboratorion automaatiojärjestelmä on rakennettu kuljettamaan prosessitietoa sekä sarjaliikenne- että ethernetväylää pitkin. Testimoottoreilta tarvitaan paljon erilaista mittaus- ja tilatietoa sekä analogia- että digitaaliarvoina. Niiden sekä muiden apujärjestelmien toimintaa kyetään valvomaan ja ohjaamaan automaation avulla. Moottorin omille ohjausjärjestelmille ja ulkoisille mittausjärjestelmille on rakennettu niille parhaiten sopiva automaatoratkaisunsa.

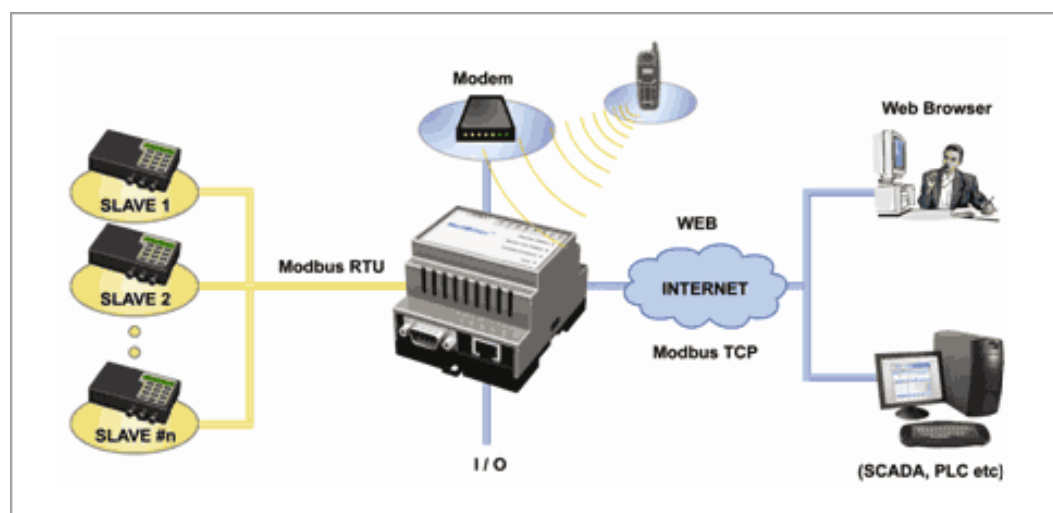
Moottorin oma automaatiojärjestelmä, UNIC, pitää huolen moottorin sisäisistä ohjauksista sekä turvallisuudesta. Moottorin ulkoisten apujärjestelmien ohjaamista ja valvontaa varten on olemassa konekohtainen PLC eli oma ohjelmoitava logiikka. Järjestelmä hoitaa mittaukset ja valvonnan mm. moottorien esivoitelupumppujen, esilämmityksen ja polttoainevaa'an osalta. Se ohjaa myös muita järjestelmiä, kuten moottorikäynnistintä, sähköistä venttiilinojausjärjestelmää, taajuusmuuttajilla ohjattavia säätäjiä ja venttiilejä. Sen lisäksi että sillä voidaan sekä valvoa generaattorin lämpötilaa että mitata sen tehoa tehonvalvontayksikön (PMU) avulla, se kommunikoi automaattisen jännitesäätimen (AVR) ja suoja-alueiden kanssa. Jokaisella moottorilla on oma valvontayksikkönsä.

Moottoreiden käyttämiä yhteisiä järjestelmiä varten tarvittava yhteinen PLC on jaettu kahteen erilliseen PLC-järjestelmään: Common PLC ja Bunkkeri PLC. Ratkaisu katsottiin järkeväksi liian pitkän kaapelointimatkan ja massiivisen I/O-määrän vuoksi. Yhteisten sähköjärjestelmien PLC (Common PLC), hoitaa sellaiset yhteyssignaalit, jotka yhdestä anturitiedosta lähetetään kaikille, mm. ilmanpaine-, -kosteus- ja ulkolämpötila-arvot. Se hoitaa myös vastusohjauskäskyt, joilla generaattorin virtaa muuttamalla saadaan testattua moottoreita eri kuormilla.

Bunkkeri PLC:n avulla ohjataan kellarijärjestelmiä, mm. polttoaine-, merivesijäähdytys-, käynnistysilma- ja lämmitysjärjestelmiä. Se ohjaa myös mm. lämmöntalteenottojärjestelmää, jonka avulla isokokaisen moottorin korkealämpötilainen jäähdytysvesi käytetään lämmönvaihtimen kautta hyödyksi moottoreiden esilämmitykseen, tankkien lämpötilan ylläpitoon ja voiteluöljyn lämmittämiseen.

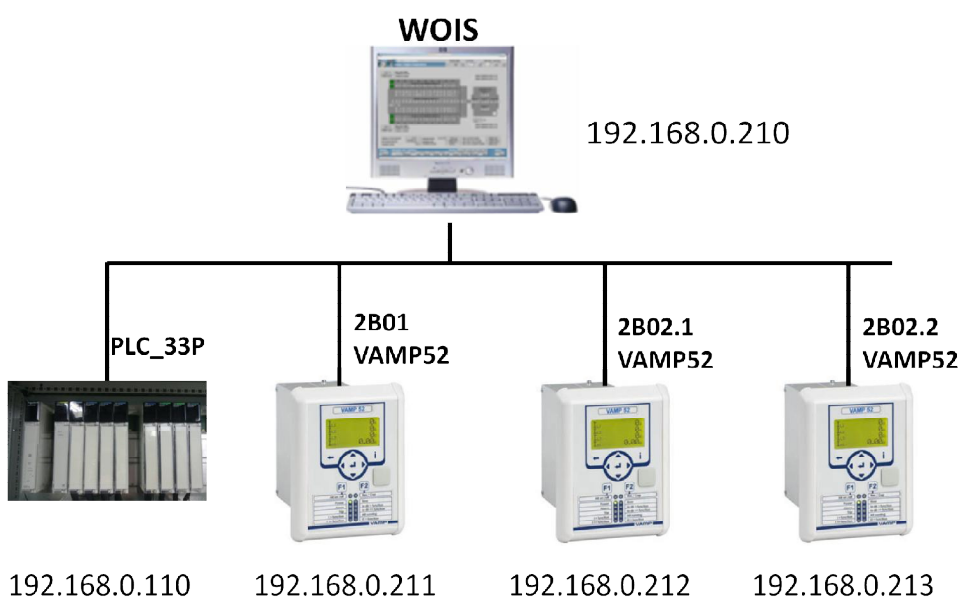
4.1.1 Tiedonsiirtoväylä

Laboratorion tiedonsiirtoväylänä toimii Modbus TCP/IP, joka on Modiconin (nykyään Schneider Electric) v.1974 julkaisemasta sarjaliikenneprotokollasta (protokolla = yhteyskäytäntö) kehitetty ethernet-versio sen omalle logiikalle. Laboratorion tietoverkosto koostuu osittain vielä myös sarjaliikenneväyläpohjaisesta Modbus RTU:sta, mutta sitä ollaan vähitellen vaihtamassa ethernetversioon, jota on 90-luvun loppupuolelta saakka pääasiassa jo asennettukin. Modbus-protokolla on laajalti käytössä teollisuuslaitosten valvontajärjestelmissä. Teollisuuslaitosten etäpisteissä verkkoon liitettyjen laitteiden on mahdollista vaihtaa viestejä prosessien valvontaan ja seuraamiseen liittyen. Kuvassa 4 on esitetty periaatekuva tietoverkon rakenteesta. /3/



Kuva 4. Periaatekuva tietoverkon rakenteesta /4/

Jokaiselle Modbus TCP/IP -protokollan väylään liitettylle laitteelle annetaan yksilöllinen osoite. Jokainen laite voi sekä lähettää toiselle laitteelle dataa että kysyä sitä. Viestin sisään koodautuu vastaanottavan laitteen modbus-osoite, joten vain se laite, jolle dataa lähetetään, voi vastaanottaa viestin, muut eivät sitä näe. Kuvassa 5 on esitetty esimerkki tässä työssä käytettävien laitteiden osoitemäärittelystä ja taulukkoon 2 on listattu kaikki IP-osoitteet.



Kuva 5. Esimerkki laiteosoitteiden määrittelystä tässä projektissa

Taulukko 2. Laitteille määritellyt IP-osoitteet

Laite	IP-osoite
WOIS	192.168.0.210
PLC_33P	192.168.0.110
2B 01 VAMP 52	192.168.0.211
2B 02.1 VAMP 52	192.168.0.212
2B 02.2 VAMP 52	192.168.0.213
2B 03 VAMP 52	192.168.0.214
2B 04 VAMP 52	192.168.0.215
2B 05 VAMP 52	192.168.0.216
2B 07 VAMP 52	192.168.0.217
2B 06 VAMP 55	192.168.0.218
2B 01 VAMP 221	192.168.0.219
2B 01 VAMP 260	192.168.0.220
2B 07 VAMP 265	192.168.0.221

4.1.2 PLC-kokoonpano

Laboratorion automaatiojärjestelmän ohjelmoitava logiikka on suureksi osaksi rakennettu Schneiderin Modicon Quantum 140 –sarjan korttikomponenteista. Yksittäinen PLC-kokoonpano sisältää CPS:n ja CPU:n lisäksi ethernet-kommunikointimoduuli NOE:n sekä tarvittavan määrän digitaali- ja analogia-I/O-kortteja. Modiconin logiikkoja voidaan ohjelmoida joko Concept- tai Unity-ohjelmointiohjelmilla. Tässä projektissa tullaan käyttämään kuvan 6 mukaista PLC-kokoonpanoa. Kuvasta puuttuu CPU.



Kuva 6. PLC-kehikon kokoonpano

4.2 Kojeiston hälytykset ja laukaisutapahtumat

Laboratoriorakennuksen 2B-kojeiston seitsemässä eri kennossa sijaitsevien kojeiden virhetilanteista johtuvat hälytykset on alun perin johdotettu siirtymään YIT:n hallinnoimaan VAKiin, joka ei sijaitse moottorilaboratorion tiloissa. Hälytykset katkaisijoiden laukaisutapahtumista mm. ylivirran vuoksi ei kuitenkaan olleet sinne siirtyneet. Vikatilanteen sattuessa sen syy on selvitetty kojeiston kennon ovesta löytyvältä kennoterminaalin mimiikkanäytöltä.

4.2.1 Kojeiden tila- ja tapahtumatiedot sekä suoja-releiden mittaukset

Tärkeimmistä kojeistolla tapahtuvista hälytys- ja laukaisutilanteista sekä kojeiden tilatiedoista koottiin lista, jonka pohjalta päädyttiin suunnittelemaan WOISiin tarjolle tulevaa informaatiokokonaisuutta. Listalle kertyi lähes 80 eri tapahtumaa, jotka tulitisiin saattamaan valvontajärjestelmän piiriin. Näistä noin 30 tulee näkymään valvomoruudulla tilatietona ja loput hälytyksenä tai laukaisuna sekä hälytyksenä.

Yhdeltä kennolta saatavien signaalien kirjo sisältää sekä erottimen että katkaisijan auki- ja kiinni-asentojen tilatiedot sekä katkaisijan laukaisuhälytykset, joko ylivirran tai suunnatun maasulun vuoksi. Kennon ohjausjännitteen sulakkeen laukeamisesta tai kennon suoja-releen tilaa kuvastavasta sisäisestä releviasta aiheutuvat hälytykset tulevat myös näkymään valvomonäytöllä.

Muuntajan hälytystiedot haluttiin visualisoida niiden kennojen osalta, joissa sellainen on. Kytkin reagoi käämin tai öljyn lämpötilan nousuun ja aiheuttaa hälytyksen. Kaasureleen (Buchholz rele) toiminta perustuu muuntajan rajusta lämpenemisestä johtuvasta öljyn kaasuuntumisesta, joka kerääntyessään kaasureleeseen aiheuttaa syöttävän katkaisijan laukaisun. Myös öljynpinnan ala- tai ylärajan ylityksistä aiheutuvat hälytykset lisättiin listalle.

Näistä tapahtumista syntyneet binäärisignaalit päädyttiin johdottamaan kojeiden apukoskettimilta PLC:n I/O-korteille Jamak-instrumentointikaapelilla.

Kojeistolta tuotavien tila- ja hälytystietojen lisäksi päädyttiin tuomaan valvomonäytölle mittaus tietoja VAMP-suojareleiltä. Suojareleisiin tarjolla olevista integroitavista lisämoduuleista oli tämän kojeiston osalta valittu käyttöön ethernet-kommunikointiliitynnät, joiden kautta mittaus tiedot saadaan päätymään WOISiin.

Kaikki tilat, tapahtumat ja hälytykset sekä releiltä otettava mittausdata, joka päädyttiin tuomaan WOISille, on listattu liitteeseen 2.

5 SUUNNITTELU

5.1 Projektin hallinta

Projektin yksinkertaisimpina tunnusmerkkeinä pidetään yleensä selkeiden alun ja lopun määrittämissä, aikataulutusta, henkilöstön resursointia sekä budjetointia. Projektin toteuttamista varten tavataan määrittellä projektiorganisaatio, johon kuuluvat projektin omistaja, joka vastaa hyötyjen toteutumisesta sekä ohjausryhmä, joka koostuu projektin vetäjästä sekä tilaajan ja toimittajien edustajista. Ohjausryhmä hyväksyy tehdyt suunnitelmat, valvoo etenemistä, tekee päätökset, tukee tarvittaessa ja vastaa kokonaisuunnistumisesta. Projektiryhmä toimii projektin vetäjän johdolla suunnittelijana ja toteuttajana. /6/

Päätös WOIS-käytönvalvontajärjestelmän toteuttamisprojektista laboratorion keskijännitekojeistolle oli tehty jo vuonna 2010, jolloin se nostettiin laboratorion kiinteistöä hallinnoivan Plant-osaston tehtävälisalle. Siten projektin omistajaksi määräytyi Plant-osaston esimies. Hanketta varten laskettu kustannusarvio sisällytettiin kiinteistön automaatiojärjestelmien päivitysohjelmaan. Tehtävälle ei sillä hetkellä kyetty osoittamaan sopivia resursseja, joten se täytyi siirtää toteutettavaksi myöhemmin. Syksyllä 2012 päädyttiin toteuttamaan projekti opinnäytetyönä, jolloin projektin vetovastuu siirtyi opinnäytetyön tekijälle.

Projektiorganisaatiossa projektin ohjausryhmä muodostui moottorilaboratorion sähkö- ja automaatiojärjestelmien vastuuhenkilöistä sekä yrityksessä toimivan opinnäytetyön ohjaajasta. Sama ryhmä tulee osittain toimimaan samalla myös projektin loppukäyttäjänä. Projektiryhmää ei tälle projektille luotu, koska varsinaisen työn suorittaminen yhdistyi sopivasti opinnäytetyön tekijän työharjoittelujaksolle. 20 kV:n kojeistolla tarvittavat muutos- ja kytkentätyöt hoidettiin osaston ammattilaisten toimesta.

5.1.1 Gateway projektin hallinnassa

Wärtsilässä projektien hallintaa varten on budjetointi- ja kustannuseurantajärjestelmän lisäksi otettu käyttöön suunnittelua ja etenemisen seuraamista helpottavia työkaluja. Projektinhallinnassa pyritään toteuttamaan Gateway-ohjelmaa, joka koostuu tapa toimia –mallista (80 %) sekä Clarity-työkalusta (20 %), jolla sitä hallinnoidaan. Toimintamallissa projektin kulku on jaoteltu ennalta määriteltyihin osioihin. Jokaisen osion päätteeksi projektipäällikkö ja projektiryhmä tarkistavat projektin tilan ja toteutumisen sekä päättävät jatkosta. Näitä välietappeja kutsutaankin päätöksentekopisteiksi, joissa projekti voidaan: a) siirtää seuraavaan vaiheeseen, b) lopettaa c) palauttaa edelliseen vaiheeseen tarkennettavaksi. Englanninkielinen nimi Gateway kuvaakin taitavasti kaikenlaisille projekteille sopivaa projektipolkua, jota seurataan viiden eri tarkistuspisteen avulla:

- 1) G0, projektin aloitus
- 2) G1, suunnittelun aloitus
- 3) G2, suorittamisen aloitus
- 4) G3, valmis työ luovutettavaksi
- 5) G4, projektin päätös.

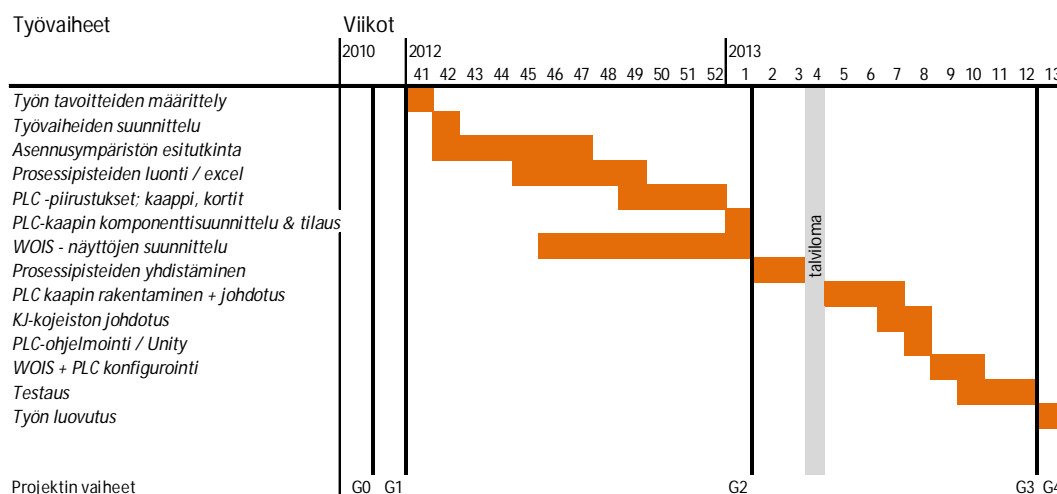
Mallin numeroiduissa päätöksentekopisteissä G tarkoittaa englanninkielistä sanaa Gate eli portti. /7/

5.1.2 WOIS-projektin aikataulusuunnitelma

Tämän projektin G0 eli ensimmäinen tarkistuspiste toteutui jo vuonna 2010 kun tehtiin päätös, että WOIS tulisi ottaa käyttöön kaikissa Wärtsilän tuotantoprosesseissa. Resurssien puutteen vuoksi projekti jätettiin pisteeseen G0. Päätös projektin aloittamisesta saatiin toteutetuksi vasta syksyllä 2012, jolloin päätös tämän lopputyön aiheesta tehtiin. Samalla sille saatiin luotua projektiorganisaatio. Suunnittelun aloitus eli G1 saatiin sovittua samaan aikaan. Suunnitteluvaiheen jälkeen päästiin siirtymään portille G2, jolloin projektin toteuttaminen alkoi.

Tämän projektin oli suunniteltu olevan valmis, eli G3 saavutettaisiin maaliskuun puoleen väliin mennessä, että lopputyö valmistuisi hyvissä ajoin ennen toukokuuta. Viimeisessä vaiheessa G4 tarkistettaisiin, että lopputulos vastaa tavoitteita ja onnistuneessa tapauksessa kuitattaisiin projekti päättyneeksi. Kuvassa 7 on esitetty excel-toteutus projektin aikataulusta Gantt-kaavion avulla. Clarity-projektinsuunnittelutyökalulla ei tämän projektin suunnittelussa olisi saavutettu mitään etua, johtuen pienestä resurssitarpeesta sekä melko yksiviivaisesta etenemismallista.

Projekti WOIS-käytönvalvontajärjestelmän toteuttaminen laboratorioympäristöön



Kuva 7. Gantt-kaavio projektin aikataulusuunnitelmasta

5.2 InTouch WOISin valvomonäyttöjen luomisessa

WOISin hierarkisesti rakennettu valvomonäyttökokoelma eri prosessien osista ja niiden tiloista on piirretty Wonderwaren vuonna 1987 kehittämän InTouch-sovelluksen WindowMaker-kehitysympäristössä. Prosessien tarkkailussa käytetään saman sovelluksen runtime- eli käyttöympäristöä, WindowVieweriä. InTouchilla oli helppo muokata WOISin kehitystiimin suunnittelemaan kokonaisuuteen sisällytetyjä sivuja tai lisätä tarpeen mukaan uusia.

InTouch WindowMakerin käyttöä helpottaa graafisen käyttöliittymän (GUI = graphical user interface) standardipiirteet, kuten hiiren oikean näppäimen takaa löytyvät toiminnot tai valikoiden siirtäminen kelluvaksi tai kiinteäksi. Windowsista tutut kuvakkeet yhdistettynä AutoCADin piirteitä omaavaan näyttöön sekä ohjatut toiminnot auttavat myös sovelluksen käyttämistä. Yksinkertaisten objektien, kuten viivanpiirron, tekstin tai painonappien lisäksi InTouchilla onnistuu monimutkaisempien objektien, kuten trendien ja symbolien luominen. /8/

5.2.1 Prosessipisteiden tietokanta (Tagname Dictionary)

InTouchin keskeinen osa on käyttöympäristön tietokanta, joka on nimeltään Tagname Dictionary eli prosessipisteiden tietokantahakemisto. Sen avulla käyttöympäristölle listataan muuttujat, joilla on yksilöity nimi ja joiden tyyppi on tarkoin määritelty. Muuttujalle tallennetaan kaikki siihen liittyvä tärkeä informaatio, jolla InTouch kykenee käsittelemään saamansa arvon käyttökelpoiseen muotoon. Mekanismina tässä toimii prosessipisteiden tietokantahakemisto.

InTouchin ominaisuudet mahdollistavat prosessipisteiden tuomisen tekstimuodossa excel-tiedostona tietokantaan. Näin prosessipisteet ja ominaisuudet voidaan luoda valmiiksi taulukkomuotoon, josta ne saadaan DBLoad-komennolla tietokannaksi. Myös InTouchin tietokannassa olevat prosessipisteet saadaan samassa muodossa tulostettua DBDump-komennolla esim. tallennettavaksi tai siirrettäväksi toisen InTouch-sovelluksen käyttöön. /8/

5.2.2 WOISin prosessipisteiden luonti

Tässä työssä käytettiin excel-listausta prosessipisteiden luomiseen. Tietokantaa varten tarpeellisen tiedon lisäksi taulukkoa käytettiin myös muuhun yksittäiseen signaaliin liittyvän informaation tallentamiseen. Exceliin luodun makron avulla taulukon yksittäiset solut asettuivat InTouchin tietokantaan oikeille muistialueilleen.

