Jyrki Salmi

Generaattorien saarekekäyttö Suomenojan voimalaitoksella

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

7.5.2015

Metropolia

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jyrki Salmi Generaattorien saarekekäyttö Suomenojan voimalaitoksella 24 sivua + 6 liitettä 7.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaajat	Lehtori Sampsa Kupari Sähkömestari Timo Salo

Insinöörityön tarkoituksena oli selvittää Suomenojan voimalaitoksen yhteydessä olevan 110 kV kytkinkentän erottimien ja katkaisijoiden asentotietojen oikeellisuus voimalaitoksen automaatiojärjestelmässä. Samassa yhteydessä tehdään suunnitelmat asentotietojen saattamiseksi vastaamaan nykyhetkeä.

Työssä selvitettiin myös Suomenojan voimalaitoksen valmiuksia saarekekäytössä toimimiseen. Saarekekäyttöselvityksessä mietittiin tapoja saarekkeen havaitsemiseen ja toimenpiteisiin saarekekäytön havaitsemisen jälkeen. Yhtenä osana selvitystä huomioitiin myös Espoon sähköverkon toiminta saarekkeen aikana.

Työn toteutus aloitettiin asentotietojen suunnittelulla. Samassa yhteydessä selvitettiin pääkaavioista 110 kV:n kentällä tehdyt muutokset. Kun asentotiedot oli selvitetty, niiden pohjalta tehtiin suunnitelmat logiikoista. Lopuksi mietittiin käytössä olevan datan ja asiantuntijoiden lausuntojen perusteella, miten voimalaitoksen tulisi toimia saarekkeessa ja miten Espoon sähköverkon tulisi toimia saarekekäytön aikana.

Työn tuloksena Suomenojan voimalaitos pystyi päivittämään saaritietologiikan automaatiojärjestelmäänsä. Lisäksi voimalaitoksen henkilökunta sai tietoa, miten voimalaitoksen tulisi toimia saarekkeessa ja kuinka todennäköistä on, että voimalaitos toimii saarekekäytössä.

Avainsanat	Voimalaitos, 110 kV kytkinkenttä, asentotiedot ja saareke

Author Title Number of Pages Date	Jyrki Salmi Island Operation of Generators at the Suomenoja Power Plant 24 pages + 6 appendices 7 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	
Instructors	Sampsa Kupari, Senior Lecturer Timo Salo, Supervisor, electrical work

The purpose of this thesis was to clarify 110 kV switch yard status information and make plans how to correct this. Part of this thesis was to clarify how Suomenoja power plant will operate in island operation and think about different ways to detect islanding and how automation will react in this situation. One part was also to clarify how Espoo distribution will react in this kind of situation.

The start of this thesis was to clarify changes to the 110 kV switch yard and design status information. The changes were clarified from 110 kV switch yard single line diagrams. When changes were clarified, design for logic diagrams was made. Last part of this thesis was to consider how Power Plant and Espoo distribution should operate in Islanding. This was made with available data and advise from experts.

With the results of this thesis Suomenoja Power Plant could update status information from the 110 kV switch yard to the automation system and they have information how to operate if the Power Plant is in island operation. They also got information how likely the Power Plant will survive of Islanding in different situations.

Keywords	Power Plant, 110 kV switch yard, distribution, island operation

Sisällys

Lyhenteet

Lyhenteet 6

1 Johdanto 1

2 Suomenojan voimalaitos 2

2.1 Suomenojan voimalaitoksen yleiskuvaus 2
2.2 110 kV:n kytkinkenttä 3
2.3 Caruna Espoon sähköverkko 4

3 110 kV:n kytkinkenttä 5

3.1 Kytkinkentän muutoksien vaikutus 5
3.2 Kytkinkentän tilatiedot 6
3.2.1 Tilatietojen kaapelointi 6
3.2.2 Tilatietojen ohjelmointi 7

4 Saarekkeen tunnistaminen 7

4.1 Saarekelogiikka 7
4.2 Kentän tilatietologiikka 7
4.3 Verkkoon yhdistetty linja 10
4.4 Magnetoinnin ja generaattorikatkaisijan tilatiedot 10
4.5 Toimintatilat 12
4.5.1 Omakäytöllä 12
4.5.2 Verkossa 13
4.5.3 Saarekkeessa 13
4.6 Toimintatilan havaitseminen 13

5 Verkon taajuuden ja jännitteen säätäminen 14

5.1 Taajuussäätö 15
5.2 Taajuuden hallinta saarekkeessa 16
5.3 Jännitesäätö 18
5.4 Statiikka ja loisvirtastatiikka 19
5.4.1 Statiikka 19

5.4.2 Loisvirtastatiikka 21

6 Saareke 21

Yhteenveto 22

Lähteet 23

Liitteet

Liite 1. Pääkaavio

Liite 2. Asentotietojen kytkennät

Liite 3. Kaapeliluettelo So6

Liite 4. Signaaliluettelo

Liite 5. Logiikkakaaviot

Liite 6. Fingrid Oyj:n voimansiirtoverkko

Lyhenteet

CHP	Combined Heat and Power
COP	Coefficient Of Performance
kV	Kilovoltti
MVA	Megavolttiampeeri
MW	Megawatti
HSY	Helsingin seudun ympäristöpalvelut
GIS	Gas isolated switchgear
COP	Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto, jonka avulla hallinnoidaan tietokantoja.
Hz	Taajuus
PSS	Power System Stabilizer

1 Johdanto

Suomenojan voimalaitokselle on rakennettu vuosien saatossa erityyppisiä voimalaitosyksiköitä. Ensimmäisenä rakennettiin hiilivoimalaitos Suomenoja 1 vuonna 1977. So1-hiilivoimalaitoksella on höyryturbiini. Höyryturbiini pyörittää generaattoria, jonka nimellisteho on 102 MVA.

Hiilivoimalaitoksen jälkeen rakennettiin maakaasuturbiini So6 vuonna 1989. Kaasuturbiiniin liitetyn generaattorin nimellisteho on 47 MVA.

So6 kaasuturbiinin jälkeen rakennettiin vielä So2 kaasukombilaitos vuonna 2009. So2 koostuu kahdesta turbiinista ja generaattorista, kaasuturbiinin So2GT generaattorin nimellisteho on 180 MVA ja höyryturbiini So2ST pyörittää nimellisteholtaan 79,2 MVA olevaa generaattoria.

So2:n rakentamisen yhteydessä 110 kV:n kytkinkentällä tehtiin merkittäviä muutoksia. Kytkinkentällä tehtyjen muutoksien yhteydessä asentotiedot voimalaitoksen automaatiojärjestelmään jäivät projektilta päivittämättä, joten automaatiojärjestelmään tulevat asentotiedot eivät olleet enää luotettavia.

Insinöörityön tarkoituksena oli selvittää Suomenojan voimalaitoksen yhteydessä olevan 110 kV kytkinkentän erottimien ja katkaisijoiden asentotietojen oikeellisuus automaatiojärjestelmässä. Samassa yhteydessä tehdään suunnitelmat asentotietojen saattamiseksi vastaamaan nykyhetkeä.

Työssä selvitetään myös Suomenojan voimalaitoksen valmiuksia saarekekäytössä toimimiseen. Saarekekäyttöselvityksessä mietittiin tapoja saarekkeen havaitsemiseen ja toimenpiteisiin saarekekäytön havaitsemisen jälkeen. Yhtenä osana selvitystä huomioitiin myös Espoon sähköverkon toimintaa saarekekäytön aikana.

2 Suomenojan voimalaitos

2.1 Suomenojan voimalaitoksen yleiskuvaus

Suomenojalla on erilaisia voimalaitosyksiköitä. So1 on kivihiilellä toimiva hiilipölykattila, jonka yhteydessä on 102 MVA:n generaattori sähköntuotantoa varten. Voimalaitoksen on rakentanut Espoon Sähkö Oy, ja se on valmistunut vuonna 1977. Suomenojan So1-laitosyksikko on vastapainelaitos, jossa tehdään sähköä ja kaukolämpöä.

Vastapainevoimalaitos poikkeaa hiukan lauhdevoimalaitoksesta. Vastapainevoimalaitoksessa hyödynnetään myös turbiiniin jälkeinen höyry, kun taas lauhdevoimalaitoksessa se lauhdutetaan joko läheiseen vesistöön tai jäähdytystornien avulla.

Suomenojalla höyryä hyödynnetään kaukolämmön tekemiseen, mutta esimerkiksi metsäteollisuudessa sitä hyödynnetään prosessihöyrynä. Vastapaineperiaatteella toimivan voimalaitoksen hyötysuhde on noin 90 %, joka on huomattavasti parempi kuin lauhdevoimalaitoksen noin 40 % [1].

So1 voimalaitosyksikön perään on kytketty vuonna 1989 rakennettuun rikinpoistolaitos So8. Savukaasut kulkevat sähkösuodattimien läpi rikinpoistolaitokseen, jolloin savukaasusta saadaan poistettua suurin osa rikistä ja vähennetään hiukkaspäästöjä, koska rikinpoistolaitoksella on myös sähkösuodattimet. Sähkösuodattimilla poistetaan savukaasussa olevaa tuhkaa.

Suurin Suomenojan yksiköistä on vuonna 2009 valmistunut So2. Laitoksen rakennuttajana toimi Fortum Oyj, joka nykyään omistaa Suomenojan voimalaitoksen. Laitos muodostuu kahdesta osasta, So2GT ja So2ST. So2GT on kaasuturbiini ja pakokaasukattilan yhteydessä on höyryturbiini So2ST eli kyseessä on kaasukombilaitos. Kaasukombilaitoksessa kaasuturbiinin pakokaasu johdetaan lämmönvaihtimeen, jossa pakokaasun lämpöä hyödynnetään höyryn tekemiseen. Höyry johdetaan edelleen höytyturbiiniin. Kaasukombilaitoksen hyötysuhde vastapainekäytössä on noin 85 % [1]. Tämä on merkittävästi parempi kuin lauhdeperiaatteella toimivan kombivoimalaitoksen, jonka hyötysuhde on parhaimmillaan noin 45 % tai pelkän kaasuturbiinin noin 20 %:n hyötysuhde [1].

Kaasuturbiinin yhteydessä on 180 MVA:n generaattori, joka on suurin generaattori Suomenojalla. Pakokaasukattilan yhteydessä olevaan höyryturbiiniin on kytketty generaattori, jonka nimellisteho on 79,2 MVA.

So3 on So1:n välittömässä läheisyydessä oleva kivihiilellä toimiva leijupetikattila. Kattilaa käytetään ainoastaan kaukolämmöntuotannossa, eikä siellä ole generaattoria.

So4 on pääosin vuoden 2014 aikana rakennettu lämpöpumppulaitos. Laitokseen johdetaan HSY:n jätevesi ja siitä pumpataan lämpö talteen lämpöpumpuilla. Lämpöpumppulaitoksen COP on noin 3 - 4,5, ja laitoksen kuluttama sähköteho on noin 10 MW eli kaukolämpöä saadaan noin 30 - 45 MW.

So6 on maakaasulla toimiva kaasuturbiinilaitos, jossa kaasuturbiini pyörittää 47 MVA:n generaattoria. So6 on rakennettu vuonna 1989. Kaasuturbiinin yhteydessä on pakokaasukattila, jolla saadaan nostettua voimalaitoksen kaukolämpötehoa ja kokonaishyötysuhdetta. Kaasuturbiinin pakokaasut johdetaan pakokaasukattilaan. Kattilaa kuumennetaan maakaasupolttimilla.

Suomenojalla on myös apukattila So7, joka on pieni maakaasukattila. Apukattilaa käytetään pääasiassa muiden laitosten käynnistämisen yhteydessä. Tosin 2014 kesällä tehtiin muutoksia, jotta apukattilaa voitaisiin hyödyntää kaukolämmöntuotannossa.

2.2 110 kV:n kytkinkenttä

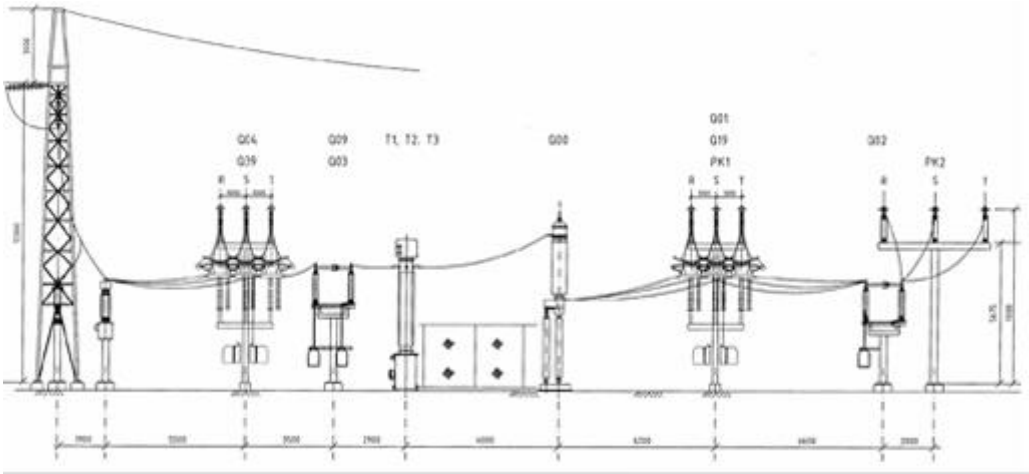
Generaattorit on kytketty blokkimuuntajan kautta 110 kV:n kytkinkentälle. Kytkinkentän kautta generaattorit on yhteydessä Caruna Espoo Oy:n 110 kV:n verkkoon ja edelleen Fingrid Oy:n hallinnoimaan valtakunnan sähköverkkoon.

Kytkinkentälle on siis kytketty neljä generaattoria So1, So2GT, So2HT ja So6.

Caruna Espoon sähköverkosta kentälle tulee kolme 110 kV:n johtoa, Finnoo 1, Finnoo 3 ja Niittykumpu.

Kenttä on varustettu yhteensä kymmenellä kentällä, joista yksi on varalla, yksi kiskokatkaisijaa varten, yksi lämpöpumppulaitoksen syöttö, kolme johtolähtöä ja neljä voimalaitoksen blokkikatkaisija kenttiä. Kentällä on myös kaksi pääkiskoa ja apukisko.

Kytkinkentällä tehtiin 2008 muutoksia, joilla varauduttiin 2009 valmistuvan So2-laitoksen generaattorien kytkentää varten. Kytkinkentän sivuprofiilissa näkyy jokaisella kentällä olevat primäärilaitteet ja kiskostot (kuva 1). Kytkinkentälle rakennettiin mm. kaksi johtokenttää lisää (Niittykumpu ja Finnoo 3), Finnoo 1:n ja Finnoo 2:n johdot yhdistettiin. Vanhan Finnoo 2 kentän tilalle tuli So2-höyryturbiinin generaattori 2MKA20 ja lisäksi rakennettiin uusi kenttä AE05 So2-kaasuturbiinin generaattoria 2MKA10 varten.



Kuva 1. Suomenojan voimalaitoksen kentän sivuprofiili

2.3 Caruna Espoon sähköverkko

Caruna Espoon sähköverkko on verrattain laaja, siellä on useita sähköasemia sekä kytkentäpisteitä. Tästä johtuen kytkentä variaatioita on useita erilaisia. Espoon verkko liittyy kahdella johdolla Suomen kantaverkkoyhtiön Fingridin verkkoon. Johdot tulevat Inkoosta ja Virkkalasta. Molemmat johdot tulevat samalle kytkinkentälle, josta sähköt jakautuvat eri puolille Espoota.

Caruna Espoon verkossa on 16 sähköasemaa ja 26 muuntajaa, joiden yhteenlaskettu nimellisteho on 826,5 MVA [1]. Sähköasemat ovat pääosin 110kV:n ulkokytkinlaitoksia,

mutta esimerkiksi Auroranportin sähköasemalla on 110 kV:n GIS sisälle asemarakennukseen asennettuna. Sähköverkon siirtoteinä käytetään 110 kV:n ilmajohtoja ja maakaapeleita.

Carunan sähköverkkoon on rakennettu useita uusia sähköasemia, ja Espoon kuormitus on lisääntynyt merkittävästi vuosien saatossa. Tämä tekee Suomenojan voimalaitoksen toiminnan saarekkeessa varsin haasteelliseksi ja hankalasti hallittavaksi. Lisäksi Carunalta saatijen tietojen mukaan sähköverkolla olevat automaattiset taajuusreleet kuorman pudottamiseksi on Fingridin pyynnöstä pääosin poistettu käytöstä.

3 110 kV:n kytkinkenttä

3.1 Kytkinkentän muutoksien vaikutus

Suomenojan voimalaitoksen kytkinkentälle tehdyt muutokset selvitettiin vertaamalla pääkaaviota ennen ja jälkeen muutoksen [3;4]. Uusin versio pääkaaviosta löytyy liitteestä 1.

Pääkaaviota vertaamalla huomattiin, että AE04-johtokentän muuttaminen blokkikentäksi vaikuttaa oleellisesti voimalaitoksen luotettavaan ja häiriöttömään toimintaan. Koska voimalaitoksen So1-automaatiojärjestelmässä olevaan logiikkaan on edelleen kytkettynä asentotiedot kentästä AE04, kentän primäärilaitteiden tilamuutokset vaikuttavat automatiikassa olevaan saaritietologiikkaan.

Esimerkiksi vuonna 2013 kentällä tehtiin huoltotoimenpiteitä kentässä AE02 (Finnoo 1) ja AE04-kentän (vanha Finnoo 2) katkaisija oli auki. Tämänlaisessa kytkennässä automatiikka tulkitsee olevansa omakäytöllä eli irti Espoon sähköverkosta, vaikka todellisuudessa oli käytössä vielä kaksi johtokenttää AE11 (Finnoo 3) ja AE12 (Niittykumpu).

