



Ville Jyrälä

Vanhentuneen etäkäyttöyhteyden korvaamisen selvitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

31.5.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Ville Jyrälä
Otsikko: Vanhentuneen etäkäyttöyhteyden korvaamisen selvitys
Sivumäärä: 31 sivua + 2 liitettä
Aika: 31.5.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Automaatiosuunnittelija Mika Mässeli
Lehtori Matti Välikylä

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Fortum Oyj:n toimeksiannosta ja keskittyy voimalaitoksen kaukokäyttöjärjestelmän päivittämiseen. Työssä tutkittiin Fortumin Loviisan ydinvoimalan ja Oy Mankala Ab:n hallinnoiman Ahvenkosken vesivoimalan välisen varayhteyden kaukokäyttöjärjestelmää, jonka tekninen tuki ja varaosien saatavuus on päättynyt. Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tärkeät lähtötiedot uuden järjestelmän suunnittelua ja toteutusta varten.

Selvitystyön kautta saatiin kattava kuva nykyjärjestelmän toiminnasta, sen käyttämisestä laitteista ja prosesseista. Kerätty tieto sisälsi muun muassa tiedot prosessin signaaleista, olemassa olevista kytkennöistä ja jännitesyötöistä, jotka ovat olennaisia uuden laitteiston ja ohjelmistojen kehittämisessä. Näiden kerättyjen tietojen pohjalta voidaan suunnitella ja toteuttaa uusi järjestelmä.

Avainsanat: PROCOL, PROCOL240, kaukokäyttö

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Ville Jyrälä
Title: Investigation for Replacing an Outdated Remote Control Connection
Number of Pages: 31 pages + 2 appendices
Date: 31 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Technology
Supervisors: Mika Mässeli, Automation Designer
Matti Välikylä, Senior Lecturer

This thesis study was carried out at the behest of Fortum Oyj and it focuses on upgrading the power plant's remote control system. The study examined the remote control system of the backup connection between Fortum's Loviisa nuclear power plant and the Ahvenkoski hydropower plant managed by Oy Mankala Ab, for which technical support and availability of spare parts have ended. The aim of the thesis study was to collect essential initial data for the design and implementation of a new system.

Through the investigation, a comprehensive understanding of the current system's operation, its utilized devices, and processes was obtained. The gathered information included details on process signals, existing connections, and voltage supplies, which are crucial for the development of new equipment and software. Based on this gathered information, a new system can be designed and implemented.

Keywords: PROCOL, PROCOL240, remote control system

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Fortum Oyj	2
2.1	Liiketoiminta	2
2.2	Loviisan ydinvoimalaitos	5
3	Ahvenkoski-Loviisa-yhteys	7
3.1	PROCOL240-kaukokäyttöjärjestelmä	8
3.2	Nykyinen kaukokäyttöjärjestelmä	11
3.2.1	Yleistiedot	11
3.2.2	Ahvenkosken voimalaitos	13
3.2.3	Loviisan voimalaitos	16
3.2.4	Yhteydellä siirrettävät tiedot	18
3.3	Miksi järjestelmä halutaan päivittää?	20
4	Uusi järjestelmä	21
4.1	Ahvenkosken voimalaitos	21
4.2	Loviisan voimalaitos	23
4.3	Uuden kaukokäyttölaitteiston suunnittelu	27
5	Yhteenveto	28
	Lähteet	30

Liitteet

Liite 1: Ahvenkoski – Loviisa -yhteydellä siirrettävät tiedot

Liite 2: Uuden laitteiston I/O-moduulien suunnittelu

Lyhenteet

- AO: *Analog Output*. Analoginen lähtösignaali.
- CCT: *Central Control Terminal*. Kaukokäytön keskusasema.
- DI: *Digital Input*. Digitaalinen tulosignaali.
- DO: *Digital Output*. Digitaalinen lähtösignaali.
- I/O: *Input / Output*. Sisään- ja ulostulo.
- LO1: Loviisan ydinvoimalan ensimmäinen laitosyksikkö.
- LO2: Loviisan ydinvoimalan toinen laitosyksikkö.
- mA: Milliampeeri = 1 tuhannesosa ampeeria.
- PLC: *Programmable Logic Controller*. Ohjelmoitava logiikka.
- PSU: Kaukokäyttöjärjestelmän ala-aseman tehonsyöttöyksikkö.
- RCT: *Remote Control Terminal*. Kaukokäytön ala-asema.
- VDC: *Volts of Direct Current*. Tasajännite.