Prosessipisteen nimeä suunnitellessa tuli ottaa huomioon, että sen pituus sai olla maksimissaan 32 merkkiä ja sisältää pienten ja isojen kirjainten (a-z, A-Z) lisäksi vain tiettyjä erikoismerkkejä, mutta ensimmäiseksi merkiksi kelpasi vain kirjain. Voimalaitosten käyttöön suunnitellut prosessipisteiden nimet tapaavat olla huomattavan pitkiä, jotta yksittäisen signaalin nimeen saataisiin sisällytettyä mahdollisimman yksilöivä ja sitä kuvaava tieto. Moottorilaboratorion tapauksessa tarvittavien signaalien määrä sen sijaan oli sen verran vähäisempi, että nimestä saatiin tarpeeksi kuvaava hieman lyhyemmälläkin merkkijonolla.

Prosessipiste koostettiin eri osioista, joiden perusteella voitaisiin jälkikäteenkin päätellä signaalin aiheutuminen. Nimen alkuosa määriteltiin siten, että sen perusteella olisi mahdollista päätellä signaalin sijainti. Sen ensimmäinen osa muodostuu kirjaimesta E, jonka perusteella voi päätellä kyseessä olevan sähköjärjestelmä = electrical. Toisen osan merkintä, 2B, viittaa kojeiston nimeen. Kolmannen osan 3-numeroisen luvun suunniteltiin kuvaavan kyseessä olevaa kennoa, eli esim. 010 tarkoittaisi 01 liittymää. Liittymien numerointi valittiin kolmenumeroiseksi siitä syystä, että liittymät 2.1 ja 2.2 voitiin määrittellä saman logiikan mukaisesti: 021 ja 022.

Seuraavat osat nimestä kuvaavat signaalin syytä: Neljännen osan merkit määräytyivät kojetyypin perusteella. Mikäli kyseessä oli katkaisija, se kirjattiin koodilla Q00, erotinta merkittiin Q01:llä ja eri releet erotettiin toisistaan koodein K001–K042. Prosessipisteen nimen hännäksi päädyttiin liittämään lyhenne signaalin ominaisuuden perusteella. Esimerkiksi auki olevan katkaisijan prosessipisteen nimen loppuosaksi muodostui kirjainyhdistelmä OPN (open) ja kiinni olevalle CLO (closed).

Releeltä tuotujen mittausarvojen osalta merkin loppuosaan tarvittiin yksi tarkentava osa lisää. Nimen loppuosaksi tuli sekä tarkennus mistä mittaustieto oli otettu, esim. IL1 (vaiheen 1 virta), sekä merkintä PV (process value), joka kertoo kyseessä olevan mittausarvo. Releen laukaisuun liittyvät prosessipisteiden nimet päättyvät IEEE-standardin mukaisesti määriteltyyn syykoodiin, esim. ylivirralla 50, maasulussa 50N ja suunnatulla maasululla 67N.

1. Esimerkissä avataan prosessipisteen nimeä, jonka signaali kertoo, että kojeistossa 2B, kennon 01 sulake F001 on lauennut ja aiheuttanut hälytyksen. 2. Esimerkki kertoo saman kojeiston samassa kennossa mitatusta 1-vaiheen virta-arvosta, kts. taulukot 3 ja 4.

Taulukko 3. Esimerkki 1, prosessipiste E2B010F001ALI

Merkin osa	Signaalin osoite
E	electrical, sähköjärjestelmät
2B	kojeiston nimi
010	kennon numero
F001	sulake
ALI	hälytyksen indikointi (<i>alarm indication</i>)

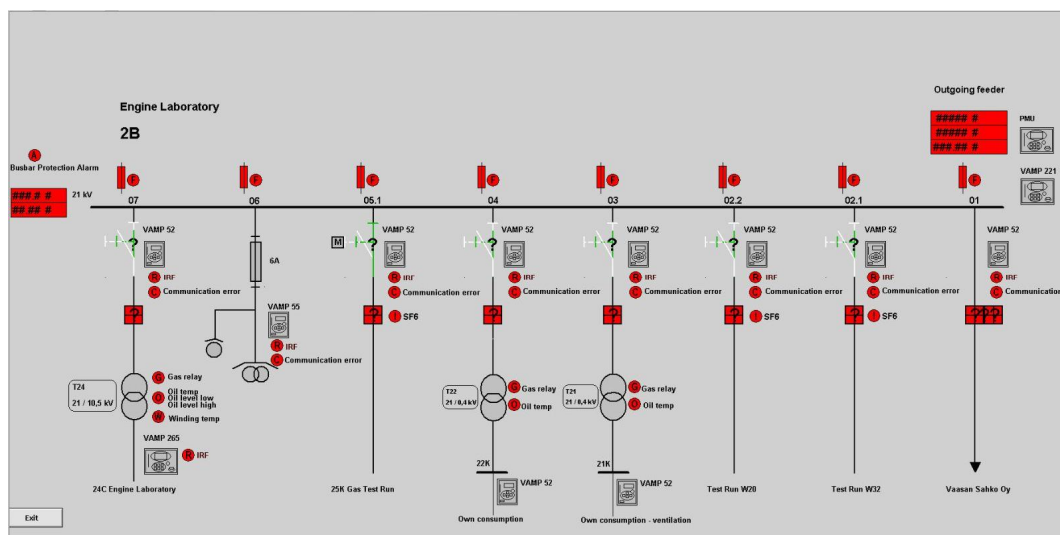
Taulukko 4. Esimerkki 2, prosessipiste E2B010K001IL1PV

Merkin osa	Signaalin osoite
E	electrical, sähköjärjestelmät
2B	kojeiston nimi
010	kennon numero
K001	suojarele
IL1	virta vaiheessa 1
PV	mittausarvo (process value)

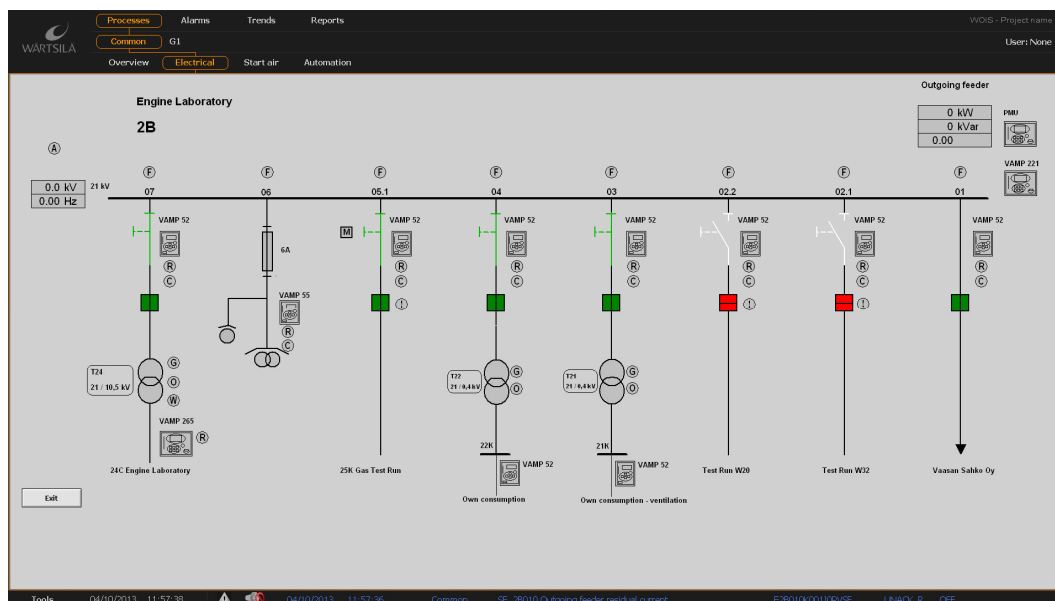
Prosessipisteiden excel-listausta kerättiin kahdelle eri välilehdelle. Ensimmäiselle välilehdelle listattiin kaikki ne binäärisignaalit, jotka johdotettaisiin kojeistolta kärkeä tietona logiikalle. Toiselle lehdelle erotettiin ne signaalit ja mittausarvot, jotka saataisiin tuotua suojareleiltä ethernet-väylää pitkin logiikan kautta WOISin valvomonäytölle.

5.2.3 Valvomonäyttöjen toteutus

WOISin monisivuisesta valvomonäyttögalleriasta lohkaistun sähköjärjestelmätösin päänäytöksi luotiin yleisnäkymä, johon piirrettiin moottorilaboratorion tämänhetkiset kojeistot sisältäen liittymät päälaitteistoihin. Tarkempaa tutkintaa varten ruudulta klikkaamalla pääsee seuraavalle tasolle, 2B-kojeistoa kuvaavalle tilanäytölle. Ohjelman yläpalkista löytyy myös painikkeet navigointia varten. Sen rakennetta tuli tosin hieman muokata moottorilaboratorion näyttöjen mukaiseksi. Kyseisen kojeiston valvomonäytön suunnittelussa jätettiin WOIS-järjestelmän sähköjärjestelmät-pohja taustalle ja muokattiin siihen 2B-kojeiston sähkökuvien mukaiset liittymät toimintoihin. Sähköjärjestelmää kuvaavat valvomonäytöt WindowMaker- ja WindowViewer-tiloissa ovat näkyvillä kuvissa 8 ja 9.



Kuva 8. Kojesto 2B:n valvomonäyttö InTouchin WindowMaker-näkymänä.



Kuva 9. Kojeiston 2B valvomönäyttö WOISissa WindowViewer-tilassa.

WOISin kehitystiimin ansiosta sovelluksessa oli monien valmiiden graafisten objektien lisäksi tarjolla oma symbolivalikoima, joka oli koottu voimalaitoksessa yleisimmin käytetyistä kojeista. Symbolivalikosta löytyi mm. laboratorion sähköjärjestelmiin asennettujen VAMP-suojareleiden aihioita, joista pienin muutoksin sai askarrelltua valvomön näytölle oikeanmallisen suojareleen, oikeine ominaisuuksineen. Kaikkien releiltä saatavien mittaustietojen liittäminen pop-up-ikkunaan oli liitettävä ruudulle epäsuorien prosessipisteiden avulla.

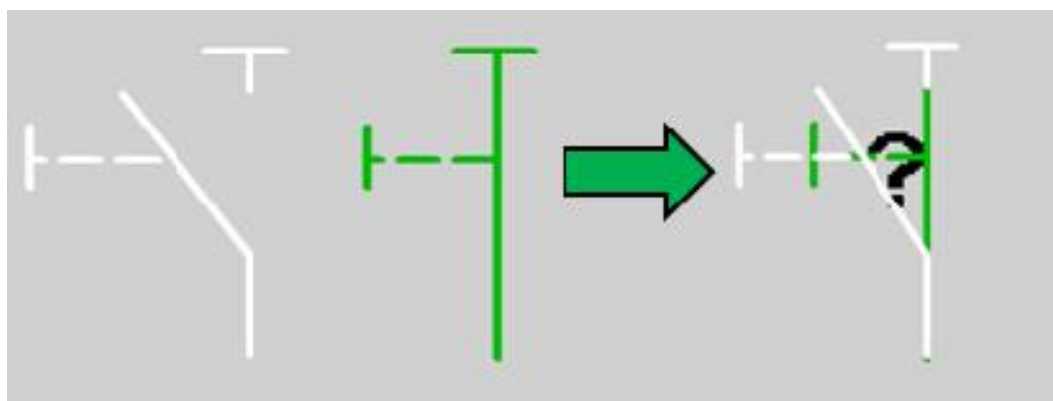
WOISin valmiista prosessikuvista tuli huomioitua laboratorion kojeistolla olevan hieman erilaisen rakenteen kuin voimalaitosten käyttöön suunnitelluilla sähköjärjestelmillä. Laboratorion 2B-kojeiston kennoissa, yhtä lukuunottamatta, oli katkaisija ja veitsierottimet, kun taas voimalaitosten kojeistolle oli piirretty vaunukatkaisijat. WOISin sähköjärjestelmiä varten luodut valmiit vaunukatkaisijasymbolit kokonaisuudessaan tulivat täten tarpeettomiksi muiden paitsi kennon 01 osalta. Muihin kennoihin voitiin kuitenkin valmista vaunukatkaisijasymbolia hyödyntää katkaisijan osalta. Myös työmaadoituskytkin-tila piti poistaa valmiista symbolista, koska laboratorion työmaadoitus tapahtuu siirrettävillä välineillä.

Valmiiseen symboliin rakennetun ohjaava toiminto -valikon avulla sai erottimeen liittyvät ominaisuudet rajattua pois, joten symboliin saatiin jäämään pelkkä katkaisijan ominaisuus.



Kuva 10. Symbolimalli WOISin tarjoamasta valmiista vaunukatkaisijasta sekä wizard-valikosta.

Loppukäyttäjien ehdotuksesta erotinta kuvaava merkki päädyttiin piirtämään mahdollisimman samanmuotoiseksi kuin AutoCAD-kuvissa. Auki olevan merkin valkoinen väri piirrettiin kuvaamaan jännitteettömyyttä, kun taas erottimen ollessa kiinni ja virran kulkiessa sen läpi, väri muuttuisi vihreäksi. Erotin piirrettiin aivan yksinkertaisen viivapiirrostyökalun avulla sekä auki- että kiinnolevana. Kumpikin tila tallennettiin omiksi symboleikseen (**Kuva 11.**) ja tilaa kuvastava prosessipiste liitettiin kuvan asetuksiin (**Kuva 12.**). Kuvat asetettiin päällekkäin ja liitettiin yhteiseksi soluksi, koska vain jompikumpi tila olisi kerrallaan aktiivinen ja vain se symboli näkyvillä. Kysymysmerkki on näkyvillä silloin, kun kumpikaan tiloista ei ole voimassa.



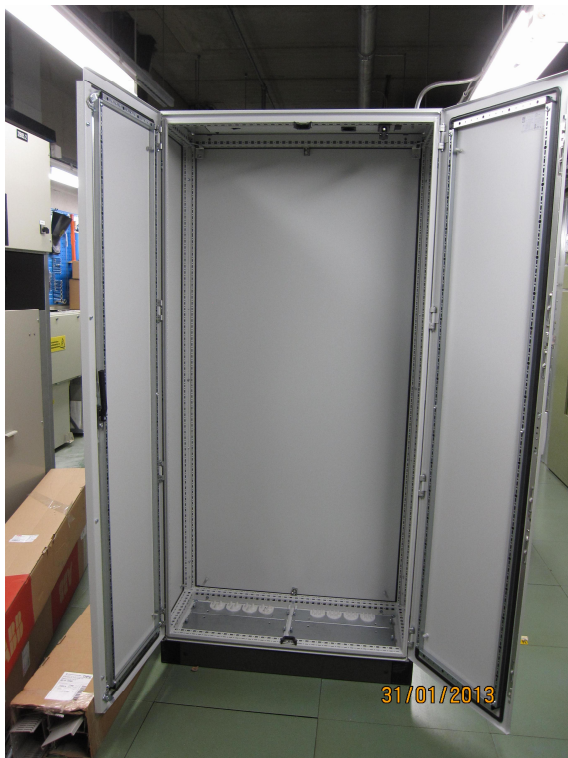
Kuva 11. Erottimen auki- ja kiinnisymbolit sekä molemmat yhdistettynä soluksi.

Substitute Tagnames...		1 of 2
Current Name:	Required Type	New Name:
E2B070Q03CLO	Discrete	<input type="text" value="E2B070Q03CLO"/>
E2B070Q03OPN	Discrete	<input type="text" value="E2B070Q03OPN"/>

Kuva 12. Esimerkki erottimen määritelmästä.

5.3 PLC-kaappi

Logiikalle tarvittavalle PLC-kaapille piti löytää sopiva paikka kojeistotilasta mahdollisimman lähelle kyseistä 2B-kojeistoa. Se päädyttiin sijoittamaan kaapeloitavaa kojeistoa vastapäätä helpottamaan kaapelointityötä sekä säästämään kaapelikustannuksia. PLC-kaappi ja sitä varten tarvittavat komponentit tilattiin olemassaolevien kanavien kautta valmiiden ostosopimusten määrittämänä. Kaapin osat tilattiin Rittal Oy:ltä tarkkojen mittatietojen ja tuotenumeroiden avulla, jotka löytyivät helposti toimittajan nettisivuilta. Se toimitettiin ja rakennettiin paikoilleen toimittajan toimesta (**Kuva 13.**).



Kuva 13. PLC-kaappi koottuna

5.3.1 Tarvittavat I/O-kortit

Kojeiston sähköpiirustuksia tutkimalla ja tilaajaa haastattelemalla selvisi tarvittavan PLC:n kokoonpano. Pääosa kojeiston tilatietosignaaleista poimitaan kärkitietona apukoskettimilta ja toimitetaan johtimia pitkin logiikan DI-kortille (digital input). Näille signaaleille laskettiin tarvittavan yhteensä 4 kpl 32-kanavaista DI-korttia. Vaikka tässä projektissa ei ollutkaan suunniteltu kojeiston ohjaamista logiikan avulla, liitettiin PLC:lle yksi 32-kanavainen DO-kortti (digital output) lisämahdollisuutta varten.

Analogia-kanavia ei tässä vaiheessa myöskään tulla käyttämään, mutta silti PLC-kehikkoon johdotettiin jo valmiiksi kaksi 8-kanavaista AI-korttia (analog input) ja yksi 4-kanavainen AO-kortti (analog output). CPS:n ja CPU:n lisäksi tarvittiin NOE-ethernet-liityntäkortti väylän kautta releiltä haettavaa mittausdataa varten. Kuvassa 14 on johdotettuna kaikki I/O-kortit.



Kuva 14. PLC:n I/O-kortit johdotettuna kaapin riviliittimille

5.3.2 Kaapin muut komponentit

Kaappikoteloon asennettavien komponenttien kiinnitystä varten tarvittiin asennuskiskoa kaapin takaseinään. Kaapissa kulkevat kaapelit ja johtimet tuli asentaa siististi ja olla piilossa, joten tilattiin kaapelikourut suojineen. Muita logiikan asennuksessa tarvittavia komponentteja, mm. 1-, 2- ja 3-kerrosriviliittimiä, relepohjia ja niihin releitä sekä sulakepohjia ja sulakkeita tilattiin asennuskiskoihin kiinnitettäväksi.

ABB:n 4-napainen kuormankytkin tarvittiin palvelemaan 24 voltin tasavirralla toimivaa logiikkaa ja toinen kytkin 230 V vaihtojännitteellä kaapin valaistusta varten. VAMP-suojareleitä, logiikkaa ja ethernetväylää toisiaan yhdistämään, kaappiin tilattiin myös 16-porttinen ethernet-kytkin. VAMP265-suojareleeltä sarjakaapelia pitkin tulevan datan konvertointia ethernet-väylää varten, tarvittiin Moxa Mgate –muunnin. Kaappiin tarvittiin myös TE ja suojamaakisko PE, joiden kautta häiriövirrat johtuvat pois.

I/O-korttien johdotukseen laskettiin riittävän $0,75 \text{ mm}^2$ paksuinen johdin. Koska sitä pitkin kulkeva yksittäinen signaalivirta voisi olla maksimissaan 20 mA, kaikkien 24 signaalin yhteenlaskettu virta-arvokin olisi maksimissaan vain 0,48 A. Normaalisti $1,5 \text{ mm}^2$ kuparijohdin kestää 10 A:n virran. Johdinta arvioitiin tarvittavan n. 30 m.


5.3.3 AutoCAD-piirustukset

PLC-kaapin piirustuksille luotiin oma kansio nimeltä 33P moottorilaboratorion sähköosaston omalle verkkolevypalvelimelle, jonne muutkin automaatio- ja sähkökuvat on tallennettu. Osaston jokaisen uuden rakennettavan PLC:n nimi on muodostettu siten, että moottoreiden omat PLC:t seuraavat 200-sarjaa ja yleiset PLC:t 30-sarjaa. Järjestysnumerokseen tämä PLC sai numeron 33 ja nimessä P tarkoittaa paneelia eli PLC:n kehystä. Piirustusten numeroinnissa käytetään yleensä laboratorion omaa loogista standardia, jonka perusteella on mahdollista päätellä piirustuksen sisältö. Tämän työn kuvien nimeämisissä hyödynnettiin laboratoriossa valmiiksi käytössä olevaa mallia. Taulukossa 6 on avattu piirustusnumeron muodostamiseen liittyvää perustetta esimerkin avulla.

Taulukko 5. Piirustuksen numeron 8078 3V 9067 01 muodostuminen

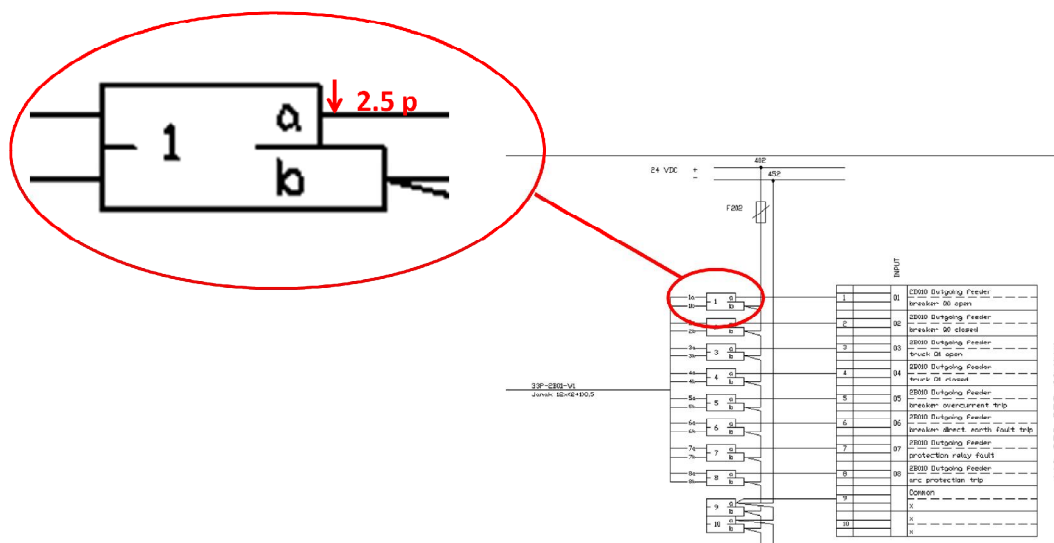
Numero	Selitys
80	rakennuksen tunniste
7	laboratorio
8	sähköpiirustus
3	piirustuksen koko 3A
V	Vaasa
9	automaatiojärjestelmä
0	-
67	piirustussarjan järjestysnumero (tässä 67)
01	kuvan sisältö

AutoCAD-kuviin tuli myös merkitä tarkoin oikean alareunan tunnisteikkään tietoja piirustuksesta. Kuvassa 15. on esimerkki tässä työssä käytetystä tunnisteikkäänstä.