Logiikan virheellinen toiminta aiheutti nopean tehonsäädön, joka yleensä aiheuttaa materiaalilämpötilojen nousua ja lämpötilaeroja turbiinin eri osissa, jolloin automatiikka suorittaa turbiinille pikasulun. Turbiininpikasulussa suljetaan turbiininpikasulkuventtiilit ja höyryn syöttö turbiinille katkaistaan. Turbiininpikasulku aiheuttaa usein myös höyrykattilan pikasulun, koska suuret muutokset höyryn kulutuksessa tekevät prosessin epävakaaksi. Jotta vastaavat tilanteet voidaan välttää tulevaisuudessa, pitää tilatiedot päivittää vastaamaan nykytilannetta.

3.2 Kytkinkentän tilatiedot

Kytkinkentän rakentamisen yhteydessä rakennettiin väyläyhteys kytkinkentän ja voimalaitoksen automaatiojärjestelmän välille, että voitaisiin valvoa kytkentätilanteita ja tilatietoja kytkinkentällä. Projektissa jäi kuitenkin huomioimatta johdotetut tilatiedot automaation saarekelogiikkaan.

Väylän kautta siirrettyjen tilatietojen käyttöä saarekelogiikassa harkittiin. Lopulta päädyttiin kuitenkin toteuttamaan tilatiedot johdottamalla. Väyläyhteys on rakennettu kahden eri järjestelmän välille, eikä keskusteluyhteyttä voinut pitää tarpeeksi luotettavana. Saarekelogiikka vaikuttaa oleellisesti voimalaitoksen toimintaan, ja virheellisestä toiminnasta voi aiheutua suuriakin tuotannollisia tappioita.

So6:lla tehtiin kattilasuojan modifiointi kesällä 2013. Kattilasuoja toteutettiin Metso Automaation järjestelmällä. Samalla Metson kaappiin varattiin korttipaikkoja tulevaisuuden tarpeita varten. Uudet tilatietosignaalit johdotetaan edellä mainittuun kaappiin (6HB10).

Suomenojan voimalaitoksella sijaitseva kytkinkenttä on Carunan omaisuutta, joten suojauskaappeihin tehtäville muutoksille pitää saada Carunan hyväksyntä. Caruna kehotti ottamaan yhteyttä Infratek Finland Oy:öön suojauskaappeihin tehtävistä muutoksista.

Tilatiedot toteutetaan lisäämällä monistusreleet vanhojen asentotietojen rinnalle, koska kaikissa kentällä olevissa laitteissa ei ole vapaita asentotietokoskettimia ja kaikkiin kenttiin haluttiin yhdenmukaiset toteutukset. Asentotietoreleet lisätään auki- ja kiinni-asennoille. Kahden releen ratkaisulla varmistetaan, että kytkinlaite on saavuttanut halutun tilan, eikä jäänyt väliasentoon. Lisättäviä releitä on 8 kpl/kenttä, mutta kiskokatkaisija kenttään riittää 6 kpl. Asentoreleet tarvitaan Erottimille Q1, Q2 ja Q3 ja lisäksi tarvitaan katkaisijan Q0 asentotieto. Kiskokatkaisija kentästä riittää Q1, Q12 ja Q0, tällöin tiedetään, ovatko kiskot PK1 ja PK2 yhdistettynä kiskokatkaisijalla. Kiskokatkaisijakentän asentotiedot vaikuttavat taajuutta säätävän laitoksen valintaan.

3.2.1 Tilatietojen kaapelointi

Tilatietojen kaapeloinnin ja kytkennän toteuttaa Suomenojan voimalaitos. Koska välimatka suojauskaappien ja Metson kaapin 6HB10 välillä on suhteellisen lyhyt ja välille on

asennettuna valmiiksi kaapelihyllyt, päädyttiin käyttämään jokaiselle kentälle omaa kaapelia. Toinen vaihtoehto olisi ollut runkokaapeli, mutta johdotettavia kosketintietoja on suhteellisen monta ja runkokaapelille olisi tarvittu välikotelo.

Kaapeliksi valittiin NOMAK 8*2*0,5+0,5. Kaapelien kytkennät selviävät liitteestä 2. Kaapelinumerot, kaapelityypit löytyvät kaapeliluettelosta liite 3.

3.2.2 Tilatietojen ohjelmointi

Tilatietojen ohjelmointiin käytetään Metso Automation Oy:n asiantuntijaa. Metson asiantuntija luo signaalit liitteen 4 signaaliluettelon mukaan. Signaalitunnus muodostuu AKZ-tunnusjärjestelmän mukaisesti kenttätunnuksesta, kojetunnuksesta ja tilaa ilmaisevasta tunnuksesta XB01 (auki) tai XB02 (kiinni).

4 Saarekkeen tunnistaminen

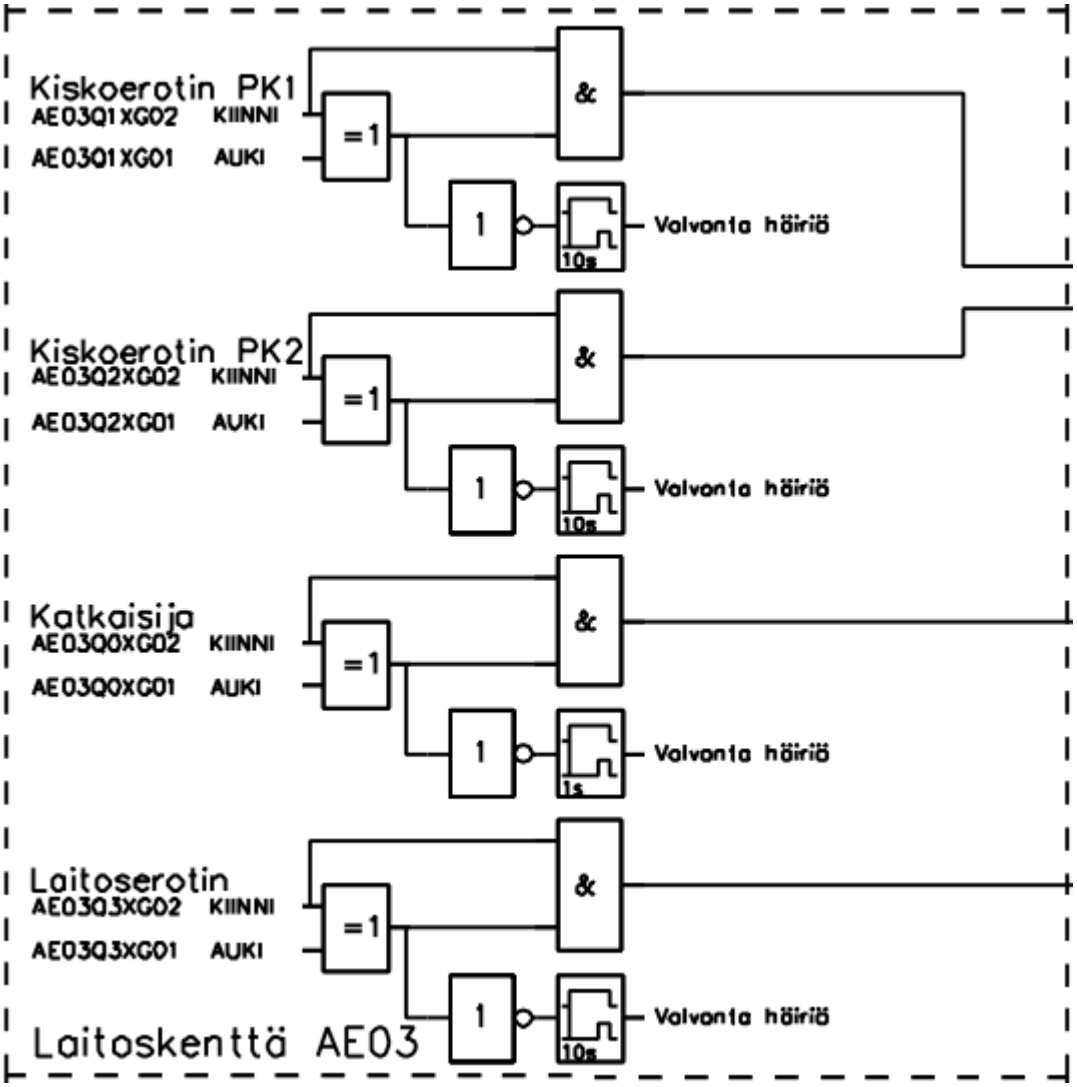
4.1 Saarekelogiikka

Saarekelogiikassa käytetään luvussa 3.2 mainittuja tilatietoja. Tilatiedoista muodostetaan ensin kenttien toimintatilat ja niiden pohjalta määritetään käytössä olevat voimalaitoskentät sekä Espoon verkkoon yhteydessä olevat linjat. Kun tiedetään käytössä olevat kentät ja linjat voidaan päätellä voimalaitosten generaattorikatkaisijan ja magnetoinnin tilatiedoista, ollaanko verkossa, omakäytöllä vai saarekkeessa.

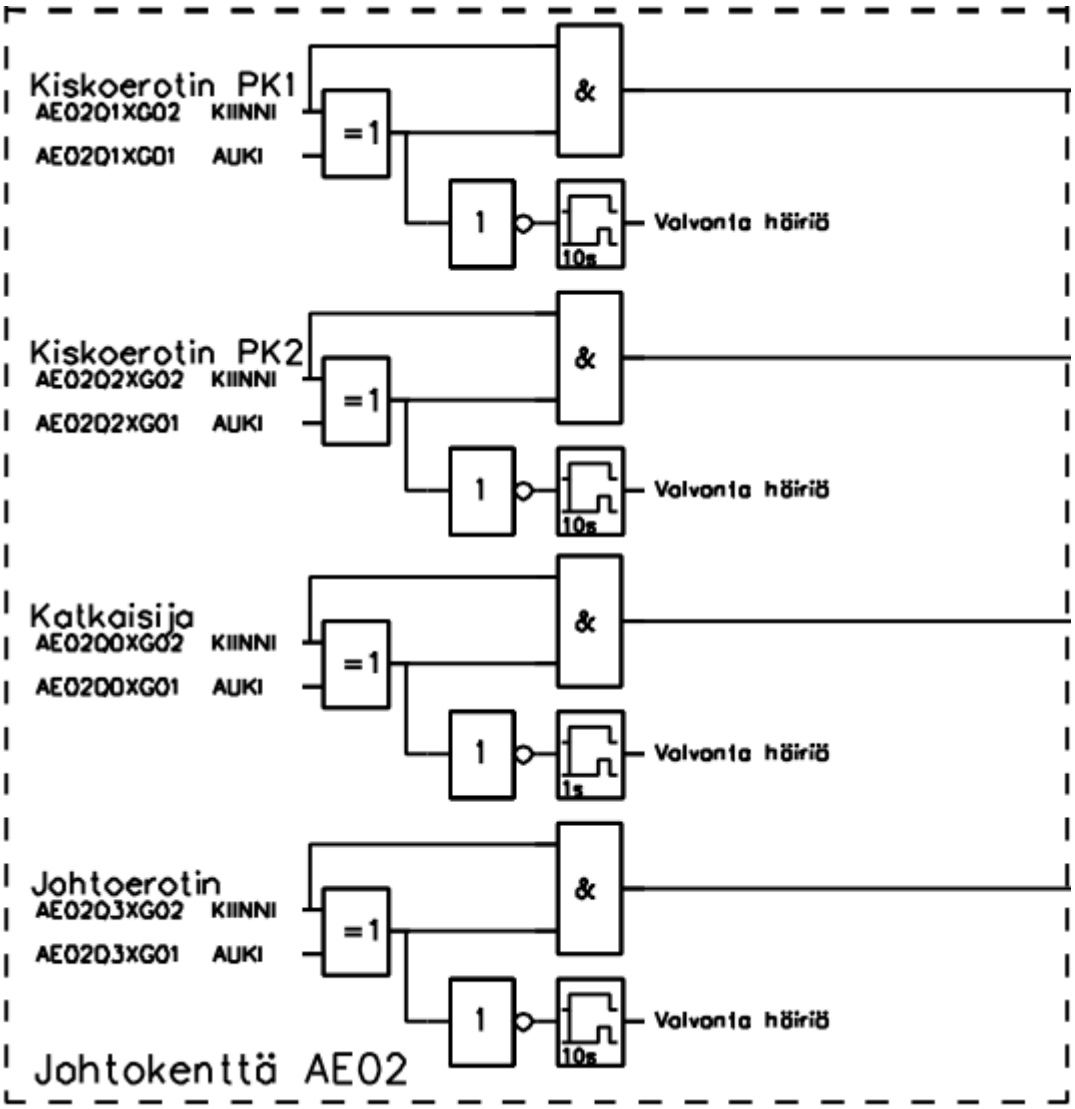
4.2 Kentän tilatietologiikka

Kenttälaitteiden tilatiedot on kytketty XOR-portti, jolloin voidaan valvoa, toimivatko tilatiedot loogisesti. XOR-portti valvoo, että vain toinen sisäänmeno on havahtuneena. Normaalisti jommankumman sisäänmenon tulee olla havahtuneena. Ainoastaan silloin kun toimilaitteen tila vaihtuu, molemmat sisäänmenot ovat pois päältä. Edellä mainitun tilan ollessa pidempi kuin valvonta-aika järjestelmä antaa hälytyksen. Hälytys muodostetaan myös silloin, kun molemmat sisäänmenot ovat havahtuneena. Esimerkki tilatietojen kyt-

kennästä laitoskentän logiikasta on kuvassa 2, johtokentän logiikka on kuvassa 3. Katkaisijalla valvontahäiriön viive on 1 sekunti ja erottimella 10 sekuntia, johtuen erottimen pidemmästä toiminta-ajasta.



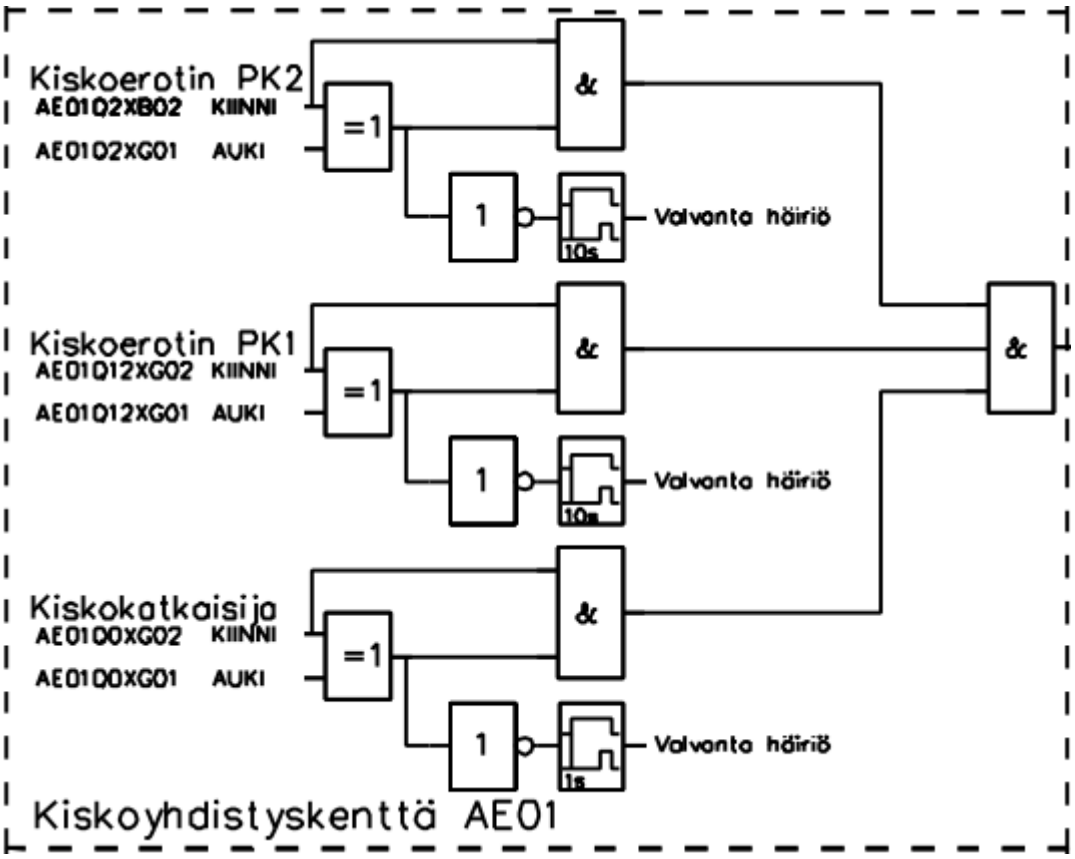
Kuva 2. Laitoskentän tilatiedot ja logiikka



Kuva 3. Johtokentän tilatiedot ja logiikka

Lisäksi kytkinkentällä on kiskokatkaisijakenttä, jolla voidaan korvata jokin johto- tai voimalaitoskenttä. Kiskokatkaisijakenttää käytetään silloin, kun korvattavan kentän laitteissa on vikaa tai ovat muuten huollossa.

Kun halutaan ohittaa kokonainen johto- tai voimalaitoskenttä, kytkentä tehdään apukiskon kautta. Suomenojalla apukiskoa ei ole käytetty pitkään aikaan, eikä sen käytettävyydestä ole varmuutta. Tästä johtuen kiskokatkaisijakenttää voidaan käyttää ainoastaan kiskoyhdistyskenttänä, jolla yhdistetään tarvittaessa pääkiskot PK1 ja PK2. Kiskoyhdistyskentän tilatiedot ja logiikka näkyvät kuvassa 4.