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Fortum Oyj:n toimeksiannosta. Työ keskittyy varayhteyteen, joka on rakennettu Fortumin Loviisan ydinvoimalan ja Helsingin energian tytäryhtiönä toimivan Oy Mankala Ab:n hallinnoiman Ahvenkosken vesivoimalan välille. Varayhteyden avulla voidaan tarpeen vaatiessa korvata mikä tahansa Loviisan ydinvoimalan kahdeksasta dieselgeneraattorista (1, s. 4).

Nykyinen käytössä oleva kaukokäyttöjärjestelmä, SLOCON Oy:n PROCOL240, on toiminut väylänä tiedon ja ohjaukäsäkyjen välittämisessä voimalaitosten välillä. Kuitenkin tämän järjestelmän tukipalvelut ovat päättyneet, mikä tarkoittaa sitä, että uusia päivityksiä tai teknistä tukea ei enää ole saatavilla. Lisäksi varaosien saatavuus on käynyt olemattomaksi, mikä lisää riskiä järjestelmän vikaantumiselle.

Tämän vuoksi on välttämätöntä päivittää järjestelmä nykyaikaiseen ratkaisuun, joka vastaa paremmin nykyisiä ja tulevia tarpeita. Päivitystyön ensimmäinen vaihe on tarpeellisten lähtötietojen kerääminen. Opinnäytetyössä tutustutaan nykyisen järjestelmän toimintaan ja kerätään tarvittavat lähtötiedot, joiden pohjalta uusi järjestelmä on mahdollista tehdä.

Varsinaisen uuden järjestelmän ohjelmistoinen lopulta toimittaisi ulkopuolinen taho, joka perustaisi työnsä opinnäytetyössä kerättyihin tietoihin ja dokumentaatioon. Koska aikataulullisista syistä uutta järjestelmää ei ehditä testata opinnäytetyön aikana todellisessa käytössä, on ensiarvoisen tärkeää laatia kattava dokumentaatio, jonka pohjalta uusi järjestelmä voidaan toteuttaa ja ottaa käyttöön sujuvasti ja luotettavasti.

2 Fortum Oyj

2.1 Liiketoiminta

Fortum on Suomen johtava energiayhtiö, jonka liiketoiminta keskittyy puhtaan sähkön tuotantoon, kaukolämpöön ja -jäähdytykseen, sähkönmyyntiin sekä tulevaisuuden älykkäisiin ratkaisuihin. Lisäksi Fortum tarjoaa asiantuntijapalveluita energiayhtiöille ja energiaintensiiviselle teollisuudelle. Suomessa Fortum työllistää noin 2400 henkilöä, ja yhtiön pääkonttori sijaitsee Espoossa. (2.) Pohjoismaiden ydinliiketoimintaan kuuluu noin 5000 ammattilaista (kuva 1) (3).

Ydinliiketoiminta Pohjoismaissa kattaa päästöttömän ja tehokkaan sähkön tuotannon, sähkön myynnin, kaukolämmön sekä kierrätys- ja jäteliiketoiminnan. Vaikka Pohjoismaat ovatkin Fortumin toiminnan keskiössä, yhtiöllä on toimintaa myös muissa maissa. Toimintaa on lisäksi muun muassa Virossa, Saksassa, Britanniassa, Intiassa, Irlannissa ja Alankomaissa. (3.)