	BUILDING ACT LAD		DRAWING ART Wiring Diagram	
	NAME AND ADDRESS Wärtsilä Finland Oy Järvikatu 2-4 PowerTech		CONTENT OF DRAWING Modicon MV Switchgear unit 33P 2B 010 - 070 LAYOUT	
DIR: T:\ELLAB\CONTROL\H_VOLT\33P\906701.dwg	DRAWER M. Niemi DATE 21.12.2012	MAKE CHD. G. Högglund	DWG 8078 3V 9067 01 REVISION —	

Kuva 15. AutoCAD-piirustuksen tunnisteikkään

Itse I/O-korttien piirtämistä helpotti AutoCADin kätevä Snap-tarttumistoiminto, jolla viivat sai liitettyä oikeisiin pisteisiin. Snapin asetteluissa määriteltiin sen toimivan viivanpiirroksessa 2.5000 pisteen välein, ja se valittiin standardiksi kaikkien korttien piirtämiseen (**Kuva 16.**).



Kuva 16. Asetuksena Snap 2.5 p space AutoCAD-kuvan piirtämisessä

Projektissa G2-tarkistuspisteen hyväksytyiksi dokumenteiksi valittiin prosessipistelistaus (LIITE 2) ja AutoCAD-piirustukset (LIITE 3).

6 TOTEUTUS JA TESTAUS

6.1 Asennus

6.1.1 PLC-kaappi ja logiikka

Rittal Oy:ltä tilatun PLC-kaapin takalevy irrotettiin ja nostettiin vaakatasoon, että siihen olisi helpompi asentaa tarvittavat komponentit. Kaapin AutoCAD-piirustuksen tarkkojen mittojen mukaisesti sahattiin metritavarana tilatut kaapelikourut ja ruuvattiin kiinni takalevyyn. Vasemmalle pystyyn valittiin hieman leveämpi kaapelikouru, koska siltä puolelta johdettiin suurin osa korttien johtimista. Riviliittimiä, sulakkeita, releitä ja muita kaappiin asennettavia komponentteja varten mitattiin asennus- eli DIN-kiskojen pituus, sahattiin ja ruuvattiin kiinni takalevyyn.

Kolmenlaisia riviliittimiä kiinnitettiin DIN-kiskoon: 1-kerrosriviliittimet kiinnitettiin asennuskiskoon plus- ja miinusnapoja varten, 2-kerrosriviliittimien kautta johdotettiin DI- ja DO-korttien signaalit ja 3-kerrosriviliittimet asennettiin AI- ja AO-korttien käyttöön. Omron-releet johdotettiin lisäksi DO-kortin ja riviliittimen väliin. Kaapin 24 VDC:n syöttö vedettiin viereiseltä PLC-kaapilta ja kuormankytkimestä + ja – navat omille riviliittimilleen. 230 voltin 3-vaihesyöttö kaapin valaisinta varten vedettiin kojeistolla vapaana olevasta rasiasta ja kytkettiin kaappiin sijoitettuun liittimeen.

PLC-korttikehikkoa varten mitoitettiin ja porattiin reiät takalevyyn, johon painava kehikko ruuvattiin kiinni. I/O-korttien johdotustyö eteni yllättävän hitaasti johdinten tarkan mitoitustyön vuoksi, niihin liitettävien tärkeiden merkintöjen työstämisessä, liitinten puristamisessa sekä kiinni ruuvaamisessa. Piirustusten tarkan seuraamisen ja sääntillisen asennustyön hyviä puolia seurasi toisaalta virheiden vähäinen määrä. Työhön meni hieman arvioitua enemmän aikaa, mutta onneksi alkuperäinen aikataulu oli suhteellisen löysästi suunniteltu.

Myös kaikki DO-, AI-, ja AO-kortit johdotettiin riviliittimille valmiiksi, vaikka niitä ei tässä työssä vielä aiottukaan käyttää. Jokaisen kortin riviliitin-osuuteen

kytkettiin yhteinen + ja – johdin yhdistämällä ne joko oikosulkusiltojen ja/tai lenkitettyjen johtimien avulla toisiinsa. Navat johdotettiin kaapin alaosassa oikeille riviliittimille –plus-koskettimille tietenkin sulakkeen kautta. Muutamia PLC-kaapin johdotukseen liittyviä työvaiheita on esillä kuvassa 17.



Kuva 17. PLC-kaapin rakentamisvaiheita

Kun logiikkakortit oli johdotettu piirustusten mukaisesti, nostettiin ja kiinnitettiin takalevy takaisin kaappiin odottamaan kojeiston kytkentöjä.

6.1.2 Kojeston johdotus ja kaapelointi PLC:lle

Kojestolla kennojen ohjauspiirille oli tehtävä pieniä muutoksia. Aiemmin kytketty, mutta toimimaton VAK-johdotus poistettiin ja tilalle asennettiin uudet numeroidut 2-kerrosrivi liittimet, 501 – 516, joiden kautta kojeiston tilatiedot johdotettiin logiikalle. Myös erottimen ja katkaisijan tilatiedon ilmaisua varten lisättiin ohjauspiiriin vaihtokoskettimellinen rele, jonka yhdellä asennolla kytkin viestittäisi erottimen tai katkaisijan auki olemisesta ja toisessa asennossa ollessaan kojeen tila vaihtuisi kiinni olevaksi.

Kennosta saatavat tilatiedot ja hälytykset päädyttiin johdottamaan Jamak-instrumentointikaapelilla 2-kerrosrivi liittimeltä PLC-kaapille. Kaapelointiin käytetty Jamak oli 12-, 8- ja 4-parista, sen mukaan montako signaalia kustakin kennosta oli tarpeen siirtää. Jamakin kytkennässä kojeiston pää oli kytketty ensin, joten siellä toteutui sen kytkennässä yleisesti seurattu ohje, jossa sininen johdin tavataan kytkeä riviliittimen a-riville ja punainen b-riville. Logiikan päässä riviliittinten b-riville oli jo kytketty plusnapa, joten se tuli johtaa kojeiston pää a-riville. Tästä syystä ne piti logiikalle kytkeä päinvastoin eli punainen a-riville ja sininen b-riville. Kytkennät näkyvät tarkemmin liitteissä 3.

Nyt myös suojareleiltä saatava mittaustieto voitiin ethernet-lisäominaisuuden ansiosta konfiguroida käyttöön, joten ethernet-kaapeli vedettiin samassa nipussa Jamakin kanssa PLC-kaapille. Kaappiin asennetun ethernet-kytkimen kautta yhteys vietiin logiikkakortille ja sieltä väylää pitkin WOISiin. Johdotuskaavioon voi tutustua tarkemmin liitteessä 3, jossa on esitetty tilatietojen, hälytysten ja mittaustietojen osalta Jamak- ja ethernet-johdotuskaaviot kennolta logiikalle.

6.2 Konfigurointi ja ohjelmointi

Jotta kojeistolla syntyvät signaalit ja releille kytketyt mittausarvot löytäisivät tiensä käytönvalvontajärjestelmään, kuten oli suunniteltu, tuli fyysiselle siirtotielle ohjelmoida viitoitettu reitti. Modiconin logiikkaa ohjelmoitiin Windows 7 – käyttöympäristössä toimivalla Unity-ohjelmointiohjelmalla. Sillä ohjelmoitiin toimilohkojen suoritus, konfiguroitiin logiikan muistialueet, I/O-kortit ja I/O Scanning –asetuksiin IP-osoitteet. WOISin puolella konfigurointi keskittyi lähinnä yhteyden muodostamiseen logiikalle. VAMP-suojareleiden ethernet-portin aktivointi ja käyttöönotto vaati myös pientä konfiguroimista.

6.2.1 PLC

Logiikan muistialueet erityyppiselle datalle jaoteltiin siten, että digitaalilähdöille varattiin 000001-alkuisesta ja digitaalituloille 100001-alkuisesta kullekin 4000 bittiä. Analogiatulojen muistiavaruus määriteltiin 4000 sanan suuruiseksi alkaen 300001-muistialueelta ja analogialähtöjen käyttämää muuttujien muistiavaruutta mitoitettiin 400001-muistialueelta 8000 sanan verran. Kuvassa 18 on esitetty selkeämmin muistialueiden määrittelyt.

PLC Memory Partition	
Coils:	000001 004000
Discrete Inputs:	100001 104000
Input Registers:	300001 304000
Holding Registers:	400001 408000

DO RW	<u>0</u> 00001 → 4000 bits
DI Read only	<u>1</u> 00001 → 4000 bits
AI Read only	<u>3</u> 00001 → 4000 words
Variables (AO)	<u>4</u> 00001 → 8000 words

Kuva 18. Logiikalle määritellyt muistialueet

Logiikassa jokaiselle signaalityypille mitoitettiin 100 Modbus-osoitteen alue (**Taulukko 7.**), jonne kullekin hälytys- tai tilatietosignaalin määriteltiin oma osoitteensa. Modbus-osoitealue päädyttiin aloittamaan 404-alkuisesta sarjasta. Koska yksi osoite käsittää 16 bittiä, niin 32-kanavaiset DI-kortit käyttivät vain kaksi osoitetta per kortti. Muut signaalityypit varaavat koko osoitteen, eli sanan (word) verran.

Taulukko 7. Signaalien Modbus-osoitteet

Signaalityyppi	Modbus osoitealueet
Releiltä väylää pitkin	404001 - 404100
DI-signaalit	404101 - 404200
DO-signaalit	404201 - 404300
AI-signaalit	404301 - 404400
AO-signaalit	404401 - 404500

Kommunikointiyhteys logiikalle konfiguroitiin suojareleiden osalta antamalla logiikan ethernet-kortille nimeksi Ethernet_1. Logiikkaan kunkin laitteen saaman IP-osoitteen kohdalle annettiin oma 100 osoitteen muistialue, jota se voisi käyttää välimuistinaan. Se on määritelty kysymään kaiken releeltä tulevan liikenteen alkuosoitteesta 42000 lähtien annetun osoitemäärän verran eteenpäin ja siirtämään tiedot omaan välimuistiinsa (**Taulukko 8. ja Kuva 19.**).

Taulukossa 8 on esitetty suoja-alueiden valmistajalta selvitetty prosessiarvokohtainen rekisteriosoiteisto Modbus-väylää varten sekä määrittelyt mitä arvoja kultakin suoja-alueelta tulisi tarvitsemaan. Osoitteiden avulla tiedot siirretään logiikan välimuistiin WOISin luettavaksi. Osoiterekisterissä ensimmäinen arvo haetaan osoitteesta 42001 ja viimeinen 42066, joten tarvittavan datan saamiseksi oli siis kysyttäväksi osoitemääräksi valittava joko 25 tai 66. Tämän määrittelyn tarkoituksena on kyselyprosessin nopeuttaminen. Kuvassa 20 on Unityn IO Scanning -konfiguraatio ja sarakkeessa: "RD length" näkyy kysyttävän osoitemäärän määrittelyt.

Taulukko 8. Osoiterekisteri Modbus-väylää varten

Name	Holding register	VAMP 52	VAMP 55	VAMP 260	VAMP265
MB alive indicator	42001	x	x	x	x
DI	42007			x	
IL1	42009	x		x	
IL2	42010	x		x	
IL3	42011	x		x	
Io	42012	x		x	
U12	42014			x	
U23	42015			x	
U31	42016			x	
Uo	42020		x		
f	42021		x	x	
P	42022			x	
Q	42023			x	
S	42024			x	
PF	42025			x	
Δ IL1	42064				x
Δ IL2	42065				x
Δ IL3	42066				x

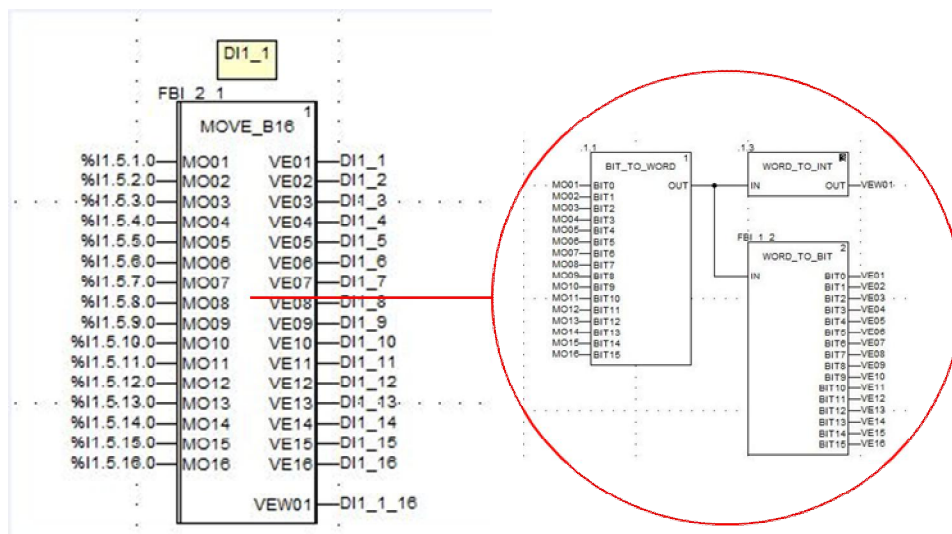
Taulukko 9. Laitteiden IP-osoitteet ja niille määritellyt muistialueet

Device	IP-address	Client	Server	addresses
WOIS	192.168.0.210			
PLC_33P	192.168.0.110			
2B 01 VAMP 52	192.168.0.211	45001	42000	25
2B 02.1 VAMP 52	192.168.0.212	45101	42000	25
2B 02.2 VAMP 52	192.168.0.213	45201	42000	25
2B 03 VAMP 52	192.168.0.214	45301	42000	25
2B 04 VAMP 52	192.168.0.215	45401	42000	25
2B 05 VAMP 52	192.168.0.216	45501	42000	25
2B 07 VAMP 52	192.168.0.217	45601	42000	25
2B 06 VAMP 55	192.168.0.218	45701	42000	25
2B 01 VAMP 221	192.168.0.219	45801	42000	25
2B 01 VAMP 260	192.168.0.220	45901	42000	25
2B 07 VAMP 265	192.168.0.221	46001	42000	66

	IP address	Unit ID	Health Timeout (ms)	Repetitive rate (ms)	RD Master Object	RD Slave Index	RD length	Last value (Input)	WR Master Object	WR Slave Index	WR length	Description
1	192.168.0.211	1	10000	1008	%Mw5001	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 01 VAMP 52
2	192.168.0.212	1	10000	1008	%Mw5101	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 02.1 VAMP 52
3	192.168.0.213	1	10000	1008	%Mw5201	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 02.2 VAMP 52
4	192.168.0.214	1	10000	1008	%Mw5301	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 03 VAMP 52
5	192.168.0.215	1	10000	1008	%Mw5401	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 04 VAMP 52
6	192.168.0.216	1	10000	1008	%Mw5501	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 05 VAMP 52
7	192.168.0.217	1	10000	1008	%Mw5601	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 07 VAMP 52
8	192.168.0.218	1	10000	1008	%Mw5701	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 06 VAMP 55
9	192.168.0.219	1	10000	1008	%Mw5801	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 01 VAMP 221
10	192.168.0.220	1	10000	512	%Mw5901	2000	25	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 01 VAMP 260
11	192.168.0.221	1	10000	1008	%Mw6001	2000	66	Set to 0	%Mw1	0	0	2B 07 VAMP 265

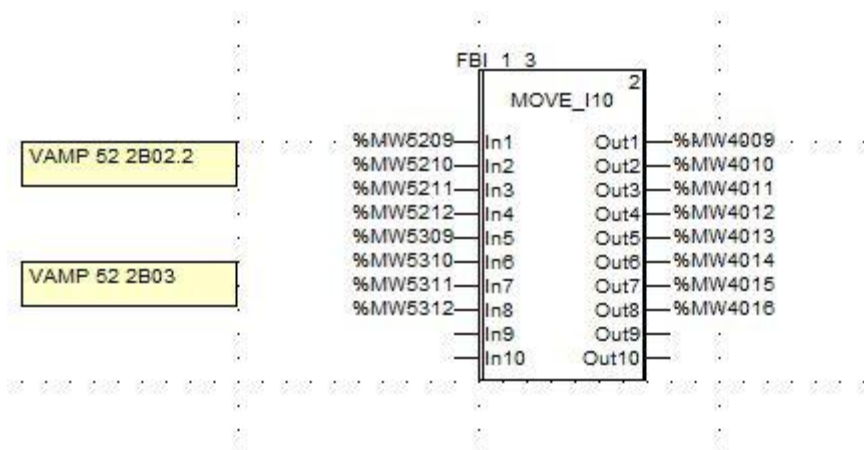
Kuva 19. Suojareleiden IP-osoitteiden konfigurointi Unityssä.

Kojeiston kosketintiedoista saatavat binäärisignaalit oli johdotettu kortin tulokanaviin. Logiikalle ohjelmoitiin Unity-ohjelmointityökalun avulla MOVE_B16-tyyppiipiiri, jossa bittitieto liitettiin kortin tulonastoihin ja pakattiin lähtönastaan integer-arvona sanaksi. Tyyppiipiiri MOVE_B16 on rakennettu lohkoista, joilla bitit muunnetaan sanaksi (Kuva 20.). WOISin puolella Modbus-osoitteen tunnistaminen tapahtuu automaattisesti. InTouchissa prosessipisteiden tietokantaa luodessa, jokaiseen signaaliin oli liitetty oma Modbus-osoitteensa, jonka avulla WOIS onnistuisi tunnistamaan tapahtuman ja valvomosovellus reagoisi siihen visuaalisesti.



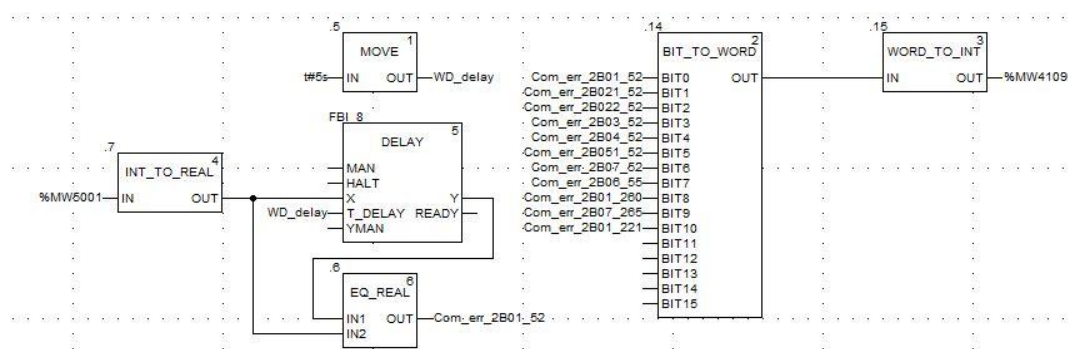
Kuva 20. Move-lohkon avulla toteutettu binäärisignaalin siirto.

Suojareleiden osalta logiikan ohjelmointi onnistui siten, että MOVE_I10-lohkon sisääntulonastaaan tuotiin kullekin laitteelle määritellyltä omalta välimuistialueeltaan integer-arvoina ne prosessiarvot, joista ollaan kiinnostuneita. Lohkon ulostulonastaaan määritettiin niille sovitut Modbus-osoitteet, jotka oli WOISin tietokantaan jo asetettu (**Kuva 21**).



Kuva 21. Kunkin laitteen IP-osoitteen mukaan määritellyltä välimuistilta prosessiarvon siirto sovituksi Modbus-osoitteeksi.

Suojareleillä voimissaan olevan kommunikointiyhteyden varmistaminen tapahtuu laskurin ja pienen ohjelmapätkän avulla. 1/s havaittu sykäys kasvattaa 0 - 255 s kierrolla olevan laskurin lukua aina yhdellä numerolla. Mikäli luku sopivasti ajastetun viiveen jälkeen on eri, kommunikointi on kunnossa, mutta laskuritiedon pysähtyessä, vertailulohko huomaa lukujen olevan samat, ja aiheuttaa hälytyksen että kommunikointiyhteys katkennut. Jokaisen releen kommunikointiyhteyden katkeamista kuvaava bitti ohjataan Bit_to_word -lohkon sisääntulonastaan, jossa se pakataan ulostulonastalle sanaksi ja toimitetaan Word_to_int -lohkoon ja muutetaan Modbus-osoitteeksi WOISille. Kuvassa 22 on esitelty ohjelmointipätkät.

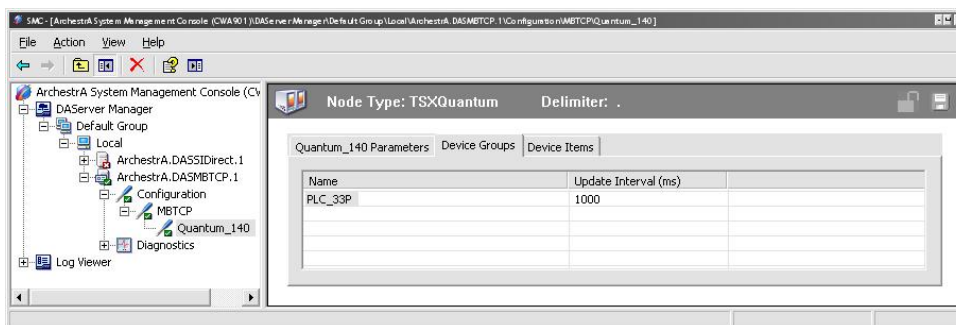


Kuva 22. Suojareleelle ohjelmoitu kommunikointiyhteyden tarkistusohjelma.