Kuva 4. Kiskoyhdistyskentän tilatiedot ja logiikka

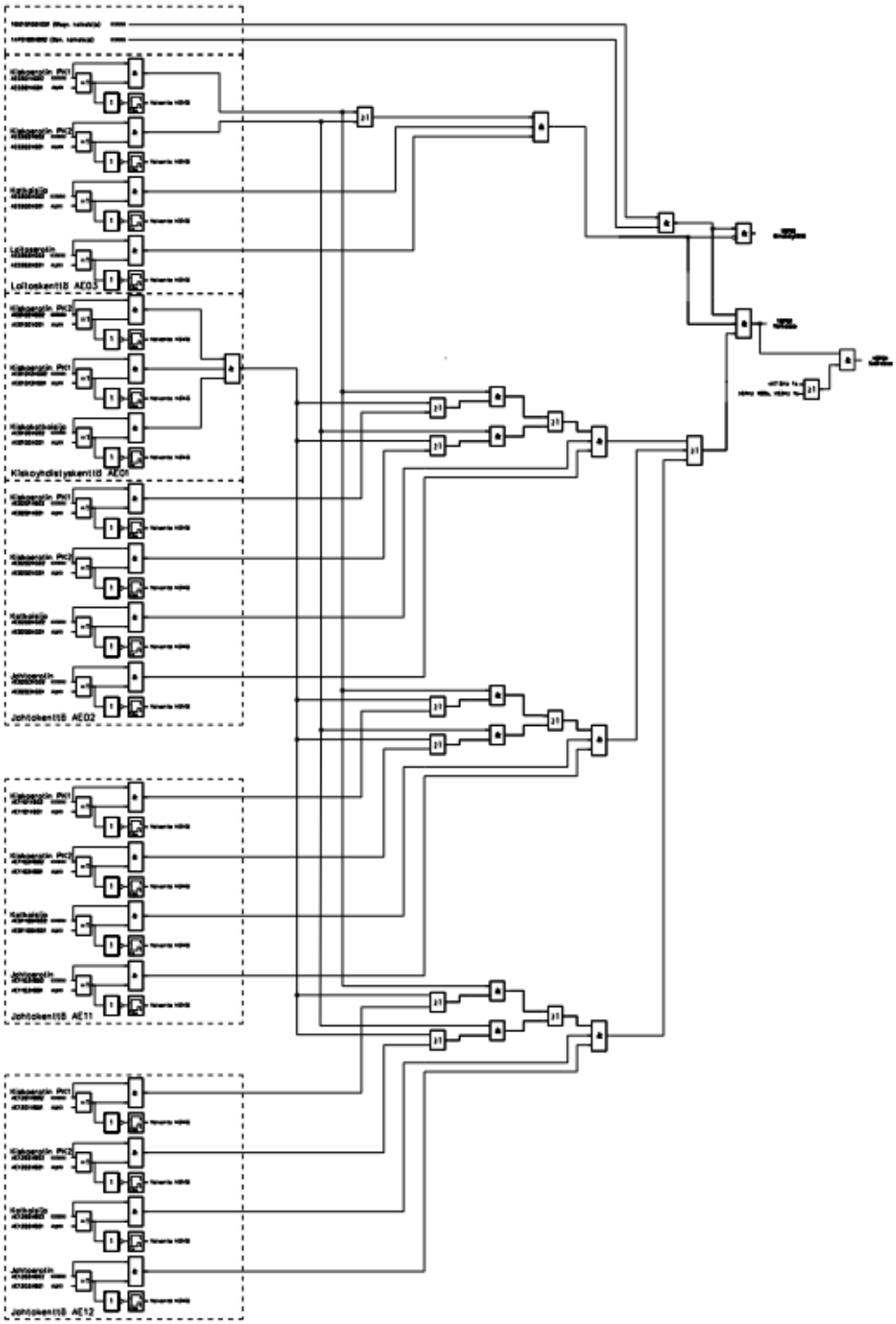
4.3 Verkkoon yhdistetty linja

Jotta voidaan siirtää tehoa Espoon verkkoon, pitää jonkun kolmesta linjasta olla käytössä. Linjakenttien tilatietojen perusteella päätellään, mikä linja on yhteydessä verkkoon. Linjakentästä pitää olla kiinni toinen erottimista Q1 tai Q2. Edellä mainituilla erottimilla valitaan, kumpaan pääkiskoon kenttä on kytkeytynyt. Lisäksi erottimen Q3 ja katkaisijan Q0 tulee olla kiinni. Jos edeltävät ehdot täyttyvät, tiedetään, että linja on käytössä ja yhdistettynä toiseen pääkiskoista. Edellisten ehtojen lisäksi voimalaitoksen pitää olla kytkeytyneenä samaan kiskoon johtokentän kanssa.

4.4 Magnetoinnin ja generaattorikatkaisijan tilatiedot

Kentän tilatietojen lisäksi laitoskohtaiseen toimitilaan vaikuttaa magnetoinnin kenttäkatkaisijan ja generaattorikatkaisijan asentotiedot. Normaalisti voimalaitoksen käydessä ja

syöttäessä sähköä verkkoon ovat edellä mainitut katkaisijat kiinni-asennossa. Jos jompikumpi katkaisija aukeaa, tehdään turbiinille pikasulku. Tällä estetään turbiinin kierrosnopeuden kasvu ja turbiinin vaurioituminen. Alla on kuva 5 Suomenojan So1-laitoksen saarekelogiikasta. Liitteessä 5 on kaikkien Suomenojan voimalaitoksien saarekelogiikat.

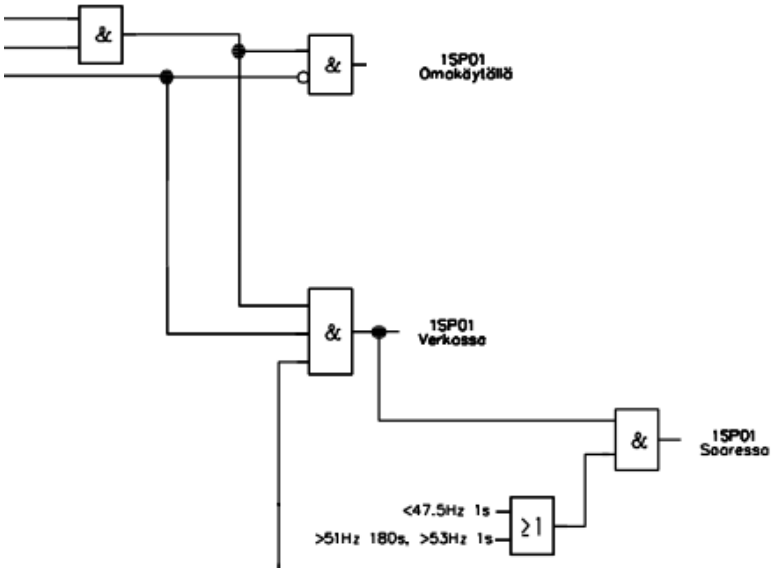


Kuva 5. So1 saarekelogiikka

4.5 Toimintatilat

Tilatiedoista muodostetaan seuraavat laitoskohtaiset toimintatilat (kuva 6):

- Omakäytöllä
- Verkossa
- Saarekkeessa.



Kuva 6. Logiikalla muodostetut tiedot laitoksella So1

4.5.1 Omakäytöllä

Kun voimalaitos ei ole kytkeytyneenä Espoon sähköverkkoon eikä kytkinkentälle, mutta magnetointi on päällä ja generaattorikatkaisija on edelleen kiinni, generaattori syöttää blokkimuuntajaan sähköä, josta se jakautuu voimalaitoksen sähköjärjestelmään. Tätä kutsutaan omakäytöksi eli sähköä syötetään vain voimalaitoksen omiin tarpeisiin.

4.5.2 Verkossa

Voimalaitoksen ollessa verkossa kytkinkentän ja voimalaitoksen kaikki tarpeelliset kytkinlaitteet ovat kiinni ja vaadittavat ehdot täyttyvät. Tässä tilanteessa voimalaitoksen generaattori syöttää valtakunnalliseen sähköverkkoon tehoa. Tämän kaltainen tilanne on normaali käyttötilanne.

4.5.3 Saarekkeessa

Saarekkeita on kahdenlaisia voimalaitossaareke ja Espoon saareke.

Voimalaitossaareke tarkoittaa tilannetta, jossa useampi voimalaitos on kytkeytynyt samaan pääkiskoon, mutta ei ole yhteydessä Espoon sähköverkkoon. Käynnissä olevat voimalaitokset syöttävät saareketta, jossa on ainoastaan Suomenojalla olevia voimalaitoksia ja kuormituksia, jotka ovat kytkeytyneet samaan pääkiskoon.

Espoon saarekkeella tarkoitetaan tilannetta, jossa Suomenojalla kaikki ehdot täyttyvät, mutta Espoo sähköverkko on jostain syystä irtaantunut valtakunnallisesta verkosta.

4.6 Toimintatilan havaitseminen

Eri käyttötilanteet päätellään voimalaitoskohtaisten logiikkojen avulla. Omakäytöllä ja verkossa ovat käyttötilanteita, jotka ovat suhteellisen helposti havaittavissa, koska näissä tilanteissa voidaan luottaa Suomenojan hallinnassa oleviin tilatietoihin.

Saareketilanteen havaitseminen on huomattavasti hankalampaa, kuin edellä mainittujen omakäytöllä- ja verkossa-tietojen. Kytkinkentän ja tilatietojen näkökulmasta saareke näyttää samalta kuin verkossa-tilanne, mutta voimalaitos on irti valtakunnan verkosta. Tässä tilanteessa voimalaitoksen tulee pystyä itse määräämään taajuus ja jännite saarekkeessa.

Saareke voitaisiin havaita myös Espoon sähköverkon tilatietojen perusteella, mutta verkko on suhteellisen laaja ja monimutkainen. Espoon sähköverkossa on useita sähköasemia, joten tilatietojen tuominen voimalaitokselle on suhteellisen hankalaa ja lisäksi logiikasta tuli monimutkainen. Logiikan tulisi hallita kaikkien sähköasemien kytkentätilanteet ja eri reitit sähkönsiirrolle.

Helpoin tapa valvoa yhteyttä valtakunnan verkkoon on seurata Espoon sähköverkon ja valtakunnan verkon välisiä kytkinlaitteita. Nämäkään tiedot eivät kerro koko totuutta tilanteesta, koska johtojen kytkinlaitteet voivat aueta johdon toisesta päästä ja ollaan tilanteessa, että tilatiedot pitäisi saada myös Fingridin sähköasemalta. Näin voitaisiin jatkaa aina pidemmälle ja pidemmälle, mutta logiikan ja tilatietojen hankkiminen on entistä hankalampaa. Tästä johtuen on suositeltavaa tyytyä voimalaitoksen hallinnassa oleviin tietoihin ja toimia niiden pohjalta.

Tilatietojen perusteella päätellään ovatko kytkinlaitteet normaaleissa käyttöasennoissaan. Tilatietojen lisäksi mitataan taajuutta. Taajuudesta voidaan päätellä voimalaitoksen kuormitustilanne. Taajuuden laskiessa kuormitus on isompi kuin voimalaitosten sen hetkinen teho, ja vastaavasti taajuuden noustessa on voimalaitoksen generaattoria pyörittävä voima liian suuri kuormitustilanteeseen nähden.

Joillakin voimalaitoksilla taajuutta käytetään omakäyttötilanteen havaitsemiseen. Omakäyttötilanteen havaitseminen taajuudesta on helppoa, koska taajuuteen tulee selkeä nousu ns. taajuushyppy. Taajuuden muutosnopeudesta voidaan päätellä omakäyttötilanne. Omakäyttötilanteen toteaminen taajuudesta on helpompaa, koska voimalaitoksen kuormitus, turbiini, generaattori ja pyörivät koneet tunnetaan. Saareketilanteessa kuorman suuruutta ei voida tietää, taajuuden muutosnopeuteen vaikuttavia pyöriviä koneita ei tunneta eikä niiden vaikutusta käytännön tasolla voida määrittää.

Vaikka taajuuden käyttö saarekkeen havaitsemiseen on epäluotettavaa, joudutaan siihen kuitenkin turvautumaan. Logiikassa ei kuitenkaan tutkita muutosnopeutta, vaan taajuudelle asetetaan raja-arvot. Aika-asetuksen tulee olla lyhyt, että voimalaitos ehtii reagoimaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa taajuuden muutokseen.

5 Verkon taajuuden ja jännitteen säätäminen

Voimalaitosten ollessa saarekkeessa joudutaan valitsemaan yksi voimalaitos, joka määrää taajuuden, ja muut samassa saarekkeessa olevat voimalaitokset seuraavat.

Taajuus kertoo sähköjärjestelmän tehotasapainosta. Jos kuormitus on suurempi kuin tuotettu teho, alkaa generaattorien nopeus hidastua ja taajuus laskee. Tällöin pitää generaattoria pyörittävän voimakoneen tehoa lisätä, jotta generaattori pyörisi nopeammin ja taajuus nousisi jälleen halutulle tasolle.

Jännite kertoo verkon loistehotasapainon. Mikäli verkossa on paljon induktiivista kuormaa, alkaa jännite laskea. Yksi tapa nostaa jännitettä on ylimagnetoida generaattoria, jolloin tuotettu kapasitanssi kompensoi induktiivisen kuorman ja jännite nousee.

5.1 Taajuussäätö

Suomen sähköverkon taajuus on 50 Hz, mutta käytännössä se vaihtelee kuormituksen ja tuotannon muuttuessa. Taajuuden sallittu vaihteluväli on 49,9 - 50,1 Hz.

Tuotannon pienentäminen ja lisääminen tehdään lisäämällä tai vähentämällä generaattoria pyörittävän voimakoneen tehoa. Taajuuden ollessa pieni lisätään tuotantoa eli tehoa generaattoria pyörittävään voimakoneeseen. Toinen vaihtoehto nostaa taajuutta on kuorman pienentäminen eli suoritetaan sähköverkolla irtikytkentöjä. Fingrid Oyj on tehnyt sopimuksia irti kytkettävistä kuormista. Yleisesti kuorman pudotukset tehdään taajuusreleellä. Taajuusrele mittaa verkontaajuutta ja taajuuden laskiessa alle havahtumisrajan, taajuusrele laukaisee katkaisijan.

Kuormanpudotukset ovat kaksivaiheisia. Ensimmäisessä vaiheessa kytketään automaattisesti irti 90 MW ja toisessa vaiheessa harkitusti manuaalisesti kytkemällä irti enintään 425 MW [5]. Taajuuden säätäminen alas on huomattavasti helpompaa, koska silloin tarvitsee vain vähentää tuotantoa. Alla olevasta kuvasta 7 näkyy Fingridin käytössä olevat taajuuden säätöreservit [5].

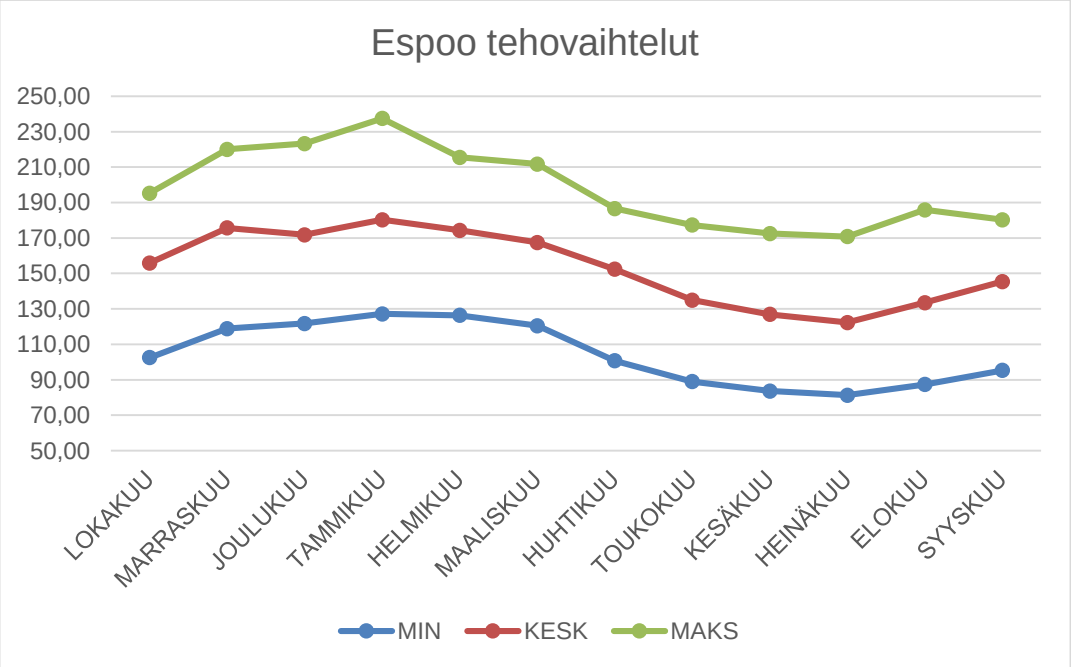
Reservi	Sopimuskapasiteetti	Velvoite
Taajuusohjattu käyttöreservi (50,1–49,9 Hz)	- Voimalaitokset 144 MW - Viipurin DC-linkki maks. 100 MW - Viron DC-linkki maks. 35 MW	143 MW *)
Taajuusohjattu häiriöreservi (49,9–49,5 Hz)	- Voimalaitokset 520 MW - Irtikytkettävät kuormat 90 MW	240 MW **)
Nopea häiriöreservi (manuaalisesti aktivoitava)	- Fingridin omat varavoimalaitokset 615 MW - Käyttösopimuslaitokset 164 MW - Irtikytkettävät kuormat 425 MW	865 MW ***)

*) Velvoite jaetaan osajärjestelmien kesken vuosittain niiden käyttämien vuosienergioiden suhteessa
**) Velvoite jaetaan osajärjestelmien kesken viikoittain mitoittavien vikojen suhteessa
***) Mitoittavaa vikaa vastaava määrä

Kuva 7. Fingridin taajuusreservit

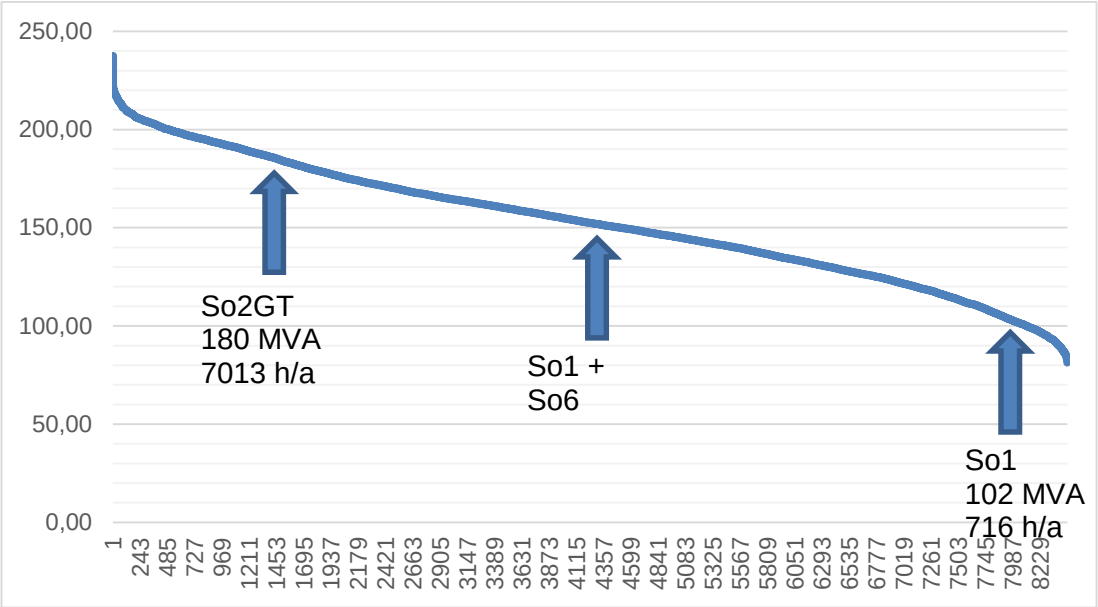
5.2 Taajuuden hallinta saarekkeessa

Espoon sähköverkon kuormitus vaihtelee 80 MVA:n ja 225 MVA:n välillä, vuorokaudenajasta ja vuodenajasta riippuen. Alla olevasta kuvasta 8 näkyy kuormituksien vaihtelut kuukausittain.