Fortum lukuina 2023

Jatkuvat toiminnot, pl. Venäjä

98 %

Tuotannosta CO₂-vapaata

~5 000

Henkilöstömme lukumäärä

1 544

Vertailukelpoinen liikevoitto,
miljoonaa euroa

Kuva 1. Fortum lukuina 2023 (4).

Kestävä kehitys on Fortumin liiketoiminnan ytimessä. Yhtiö tuottaa ja toimittaa luotettavasti puhdasta energiaa asiakkailleen ja pohjoismaiselle energijärjestelmälle. Fortum on yksi Euroopan puhtaimmista energian tuottajista, ja se auttaa yhteiskuntia ja asiakkaitaan vähentämään päästöjään. Yhtiön laaja rooli yhteiskunnassa heijastuu kattavissa kestävä kehityksen tavoitteissa. Fortum tavoittelee hiilineutraaliutta (Scopes 1, 2, 3) vuoteen 2030 mennessä ja on

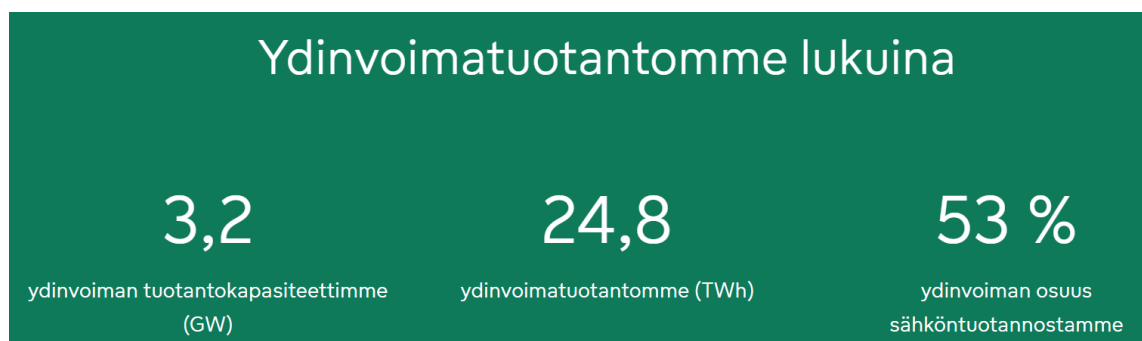
ilmoittanut lopettavansa kaiken hiileen perustuvan energian tuotannon vuoden 2027 loppuun mennessä. Lisäksi yhtiö on sitoutunut asettamaan tieteeseen perustuvat päästövähennystavoitteet (SBTi 1,5°C). (5.)

Vesivoima

Fortumilla on laaja vesivoimatuotanto Suomessa, joka käsittää yhteensä 33 vesivoimalaitosta. Näiden voimalaitosten yhteenlaskettu sähköntuotantokapasiteetti on noin 1 500 MW vuositasolla. Oulujoen vesistöissä sijaitsee yksitoista Fortumin omistamaa vesivoimalaitosta, kun taas Vuoksen vesistöissä niitä on kaksi. Lisäksi yhteistyössä Kemijoki Oy:n kanssa Fortum omistaa 20 vesivoimalaitosta, mikä tekee vesivoimasta merkittävän osan Fortumin energiantuotannosta Suomessa. (2.)

Ydinvoima

Fortumilla on ydinvoimaa yhteensä 3,2 gigawattia Suomessa ja Ruotsissa. Fortum omistaa Loviisan voimalaitoksen kaksi reaktoriyksikköä, ja lisäksi osan kuudesta muusta reaktoriyksiköstä Suomessa (OL1, OL2 ja OL3) ja Ruotsissa (OS3, FO1-3). Vuonna 2023 Fortum tuotti ydinvoimalla 24,8 terawattituntia, mikä vastaa noin 53 % sen koko sähköntuotannosta (kuva 2). Ydinvoima-alalla työskentelee yhteensä noin 750 ammattilaista Fortumissa. (6.)



Kuva 2. Fortumin ydinvoimatuotanto lukuina (6).