6.2.2 WOIS-konfigurointi

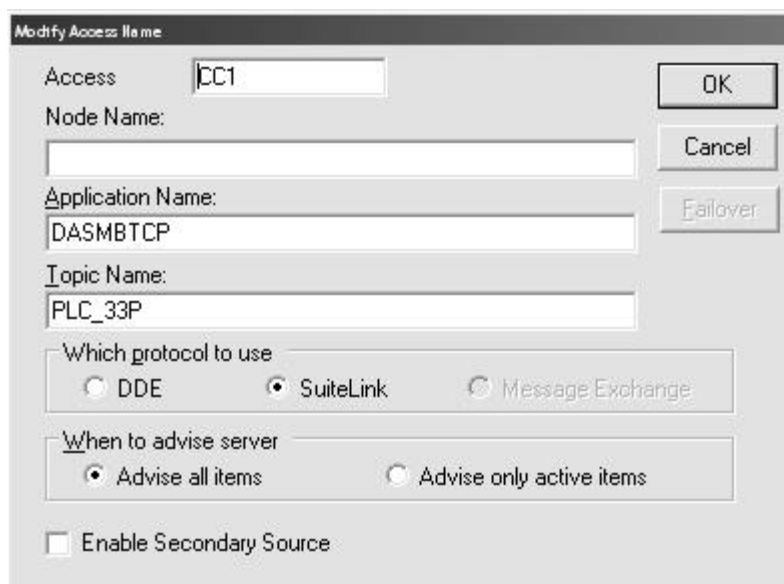
InTouchin puolelle WOISia varten oli määriteltävä, millä asetuksilla ja mistä sen tulisi saatavilla olevaa tietoa lukea. 2B kojeiston PLC:lle oli annettu nimeksi PLC_33P, ja se piti määritellä muutamiin InTouchin asetuksiin.

- 1) WOISin yhteysohjelmana logiikalle päin Modbus-ympäristössä toimii DASMBTCP, jolle Topic-nimeksi oli PLC:n nimi annettava (**Kuva 23**). Mikäli kyseltäviä logiikoita olisi useampia, ne kaikki määriteltäisiin sinne. Yhteyden muodostamiseksi DASMBTCP-serveri oli käynnistettävä.



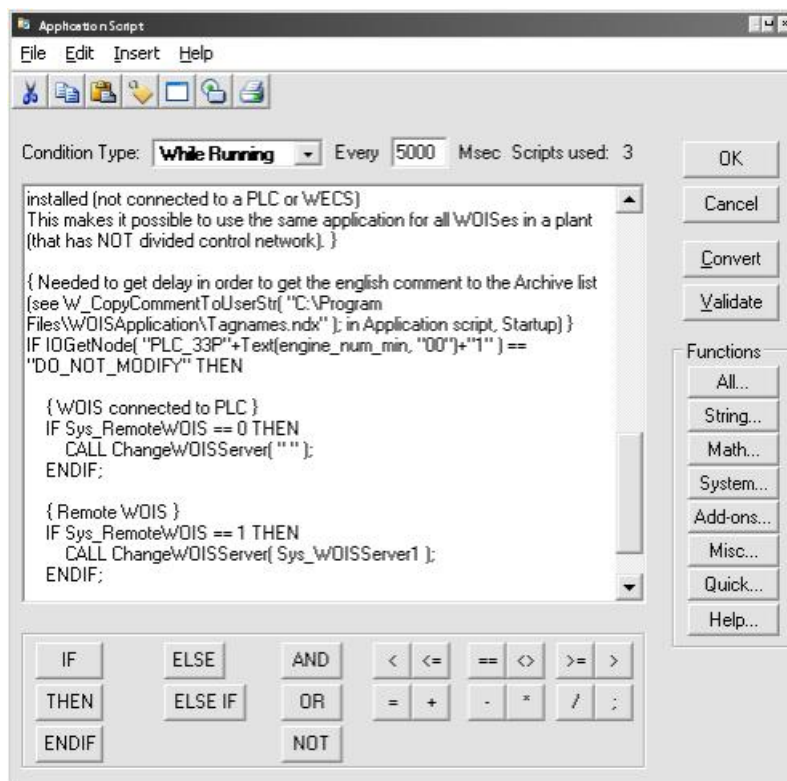
Kuva 23. DASMBTCP-konfigurointi

- 2) Yhteysohjelmaa ja prosessipisteitä yhdistävä määrittely luotiin ”Modify Access Name” -ikkunassa. Access-nimeksi luotiin CC1 ja sen tietoihin määriteltiin Topic-nimi PLC_33P. Jokaiselle prosessipisteen nimelle oli valittu Access-nimeksi CC1 (**Kuva 24.**).



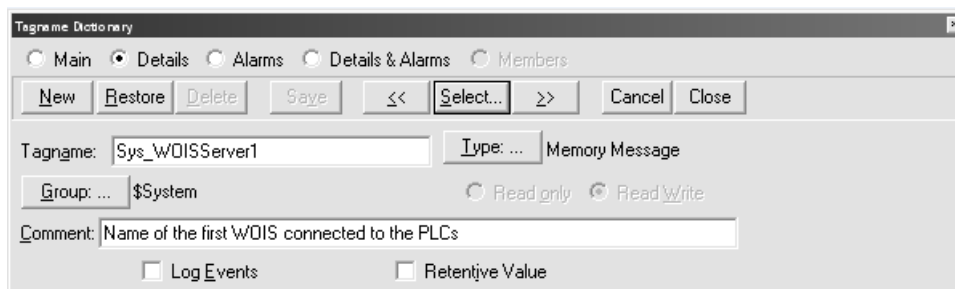
Kuva 24. Modify Access Name –konfigurointi

- 3) Myös WOISin käyttämän ohjelman skriptille tuli kertoa nimi PLC_33P, että se osaisi kysyä tietoja oikealta logiikalta. (**Kuva 25.**)



Kuva 25. Application Script -konfigurointi

- 4) Lisäksi WOISin projektiparametreihin piti konfiguroida, että järjestelmän 1. WOIS-palvelimen 1. logiikka oli nimetty PLC_33P:ksi (Sys_WOISserver1 = PLC_33P). **(Kuva 26.)**



Kuva 26. Wois-serverin konfigurointi

6.2.3 Suojareleiden konfigurointi

Ethernet-lisäominaisuuden käyttöönotto VAMP-suojareille vaati pientä konfigurointia IP-osoitteen ja Modbus TCP/IP –tiedonsiirtoväylän osalta. Suojareleiden valmistajan asiakastuesta saatiin scripti, jolla asennettiin protokollan vaihto –ikkuna näkyviin. Kun sarjaporttityhteys oli kytkettynä ja COM-portti määriteltynä, ajettiin scripti kunkin suojareleen tietoihin ja päivittyneeseen näkymään vaihdettiin protokollaksi Modbus TCP/IP sekä lisättiin kullekin laitteelle oma IP-osoitteensa.

6.2.4 Ongelmakohdat

WOISin konfiguroinnissa kohdattiin pieniä yhteysongelmia, jonka tiimoilta jouduttiin turvautumaan kehitystiimin apuun. Alun perin WOISin tietokantaan suunnitellut ja viedyt Modbus-osoitteet olivat vain 5-numeroisia, esim. 44101. Soitto asiantuntijalle varmisti, että Modicon Quantum –korteista kootun logiikan osalta oikea osoitteen pituus tuli olla 6 numeroa. Osoite muutettiin muotoon 404101, jota Quantum-objekti tulisi paremmin ymmärtämään. Toinen nimenomaan Modiconin Quantumiin liittyvä konfigurointimuutos tehtiin IO-serverin, DASMBTCP:n konfiguraatioon. Asetuksiin oli määritely että WOIS lukisi logiikan bittijärjestystä B1...B16, eli siten, että LSB (least significant bit), vähiten merkitsevä bitti olisi B1 ja MSB (most significant bit), eniten merkitsevä bitti B16. Quantumin tapauksessa järjestys olikin täysin käänteinen: LSB tulisi olla B16 ja MSB B1. Näiden konfigurointimuutosten jälkeen WOIS löysi yhteyden logiikalle.

Konfiguroinnin osalta kompasteltiin myös osittain uuden Windows 7 – käyttöjärjestelmässä toimivan Unityn kanssa. Aikaisemman sukupolven ohjelmointiohjelma Concept jätettiin Windows XP –aikaan, ja tämä projekti oli omiaan otettavaksi uuden sukupolven versiotestaukseen. Myös logiikalle aiottua CPU:ta vaihdettiin testimielessä pariin kertaan, koska huomattiin esimerkiksi Hot Stand by –tyyppisen CPU:n aiheuttavan ongelmia tässä projektissa.

6.3 Toiminnallisuus kuvattuna 2B 02.1 kennossa

6.3.1 Laitteiston osalta

Valvomosovelluksen toiminnallisuutta pyrittiin mahdollisimman tarkasti kuvaamaan sekä laitteiston että ohjelmiston osalta. Esimerkkinä miten koko tapahtumaketju päättyy kojeiston kosketintietona tai releeltä saatavana prosessiarvona valvomonäytölle voidaan käyttää kennoa 02.1. Siitä saatavia tilatietoja ovat katkaisijan ja erottimen auki- ja kiinnitilatiedot, hälytys katkaisijan laukeamisesta ylivirran tai maasulun vuoksi, hälytys releviasta tai ohjauspiirin sulakkeen laukeamisesta. Suojareleeltä otetaan mittaustiedot jokaisesta vaihevirrasta, 0-virrasta sekä tieto releen kommunikointihäiriöstä.

Erottimen auki- ja kiinnitilatiedot on kosketintietona kytketty apureleen avulla ohjauspiirin vaihtokosketinreleen kautta riviliittimille, samoin kuin katkaisijankin. Auki ollessaan, erottimen tilatieto kulkeutuu suljetun virtapiirin kautta jännitesignaalina PLC:n 24 V +-navasta Jamakia pitkin releen kautta kojeiston riviliittimeltä signaalikaapelia pitkin takaisin PLC-kaapin riviliittinten kautta DI-kortille. Kun kortin tulonasta, johon on liitetty auki olevan erottimen tila, on saanut arvon 1, on tieto siirtynyt logiikan osoitteeseen, joka WOISin prosessipisteeseen koodattuna näkyy valvomoruudulla visuaalisena tilatietona. Kun erotin sulkeutuu, releellä asento vaihtuu ja suljettu virtapiiri vaihtuu toiseksi, jossa jännitesignaali kulkeutuu päätyen WOISin ruudulle ja syyttää erotin kiinni-kuvakkeen. Mikäli suojarele vikaantuu eikä enää anna signaalia, apureleen avulla ohjausvirtapiiri katkeaa ja tila vaihtuu logiikalla 1:ksi, jolloin suojarelevika näkyy valvomoruudulla hälytystietona.

Hälytystieto katkaisijan avautumisesta ylivirran tai suunnatun maasulun vuoksi on myös kytketty kojeiston ohjauspiirille apureleen avulla. Kun suojarele havaitsee ylivirran, se aiheuttaa katkaisijan avautumisen ja hälytyksen. Tällöin ohjausvirtapiirin kytkin sulkeutuu ja tila logiikalla vaihtuu 0:sta 1:ksi. Tämä näkyy avautuneena katkaisijana ja hälytystietona WOISilla. Mikäli suojarele kommunikointi häiriintyy, aiemmin mainittu ohjelmallisesti toteutettu laskurin ja

vertailulohkon yhteistyö muuttaa logiikalla tilan 1:ksi ja jälleen hälytystieto päättyy valvomosovellukselle.

Jatkuvasti päivittyvät prosessi-arvotiedot suojuareen kautta kytketyiltä mittamuuntajilta kulkevat ethernet-väylää pitkin integer-arvona siten, että $1 = 1 \text{ A}$, eli numeroarvo vastaa virta-arvoa.

6.3.2 Ohjelmallinen toiminnallisuus

Koko käytönvalvontajärjestelmä voidaan ohjelmallisesti osittain jakaa jopa kolmeen asiakas-palvelija (client-server) -malliin. Sen päällimmäisenä ja suurimpana asiakkaana, clientina, toimii WOIS, joka asetusten mukaisella syklillä lähettää kyselyitä sille määritellyn Modbus-osoitealueen mukaisiin osoitteisiin. Kyselyt lähtevät logiikalle PLC_33P, joka näiden välisessä suhteessa toimii WOISin palvelijana eli serverinä. Sen tiedot on WOISille avoimesti saatavilla. Se toimii kolmen osion keskellä myös älynä, jolle on ohjelmallisesti kerrottu mm. miten bitit ohjataan ja miten ne pakataan. Sen lisäksi, että se toimii WOISin palvelijana, toimii se samalla myös asiakkaana suojuareille päin, joilta se kyselee prosessitietoja I/O Scannerin avulla. Suojuareet toimivat pelkästään logiikan serverinä, jonka tiedot ovat vapaasti sille tarjolla.

6.4 Testaus

6.4.1 Testausmenetelmä

WOIS-käytönvalvontajärjestelmän toiminnallisuutta ei voitu todellisessa käyttöympäristössä täydellisesti testata, koska kaikki kojeiston 2B kennot ovat jatkuvassa prosessikäytössä. Tästä syystä päädyttiin suorittamaan testaus mahdollisimman lähellä kojeistoa simuloimalla todellista tilannetta. Kojeston tilatietojen ja hälytysten testaamiseen käytettiin johtimen pätkeä oikosulkemaan kennoissa sijaitsevien riviliittimien kautta sulkeutuvat ohjausvirtapiirit. Avautuvia virtapiirejä simuloitiin johtimia riviliittimistä irrottamalla.

Suojareleiltä saatavien prosessiarvojen osalta testaus aloitettiin tietokoneen käyttöjärjestelmän komentokehoteella, PING-komennolla, jolla tarkistettiin ensin, että kyseisen suojareleen IP-osoite löytyy väylältä. Sen löytyttyä testaaminen onnistui vertaamalla WOISin näytöllä ja suojareleen mimiikkanäytöllä näkyviä prosessiarvoja toteamalla, että ne olivat samat. Suojareleen kommunikointivirheen testaaminen tapahtui irrottamalla ethernet-kaapeli suojareleelta, jolloin se aiheutti hälytyksen.

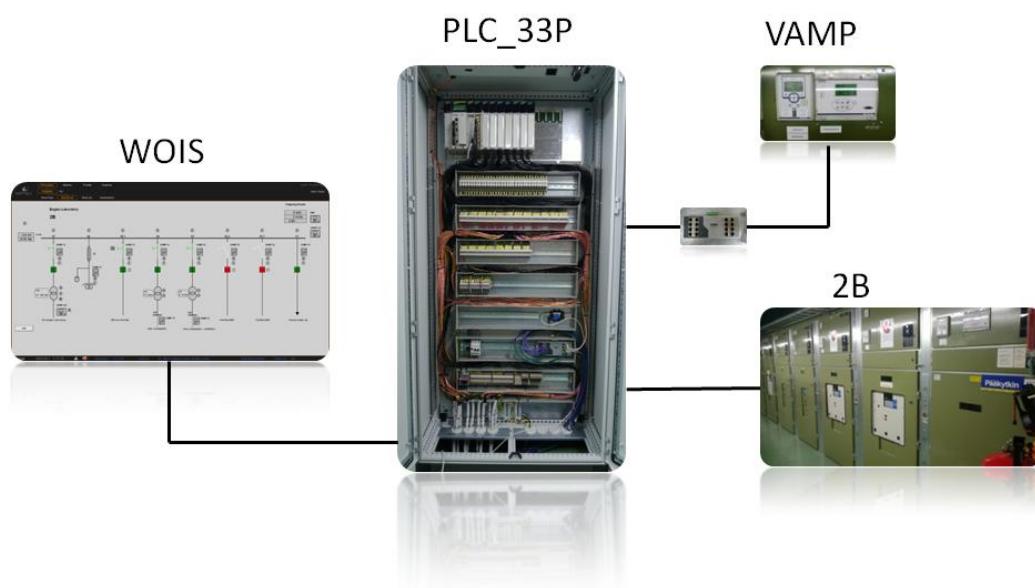
Testaus sujui pääpiirteittäin melko hyvin suunnitelman mukaisesti. Vain muutamassa prosessipisteen nimessä Modbus-osoitteet olivat lipsahaneet väärille riveille, eli toiminnot WOISin näytöllä eivät täsmänneet. Tarkistuksen ja korjauksen jälkeen ne kuitenkin toimivat oikein. Osasta suojareleitä ei saatu testituloksia niiden ollessa poissa käytöstä. Mahdollisen suojareleellä esiintyvän kommunikointivirheen testaus kuitenkin onnistui. PMU:n osalta käyttöönotto tapahtuu myöhemmin, kun se saadaan irrotettua edellisen prosessin käytöstä tähän.

6.4.2 Testausdokumentointi

Käytönvalvontajärjestelmän testauksessa käytettiin AutoCAD-kuvia, joihin testattava osuus saatiin merkittyä. Väritetyn osuuden ollessa sama kuin kuviin piirretty johdotus, voidaan liitteenä 3 olevia AutoCAD-kuvia samalla käyttää myös osana testausdokumentointia. Dokumentointiin liitettiin myös prosessipisteiden luomisessa käytetty excel-listaus, jonka viimeiseen sarakkeeseen lisättiin merkki testauksen suorittamisesta (LIITE 2). Lisäksi esimerkkinä WOISille siirtyneistä hälytyksistä muodostunutta listaa on liitetty dokumentointiin tulosteena (LIITE 4).

6.5 WOISin käyttöönotto

WOISin varsinainen käyttöönotto ja luovutus asiakkaalle voitiin suorittaa heti onnistuneen testauksen päätyttyä. Sen luotettavuus on tietenkin vielä varmistettava kun prosessi pysäytetään vuosi- ja kesähuollon vuoksi kesän aikana. Siihen saakka sitä voidaan pitää rinnakkaisena käytönvalvontajärjestelmänä aikaisemman tavan lisäksi. Helppokäyttöisyytensä ja selkeytensä vuoksi WOISin käyttöönottoon ei tarvinnut liittää erikseen henkilöstön koulutusta. Ainoastaan sähköjärjestelmistä vastaavan henkilön kanssa varmistuttiin, mistä päin käytönvalvontajärjestelmää löytyy tarpeellinen informaatio ja miten ohjelman näyttöjen välillä liikutaan. G3-tarkistuspisteen dokumentaationa toimivat PLC:n ohjelmalistaus, joka löytyy liitteestä 5. Kuvassa 27 on esitetty tämän projektin laitekonfiguraatio.



Kuva 27. Laitekonfiguraatio

7 YHTEENVETO

Insinööriyön tarkoituksena ollut WOIS-käytönvalvontajärjestelmän toteuttaminen laboratorioympäristöön onnistui kaiken kaikkiaan suunnitelman mukaisesti. Aikaa koko projektille annettiin n. 6 kk, jonka aikana tuli tutustua niihin ympäristöihin, joita oltiin yhdistämässä, suunnitella miten ja millä aikataululla toteutus tapahtuisi. Tässä ajassa tuli myös suorittaa toteutus, testaus sekä käyttöönotto. Projektin eteneminen sujui suurimmaksi osaksi etukäteen luodun aikataulun mukaisesti.

Suunnittelu alkoi siitä mitä tietoja käytönvalvontajärjestelmään haluttiin viedä ja miten. Vertailemalla niitä WOISin tarjoamiin mahdollisuuksiin, kuvat suunnitelmista vahvistuivat. Prosessipisteiden luominen, PLC-kuvien piirtäminen ja asennusympäristöön tutustuminen veivät suunnitteluajasta suurimman osan. Kun suunnitelmat olivat valmiiksi dokumentoituna, oli aika siirtyä toteutusvaiheeseen.

WOISin valvomokuvista muokkaamalla saatiin laboratorion sähköjärjestelmiä mallintava prosessikuva. Sen näytöllä kuvattaviin toiminnallisuuksiin liitettiin prosessipisteiden tietokanta. Valvomokuvien valmistuttua PLC-kaapin rakentaminen aloitettiin tyhjästä kaappiaihioista ja kasasta komponentteja AutoCAD-kuvien mukaisesti. Logiikan ja kojeiston johdottamiseen kului yllättävän paljon aikaa ja työ oli tarkkuutta vaativaa. Kojeston pään johdottamiseen sekä kennojen ja PLC-kaapin väliseen kaapelinvetämiseen saatu ammattiapu oli suuri helpotus. Ohjelmointi- ja konfigurointivaiheessa toteutettiin logiikan ohjelmointi Unity-logiikanohjelmointiohjelmalla. WOIS, PLC ja suojarleet konfiguroitiin keskustelemaan keskenään ja suorittamaan yhdessä niille osoitettua tehtävää.

Onnistuneen projektin ansiosta saavutettiin tavoitteeksi asetettu käyttövalmis WOIS-käytönvalvontajärjestelmä moottorilaboratorion 2B-keskijännitekojeistolle. Sen lisäksi tätä insinööriyötä sekä siitä syntynyttä dokumentaatiota eri vaiheiden osalta voidaan hyödyntää myöhemmässä vaiheessa tapahtuvaa muille moottorilaboratorion keskijännitekojeistoille suunniteltua WOIS-käyttöönottoa.

8 LOPPUSANAT

Tämä opinnäytetyö oli loistava valinta ja täysiosuma ajatellen opintokokonaisuuttani. Sen lisäksi että pystyin hyödyntämään monen eri aineopinnon teoriatietoja, opin myös erittäin paljon uutta. Opinnäytetyön yhdistäminen harjoittelujaksoon antoi molemmille osuuksille selvää synergiaa ja täydellinen hyöty molemmissa opitusta päätyi pintaa syvemmälle.

Työ oli erittäin mielenkiintoinen monipuolisuutensa ansiosta, mutta sen lisäksi vaikuttavana motivaattorina kaikessa tekemisessä kulki ajatus siitä, että se tulisi oikeaan käyttöön valmistuttuaan. Onnistuneen lopputuloksen ansiosta tälle projektille on jo suunniteltu jatkoa seuraavan kojeiston parissa, alustavan aikataulun mukaisesti jo ennen kesää.

LÄHDELUETTELO

/1/ Wärtsilä Oyj:n kotisivut, <http://www.wartsila.fi/fi/Home>. Viitattu 31.3.2013.

/2/ Wärtsilän Intranet, Blomqvist G, WOIS In General 2009. Viitattu 5.1.2013.

/3/ Wikipedia, Modbus, <http://fi.wikipedia.org/wiki/Modbus> Viitattu 5.1.2013.

/4/ Software design and embedded system tools –kotisivut. Viitattu 5.1.2013.

<http://embedsoftdev.com/embedded/modbus-protocol/>

/5/ VAMP Oy:n kotisivut. Viitattu 3.2.2013.

<http://www-fi.vamp.fi/Suomeksi/Tuotteet/Suojareleet/Default.aspx>

/6/ Huotari J & Moilanen P, Projektin organisointi,

Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Viitattu 12.2.2013.