Kuva 8. Espoon tehovaihtelut

Tehoista voidaan tehdä myös kuvaaja, josta nähdään kuormitusten jakautuminen tunneittain. Kuvaajan avulla tiedetään, kuinka suurella todennäköisyydellä eri käyttötilanteissa Suomenojan voimalaitokset selviytyvät ilman verkolla tehtäviä tehonrajoituksia. Kuormat näkyvät kuvassa 9.



Kuva 9. Kuormien jakautuminen tunneittain

Kuvasta 9 nähdään, että voimalaitos So1 kykenee yksinään syöttämään kaiken tarvittavan tehon vain 716 tuntia vuodessa. So6 on liian pieni toimimaan yksinään ilman verkolla tehtäviä tehorajoituksia. So1 ja So6 yhdessä kykenevät syöttämään tarvittavan tehon noin puolet vuodesta. So2GT:n teho riittää 7013 tuntia vuodessa.

Paras kombinaatio käytettävyyden kannalta olisi So2GT ja So2ST yhdessä, jolloin päästään 259 MVA:n yhteistehoon. Molemmat voimalaitosyksiköt ovat uusia ja suunniteltu toimimaan yhdessä. So2GT kykenee hyvin myös nopeisiin tehon muutoksiin, joten sillä olisi hyvä säätää tuotanto kuormitusta vastaavaksi.

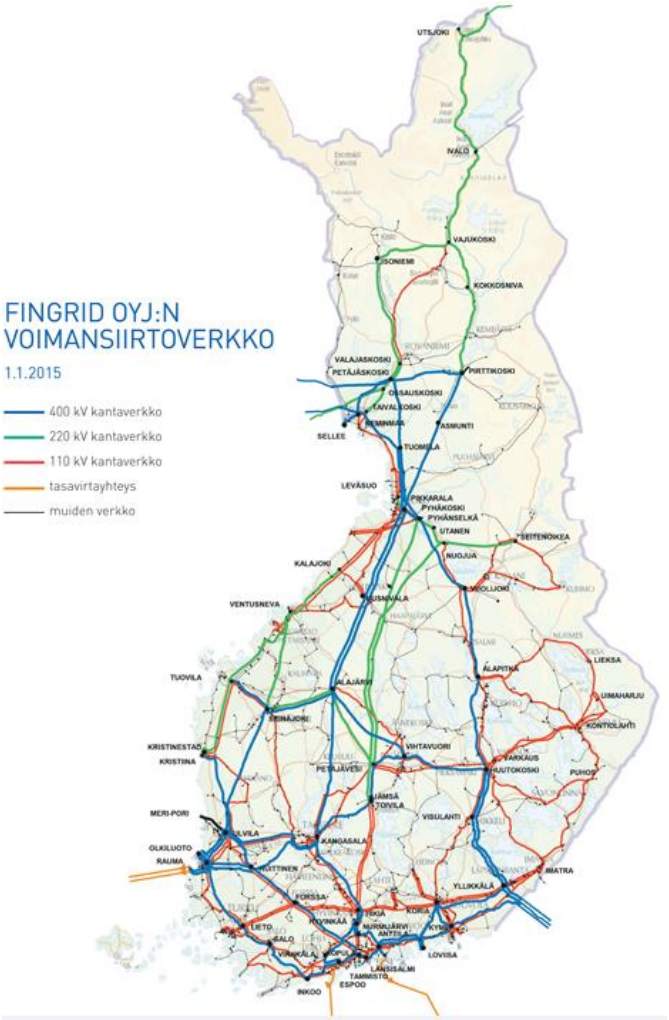
Tällä hetkellä sähkönhinta on alhainen ja maakaasulla toimivien voimalaitoksien käyttäminen on harvoin kannattavaa. Pääasiallinen polttoaine on nykyään kivihiili. Tästä johtuen Suomenojalla tuotetaan sähköä pääosin ainoastaan voimalaitosyksiköllä So1 ja kuten edellä olevasta kaaviosta huomattiin, sen tuotanto riittää vain harvoin syöttämään

Espoon tarvitseman määrän tehoa. Kun huomioidaan vielä vuorokauden aikana tapahtuva kuormien vaihtelu, on hyvin epätodennäköistä, että kuormitus olisi sopiva Espoon saarekkeessa toimimiseen.

Caruna Espoolta saatujen tietojen mukaan verkolla ei ole nykyään automaattista kuorman vähennystä, mikä hankaloittaa entisestään saarekekäyttöä.

5.3 Jännitesäätö

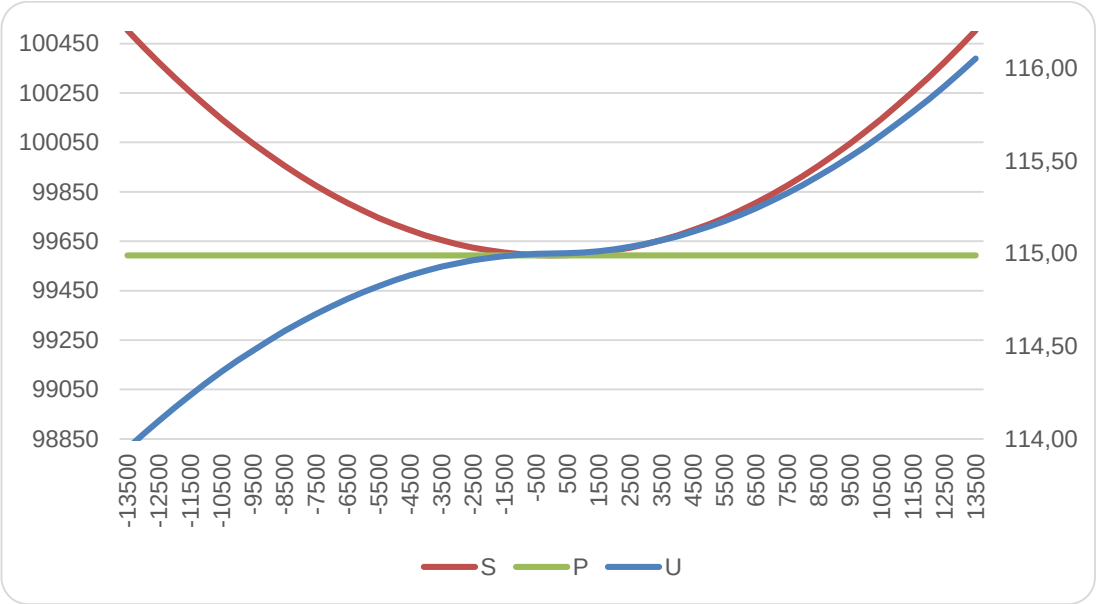
Suomen kantaverkossa yleisesti käytössä olevat jännitetasot ovat 400 kV, 220 kV ja 110 kV. Alla olevassa kuvassa 10 näkyy Fingridin voimansiirto verkko. Tarkempi kuva on liitteessä 6.



Kuva 10. Suomen kantaverkko [6]

400 kV:n ja 220 kV:n verkot ovat pääsääntöisesti Fingrid:n hallinnoimia, mutta Fingridillä on myös 110 kV:n verkkoa. Jännitteen sallittu vaihteluväli 110 kV:n verkossa on 105–123 kV [7].

Jännitettä säädetään reaktoreilla, kondensaattoreilla ja säätämällä generaattorin loistehoa. Reaktorit ja generaattorin alimagnetointi lisäävät induktiivista loistehoa eli laskevat verkon jännitettä ja vastaavasti kondensaattorit ja generaattorien ylimagnetointi nostavat verkon jännitettä. Kuvasta 11 selviää, miten loisteho vaikuttaa jännitteeseen.



Kuva 11. Esimerkki loistehon vaikutuksesta jännitteeseen

5.4 Statiikka ja loisvirtastatiikka

5.4.1 Statiikka

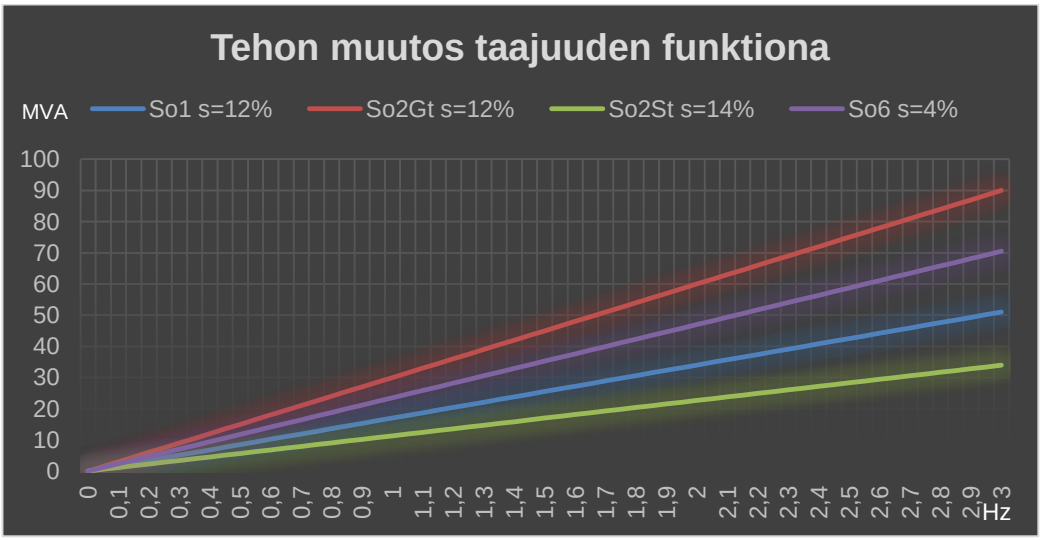
Statiikka on voimalaitoksen tuottaman pätötehon suhteellinen muutos verrattuna muuttuneeseen taajuuteen [8].

Statiikka voidaan ilmoittaa seuraavan kaavan perusteella [9].

$$s = \frac{\Delta f / f_N}{\Delta P_t / P_R} * 100\% \qquad (1)$$

s	statiikka %
ΔP_t	turbiinin tehon muutos
P_R	turbiinin nimellisteho
Δf	taajuuden muutos
f_N	verkon nimellistaajuus

Statiikka-asettelulla voidaan vaikuttaa voimalaitoksen tehonsäätöön. Mitä pienempi on statiikan asettelu arvo, sitä suurempi on tehonsäätö suhteessa nimellistehoon. Jos statiikan asettelu on 6 % ja verkon taajuus muuttuu 1 Hz, silloin vaikutus turbiinin tehoon on 1/3 kokonaistehosta [9]. Eli jos turbiinin teho on 90 MW, statiikan asettelu 6 % ja verkon taajuus muuttuu 1 Hz, on tehon muutos 30 MW. Toisaalta jos vastaavassa tapauksessa statiikan asettelu on 12 %, tehon muutos on ainoastaan 15 MW. Kuvassa 12 on esitetty, miten teho muuttuu verkkotaajuuden muuttuessa. Kuvasta 12 selviää ehdotus statiikka-asetteluiksi. Statiikka-asettelut on mietitty siten, että isoin kaasuturbiini reagoi nopeimmin ja pienin höyryturbiini hitaimmin. Kaasuturbiinien statiikka-asettelu on herkempi, koska ne pystyvät säätämään nopeammin suuriakin tehomuutoksia, höyryturbiinit taas ovat herkkiä nopeille tehon vaihteluille ja saattavat tehdä pikasulun. Nämä arvot ovat kuitenkin vain teoreettisia ja tarkemmat asettelut tulee laskea, ottaen huomioon turbiinien ja generaattorien hitausmomentit ja Espoon sähköverkon vaikutukset muutosnopeuteen.



Kuva 12. Tehon muutos taajuuden funktiona

5.4.2 Loisvirtastatiikka

Loisvirtastatiikalla tarkoitetaan tuotetun loistehon suhteellista muutosta verrattuna muuttuneeseen jännitteeseen [8].

Eritehoisten generaattoreiden vertailuun käytetään per-unit-laskentaa (pu). Tällöin sovitetaan erikokoisten generaattorien jännitteet, virrat ja reaktanssit suhteellisarvoiksi, jolloin niiden vertailu on helpompaa [10]. Jos statiikka asettelu on plusmerkkinen, on kyseessä laskeva statiikka, ja miinusmerkkinen asettelu kertoo nousevasta statiikasta. Käytännössä mitä pienempi on statiikka asettelu, sitä nopeampi on generaattorin jännitteen nousu. Silloin kun generaattori syöttää saareketta tai on omakäytöllä muuttuu verkonjännite. Muutokseen vaikuttaa myös verkon kuluttama tai tuottama loisteho.

Loisvirtastatiikka asettelun valinnassa tulee huomioida seuraavia asioita. Mikäli jännite halutaan pitää vakiona ja asetellaan statiikka vain hieman laskevaksi tai nousevaksi, on vaarana, että generaattori ylikuormittuu. Ylikuormittuminen voidaan kuitenkin estää asettamalla magnetointiin maksimivirran rajoitus. Magnetoinnin maksimivirran rajoitus suojaa generaattoria, myös silloin kun generaattorin kuormitus kasvaa äkillisesti. Loisvirtastatiikan asetteluissa on huomioitava myös tilanne, jolloin kuormitus laskee äkillisesti. Tämänlaisessa tilanteessa ei generaattorin napajännite saa nousta vaarallisen korkeaksi. Edellisten ehtojen lisäksi loisvirtastatiikan asettelut tulee tehdä, niin että kaikki verkkoon liitetyt generaattorit säätävät suhteellisesti yhtä paljon loistehoa ja sitä kautta jännitettä [11].

6 Saareke

Suomenojan voimalaitokselle tulevat 110 kV:n linjat ovat nykyisin Caruna Espoon hallinnassa ja omistuksessa. Caruna Espoo liittyy kahden linjan kautta Fingridin verkkoon ja näiden kahden linjan häiriöt ovat merkittävässä osassa Suomenojan voimalaitoksen saarekekäytössä. Jos molemmat yhteydet Fingridin verkkoon katkeavat, on Suomenojan voimalaitos ainoa tehoa verkkoon syöttävä voimalaitos.

Suomenojan voimalaitos on ollut historiansa aikana saarekekäytöllä muutamia kertoja. Helmikuussa 1982 oli noin 20 °C pakkasta ja Espoo jakautui omaksi saarekkeekseen. Voimalaitosyksikkö So1 jäi syöttämään saareketta noin seitsemäksi tunniksi.

Viimeisin saarekekäyttö oli 24.2.2004. Tämä johtui Fingridin verkolla sattuneesta maasulusta. Voimalaitosyksiköt So1 ja So6 jäivät syöttämään saareketta, tehon ollessa 132 MW. Aikoinaan käytössä oli saarekekuorman säätö myös verkolla ja tämän asetusarvo oli 70 MW. Molemmat laitokset säätivät tehoaan alemmaksi, jotta tavoite taajuus 50 Hz saavutettaisiin. Taajuus saatiin säädettyä 50 Hz, mutta neljän minuutin ajon jälkeen So1-laitoksessa turbiinin materiaalilämmöt nousivat liiaksi ja tästä aiheutui turbiinin pikasulku. Voimalaitosyksikkö So6 jäi syöttämään yksin saareketta, mutta se ei pystynyt yksin syöttämään tarvittavaa määrää tehoa, joten se laukesi ylikuormasta irti verkosta. Samalla kertaa saarekekäytössä oli myös toinen ongelma joka johti jännitteen huojuntaan. [12.]