Tuulivoima

Fortumilla on yhteisomistuksessa Kalaxin tuulipuisto Energy Infrastructure Partnersin (EIP) kanssa. Tuulipuisto on ollut toiminnassa vuodesta 2020 lähtien. Kalaxin tuulipuiston kokonaiskapasiteetti on 90 MW, ja se tuottaa vuosittain yli 300 000 MWh sähköä. Merkittävä osa, 70 prosenttia, tästä uusiutuvasta energiasta myydään suoraan suomalaiselle energiayhtiölle Nesteelle pitkäaikaisella sopimuksella. (2).

Kaukolämpö ja -kylmä

Fortumilla on vahva panostus kaukolämmön ja -kylmän tuotantoon sekä myyntiin Espoossa, Kauniaisissa ja Kirkkonummella. Yhteistyössä Espoon kaupungin kanssa se on asettanut tavoitteen hiilineutraaliudesta näillä alueilla vuoteen 2025 mennessä, jolloin luovutaan kivihilestä. Hanke on nimeltään Espoo Clean Heat. (2.)

Fortumilla on omia sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksia Espoossa ja Riihimäellä, sekä osaomistus yhteistuotantolaitoksesta Naantalissa. Lisäksi Fortum hyödyntää yhä enemmän energian kierrättämistä monista eri hajautetuista lämmönlähteistä. (2.)

Kuluttajaliiketoiminta

Fortum on vahvasti läsnä Pohjoismaiden sähkön vähittäismyynnissä ja palvelee yli kahta miljoonaa asiakasta. Yhtiö tarjoaa kuluttaja- ja yritysasiakkailleen monipuolisesti sähköä sekä muita tuotteita ja palveluita. Lisäksi Fortum ylläpitää Fortum Charge & Drive -sähköauton latauspalvelua, joka edistää sähköautoilun infrastruktuurin kehitystä. (2).

On merkittävää, että kaikki Fortumin kuluttaja-asiakkaille toimittama sähkö Suomessa on tuotettu täysin ilman CO₂-päästöjä (2). Tämä sitoutuminen puhtaan energiantuotantoon on osa yhtiön vastuullista lähestymistapaa ja pyrkimystä kestävään kehitykseen.