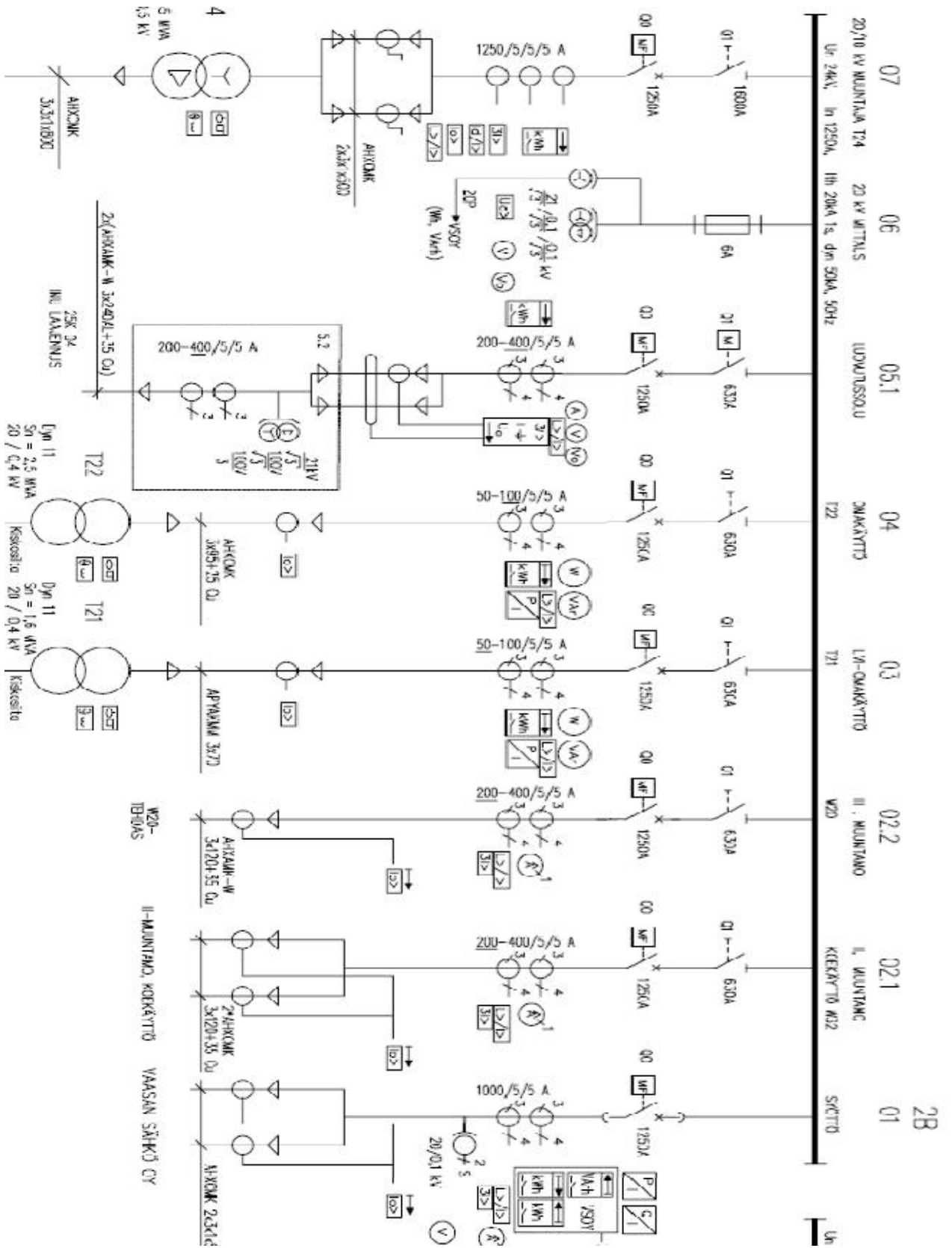
http://homes.jamk.fi/~huojo/opetus/IIZT4010/IIZT4010_3.pdf

/7/ Wärtsilän Intranet, Wärtsilän Projektinhallinnan yleisesite. Viitattu 12.2.2013.

/8/ InTouch käyttöopas. Viitattu 17.2.2013.

<http://mzsola.iit.uni-miskolc.hu/~kulcsfm/InTouch/InTouchUG.pdf>

LITTEET

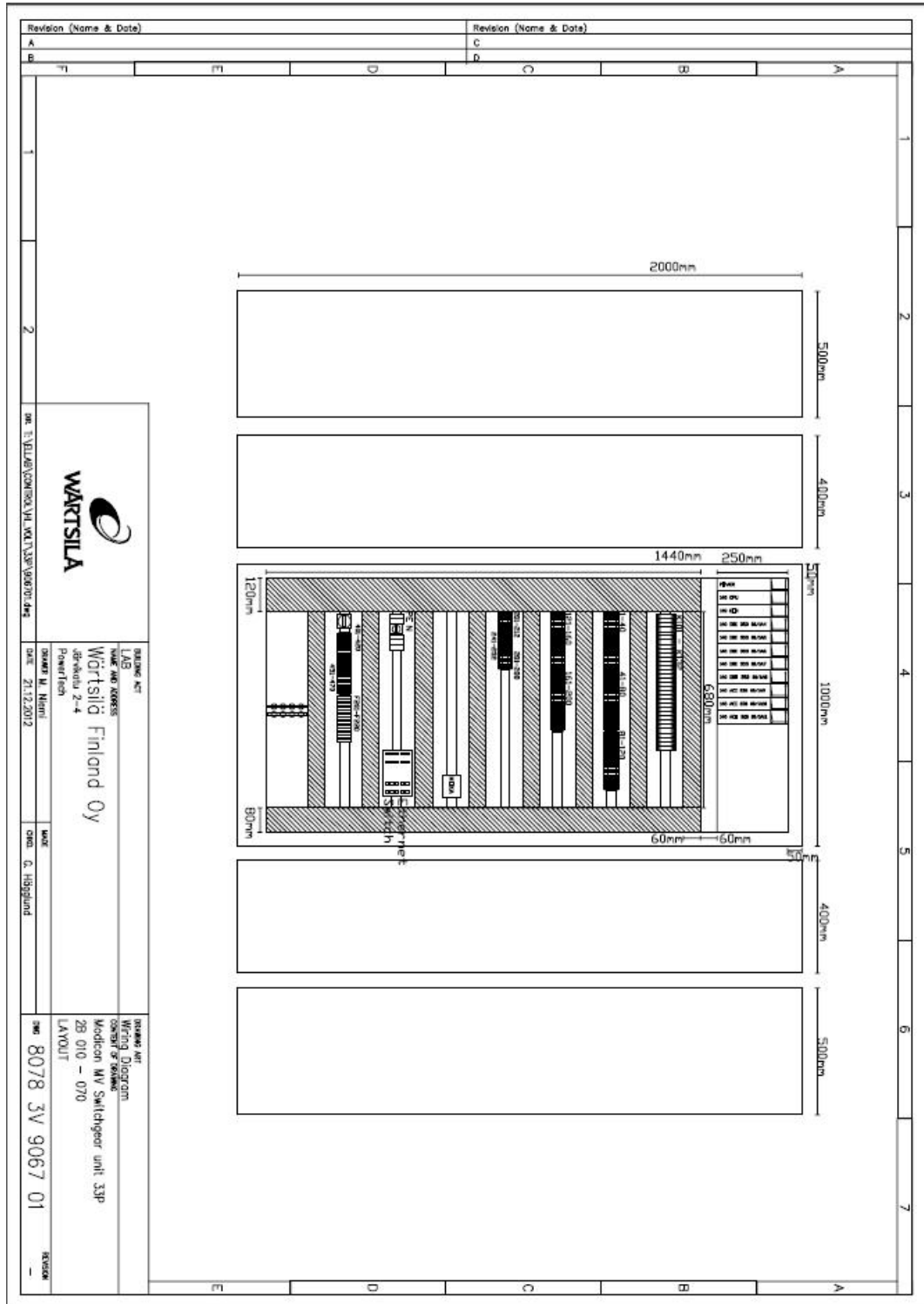


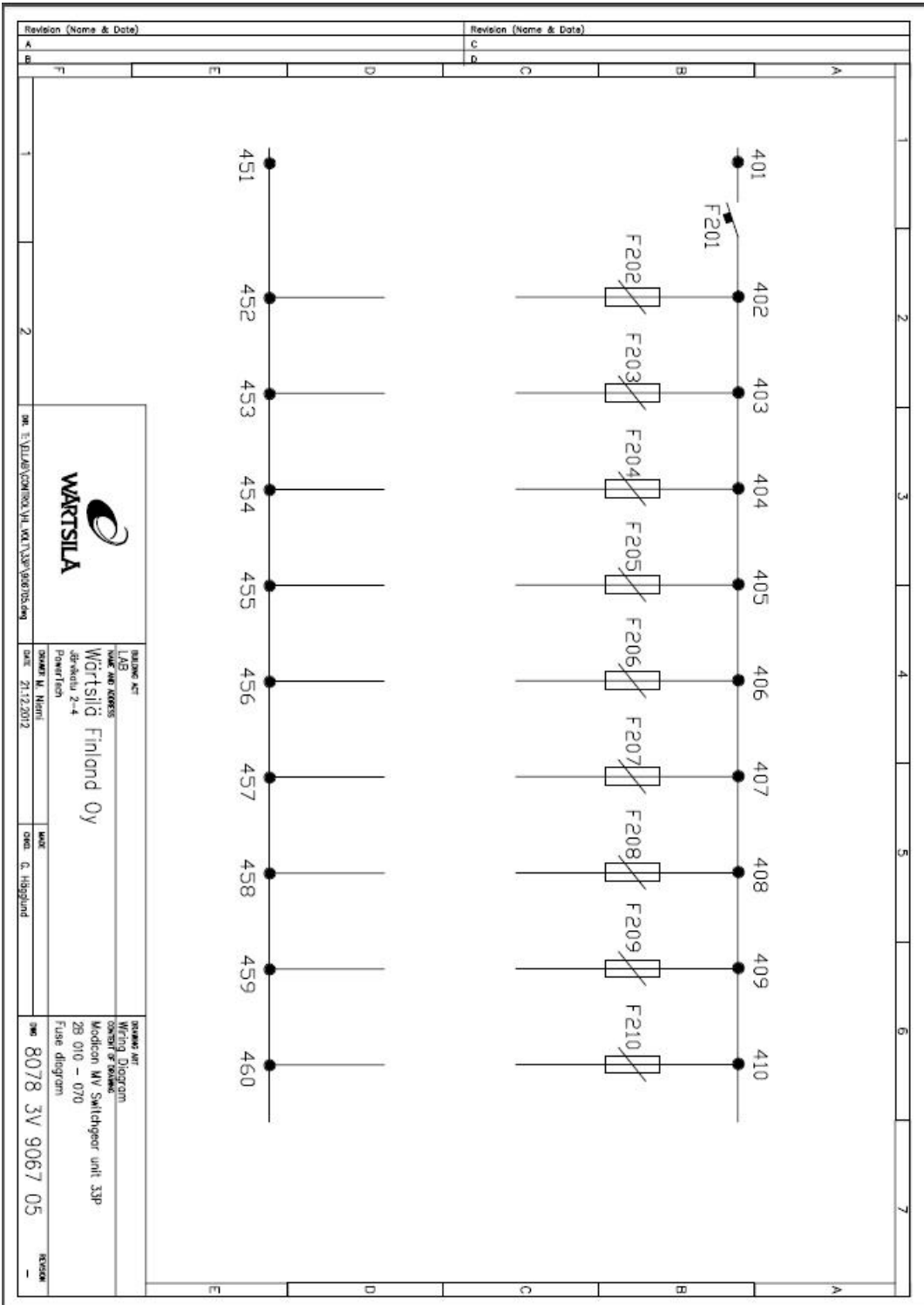
Signal nr.	I/O adr.	Tagname	Description	Func	Digital MMI	Ind	Test
1	DI1.0	E2B010Q00OPN	2B010 Outg feeder breaker Q0 open		404101	0	ok
2	DI1.1	E2B010Q00CLO	2B010 Outg feeder breaker Q0 closed		404101	1	ok
3	DI1.2	E2B010Q01OPN	2B010 Outg feeder truck Q1 open		404101	2	ok
4	DI1.3	E2B010Q01CLO	2B010 Outg feeder truck Q1 closed		404101	3	ok
5	DI1.4	E2B010K00150	2B010 Outg feeder breaker overc. trip	ALM	404101	4	ok
6	DI1.5	E2B010K00167N	2B010 Outg feeder breaker dir earth f. trip	ALM	404101	5	ok
7	DI1.6	E2B010K001IRF	2B010 Outg feeder prot relay fault	ALM	404101	6	ok
8	DI1.7	E2B010K04250A	2B010 Outg feeder arc prot trip	ALM	404101	7	ok
9	DI1.8	E2B010K042IRF	2B010 Outg feeder arc prot relay fault	ALM	404101	8	ok
10	DI1.9	E2B010F001ALI	2B010 Outg feeder fuse alarm	ALM	404101	9	ok
11	DI1.10	E2B010PMU1RF	2B010 PMU internal fault	ALM	404101	10	ok
12	DI1.11				404101	11	
13	DI1.12				404101	12	
14	DI1.13				404101	13	
15	DI1.14				404101	14	
16	DI1.15				404101	15	
17	DI1.16	E2B021Q00OPN	2B021 Testrun W32 breaker Q0 open		404102	0	ok
18	DI1.17	E2B021Q00CLO	2B021 Testrun W32 breaker Q0 closed		404102	1	ok
19	DI1.18	E2B021Q01OPN	2B021 Testrun W32 disconn Q1 open		404102	2	ok
20	DI1.19	E2B021Q01CLO	2B021 Testrun W32 disconn Q1 closed		404102	3	ok
21	DI1.20	E2B021K00150	2B021 Testrun W32 breaker overc. trip	ALM	404102	4	ok
22	DI1.21	E2B021K00150N	2B021 Testrun W32 breaker earth f. trip	ALM	404102	5	ok
23	DI1.22	E2B021K001IRF	2B021 Testrun W32 prot relay fault	ALM	404102	6	ok
24	DI1.23	E2B021F001ALI	2B021 Testrun W32 fuse alarm	ALM	404102	7	ok
25	DI1.24	E2B022Q00OPN	2B022 Testrun W20 breaker Q0 open		404102	8	ok
26	DI1.25	E2B022Q00CLO	2B022 Testrun W20 breaker Q0 closed		404102	9	ok
27	DI1.26	E2B022Q01OPN	2B022 Testrun W20 disconn Q1 open		404102	10	ok
28	DI1.27	E2B022Q01CLO	2B022 Testrun W20 disconn Q1 closed		404102	11	ok
29	DI1.28	E2B022K00150	2B022 Testrun W20 breaker overc. trip	ALM	404102	12	ok
30	DI1.29	E2B022K00150N	2B022 Testrun W20 breaker earth f. trip	ALM	404102	13	ok
31	DI1.30	E2B022K001IRF	2B022 Testrun W20 prot relay fault	ALM	404102	14	ok
32	DI1.31	E2B022F001ALI	2B022 Testrun W20 fuse alarm	ALM	404102	15	ok
33	DI2.0	E2B030Q00OPN	2B030 Own cons Vent T21 breaker Q0 open		404103	0	ok
34	DI2.1	E2B030Q00CLO	2B030 Own cons Vent T21 breaker Q0 closed		404103	1	ok
35	DI2.2	E2B030Q01OPN	2B030 Own cons Vent T21 disconn Q1 open		404103	2	ok
36	DI2.3	E2B030Q01CLO	2B030 Own cons Vent T21 disconn Q1 closed		404103	3	ok
37	DI2.4	E2B030K00150	2B030 Own cons Vent T21 breaker overc. trip	ALM	404103	4	ok
38	DI2.5	E2B030K00150N	2B030 Own cons Vent T21 breaker e. fault tri	ALM	404103	5	ok
39	DI2.6	E2B030K001IRF	2B030 Own cons Vent T21 prot relay fault	ALM	404103	6	ok
40	DI2.7	E2B030T21GTRP	2B030 Own cons Vent T21 gas relay trip	ALM	404103	7	ok
41	DI2.8	E2B030T21OTRP	2B030 Own cons Vent T21 oil temp trip	ALM	404103	8	ok
42	DI2.9	E2B030F001ALI	2B030 Own cons Vent T21 fuse alarm	ALM	404103	9	ok

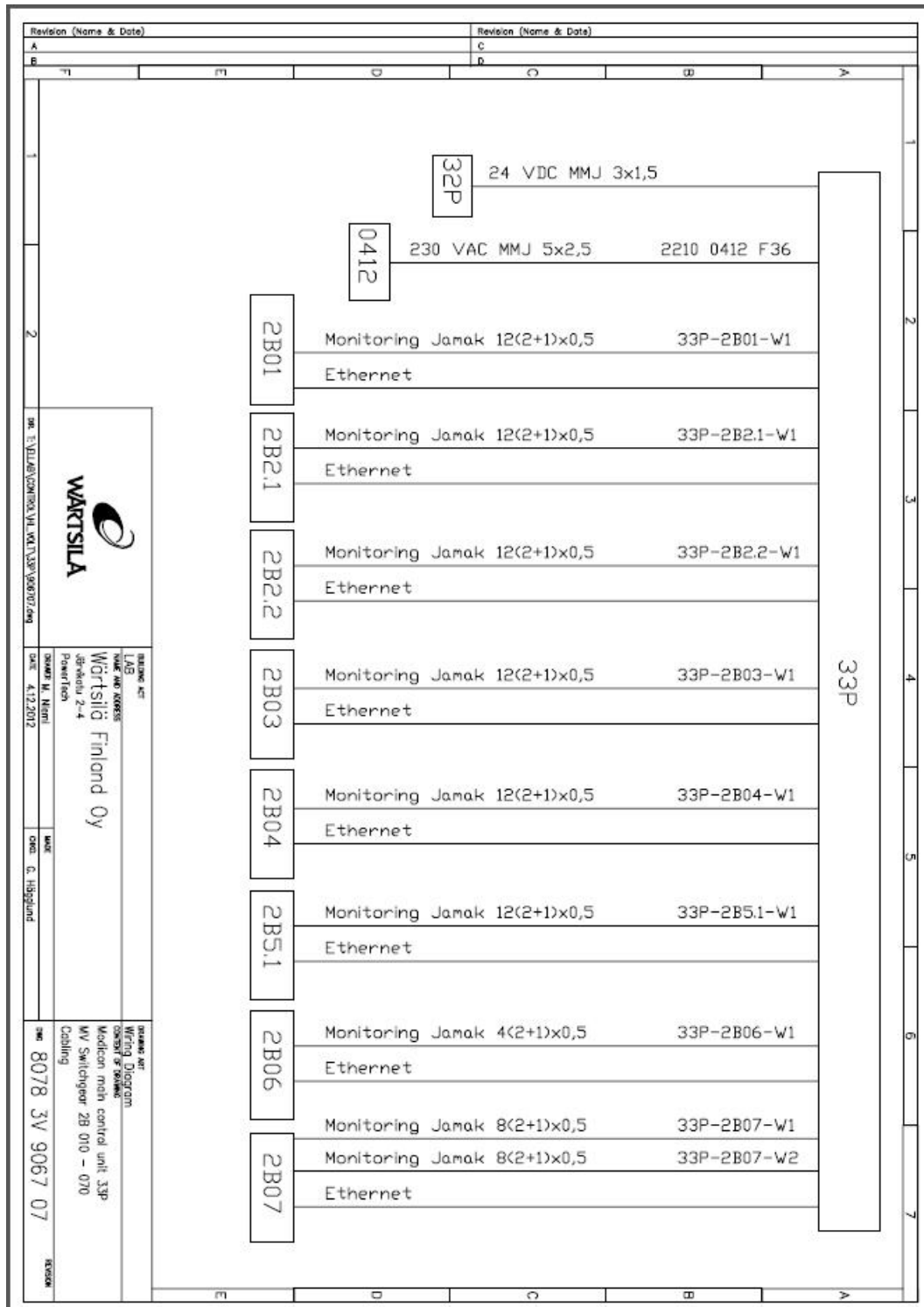
50	DI2.17	E2B040Q00CLO	2B040 Own cons T22 breaker Q0 closed		404104	1	ok
51	DI2.18	E2B040Q01OPN	2B040 Own cons T22 disconn Q1 open		404104	2	ok
52	DI2.19	E2B040Q01CLO	2B040 Own cons T22 disconn Q1 closed		404104	3	ok
53	DI2.20	E2B040K00150	2B040 Own cons T22 breaker overc. trip	ALM	404104	4	ok
54	DI2.21	E2B040K00150N	2B040 Own cons T22 breaker earth f. trip	ALM	404104	5	ok
55	DI2.22	E2B040K001IRF	2B040 Own cons T22 prot relay fault	ALM	404104	6	ok
56	DI2.23	E2B040T22GTRP	2B040 Own cons T22 gas relay trip	ALM	404104	7	ok
57	DI2.24	E2B040T22OTRP	2B040 Own cons T22 oil temp trip	ALM	404104	8	ok
58	DI2.25	E2B040F001ALI	2B040 Own cons T22 fuse alarm	ALM	404104	9	ok
59	DI2.26	E2B04022KF550	2B040 22K overcurrent trip	ALM	404104	10	
60	DI2.27				404104	11	
61	DI2.28				404104	12	
62	DI2.29				404104	13	
63	DI2.30				404104	14	
64	DI2.31				404104	15	
65	DI3.0	E2B051Q00OPN	2B051 Gas test run breaker Q0 open		404105	0	ok
66	DI3.1	E2B051Q00CLO	2B051 Gas test run breaker Q0 closed		404105	1	ok
67	DI3.2	E2B051Q01OPN	2B051 Gas test run disconn Q1 open		404105	2	ok
68	DI3.3	E2B051Q01CLO	2B051 Gas test run disconn Q1 closed		404105	3	ok
69	DI3.4	E2B051K00150	2B051 Gas test run breaker overc. trip	ALM	404105	4	ok
70	DI3.5	E2B051K00150N	2B051 Gas test run breaker earth f. trip	ALM	404105	5	ok
71	DI3.6	E2B051K001IRF	2B051 Gas test run prot relay fault	ALM	404105	6	ok
72	DI3.7	E2B051F001ALI	2B051 Gas test run fuse alarm	ALM	404105	7	ok
73	DI3.8	E2B060K010ALI	2B060 20kV busbar prot alarm	ALM	404105	8	ok
74	DI3.9	E2B060K010IRF	2B060 20kV busbar prot relay fault	ALM	404105	9	ok
75	DI3.10	E2B060F001ALI	2B060 20kV busbar fuse alarm	ALM	404105	10	ok
76	DI3.11				404105	11	
77	DI3.12				404105	12	
78	DI3.13				404105	13	
79	DI3.14				404105	14	
80	DI3.15				404105	15	
81	DI3.16	E2B070Q00OPN	2B070 transf T24 breaker Q0 open		404106	0	ok
82	DI3.17	E2B070Q00CLO	2B070 transf T24 breaker Q0 closed		404106	1	ok
83	DI3.18	E2B070Q03OPN	2B070 transf T24 disconn Q3 open		404106	2	ok
84	DI3.19	E2B070Q03CLO	2B070 transf T24 disconn Q3 closed		404106	3	ok
85	DI3.20	E2B070K00150	2B070 transf T24 breaker overc. trip	ALM	404106	4	ok
86	DI3.21	E2B070K00150N	2B070 transf T24 breaker earth f. trip	ALM	404106	5	ok
87	DI3.22	E2B070K001IRF	2B070 transf T24 prot relay fault	ALM	404106	6	ok
88	DI3.23	E2B070K02187	2B070 transf T24 break diff overc. trip	ALM	404106	7	ok
89	DI3.24	E2B070K021IRF	2B070 transf T24 differential relay fault	ALM	404106	8	ok
90	DI3.25	E2B070T24GTRP	2B070 transf T24 gas relay trip	ALM	404106	9	ok
91	DI3.26	E2B070T24TTRP	2B070 transf T24 oil temp trip	ALM	404106	10	ok
92	DI3.27	E2B070T24WTRP	2B070 transf T24 wind temp trip	ALM	404106	11	ok
93	DI3.28	E2B070T24OHLTR	2B070 transf T24 oil high level trip	ALM	404106	12	ok