Yhteenveto

Suomenojan voimalaitoksen saarekekäyttö on entistä hankalampaa, koska Espoon sähköverkolla ei ole enää käytössä luotettavaa taajuusohjattua kuormanpudotusautomatiikkaa. Jos Suomenoja joutuisi jälleen syöttämään saareketta, pitäisi sen kyetä hallitsemaan itse sen hetkinen kuorma ja mahdolliset tulevat kuormitusmuutokset. Tällöin on tärkeää, että voimalaitosten tuotanto on suurempi kuin verkon kuorma. Tämänlaisessa tapauksessa voimalaitosyksiköt säätävät tehoa alas omien ominaisuuksiensa mukaisesti. Kaasuturbiinit säätävät nopeammin ja höyryturbiinit hitaammin. Voimalaitoksen tehonsäätönopeuteen voidaan vaikuttaa statiikalla. Statiikat tulisikin säätää turbiinikohtaisesti, siten että nopeampaan muutokseen kykenevät säätävät suhteessa suuremman osan tehon muutoksesta. Lisäksi kun automatiikka saa tiedon saarekekäytöstä, pitää sen ottaa pois käytöstä PSS-toiminto, jolloin sallitaan nopeammat tehon vaihtelut.

Loisvirtastatiikka tulee asetella siten, että jokainen generaattori säätää loistehoa samassa suhteessa. Vuonna 2004 ollut ongelma johtui todennäköisesti erisuurista loisvirtastatiikka-asetteluista. Tällöin voimalaitosyksiköt So1 ja So6 säätivät eri nopeudella, eli toinen nosti loistehon tuotannon nopeasti, jolloin jännite nousi ja laski nopeasti. Toinen yksikkö taas sääti nopeammin eikä tasapainotilannetta saavutettu vaan jännite lähti heilahtelemaan voimakkaasti. Loisvirtastatiikka asettelujen ollessa kunnossa voidaan voimalaitoksia ajaa aina jännitesäädöllä ilman ongelmia.

Edellisten lisäksi olisi suositeltavaa tehdä yhteistyötä Caruna Espoon ja Fingridin kanssa saarekekuorman säätämisestä. Tämä helpottaisi huomattavasti Suomenojan voimalaitoksen toimintaa saareketilanteessa.

Lähteet

1 Wikstén, Ralf. 2009. Lämpövoimaprosessit. Helsinki: Otatieto

2 Espoon kytkentätilanne 13.1.2009. 2009. Fortum Espoo Distribution Oy

3 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT PÄÄKAAVIO 15.2.2006. 2006. Espoon Sähkö Oy

4 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT PÄÄKAAVIO 16.3.2009. 2009. Espoon Sähkö Oy

5 Sederlund Jarmo. 2008. Taajuuden ylläpito sähköjärjestelmässä. Fingrid-asiakaslehti. 3/2008. s. 30

6 Fingrid karttapalvelu. 2015. Verkkodokumentti. Fingrid Oy. <http://fingrid.navici.com/platform/?tab=feedback>. Päivitetty 2015. Luettu 12.4.2015

7 Jännitteen ylläpito. 2015. Verkkodokumentti. Fingrid Oy. <http://www.fingrid.fi/fi/voimajarjestelma/voimaj%C3%A4rjestelm%C3%A4nhallinta/k%C3%A4ytt%C3%B6varmuuden%20yll%C3%A4pito/j%C3%A4nnitteen%20yll%C3%A4pito/Sivut/default.aspx>. Päivitetty 2015. Luettu 12.4.2015

8 Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset. VJV2013.

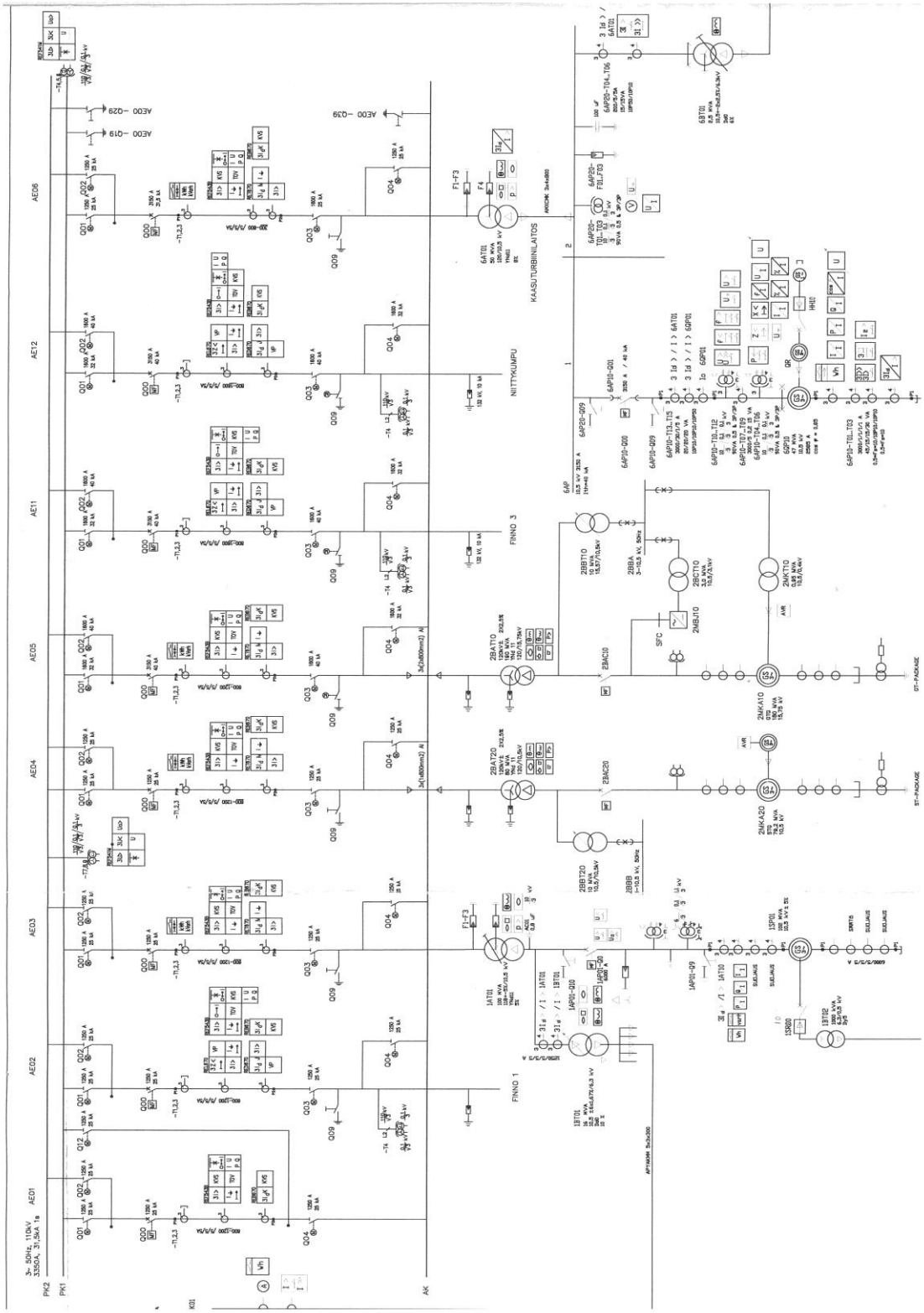
9 Elovaara Jarmo ja Haarla Liisa. 2011 Sähköverkot 1. Helsinki: Otatieto

10 3v-synkronigeneraattorin jännitteen säätö. 1971. Oy Strömberg Ab

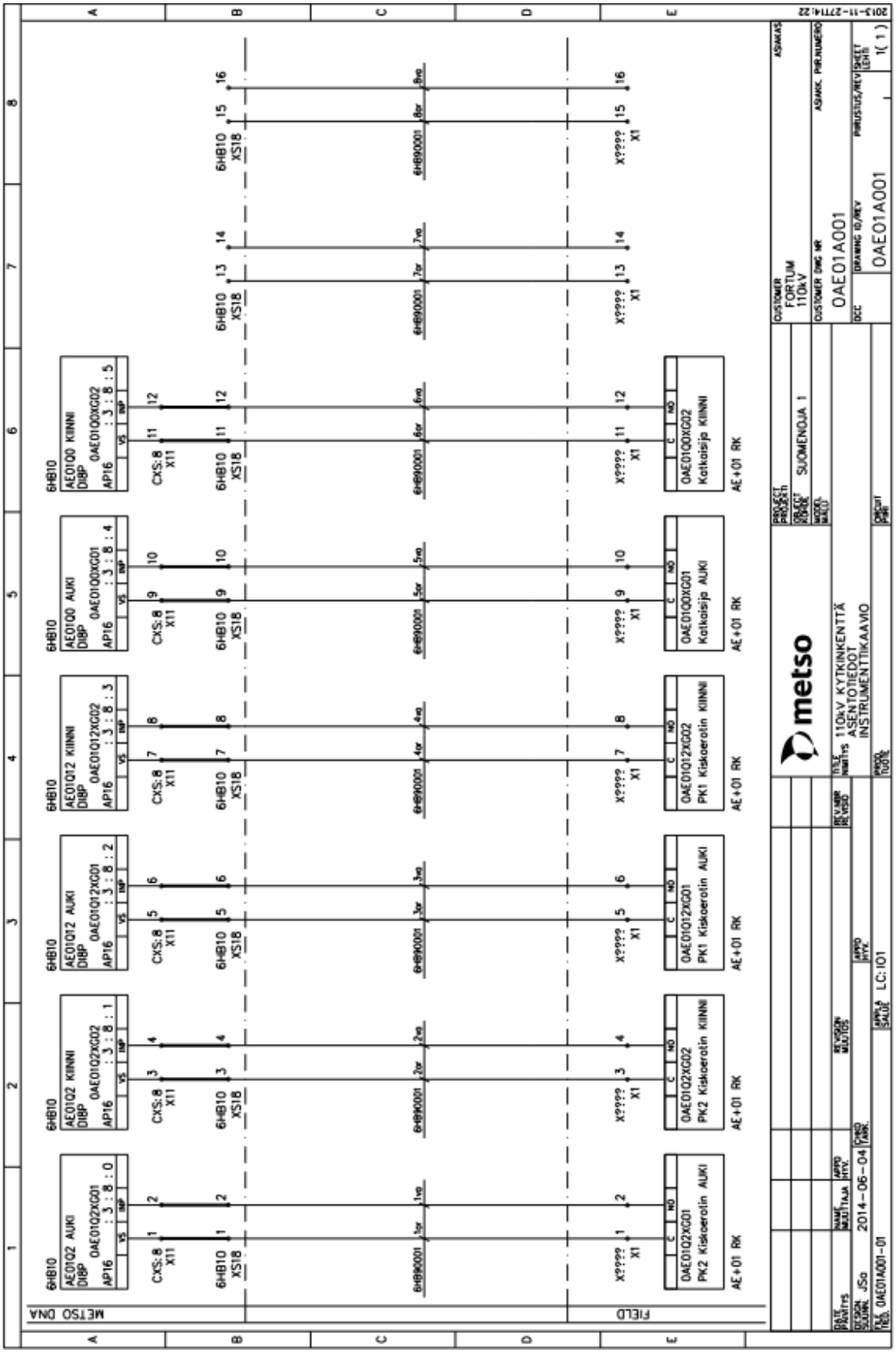
11 3v-synkronigeneraattorin jännitteen säätö. 1971. Oy Strömberg Ab

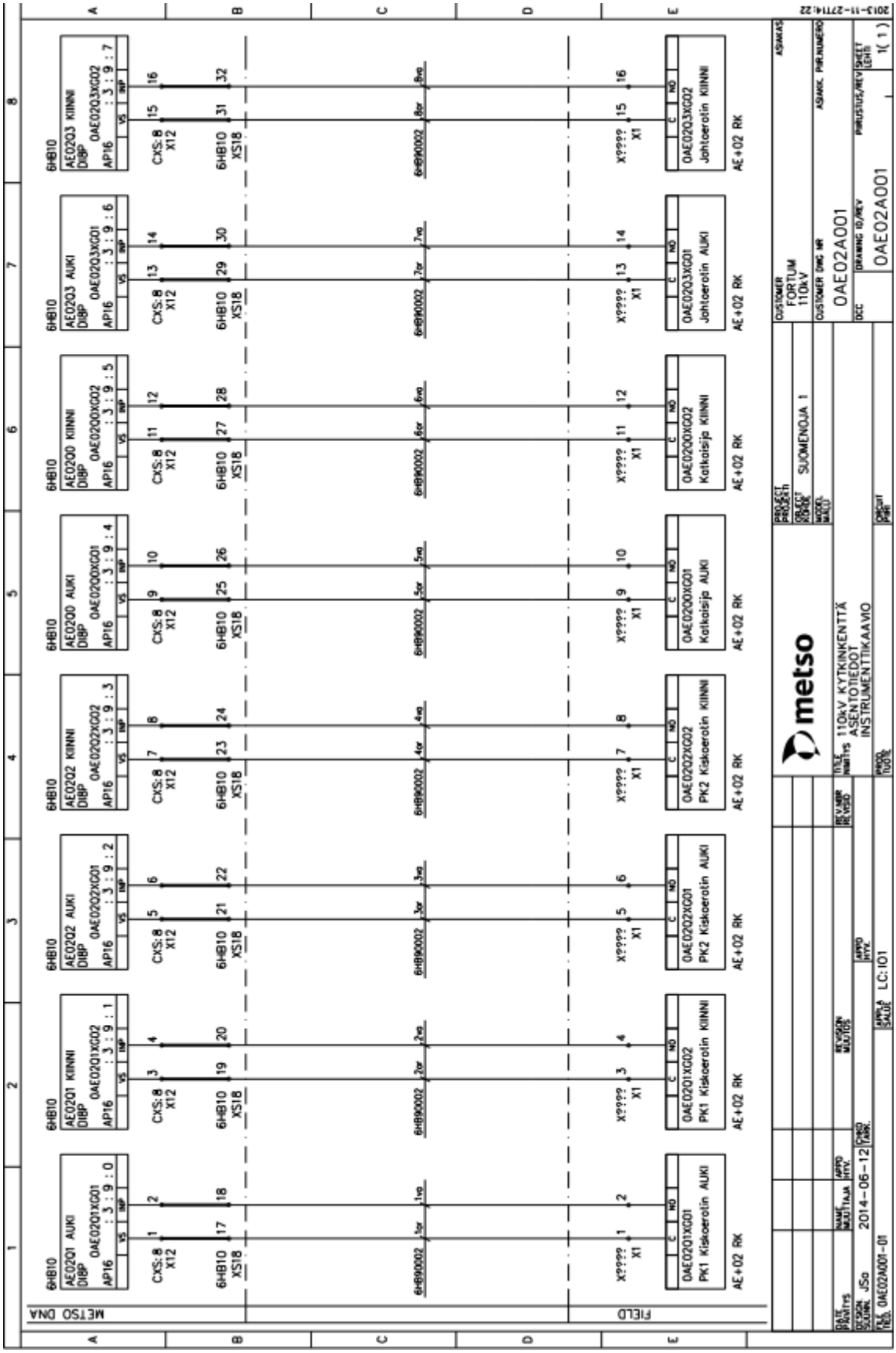
12 Ropponen Harri. 2011. Suomenojan saarikäyttö ja generaattoriverkossa tieto. Espoo: Fortum Oyj