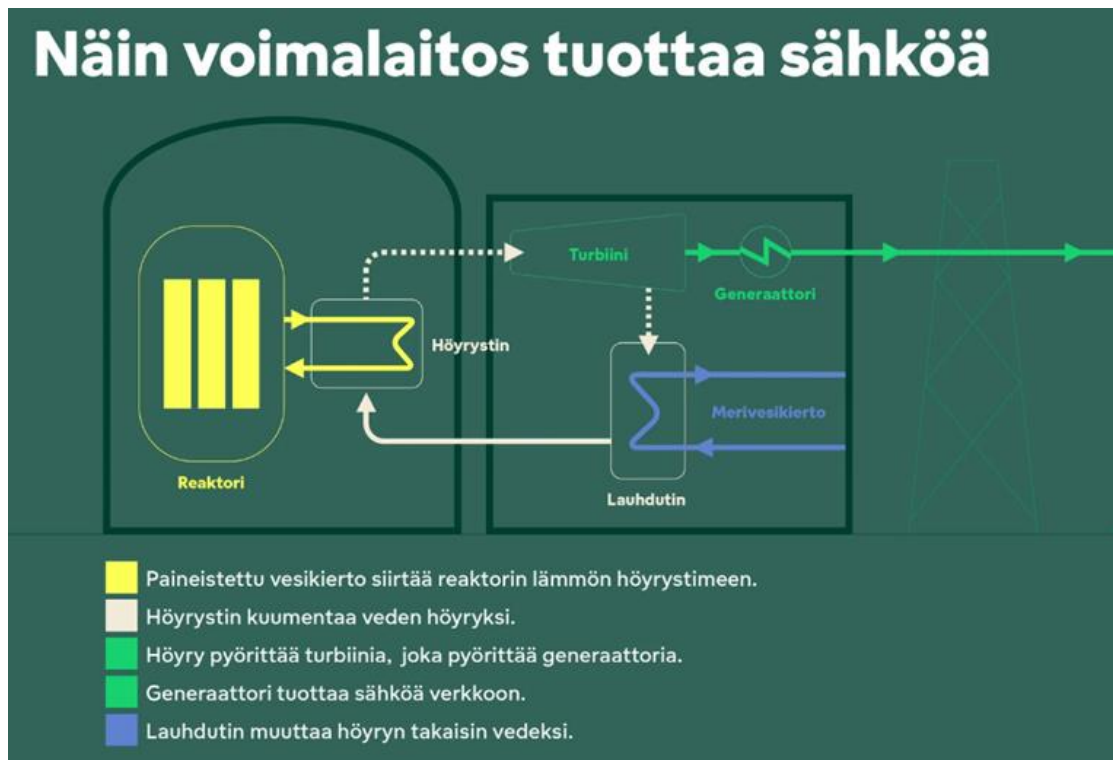
Kiertotalousratkaisut

Fortumilla on Suomessa laaja jätehuolto- ja kierrätyspalvelu, joka kattaa akku-materiaalit, kotitalousmuovipakkaukset, tuhkan ja metallit. Yhtiö luo yhdessä asiakkaiden kanssa vastuullisia jätehuoltoratkaisuja ja varmistaa arvokkaiden materiaalien kierrätyksen sekä haitallisten aineiden asianmukaisen käsittelyn. Tavoitteena on muuttaa jäte uudeksi raaka-aineeksi aina, kun se on mahdollista, ja pitää materiaalit jatkuvassa kierrossa hyödynnettävissä uudelleen. (2.)

2.2 Loviisan ydinvoimalaitos

Ydinenergia on keskeisessä roolissa kestävän energiantuotannon alalla. Se tarjoaa jatkuvan ja vakaan energianlähteen, joka tukee nykyisiä energiatarpeita, parantaa energian omavaraisuutta ja edistää ilmastonmuutoksen torjuntaa. Ydinvoiman tuottamat kasvihuonekaasupäästöt elinkaarensa aikana ovat verrattavissa uusiutuvien energiamuotojen, kuten tuuli-, vesi- ja aurinkoenergian päästöihin. (7.)

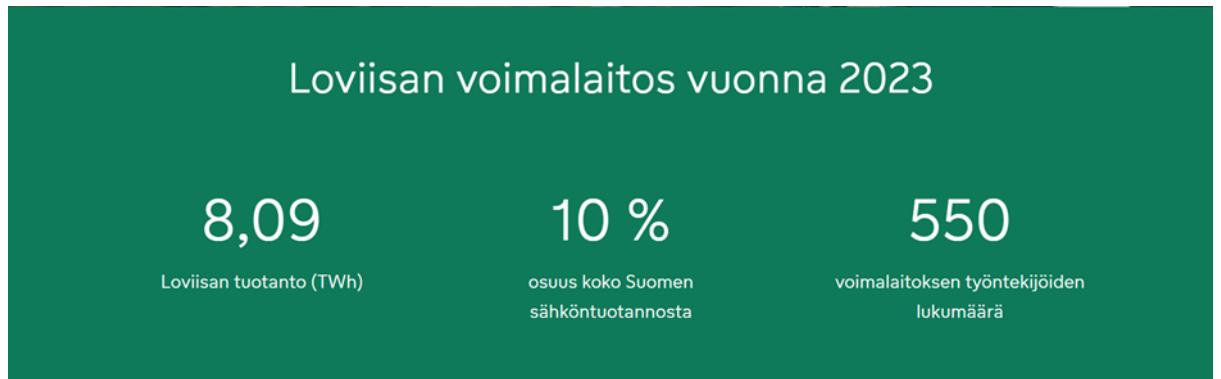
Loviisan ydinvoimalaitos edustaa merkittävää virstanpylvästä Suomen energiantuotannossa, sillä se oli maan ensimmäinen ydinvoimala. Voimala koostuu kahdesta yksiköstä: Loviisa 1, joka aloitti toimintansa helmikuussa 1977 ja Loviisa 2, joka seurasi marraskuussa 1980. Molemmat yksiköt käyttävät VVER-440-tyyppisiä painevesireaktoreita, jotka hyödyntävät hallittua fissioketjureaktiota lämpöenergian tuottamiseen sähköksi (kuva 3). (8.)