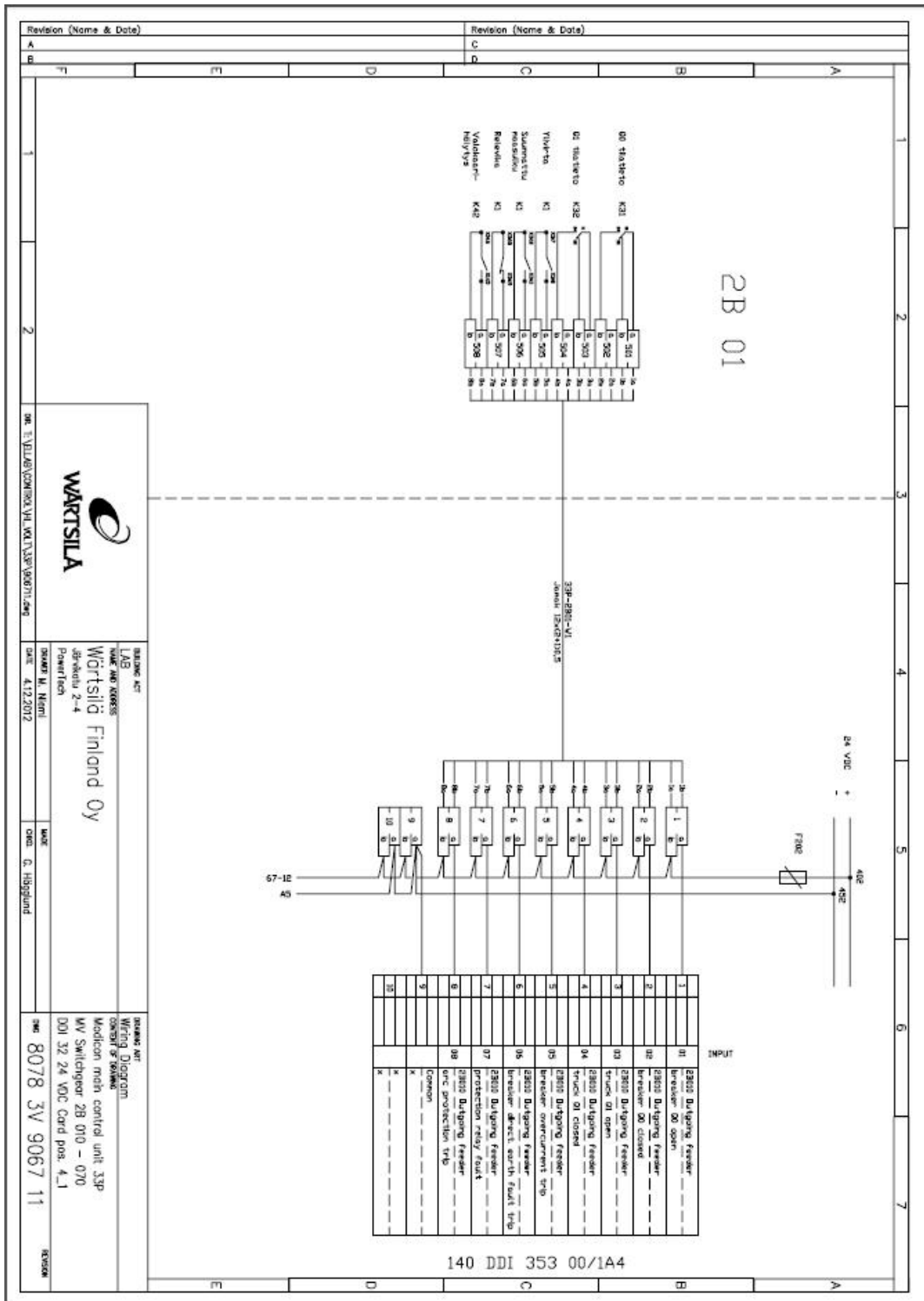
94	DI3.29	E2B070T24OHLTRF	2B070 transf T24 oil high level trip	ALM	404106	13	ok
95	DI3.30	E2B070T24OLLTRF	2B070 transf T24 oil low level trip	ALM	404106	14	ok
96	DI3.31				404106	15	
97	DI4.0	E2B021SF6ALI	2B021 Testrun W32 breaker SF6 alarm	ALM	404107	0	ok
98	DI4.1	E2B022SF6ALI	2B022 Testrun W20 breaker SF6 alarm	ALM	404107	1	ok
99	DI4.2	E2B051SF6ALI	2B051 Gas Test run breaker SF6 alarm	ALM	404107	2	ok
Signal nr	Tagname	Description		A/D MMI	Test		
1	E2B010K001IL1PV	2B010 Outgoing feeder Phase current L1		404001	ok		
2	E2B010K001IL2PV	2B010 Outgoing feeder Phase current L2		404002	ok		
3	E2B010K001IL3PV	2B010 Outgoing feeder Phase current L3		404003	ok		
4	E2B010K001I0PV	2B010 Outgoing feeder residual current		404004	ok		
5	E2B021K001IL1PV	2B021 Testrun W32 Phase current L1		404005	ei		
6	E2B021K001IL2PV	2B021 Testrun W32 Phase current L2		404006	ei		
7	E2B021K001IL3PV	2B021 Testrun W32 Phase current L3		404007	ei		
8	E2B021K001I0PV	2B021 Testrun W32 residual current		404008	ei		
9	E2B022K001IL1PV	2B022 Testrun W20 Phase current L1		404009	ei		
10	E2B022K001IL2PV	2B022 Testrun W20 Phase current L2		404010	ei		
11	E2B022K001IL3PV	2B022 Testrun W20 Phase current L3		404011	ei		
12	E2B022K001I0PV	2B022 Testrun W20 residual current		404012	ei		
13	E2B030K001IL1PV	2B030 Own cons ventil T21 Phase current L1		404013	ok		
14	E2B030K001IL2PV	2B030 Own cons ventil T21 Phase current L2		404014	ok		
15	E2B030K001IL3PV	2B030 Own cons ventil T21 Phase current L3		404015	ok		
16	E2B030K001I0PV	2B030 Own cons ventil T21 residual current		404016	ok		
17	E2B040K001IL1PV	2B040 Own cons T22 Phase current L1		404017	ok		
18	E2B040K001IL2PV	2B040 Own cons T22 Phase current L2		404018	ok		
19	E2B040K001IL3PV	2B040 Own cons T22 Phase current L3		404019	ok		
20	E2B040K001I0PV	2B040 Own cons T22 residual current		404020	ok		
21	E2B051K001IL1PV	2B051 Gas test run Phase current L1		404021	ok		
22	E2B051K001IL2PV	2B051 Gas test run Phase current L2		404022	ok		
23	E2B051K001IL3PV	2B051 Gas test run Phase current L3		404023	ok		
24	E2B051K001I0PV	2B051 Gas test run residual current		404024	ok		
25							
26							
27							
28	E2B060K010U0PV	2B060 20kV busbar zero sequence voltage		404028	ok		
29							
30	E2B070K001IL1PV	2B070 transf T24 Phase current L1		404030	ok		
31	E2B070K001IL2PV	2B070 transf T24 Phase current L2		404031	ok		
32	E2B070K001IL3PV	2B070 transf T24 Phase current L3		404032	ok		
33	E2B070K001I0PV	2B070 transf T24 residual current		404033	ok		

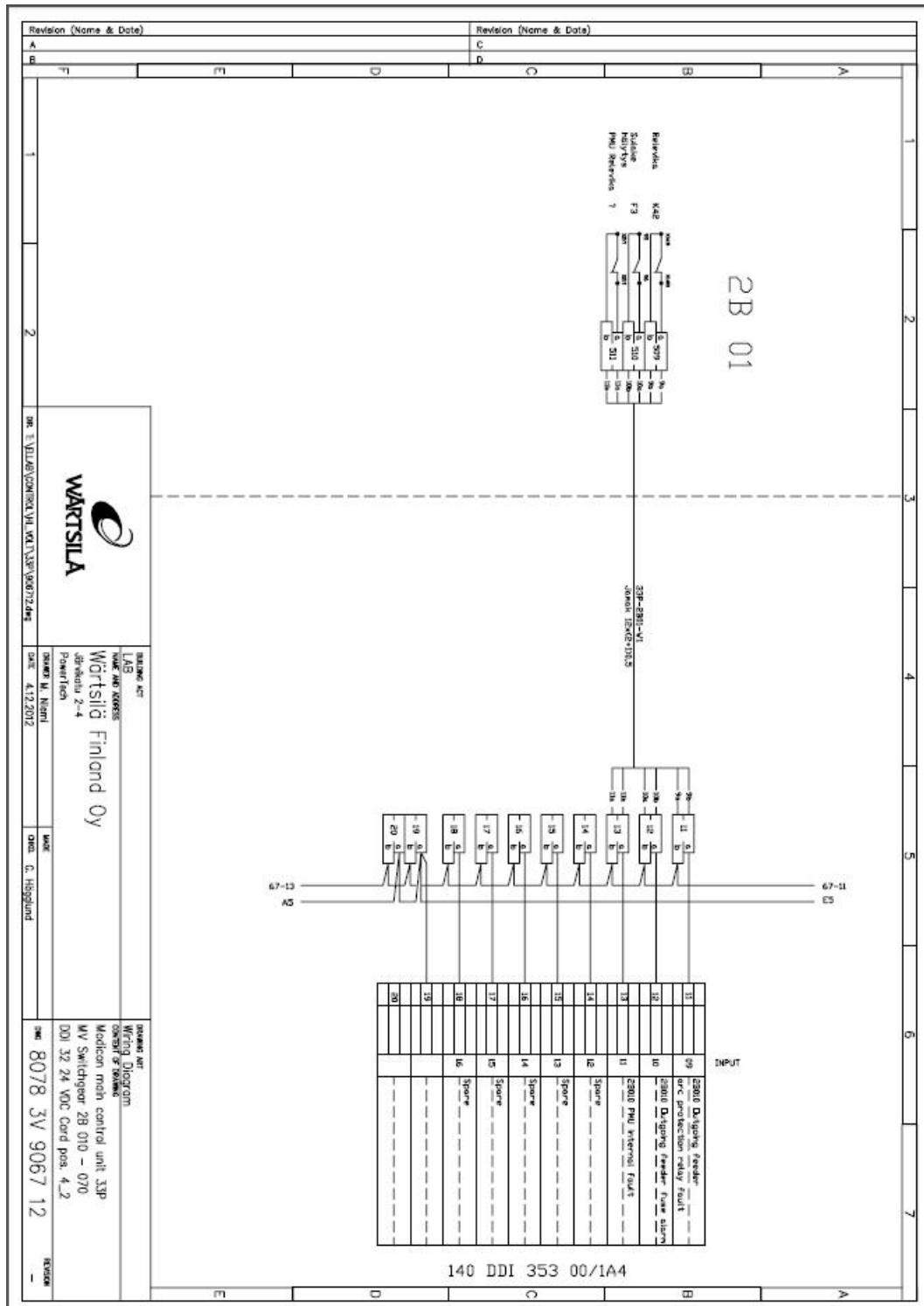
40	E2B070K021IDI1P	2B070 transf differential current L1	404040	ei
41	E2B070K021IDI2P	2B070 transf differential current L2	404041	ei
42	E2B070K021IDI3P	2B070 transf differential current L3	404042	ei
43			404043	
44	E2B010K022U12PV	2B010 Outgoing feeder voltage L1-L2	404044	ei
45	E2B010K022U23PV	2B010 Outgoing feeder voltage L2-L3	404045	ei
46	E2B010K022U31PV	2B010 Outgoing feeder voltage L3-L1	404046	ei
47	E2B010K022SPV	2B010 Outgoing feeder Apparent power	404047	ei
48	E2B010K022PPFV	2B010 Outgoing feeder Power Factor	404048	ei
49	E2B010K022IL1PV	2B010 Outgoing feeder phase current L1	404049	ei
50	E2B010K022IL2PV	2B010 Outgoing feeder phase current L1	404050	ei
51	E2B010K022IL3PV	2B010 Outgoing feeder phase current L1	404051	ei
52	E2B010K022IOPV	2B010 Outgoing feeder residual current	404052	ei
53	E2B010K022FPV	2B010 Outgoing feeder frequency	404053	ei
54			404054	
55	E2B070K021IDI1P	2B070 transf primary current L1	404055	ei
56	E2B070K021IDI2P	2B070 transf primary current L2	404056	ei
57	E2B070K021IDI3P	2B070 transf primary current L3	404057	ei
58	E2B070K021IDI1SP	2B070 transf secondary current L1	404058	ei
59	E2B070K021IDI1SP	2B070 transf secondary current L2	404059	ei
60	E2B070K021IDI1SP	2B070 transf secondary current L3	404060	ei
101	E2B010K001COM	2B010 Outgoing feeder communic error	404109	0 ok
102	E2B021K001COM	2B021 Testrun W32 communic error	404109	1 ok
103	E2B022K001COM	2B022 Testrun W20 communic error	404109	2 ok
104	E2B030K001COM	2B030 Ventil Own cons T21 communic error	404109	3 ok
105	E2B040K001COM	2B040 Own consion T22 communic error	404109	4 ok
106	E2B051K001COM	2B051 Gas test run communic error	404109	5 ok
107	E2B060K001COM	2B060 20kV busbar communic error	404109	6 ok
108	E2B070K001COM	2B070 20/10 kV transf T24 communic error	404109	7 ok
109	E2B010K022COM	2B010 Outgoing feeder PMU communic error	404109	8 ei
110	E2B010K042COM	2B010 Outgoing feeder arc communic error	404109	9 ei
111	E2B070K021COM	2B070 20/10 kV transf T24 diffirt communic error	404109	10 ei