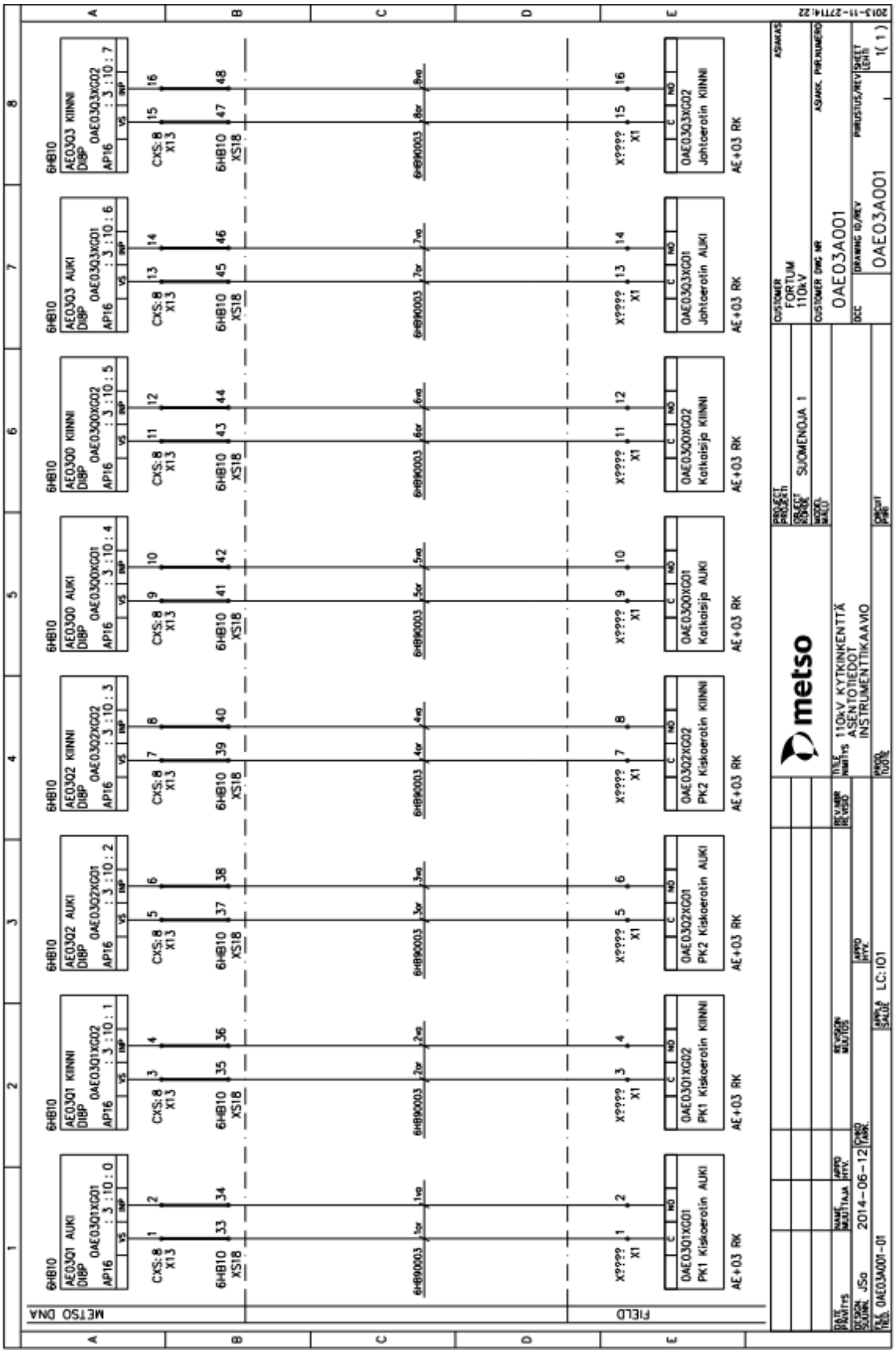
Pääkaavio

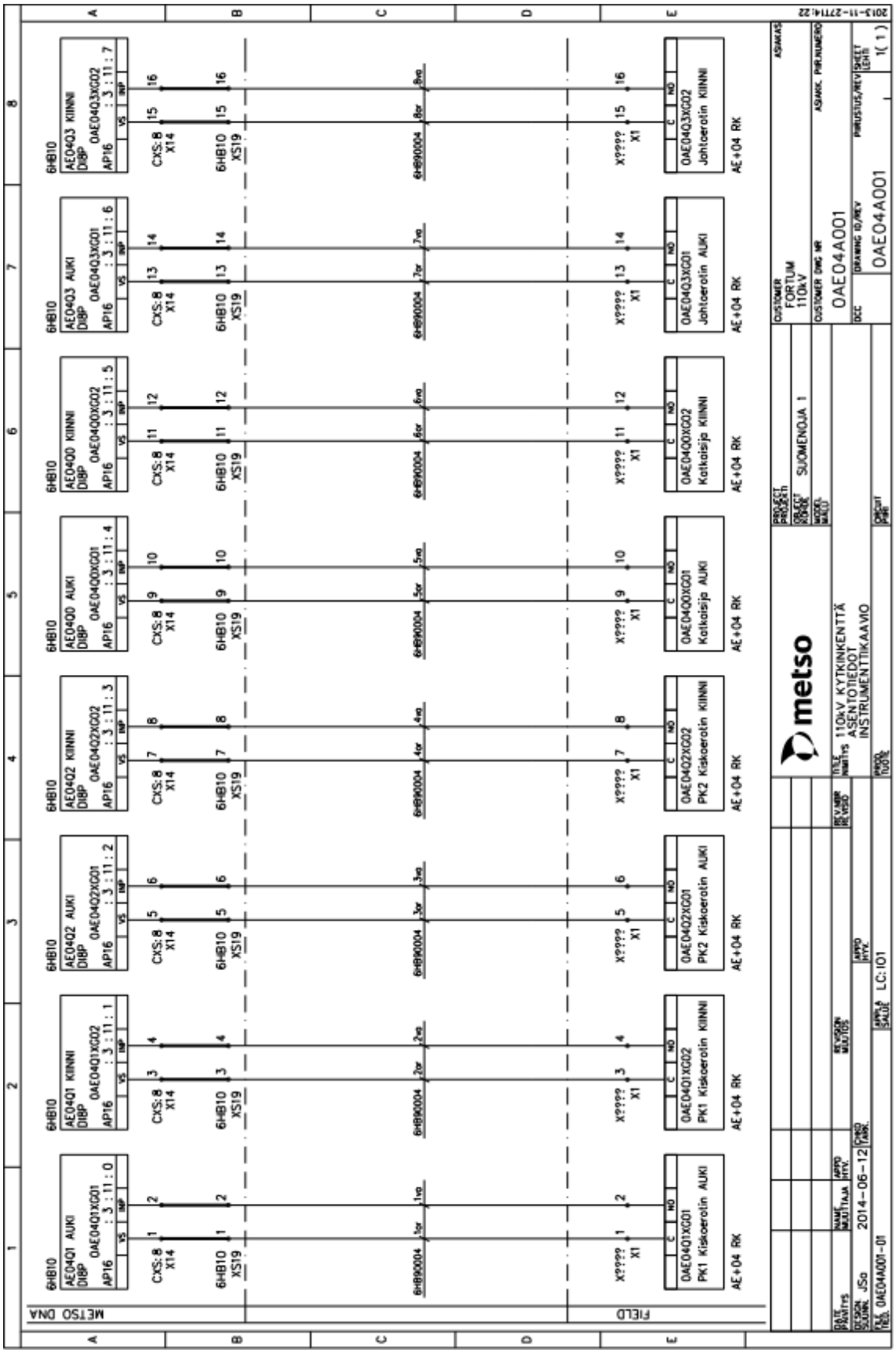

AE01
AE02
AE03
AE04
AE05
AE11
AE12
AE06
KAASUTURBIINILAITOS
NITTYKUMPU
FINNO 3
FINNO 1
ST-PAKKAUS

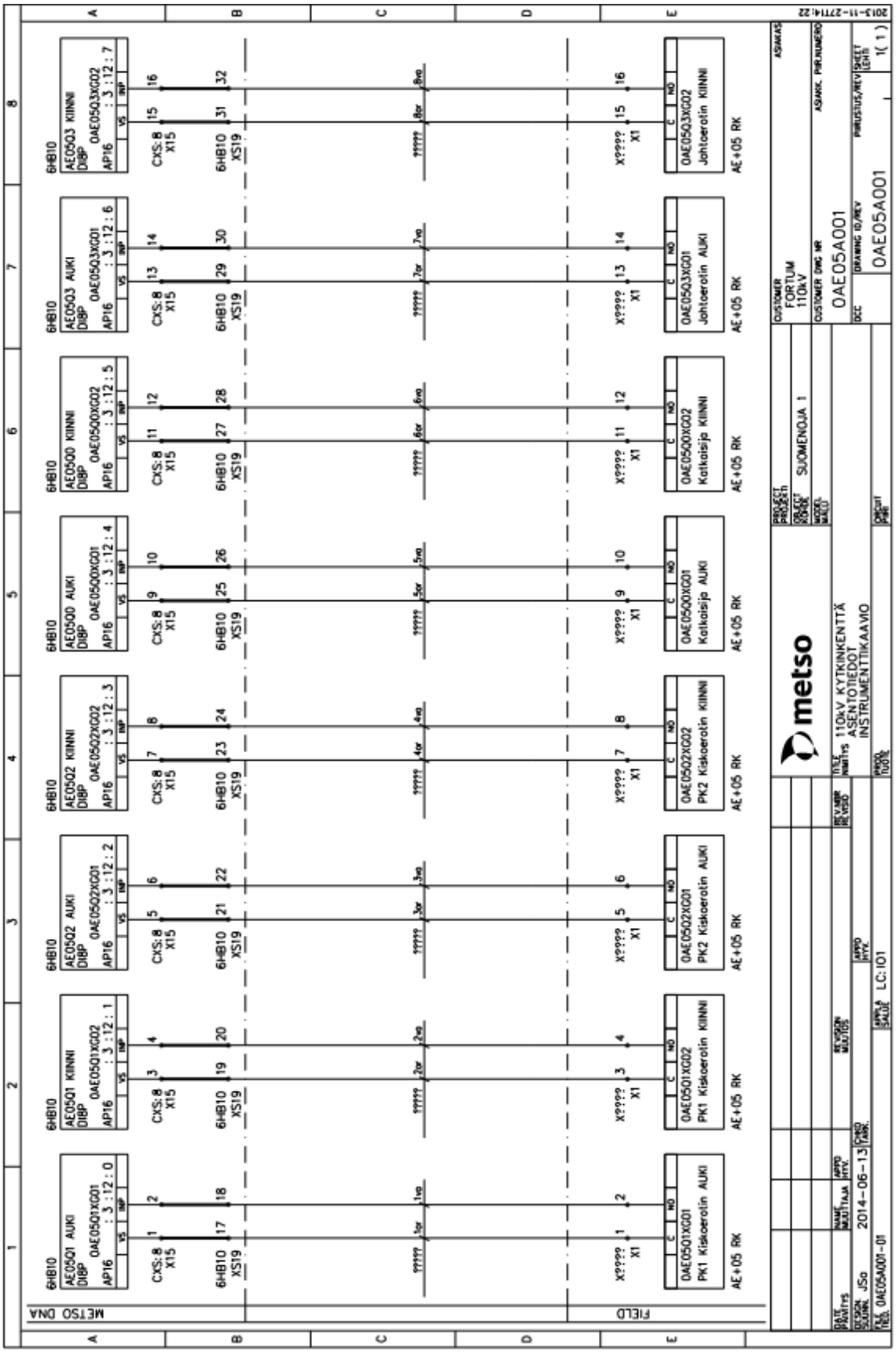
Asentotietojen kytkennät

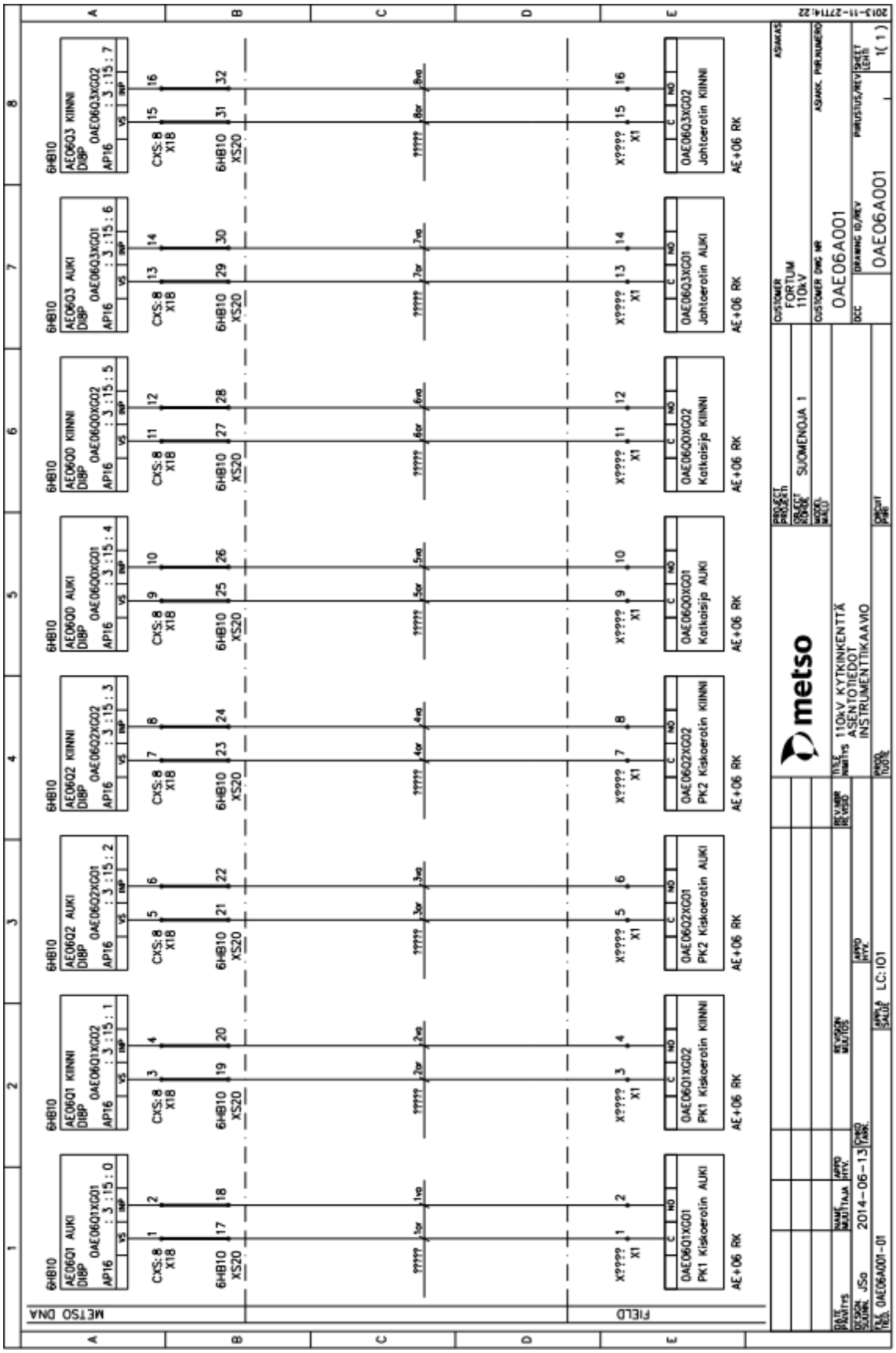


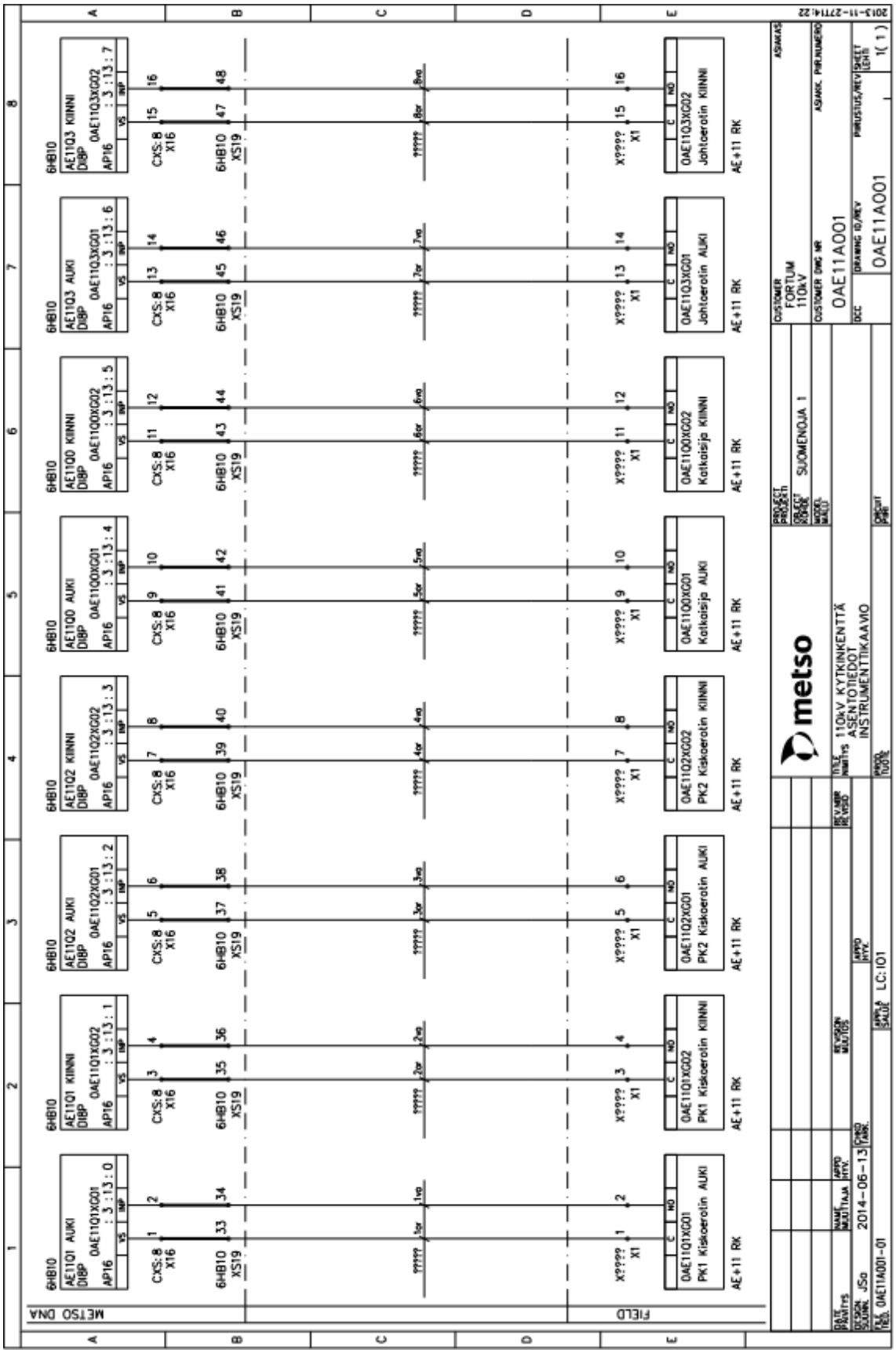

METSO DNA
FIELD
6HB10
AE02Q1 AUKI
DIBP 0AE02Q1XG01
AP16 : 3 : 9 : 0
AE02Q1 KIINNI
DIBP 0AE02Q1XG02
AP16 : 3 : 9 : 1
AE02Q2 AUKI
DIBP 0AE02Q2XG01
AP16 : 3 : 9 : 2
AE02Q2 KIINNI
DIBP 0AE02Q2XG02
AP16 : 3 : 9 : 3
AE02Q0 AUKI
DIBP 0AE02Q0XG01
AP16 : 3 : 9 : 4
AE02Q0 KIINNI
DIBP 0AE02Q0XG02
AP16 : 3 : 9 : 5
AE02Q3 AUKI
DIBP 0AE02Q3XG01
AP16 : 3 : 9 : 6
AE02Q3 KIINNI
DIBP 0AE02Q3XG02
AP16 : 3 : 9 : 7
CXS:8 X12
6HB10 XS18
6HB90002
X???? X1
0AE02Q1XG01 PK1 Kiskoerotin AUKI
0AE02Q1XG02 PK1 Kiskoerotin KIINNI
0AE02Q2XG01 PK2 Kiskoerotin AUKI
0AE02Q2XG02 PK2 Kiskoerotin KIINNI
0AE02Q0XG01 Katkaisija AUKI
0AE02Q0XG02 Katkaisija KIINNI
0AE02Q3XG01 Johtoerotin AUKI
0AE02Q3XG02 Johtoerotin KIINNI
AE+02 RK
metso
110kV KYTKINKENTTÄ
ASENTOTIEDOT
INSTRUMENTTIKAAVIO
FORTUM 110kV
SUOMENOJA 1
0AE02A001
0AE02A001
LC:101
2014-06-12
2013-11-27T14:22