Kuva 3. Loviisan ydinvoimalaitoksen toimintaperiaate (9).

Loviisan ydinvoimalaitoksen rakentaminen oli monikansallinen projekti, jossa yhteistyötä tehtiin itäisen ja läntisen teknologian välillä ydintekniikan saralla ensimmäistä kertaa. Projektista noin puolet oli kotimaista tuotantoa, kun taas keskeiset komponentit kuten reaktori, turbiini, generaattori ja muut pääosat toimitettiin Neuvostoliitosta. Länsimaista peräisin olevat turvallisuus-, valvonta- ja automaatiojärjestelmät varmistavat voimalan korkean turvallisuustason. Rakennettaessa Loviisan ydinvoimalaitosta noudatettiin länsimaisia turvallisuusstandardeja, ja voimalan turvallisuutta sekä toimivuutta kehitetään edelleen säännöllisin uudistushankkein. (8.)

Loviisan ydinvoimalaitos tuottaa jatkuvasti ja luotettavasti puhdasta energiaa Suomen tarpeisiin ja kattaa noin 10 prosenttia maan sähköntuotannosta (kuva 4) (9).



Kuva 4. Loviisan voimalaitos vuonna 2023 (9).

Vuonna 2023 Loviisan ydinvoimalaitokselle myönnettiin uusi käyttöluva, joka ulottuu vuoteen 2050 asti. Lisäksi voimalaitosalueella toimiva matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos on lisensoitu käytettäväksi aina vuoteen 2090 saakka. (10.)

3 Ahvenkoski-Loviisa-yhteys

Loviisan voimalaitokselle on rakennettu Kymijoen vesistöalueella sijaitsevalta Ahvenkosken vesivoimalaitokselta varayhteys, jolla voidaan tarpeen tullen korvata mikä tahansa Loviisan kahdeksasta dieselgeneraattorista (1, s. 4). Yhteyttä käytetään turvaamaan jatkuva sähkönsyöttö Loviisan voimalaitokselle.

Järjestelmään kuuluvat seuraavat osakokonaisuudet:

- laitteet Ahvenkosken voimalaitoksella
- 20 kV:n ilmajohto Ahvenkoski-Loviisa
- Loviisan erotinasema BY
- laitteet Loviisan voimalaitoksella
- viestiyhteys Ahvenkoski-Loviisa

- yhteys BY-asemalta BZ-kiskoon.

Opinnäytetyössä keskitytään Ahvenkoski-Loviisa-väliseen viestiyhteyteen ja siihen liittyvään laitteistoon.

3.1 PROCOL240-kaukokäyttöjärjestelmä

Voimalaitosten välisen tiedon ja ohjaukaskäskyjen välittämisessä toimii tällä hetkellä SLOCON Oy:n PROCOL240-kaukokäyttöjärjestelmä. Sen avulla prosessiin liittyvän tiedon siirto suoritetaan voimalaitosten välillä. Järjestelmä mahdollistaa myös kaukokäytön Loviisan voimalaitokselta Ahvenkosken voimalaitokselle.

Yleistä kaukokäyttöjärjestelmästä

Kaikissa PROCOL240-kaukokäyttötoimituksissa käytetään PROCOL240-perusjärjestelmää. Tämä järjestelmä mahdollistaa kaukokäyttöjärjestelmän toteuttamisen ilman ylimääräisiä laitteita, kun käytetään esimerkiksi ohjauskuittauskytkimiä tai auki-kiinni-kytkimiä suoraan kaaviotaululta. Perusjärjestelmä hoitaa kaikki perinteiset valvomotehtävät, kuten saapuvien ja lähtevien hälytysten ilmaisun vilkkuvalojen avulla sekä yhteydet äänihälyttimiin ja kuittaus- sekä testauspainikkeisiin. (12, s. 1.)