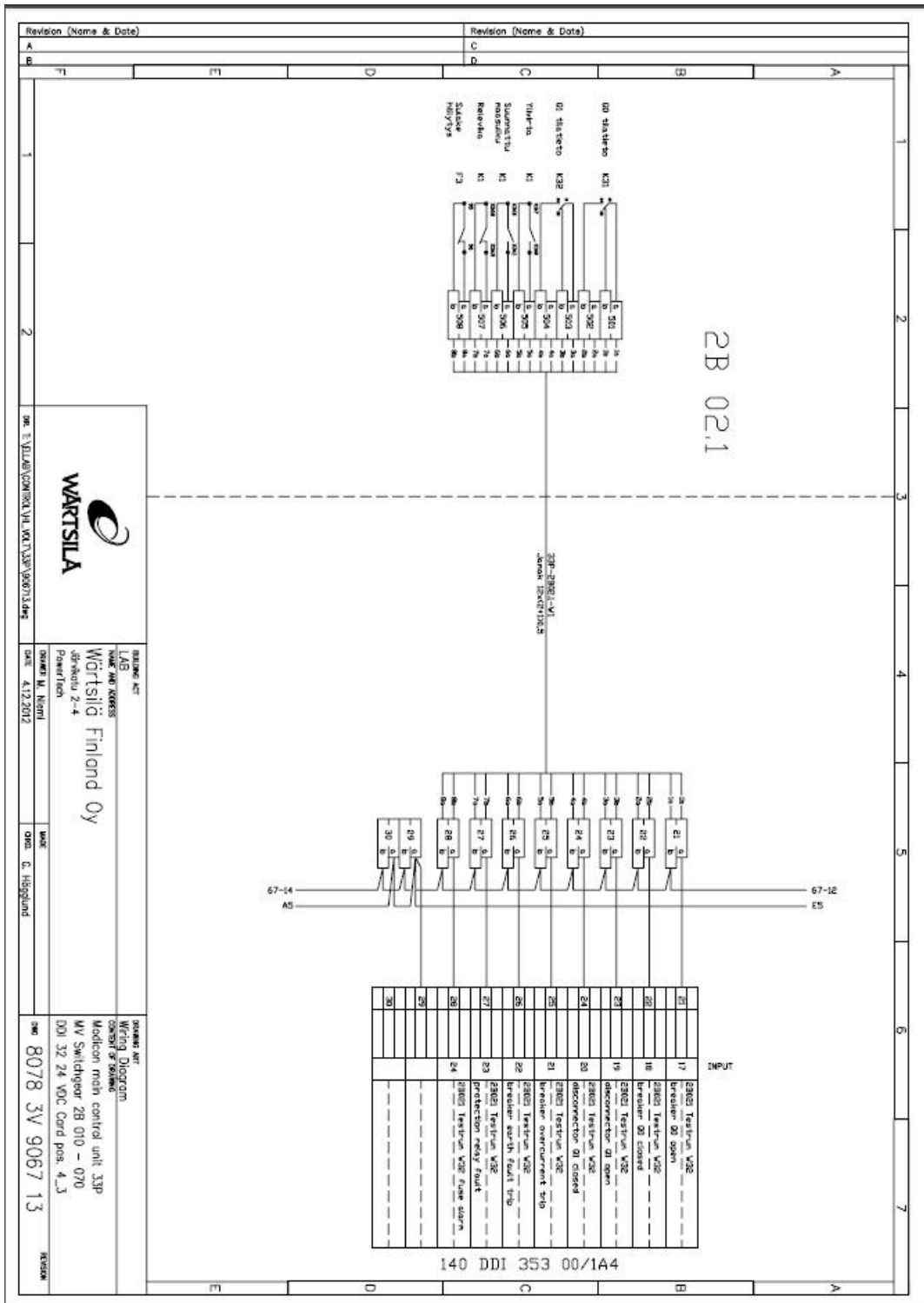




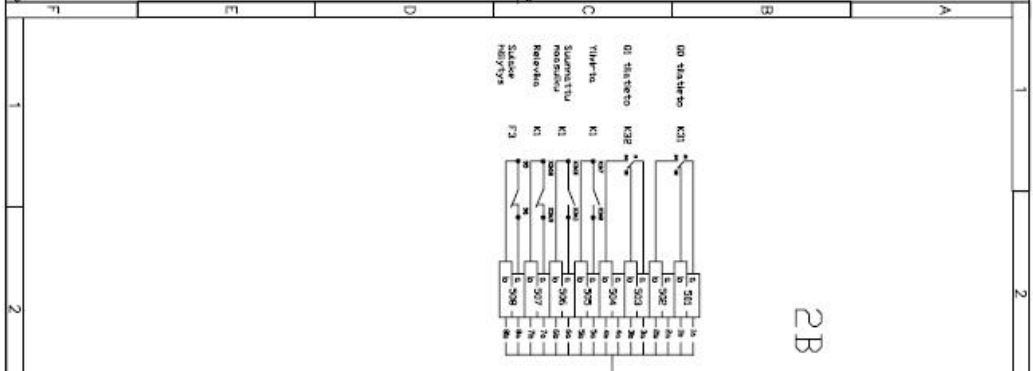








Revision (Name & Date)	
A	C

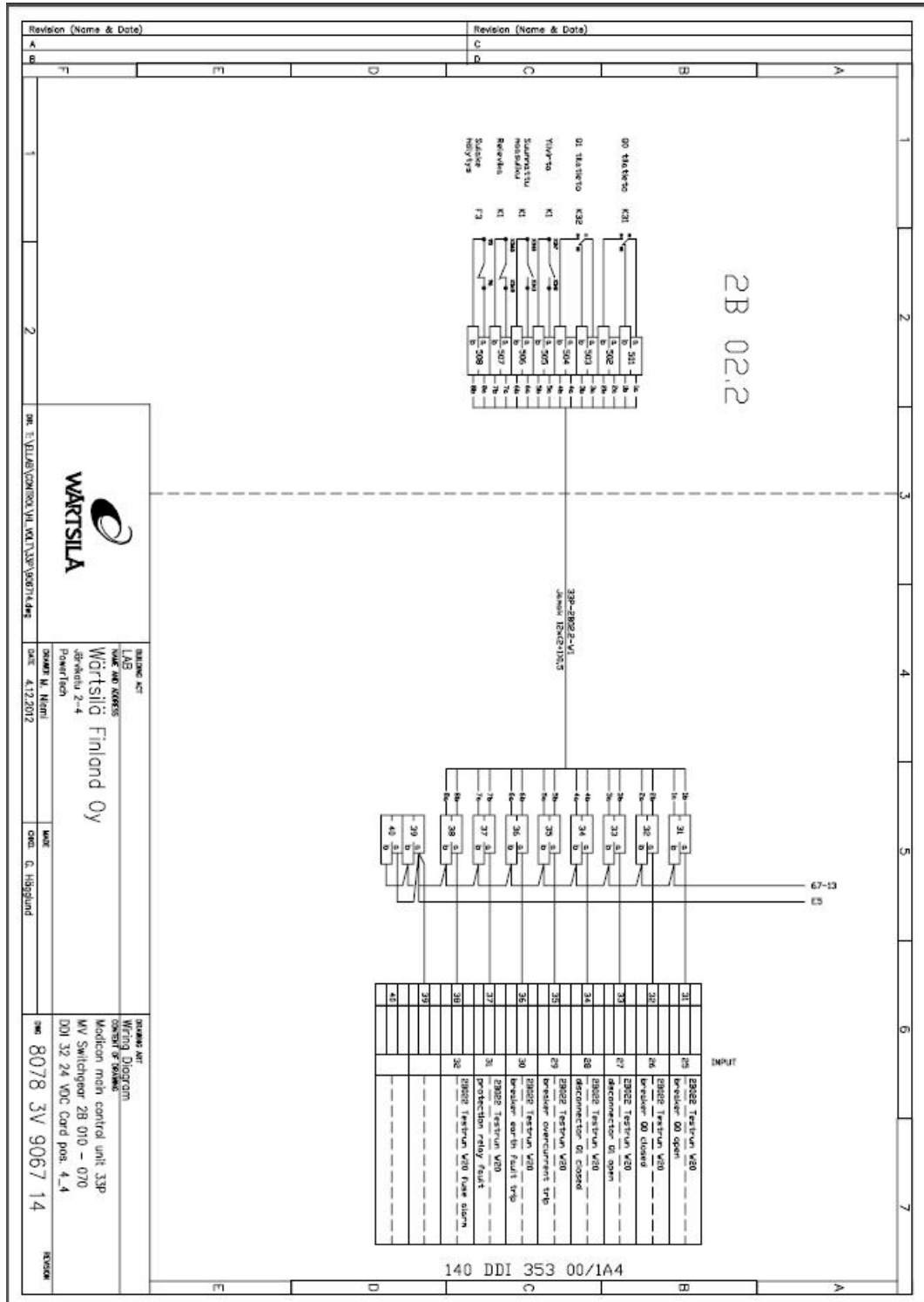


WARTSILA

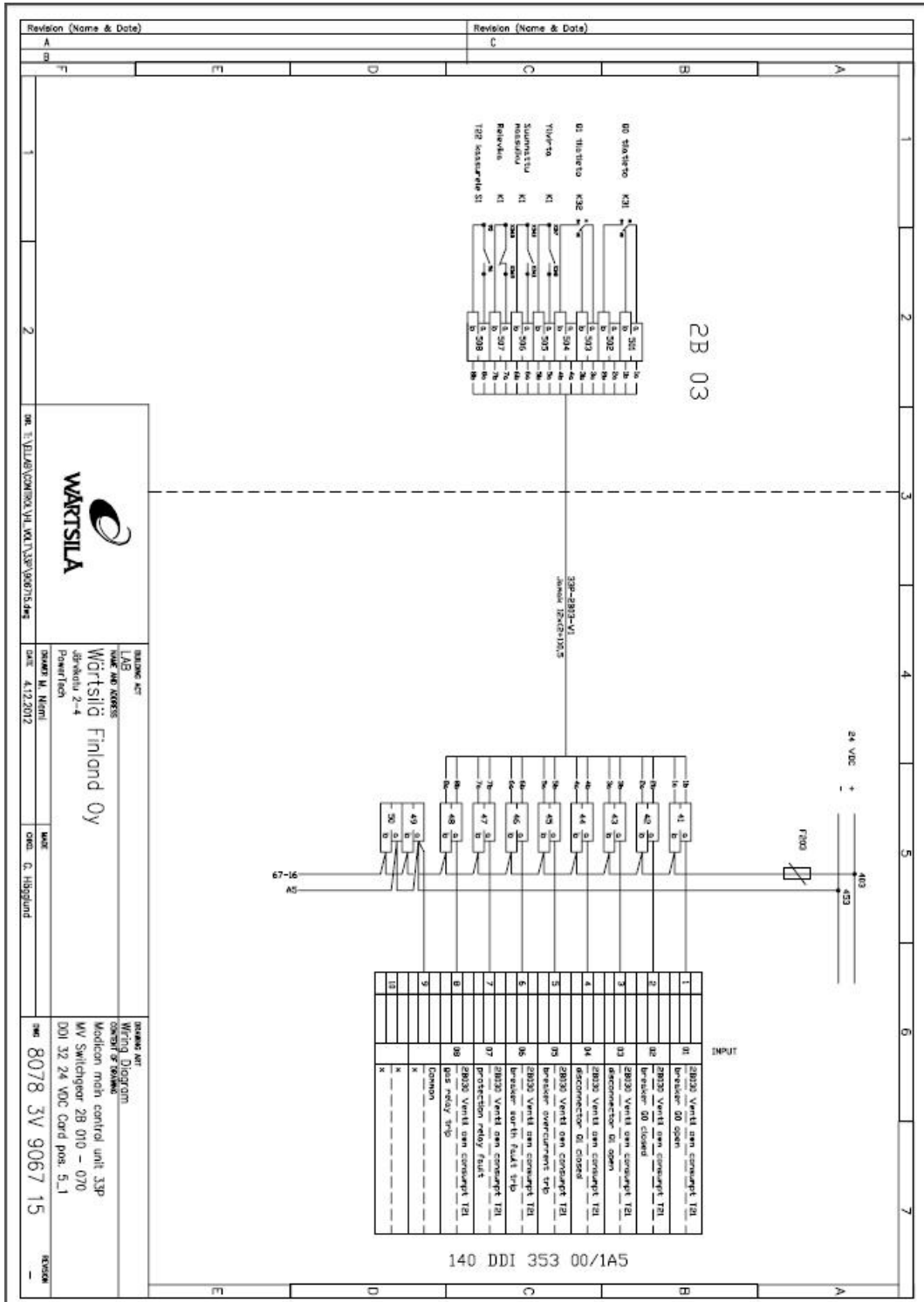
PLM - EVELIN/COM/RA.VH.WA1.33V/9067.13.045

<p>REVISION: APT LIS: MJK/KKES Wartsila Finland Oy -lahti 2-4 PowerLine DRAWT: M. Heini DATE: 4.12.2012</p>	<p>REVISION: APT WIKING MORGENTHAU Medicon main control unit 33P WV Switchgear 2B 010 - 070 DDI 32 24 VDC Card pos. 4...3 SME 8078 3V 9067 13</p>
---	---

	REVISION
--	----------

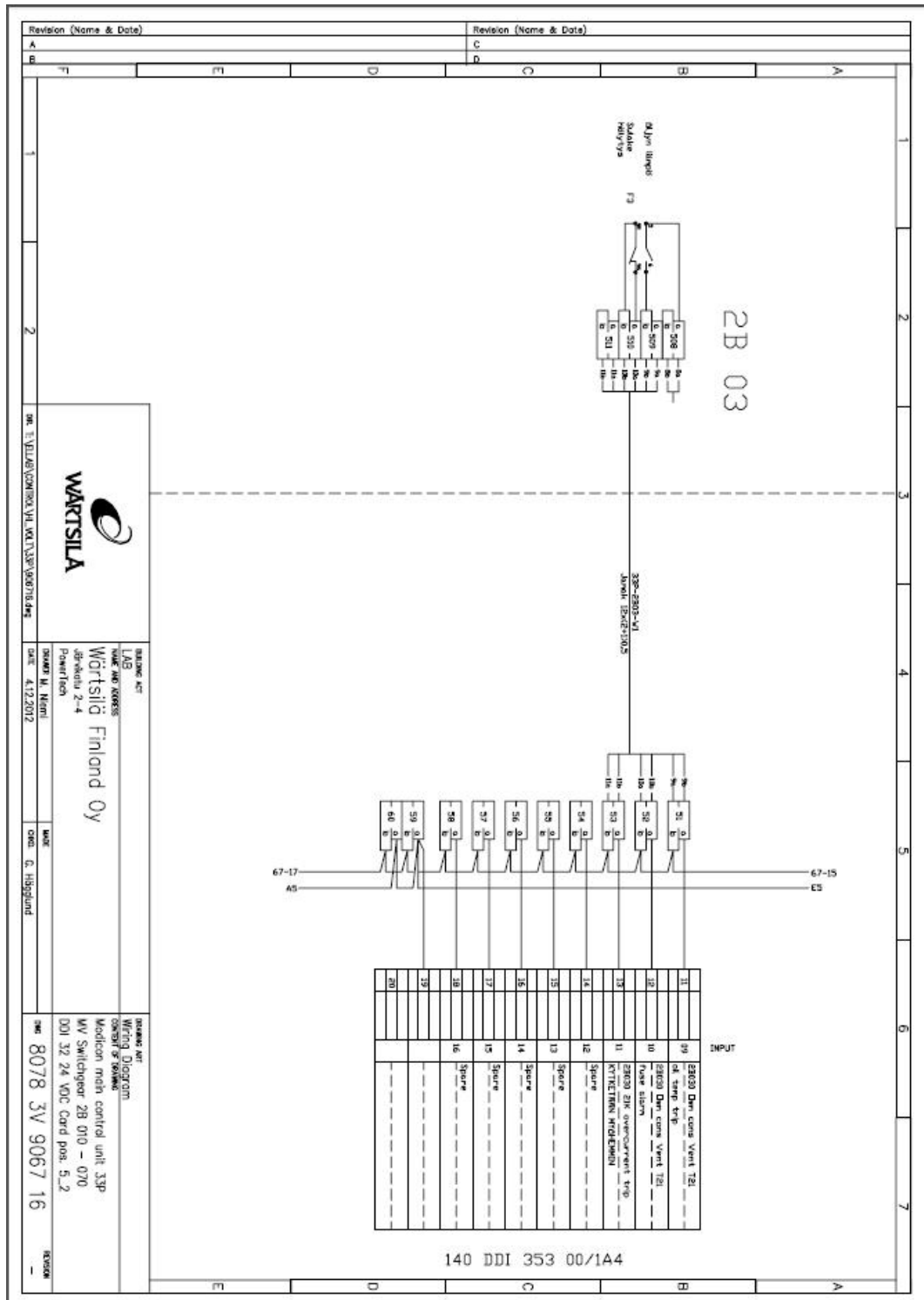


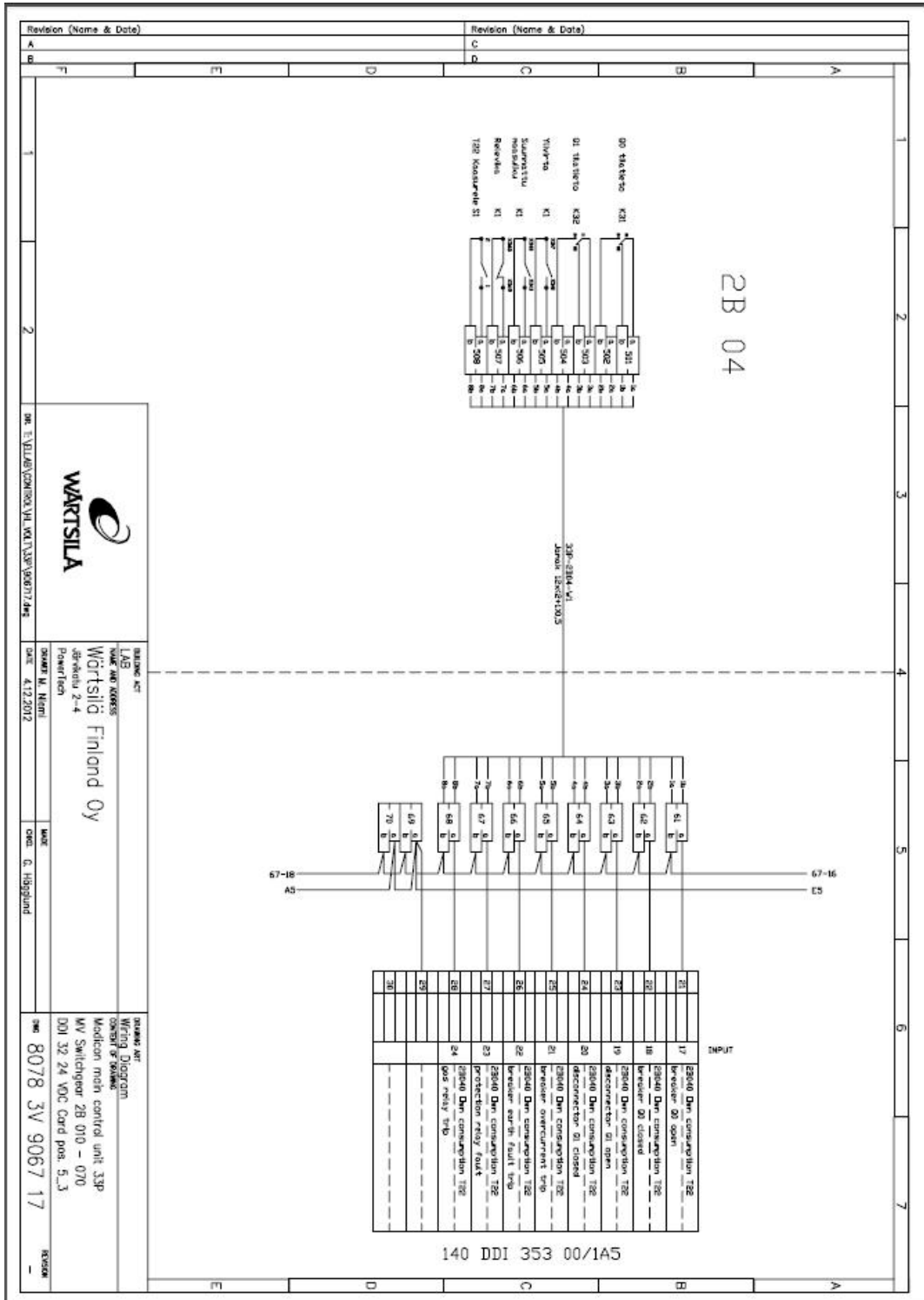
WARTSILA		WARTSILA OY Wärtsilä Finland Oy Wärtsiläntie 2-4 Pori FIN-21100 PORI FINLAND Phone: +358 9 251111 Fax: +358 9 251122 E-mail: info@wartsila.com	
DRAWING NO: 8078 3V 9067 14		DATE: 4.12.2012	

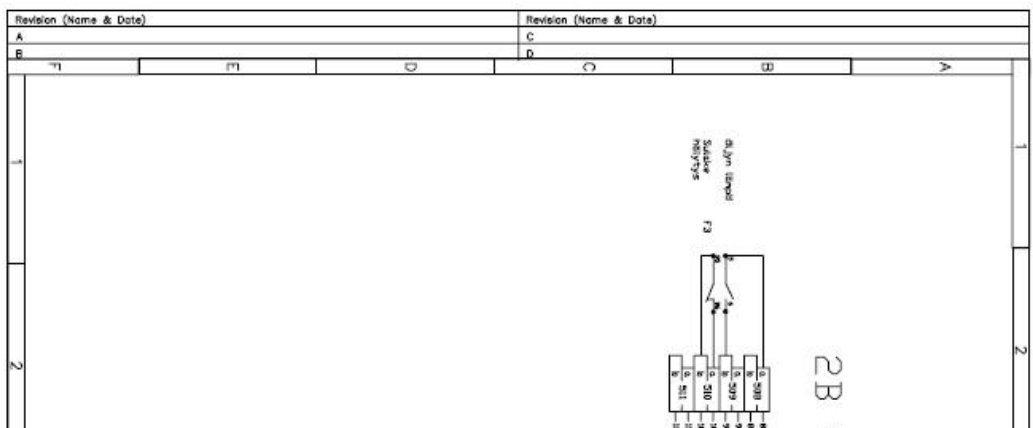
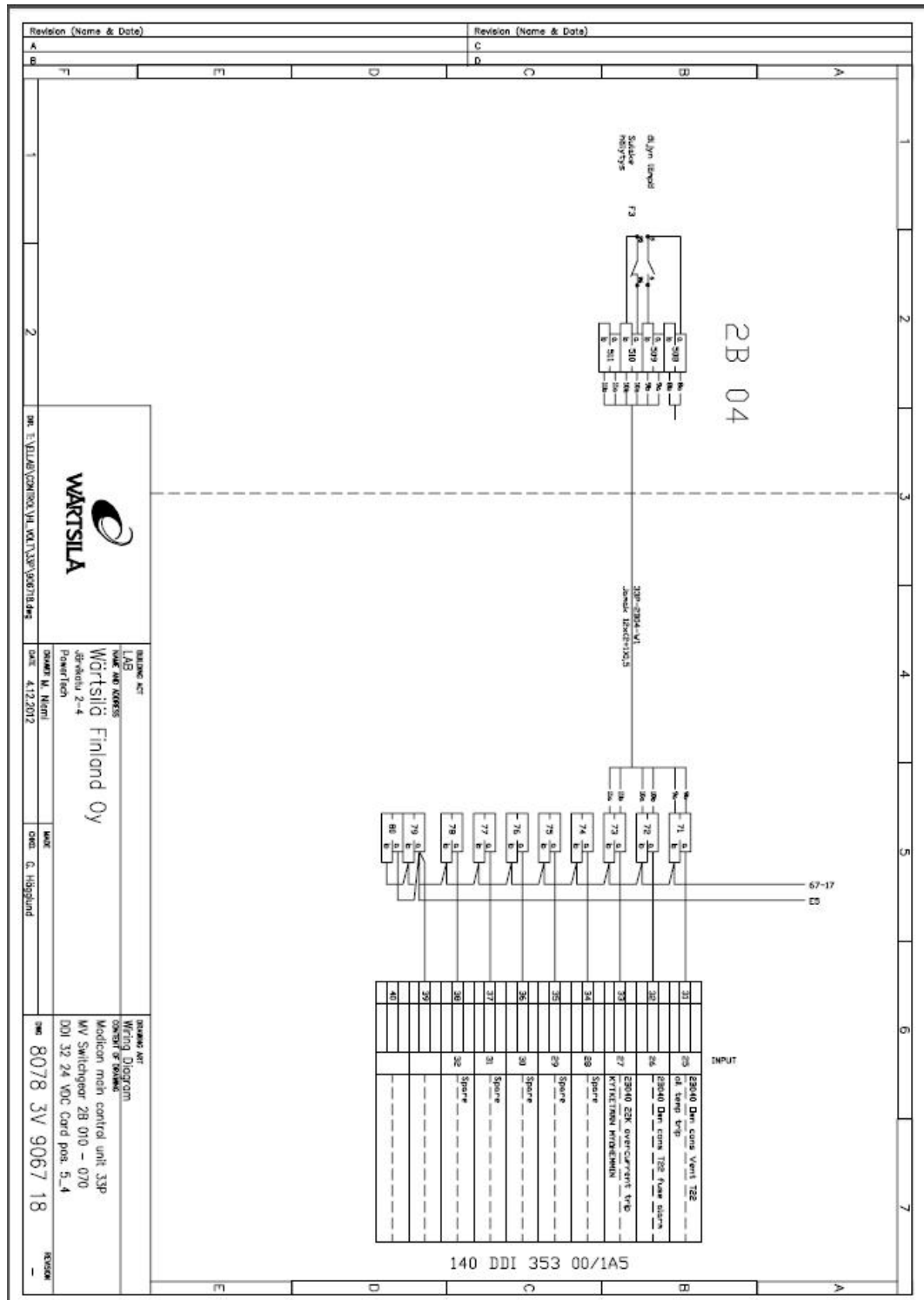


Revision (Name & Date)		Revision (Name & Date)	
A		C	
B		D	
E		F	
1		2	

		Wartsila Oy Wärtsilä Finland Oy Wärtsilä Finland Oy Wärtsilä Oy Wärtsilä Oy Wärtsilä Oy	Wartsila Oy Wärtsilä Finland Oy Wärtsilä Oy Wärtsilä Oy Wärtsilä Oy
01 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A		02 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A	03 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A
04 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A		05 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A	06 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A
07 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A		08 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A	09 3 VILUURICOMBA VIL 001 1.30V/00075 40A







WARTSILA

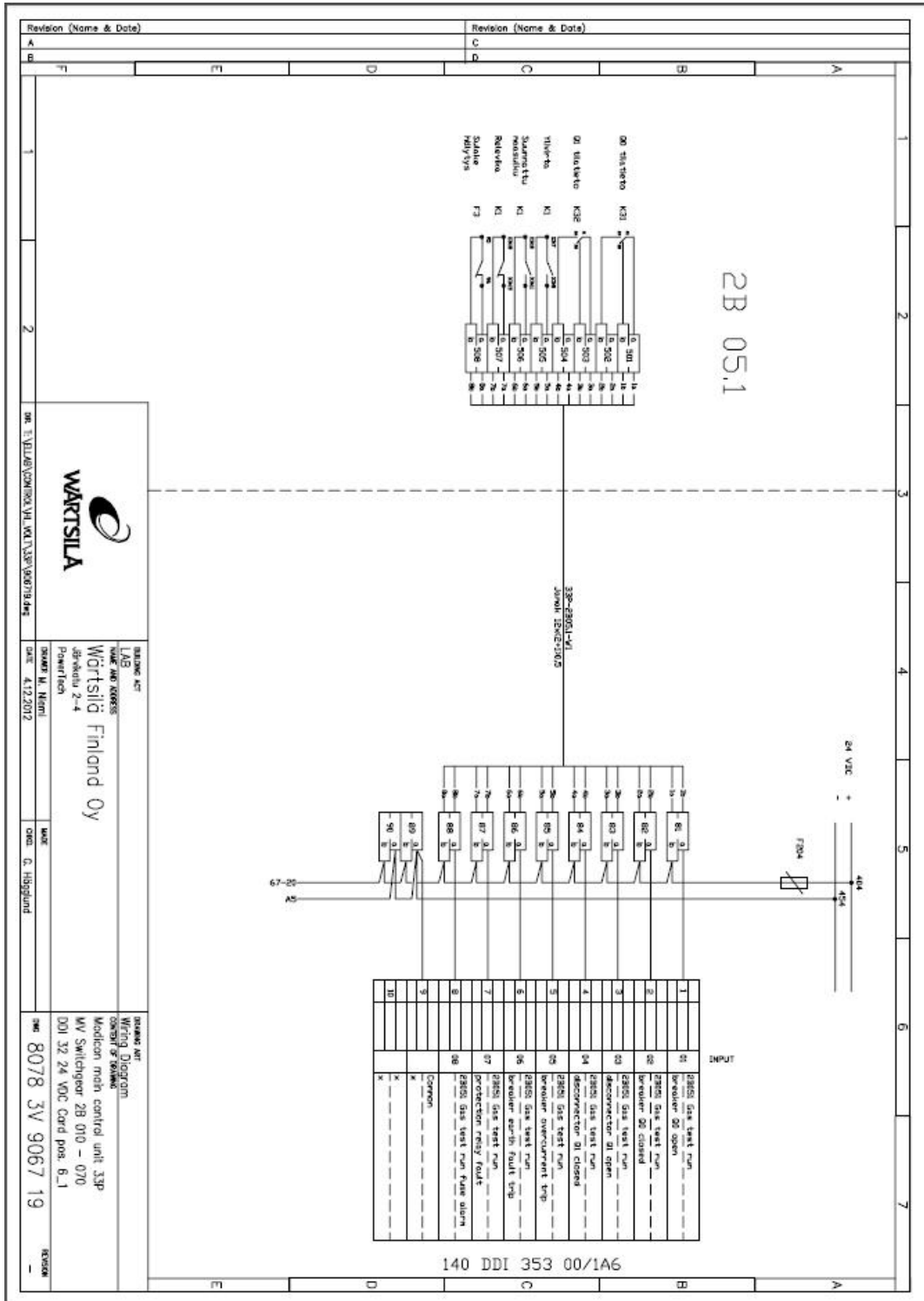
PLAZA
Wärtsilä Finland Oy
Pöytäkatu 2-4
Pori
Suomi