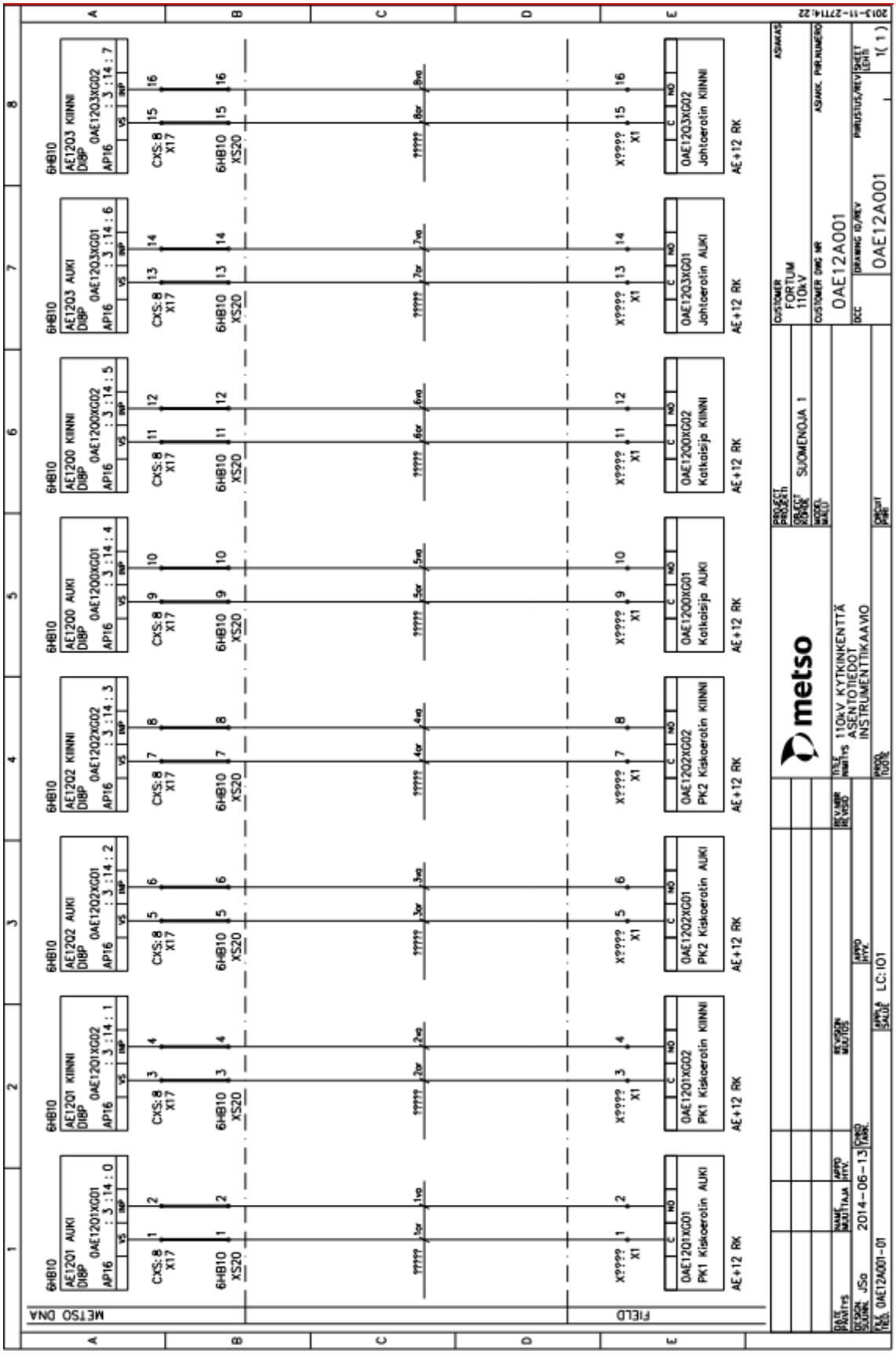

METSO DNA
FIELD
6HB10
AE03Q1 AUKI
DIBP 0AE03Q1XG01
AP16 : 3 : 10 : 0
AE03Q1 KIINNI
DIBP 0AE03Q1XG02
AP16 : 3 : 10 : 1
AE03Q2 AUKI
DIBP 0AE03Q2XG01
AP16 : 3 : 10 : 2
AE03Q2 KIINNI
DIBP 0AE03Q2XG02
AP16 : 3 : 10 : 3
AE03Q0 AUKI
DIBP 0AE03Q0XG01
AP16 : 3 : 10 : 4
AE03Q0 KIINNI
DIBP 0AE03Q0XG02
AP16 : 3 : 10 : 5
AE03Q3 AUKI
DIBP 0AE03Q3XG01
AP16 : 3 : 10 : 6
AE03Q3 KIINNI
DIBP 0AE03Q3XG02
AP16 : 3 : 10 : 7
CXS:8 X13
6HB10 XS18
6HB90003
X9999 X1
0AE03Q1XG01 PK1 Kiskoerotin AUKI
0AE03Q1XG02 PK1 Kiskoerotin KIINNI
0AE03Q2XG01 PK2 Kiskoerotin AUKI
0AE03Q2XG02 PK2 Kiskoerotin KIINNI
0AE03Q0XG01 Katkaisija AUKI
0AE03Q0XG02 Katkaisija KIINNI
0AE03Q3XG01 Johtoerotin AUKI
0AE03Q3XG02 Johtoerotin KIINNI
AE+03 RK
metso
110kV KYTKINKENTTÄ
ASENTOTIEDOT
INSTRUMENTTIKAAVIO
SUOMENOJA 1
FORTUM 110kV
0AE03A001
LC:101
2014-06-12
0AE03A001-01


METSO DNA
FIELD
6HB10
AE04Q1 AUKI
DIBP
OAE04Q1XG01
AP16
: 3 : 11 : 0
AE04Q1 KIINNI
OAE04Q1XG02
: 3 : 11 : 1
AE04Q2 AUKI
OAE04Q2XG01
: 3 : 11 : 2
AE04Q2 KIINNI
OAE04Q2XG02
: 3 : 11 : 3
AE04Q0 AUKI
OAE04Q0XG01
: 3 : 11 : 4
AE04Q0 KIINNI
OAE04Q0XG02
: 3 : 11 : 5
AE04Q3 AUKI
OAE04Q3XG01
: 3 : 11 : 6
AE04Q3 KIINNI
OAE04Q3XG02
: 3 : 11 : 7
CXS:8
X14
6HB10
XS19
6HB90004
X????
X1
OAE04Q1XG01
PK1 Kiskoerotin AUKI
OAE04Q1XG02
PK1 Kiskoerotin KIINNI
OAE04Q2XG01
PK2 Kiskoerotin AUKI
OAE04Q2XG02
PK2 Kiskoerotin KIINNI
OAE04Q0XG01
Katkaisija AUKI
OAE04Q0XG02
Katkaisija KIINNI
OAE04Q3XG01
Johtoerotin AUKI
OAE04Q3XG02
Johtoerotin KIINNI
AE+04 RK
metso
SUOMENOJA 1
FORTUM
110kV
OAE04A001
110kV KYTKINKENTTÄ
ASENTOTIEDOT
INSTRUMENTTIKAAVIO
2014-06-12
LC:101
OAE04A001-01
2013-11-27T14:22


METSO DNA
FIELD
AE05Q1 AUKI
AE05Q1 KIINNI
AE05Q2 AUKI
AE05Q2 KIINNI
AE05Q0 AUKI
AE05Q0 KIINNI
AE05Q3 AUKI
AE05Q3 KIINNI
PK1 Kiskoerotin AUKI
PK1 Kiskoerotin KIINNI
PK2 Kiskoerotin AUKI
PK2 Kiskoerotin KIINNI
Katkaisija AUKI
Katkaisija KIINNI
Johtoerotin AUKI
Johtoerotin KIINNI
AE+05 RK
metso
110kV KYTKINKENTTÄ
ASENTOTIEDOT
INSTRUMENTTIKAAVIO
FORTUM
110kV
SUOMENOJA 1
OAE05A001
OAE05A001-01
2014-06-13
LC:101


METSO DNA
FIELD
6HB10
AE06Q1 KINNI
DIBP
OAE06Q1XG02
AP16
: 3 : 15 : 0
: 3 : 15 : 1
: 3 : 15 : 2
: 3 : 15 : 3
: 3 : 15 : 4
: 3 : 15 : 5
: 3 : 15 : 6
: 3 : 15 : 7
AE06Q1 AUKI
OAE06Q1XG01
AE06Q2 AUKI
OAE06Q2XG01
AE06Q2 KINNI
OAE06Q2XG02
AE06Q0 AUKI
OAE06Q0XG01
AE06Q0 KINNI
OAE06Q0XG02
AE06Q3 AUKI
OAE06Q3XG01
AE06Q3 KINNI
OAE06Q3XG02
CXS:8
X18
6HB10
XS20
X????
X1
PK1 Kiskoerotin AUKI
PK1 Kiskoerotin KINNI
PK2 Kiskoerotin AUKI
PK2 Kiskoerotin KINNI
Katkaisija AUKI
Katkaisija KINNI
Johtoerotin AUKI
Johtoerotin KINNI
AE+06 RK
metso
SUOMENOJA 1
FORTUM
110kV
OAE06A001
110kV KYTKINKENTTÄ
ASENTOTIEDOT
INSTRUMENTTIKAAVIO
LC:101
2014-06-13
OAE06A001-01


METSO DNA
FIELD
6HB10
AE11Q1 AUKI
DIBP
OAE11Q1XG01
AP16
: 3 : 13 : 0
CXS:8
X16
6HB10
XS19
OAE11Q1XG02
PK1 Kiskoerotin AUKI
AE+11 RK
AE11Q1 KIINNI
OAE11Q1XG02
: 3 : 13 : 1
OAE11Q1XG01
PK1 Kiskoerotin KIINNI
AE11Q2 AUKI
OAE11Q2XG01
: 3 : 13 : 2
OAE11Q2XG02
PK2 Kiskoerotin AUKI
AE11Q2 KIINNI
OAE11Q2XG02
: 3 : 13 : 3
OAE11Q2XG01
PK2 Kiskoerotin KIINNI
AE11Q0 AUKI
OAE11Q0XG01
: 3 : 13 : 4
OAE11Q0XG02
Katkaisija AUKI
AE11Q0 KIINNI
OAE11Q0XG02
: 3 : 13 : 5
OAE11Q0XG01
Katkaisija KIINNI
AE11Q3 AUKI
OAE11Q3XG01
: 3 : 13 : 6
OAE11Q3XG02
Johtoerotin AUKI
AE11Q3 KIINNI
OAE11Q3XG02
: 3 : 13 : 7
OAE11Q3XG01
Johtoerotin KIINNI
metso
PROJECT
FORTUM
110kV
OBJECT
SUOMENOJA 1
CUSTOMER
FORTUM
110kV
CUSTOMER DWG NR
OAE11A001
DRAWING ID/REV
OAE11A001
110kV KYTKINKENTTÄ
ASENTOTIEDOT
INSTRUMENTTIKAAVIO
DESIGN
JSa
2014-06-13
LC:101
OAE11A001-01


METSO DNA
FIELD
6HB10
AE12Q1 AUKI
DIBP
0AE12Q1XG01
AP16
: 3 : 14 : 0
AE12Q1 KIINNI
0AE12Q1XG02
: 3 : 14 : 1
AE12Q2 AUKI
0AE12Q2XG01
: 3 : 14 : 2
AE12Q2 KIINNI
0AE12Q2XG02
: 3 : 14 : 3
AE12Q0 AUKI
0AE12Q0XG01
: 3 : 14 : 4
AE12Q0 KIINNI
0AE12Q0XG02
: 3 : 14 : 5
AE12Q3 AUKI
0AE12Q3XG01
: 3 : 14 : 6
AE12Q3 KIINNI
0AE12Q3XG02
: 3 : 14 : 7
CXS:8
X17
XS20
X????
X1
0AE12Q1XG01
PK1 Kiskoerotin AUKI
0AE12Q1XG02
PK1 Kiskoerotin KIINNI
0AE12Q2XG01
PK2 Kiskoerotin AUKI
0AE12Q2XG02
PK2 Kiskoerotin KIINNI
0AE12Q0XG01
Katkaisija AUKI
0AE12Q0XG02
Katkaisija KIINNI
0AE12Q3XG01
Johtoerotin AUKI
0AE12Q3XG02
Johtoerotin KIINNI
AE+12 RK
metso
110kV KYTKINKENTTÄ
ASENTOTIEDOT
INSTRUMENTTIKAAVIO
SUOMENOJA 1
FORTUM
110kV
0AE12A001
0AE12A001
2014-06-13
JSo
0AE12A001-01
LC:101

Kaapeliluettelo So6

Fortum Oyj KAAPELILUETTELO
Suomenojan voimalaitos So6 2.7.2014

Cable	Type	From
6HB90001	NOMAK 8*2*0,5+0,5	AE+01 RK
6HB90002	NOMAK 8*2*0,5+0,5	AE+02 RK
6HB90003	NOMAK 8*2*0,5+0,5	AE+03 RK
6HB90004	NOMAK 8*2*0,5+0,5	AE+04 RK
6HB90005	NOMAK 8*2*0,5+0,5	AE+05 RK
6HB90006	NOMAK 8*2*0,5+0,5	AE+11 RK
6HB90007	NOMAK 8*2*0,5+0,5	AE+12 RK
6HB90008	NOMAK 8*2*0,5+0,5	AE+06 RK