Perusjärjestelmä hyödyntää niin sanotun älykkään verkon periaatetta. Siinä alaseamat RCT ja keskusasemat CCT toimivat "älykkäinä" yksikköinä, eli ne ovat ohjelmoitavissa ja kykenevät suorittamaan itsenäisesti määritellyjä tehtäviä. Yksiköiden välillä tapahtuva prosessitiedon välitys käynnistyy vain, jos valvottavassa prosessissa ilmenee muutos, kuten katkaisijan laukeaminen tai ohjaustoimenpide. (12, s. 1.)

Käyttäjälle PROCOL240-järjestelmä toimii samalla periaatteella kuin perinteinen "pisteestä pisteeseen" -kaukokäyttöjärjestelmä. Järjestelmä on rakenteeltaan täysin symmetrinen, eli keskusaseman CCT-riviliittimillä viestit ovat samassa järjestyksessä, kuin ne on kytketty RCT-ala-asemaan. Järjestelmän

laajentamiseen tarvitaan vain asianmukainen liitäntäkortti, joka lisätään sekä RCT-ala-aseman että CCT-keskusaseman kehikkoon. Laajentaminen ei edellytä ohjelmistomuutoksia, ja toimenpiteen voi toteuttaa henkilö, joka ei ole perehtynyt järjestelmän teknisiin yksityiskohtiin. (12, s. 2.)

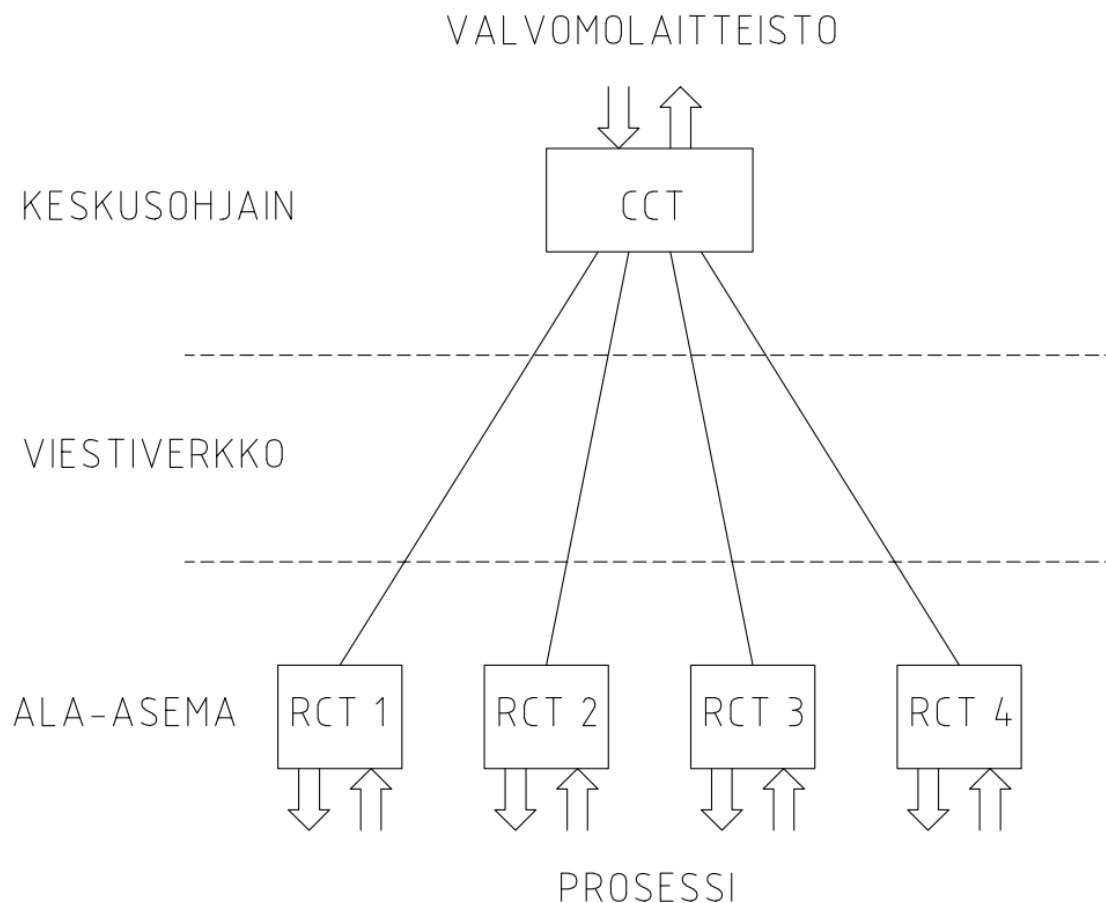
PROCOL240-perusjärjestelmän valvomolaitteisto, keskusasema CCT, on suunniteltu soveltumaan mitä erilaisimpiin valvomoratkaisuihin. CCT voi vakiotoimittukseen kuuluvien standardiliitäntöjen kautta liittyä tietokonejärjestelmiin, joille se välittää prosessista saamansa tiedon tai ottaa sen vastaan ja välittää alasemille. (12, s. 2.)