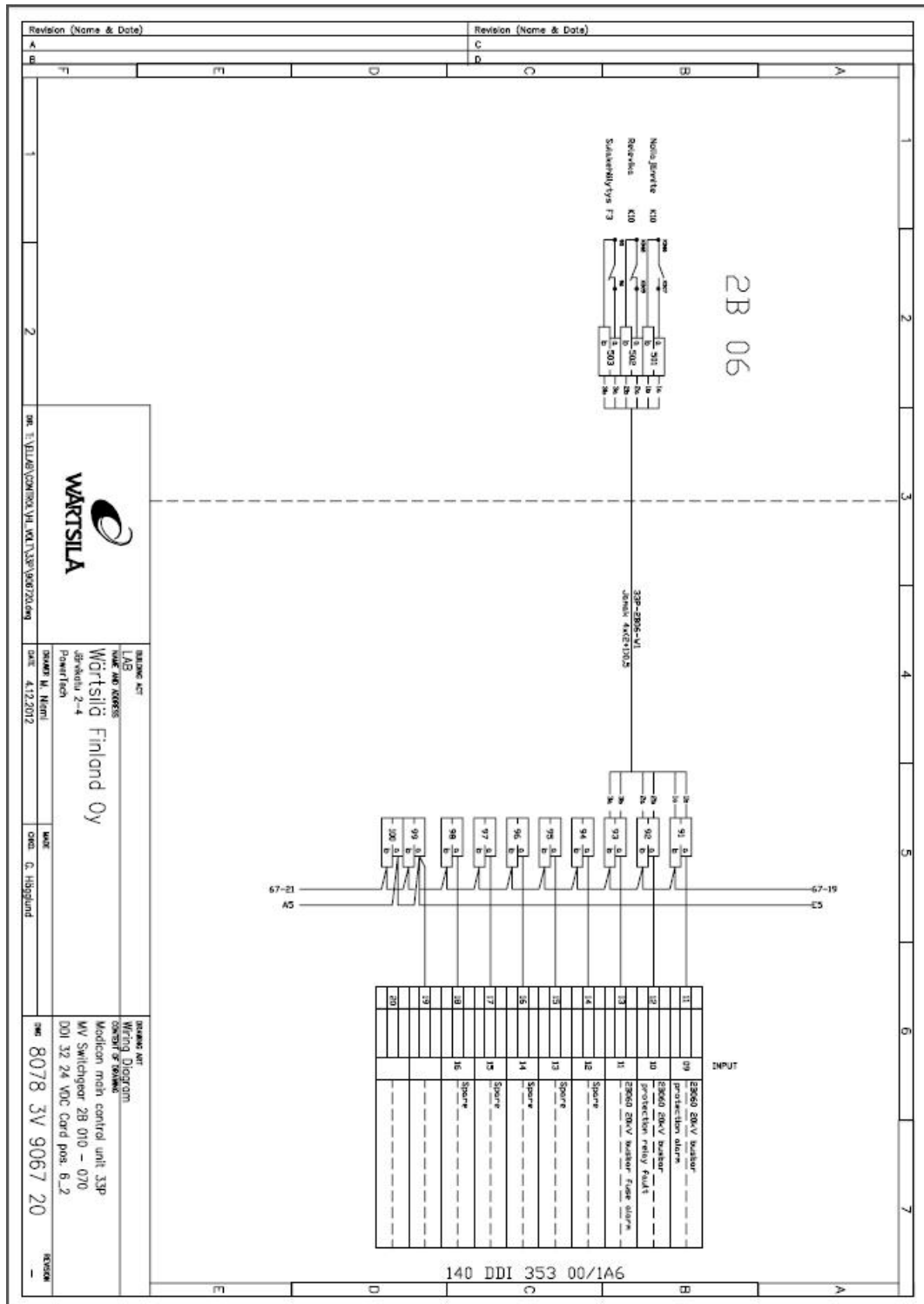
FIN-3, YLLÄVAIKONKA YH. OY (1.3.3.1) 906718-045

INSTALLATION UNIT
NAME: WVF 906718
DATE: 4.12.2012

INSTALLATION UNIT
NAME: WVF 906718
DATE: 4.12.2012

INSTALLATION UNIT
NAME: WVF 906718
DATE: 4.12.2012



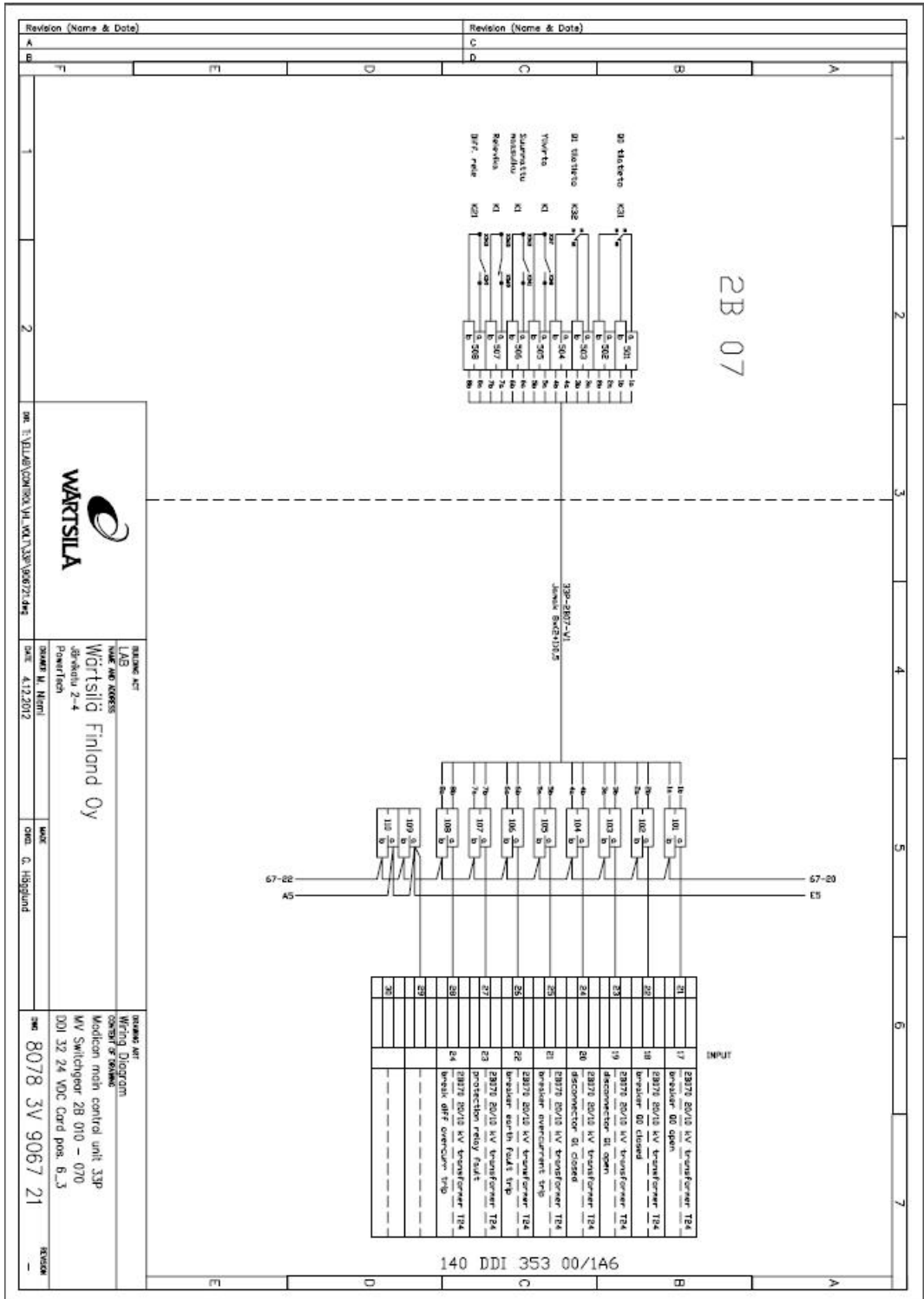


Revision (Name & Date)		Revision (Name & Date)	
A		C	
B		D	
F			
1		2	
2		3	
4		5	
6		7	
E		D	
		C	
		B	
		A	



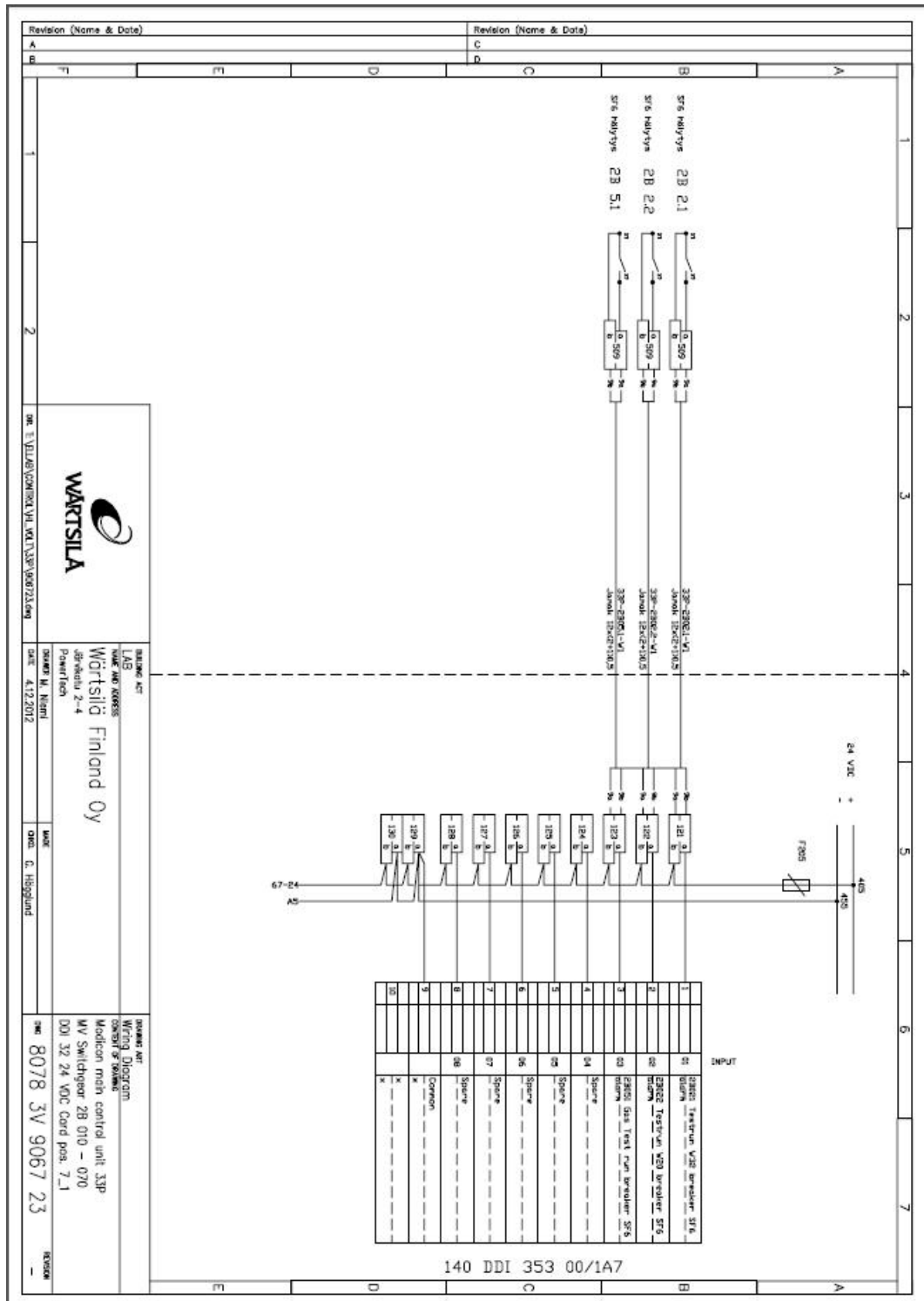
WARTSILA
 Wörtsilä Finland Oy
 Drävenväg 2-4
 PowerTech
 Puhelin: 010 3122012
 Sähköposti: 010 3122012

Modicon main control unit 33P
 WV Switchgear 2B 010 - 070
 001 32 24 VDC Card Pos. 6-2
 8078 3V 9067 20



WÄRTSILÄ
 Wartsila Finland Oy
 PowerTech
 Dr. S. VELLARICOMARVA VML133W/90671-042
 DRAWN BY: M. HERRI
 DATE: 4.12.2012
 CHECKED BY: G. HÄGGGUND

ORDER NO: 8078 3V 9067 21
 Wartsila Oy
 Wartsila main central unit 33P
 WV Switchgear 28 010 - 070
 100 32 24 VDC Cord Pos: 6..3



Watt-SLA

Processed: **Alarms** Trends Reports

Filter: Common G1

All Events Alarms No-Alarm SHD/THP A.M. SF Diver: rml

Summary History No-Alarm

DATE	Time	Description	Part code	Alarm Group	Alarm State	State	Operator
04/10/2013	12:18:28	ALM, 2B030 Ventl Dam cone "21" communic error	E2B32K3010CM	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:28	ALM, 2B051 9ah test fur communic error	E2B51K3010CM	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:28	ALM, 2B021 Testun W22 communic error	E2B21K3010CM	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:28	ALM, 2B070 20Y10kV tranel T24 communic error	E2B70K3010CM	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:28	ALM, 2B022 Testun W20 communic error	E2B22K3010CM	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:28	ALM, 2B049 Ovr Conslon T22 communic error	E2B49K3010CM	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:28	ALM, 2B069 20kV bunder communic error	E2B69K3010CM	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:28	ALM, 2B070 20Y10kV tranel T24dftn communic err	E2B70K3010CM	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:46	ALM, communication fault RLCW05	CF4901A699AU	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:46	ALM, communication fault RLCW05	CF4901A699AU	Common	UNACK	ON	tsone
04/10/2013	12:18:16	ALM, communication fault LMCW05	SC4011A699AU	Series1_1	UNACK	ON	tsone
							admins.

Display: 1 to 11 of 11 alarms

Tools 04/10/2013 12:59:29

Delete Query

100% Comp

D13_1				D13_2			
FBI 2 8				FBI 2 9			
MOVE_B16				MOVE_B16			
%11.7.1.0	MO01	VE01	D13_1	%11.7.17.0	MO01	VE01	D13_17
%11.7.2.0	MO02	VE02	D13_2	%11.7.18.0	MO02	VE02	D13_18
%11.7.3.0	MO03	VE03	D13_3	%11.7.19.0	MO03	VE03	D13_19
%11.7.4.0	MO04	VE04	D13_4	%11.7.20.0	MO04	VE04	D13_20
%11.7.5.0	MO05	VE05	D13_5	%11.7.21.0	MO05	VE05	D13_21
%11.7.6.0	MO06	VE06	D13_6	%11.7.22.0	MO06	VE06	D13_22
%11.7.7.0	MO07	VE07	D13_7	%11.7.23.0	MO07	VE07	D13_23
%11.7.8.0	MO08	VE08	D13_8	%11.7.24.0	MO08	VE08	D13_24
%11.7.9.0	MO09	VE09	D13_9	%11.7.25.0	MO09	VE09	D13_25
%11.7.10.0	MO10	VE10	D13_10	%11.7.26.0	MO10	VE10	D13_26
%11.7.11.0	MO11	VE11	D13_11	%11.7.27.0	MO11	VE11	D13_27
%11.7.12.0	MO12	VE12	D13_12	%11.7.28.0	MO12	VE12	D13_28
%11.7.13.0	MO13	VE13	D13_13	%11.7.29.0	MO13	VE13	D13_29
%11.7.14.0	MO14	VE14	D13_14	%11.7.30.0	MO14	VE14	D13_30
%11.7.15.0	MO15	VE15	D13_15	%11.7.31.0	MO15	VE15	D13_31
%11.7.16.0	MO16	VE16	D13_16	%11.7.32.0	MO16	VE16	D13_32
	VEW01		D13_1_16		VEW01		D13_17_32

D14_1				D14_2			
FBI 2 10				FBI 2 11			
MOVE_B16				MOVE_B16			
%11.8.1.0	MO01	VE01	D14_1	%11.8.17.0	MO01	VE01	D14_17
%11.8.2.0	MO02	VE02	D14_2	%11.8.18.0	MO02	VE02	D14_18
%11.8.3.0	MO03	VE03	D14_3	%11.8.19.0	MO03	VE03	D14_19
%11.8.4.0	MO04	VE04	D14_4	%11.8.20.0	MO04	VE04	D14_20
%11.8.5.0	MO05	VE05	D14_5	%11.8.21.0	MO05	VE05	D14_21
%11.8.6.0	MO06	VE06	D14_6	%11.8.22.0	MO06	VE06	D14_22
%11.8.7.0	MO07	VE07	D14_7	%11.8.23.0	MO07	VE07	D14_23
%11.8.8.0	MO08	VE08	D14_8	%11.8.24.0	MO08	VE08	D14_24
%11.8.9.0	MO09	VE09	D14_9	%11.8.25.0	MO09	VE09	D14_25
%11.8.10.0	MO10	VE10	D14_10	%11.8.26.0	MO10	VE10	D14_26
%11.8.11.0	MO11	VE11	D14_11	%11.8.27.0	MO11	VE11	D14_27
%11.8.12.0	MO12	VE12	D14_12	%11.8.28.0	MO12	VE12	D14_28
%11.8.13.0	MO13	VE13	D14_13	%11.8.29.0	MO13	VE13	D14_29
%11.8.14.0	MO14	VE14	D14_14	%11.8.30.0	MO14	VE14	D14_30
%11.8.15.0	MO15	VE15	D14_15	%11.8.31.0	MO15	VE15	D14_31
%11.8.16.0	MO16	VE16	D14_16	%11.8.32.0	MO16	VE16	D14_32
	VEW01		D14_1_16		VEW01		D14_17_32

D13_1				D13_2			
FBI 2 8				FBI 2 9			
MOVE_B16				MOVE_B16			
%11.7.1.0	MO01	VE01	D13_1	%11.7.17.0	MO01	VE01	D13_17
%11.7.2.0	MO02	VE02	D13_2	%11.7.18.0	MO02	VE02	D13_18
%11.7.3.0	MO03	VE03	D13_3	%11.7.19.0	MO03	VE03	D13_19
%11.7.4.0	MO04	VE04	D13_4	%11.7.20.0	MO04	VE04	D13_20
%11.7.5.0	MO05	VE05	D13_5	%11.7.21.0	MO05	VE05	D13_21
%11.7.6.0	MO06	VE06	D13_6	%11.7.22.0	MO06	VE06	D13_22
%11.7.7.0	MO07	VE07	D13_7	%11.7.23.0	MO07	VE07	D13_23
%11.7.8.0	MO08	VE08	D13_8	%11.7.24.0	MO08	VE08	D13_24
%11.7.9.0	MO09	VE09	D13_9	%11.7.25.0	MO09	VE09	D13_25
%11.7.10.0	MO10	VE10	D13_10	%11.7.26.0	MO10	VE10	D13_26
%11.7.11.0	MO11	VE11	D13_11	%11.7.27.0	MO11	VE11	D13_27
%11.7.12.0	MO12	VE12	D13_12	%11.7.28.0	MO12	VE12	D13_28
%11.7.13.0	MO13	VE13	D13_13	%11.7.29.0	MO13	VE13	D13_29
%11.7.14.0	MO14	VE14	D13_14	%11.7.30.0	MO14	VE14	D13_30
%11.7.15.0	MO15	VE15	D13_15	%11.7.31.0	MO15	VE15	D13_31
%11.7.16.0	MO16	VE16	D13_16	%11.7.32.0	MO16	VE16	D13_32
	VEW01		D13_1_16		VEW01		D13_17_32

D14_1				D14_2			
FBI 2 10				FBI 2 11			
MOVE_B16				MOVE_B16			
%11.8.1.0	MO01	VE01	D14_1	%11.8.17.0	MO01	VE01	D14_17
%11.8.2.0	MO02	VE02	D14_2	%11.8.18.0	MO02	VE02	D14_18
%11.8.3.0	MO03	VE03	D14_3	%11.8.19.0	MO03	VE03	D14_19
%11.8.4.0	MO04	VE04	D14_4	%11.8.20.0	MO04	VE04	D14_20
%11.8.5.0	MO05	VE05	D14_5	%11.8.21.0	MO05	VE05	D14_21
%11.8.6.0	MO06	VE06	D14_6	%11.8.22.0	MO06	VE06	D14_22
%11.8.7.0	MO07	VE07	D14_7	%11.8.23.0	MO07	VE07	D14_23
%11.8.8.0	MO08	VE08	D14_8	%11.8.24.0	MO08	VE08	D14_24
%11.8.9.0	MO09	VE09	D14_9	%11.8.25.0	MO09	VE09	D14_25
%11.8.10.0	MO10	VE10	D14_10	%11.8.26.0	MO10	VE10	D14_26
%11.8.11.0	MO11	VE11	D14_11	%11.8.27.0	MO11	VE11	D14_27
%11.8.12.0	MO12	VE12	D14_12	%11.8.28.0	MO12	VE12	D14_28
%11.8.13.0	MO13	VE13	D14_13	%11.8.29.0	MO13	VE13	D14_29
%11.8.14.0	MO14	VE14	D14_14	%11.8.30.0	MO14	VE14	D14_30
%11.8.15.0	MO15	VE15	D14_15	%11.8.31.0	MO15	VE15	D14_31
%11.8.16.0	MO16	VE16	D14_16	%11.8.32.0	MO16	VE16	D14_32
	VEW01		D14_1_16		VEW01		D14_17_32