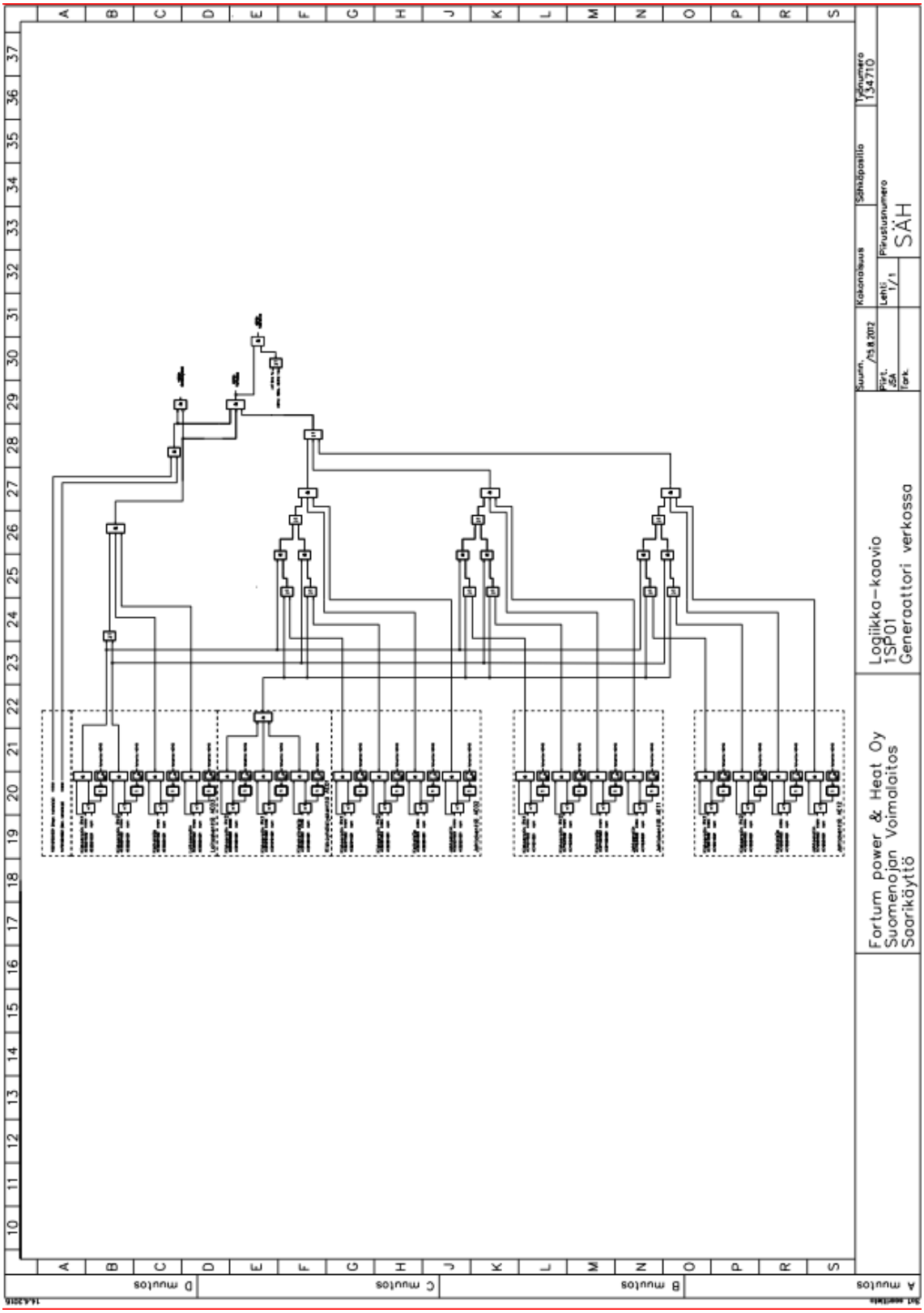
Signaaliluettelo

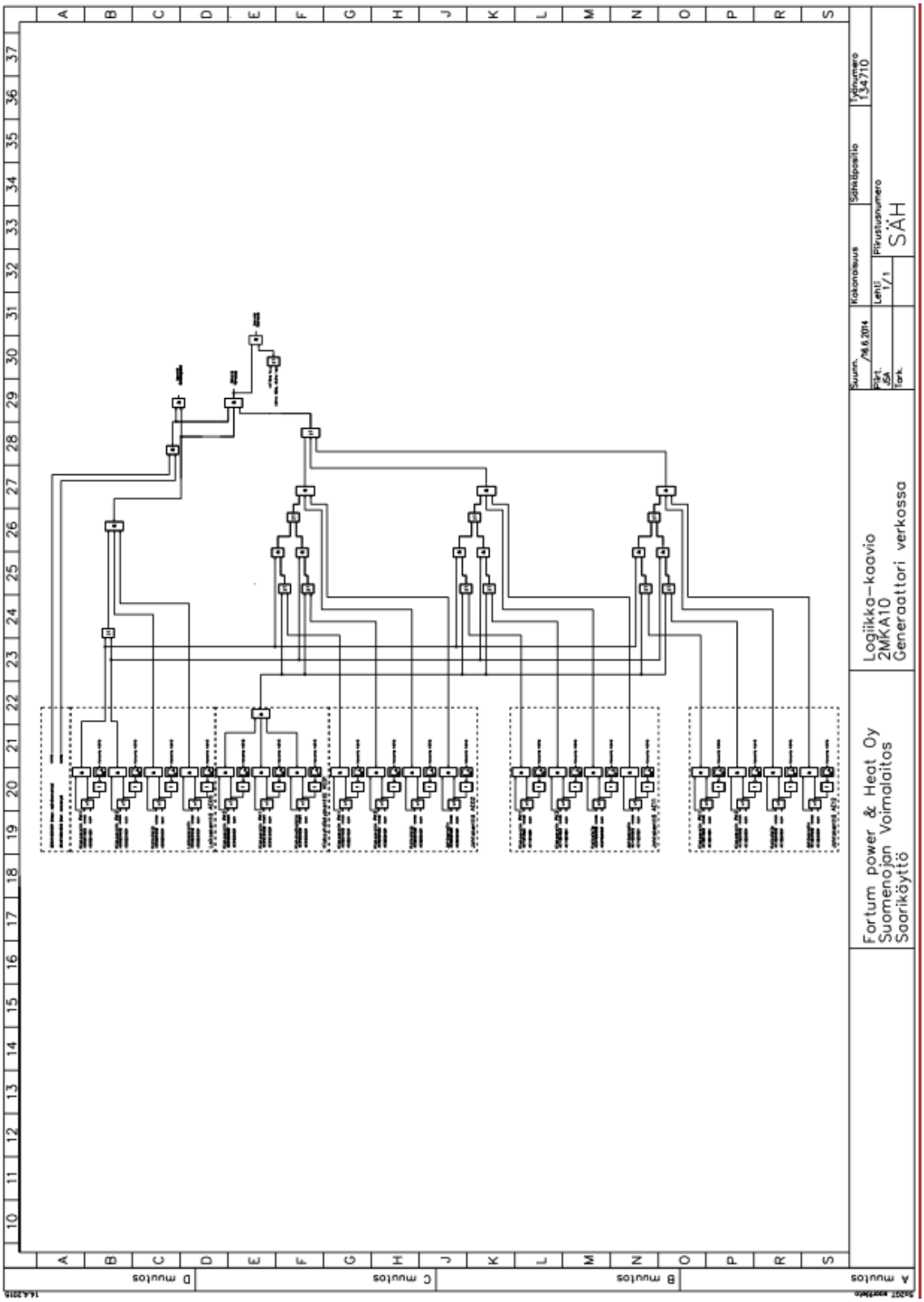
Fortum Oyj
Suomenojan voimalaitos

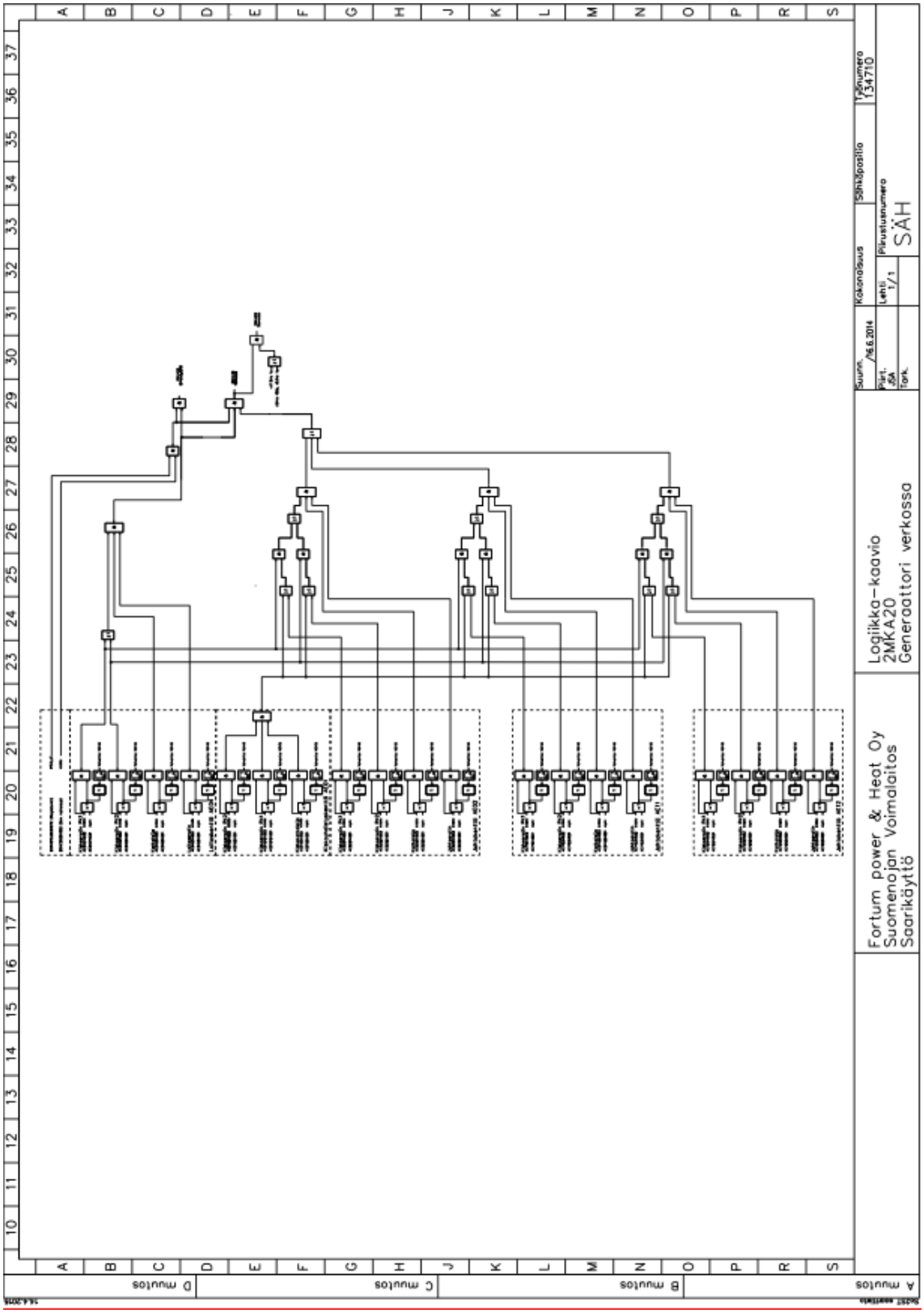
SIGNAALILUETTELO
6.4.2015

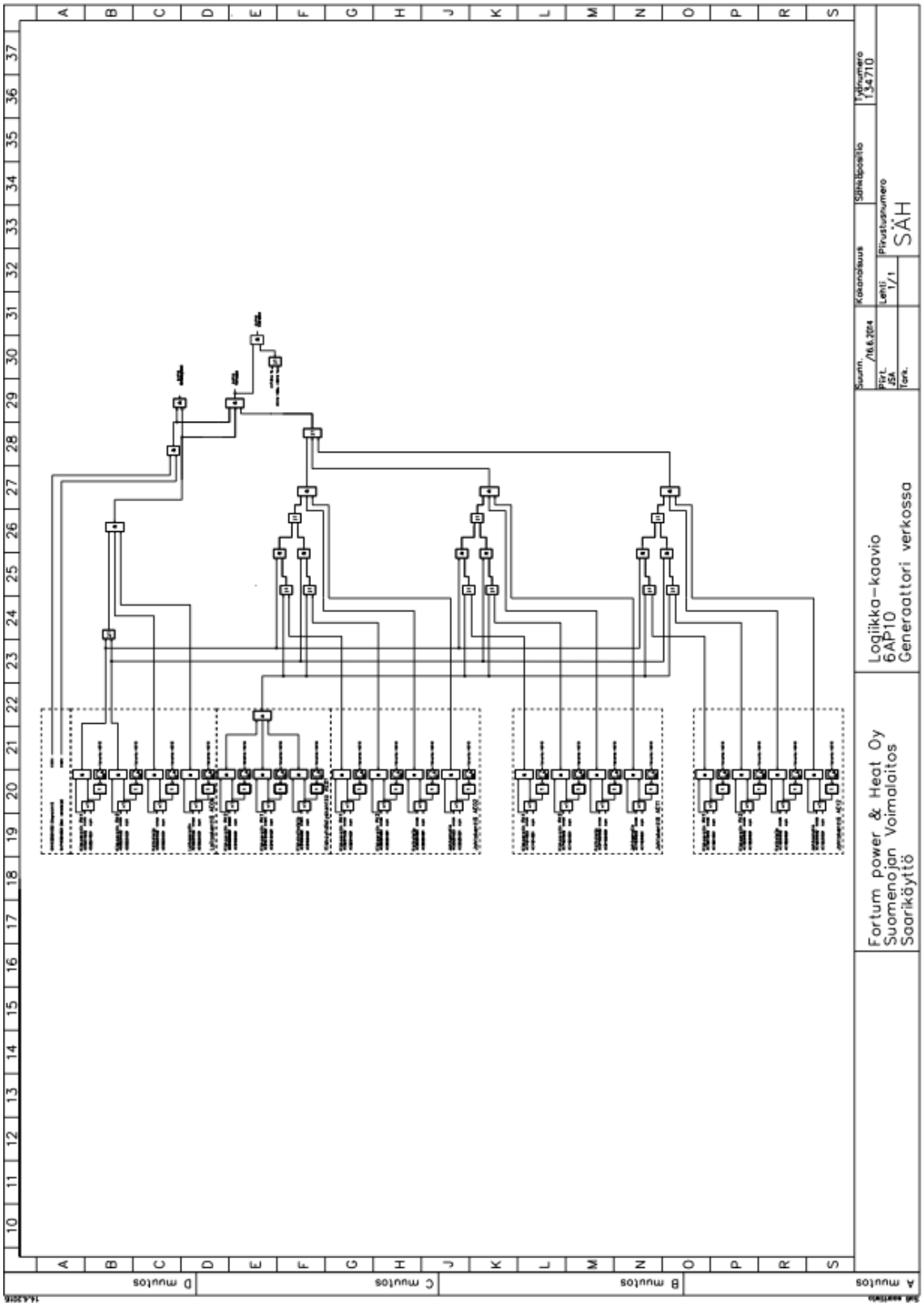
Signaalitunnus	Selite		Signaalitunnus	Selite
AE01Q0XB01	AE01 Kiskokatkaisija Q0 AUKI		AE05Q0XB01	AE05 Kenttäkatkaisija Q0 AUKI
AE01Q0XB02	AE01 Kiskokatkaisija Q0 KIINNI		AE05Q0XB02	AE05 Kenttäkatkaisija Q0 KIINNI
AE01Q2XB01	AE01 Kiskoerotin Q2 AUKI		AE05Q1XB01	AE05 Kenttäerotin Q1 AUKI
AE01Q2XB02	AE01 Kiskoerotin Q2 KIINNI		AE05Q1XB02	AE05 Kenttäerotin Q1 KIINNI
AE01Q12XB01	AE01 Kiskoerotin Q12 AUKI		AE05Q2XB01	AE05 Kenttäerotin Q2 AUKI
AE01Q12XB02	AE01 Kiskoerotin Q12 KIINNI		AE05Q2XB02	AE05 Kenttäerotin Q2 KIINNI
			AE05Q3XB01	AE05 Kenttäerotin Q3 AUKI
			AE05Q3XB02	AE05 Kenttäerotin Q3 KIINNI
AE02Q0XB01	AE02 Kenttäkatkaisija Q0 AUKI		AE06Q0XB01	AE06 Kenttäkatkaisija Q0 AUKI
AE02Q0XB02	AE02 Kenttäkatkaisija Q0 KIINNI		AE06Q0XB02	AE06 Kenttäkatkaisija Q0 KIINNI
AE02Q1XB01	AE02 Kenttäerotin Q1 AUKI		AE06Q1XB01	AE06 Kenttäerotin Q1 AUKI
AE02Q1XB02	AE02 Kenttäerotin Q1 KIINNI		AE06Q1XB02	AE06 Kenttäerotin Q1 KIINNI
AE02Q2XB01	AE02 Kenttäerotin Q2 AUKI		AE06Q2XB01	AE06 Kenttäerotin Q2 AUKI
AE02Q2XB02	AE02 Kenttäerotin Q2 KIINNI		AE06Q2XB02	AE06 Kenttäerotin Q2 KIINNI
AE02Q3XB01	AE02 Kenttäerotin Q3 AUKI		AE06Q3XB01	AE06 Kenttäerotin Q3 AUKI
AE02Q3XB02	AE02 Kenttäerotin Q3 KIINNI		AE06Q3XB02	AE06 Kenttäerotin Q3 KIINNI
AE03Q0XB01	AE03 Kenttäkatkaisija Q0 AUKI		AE11Q0XB01	AE11 Kenttäkatkaisija Q0 AUKI
AE03Q0XB02	AE03 Kenttäkatkaisija Q0 KIINNI		AE11Q0XB02	AE11 Kenttäkatkaisija Q0 KIINNI
AE03Q1XB01	AE03 Kenttäerotin Q1 AUKI		AE11Q1XB01	AE11 Kenttäerotin Q1 AUKI
AE03Q1XB02	AE03 Kenttäerotin Q1 KIINNI		AE11Q1XB02	AE11 Kenttäerotin Q1 KIINNI
AE03Q2XB01	AE03 Kenttäerotin Q2 AUKI		AE11Q2XB01	AE11 Kenttäerotin Q2 AUKI
AE03Q2XB02	AE03 Kenttäerotin Q2 KIINNI		AE11Q2XB02	AE11 Kenttäerotin Q2 KIINNI
AE03Q3XB01	AE03 Kenttäerotin Q3 AUKI		AE11Q3XB01	AE11 Kenttäerotin Q3 AUKI
AE03Q3XB02	AE03 Kenttäerotin Q3 KIINNI		AE11Q3XB02	AE11 Kenttäerotin Q3 KIINNI
AE04Q0XB01	AE04 Kenttäkatkaisija Q0 AUKI		AE12Q0XB01	AE12 Kenttäkatkaisija Q0 AUKI
AE04Q0XB02	AE04 Kenttäkatkaisija Q0 KIINNI		AE12Q0XB02	AE12 Kenttäkatkaisija Q0 KIINNI
AE04Q1XB01	AE04 Kenttäerotin Q1 AUKI		AE12Q1XB01	AE12 Kenttäerotin Q1 AUKI
AE04Q1XB02	AE04 Kenttäerotin Q1 KIINNI		AE12Q1XB02	AE12 Kenttäerotin Q1 KIINNI
AE04Q2XB01	AE04 Kenttäerotin Q2 AUKI		AE12Q2XB01	AE12 Kenttäerotin Q2 AUKI
AE04Q2XB02	AE04 Kenttäerotin Q2 KIINNI		AE12Q2XB02	AE12 Kenttäerotin Q2 KIINNI
AE04Q3XB01	AE04 Kenttäerotin Q3 AUKI		AE12Q3XB01	AE12 Kenttäerotin Q3 AUKI
AE04Q3XB02	AE04 Kenttäerotin Q3 KIINNI		AE12Q3XB02	AE12 Kenttäerotin Q3 KIINNI

Logiikkakaaviot




Fortum power & Heat Oy
Suomenojan Voimalaitos
Saariköyttö
Logiikka-kaavio
2MKA10
Generaattori verkossa
Suunn.
26.6.2014
Piirt.
SÄ
Tark.
Kokonaisuus
Lehti
1/1
Sähköpaalto
Piirustusnumero
SÄH
Työnumero
134710
A muutos
B muutos
C muutos
D muutos


Fortum power & Heat Oy
Suomenojan Voimalaitos
Saarikäyttö
Logiikka-kaavio
2MKA20
Generaattori verkossa
Suunn.
Piirt.
Tark.
Kokonaisuus
Sähköpostilo
Työnumero
134710
Lehti
1/1
Piirustusnumero
SÄH
A muutos
B muutos
C muutos
D muutos


Logiikka-kaavio
6AP10
Generaattori verkossa
Fortum power & Heat Oy
Suomenojan Voimalaitos
Saariköytö
SÄH

Fingrid Oyj:n voimansiirtoverkko

Pohjakartta © Karttakeskus Oy, Helsinki