Toimintaperiaate

PROCOL240-perusjärjestelmän muodostavat

- ala-asemat RCT, joihin liitetään prosessi
- keskusasemat CCT, joihin liitetään valvomon laitteet.

Jokaista ala-aseman RCT tuloviestiä kohti löytyy keskusohjaimelta CCT:tä vastaava lähtöviesti ja päinvastoin. Käytännössä neljää RCT:tä kohti keskuksessa tarvitaan vain yksi CCT (kuva 5). Ala-asemien lukumäärän noustessa yli neljän lisätään valvomoon toinen CCT. (12, s. 4.)



Kuva 5. CCT – RCT -kytkentäkuvaus

Ratkaisuun on päädytty seuraavista syistä:

- Järjestelmän luotettavuus pysyy korkeana.
- RCT – CCT -parin vasteaika pysyy lyhyenä.
- RCT ja CCT voidaan säilyttää vakiorakenteisena.

Prosessi liitetään aina ala-asemaan RCT, joka pitää yllä prosessin tilakuvaa lukemalla siihen liitetyt viestit lyhyin aikavälein. Mikäli jossain viestissä tapahtuu muutos, kyseisen mittauspisteen tila siirretään lähetyspuskuriin tapahtuman kelonajalla varustettuna odottamaan siirtoa keskukseseen. (12, s. 5.)

Keskusohjain CCT ohjaa keskuksen ja ala-asemien välistä tietoliikennettä. Se tiedustelee vuorollaan kultakin ala-asemalta, onko niiden lähetyspuskurissa ”uutta” tietoa. Koska ala-asemien lukumäärä yhtä CCT:tä kohti on rajoitettu neljään ja normaalitilanteessa muutoksia tapahtuu suhteellisen vähän, tiedot siirtyvät ala-asemilta keskukseseen hyvin lyhyellä viiveellä. Erityyppisille tiedoille on lähetysjärjestyksessä eri prioriteetit. Ohjaussanoma keskukselta ala-asemille keskeyttää muun tiedonsiirron ja siirtyy aina välittömästi. (12, s. 5.)

Jos CCT havaitsee ala-asemalta tulevassa sanomassa virheen, se pyytää toistamaan sen. Jos yhteys ei useampien yritysten jälkeen onnistu, CCT ilmoittaa yhteyskatkoksesta. (12, s. 5.)

Perusjärjestelmän pääosat, ala-asemat RCT ja keskusasema CCT ovat mikroprosessoripohjaisia, ohjelmoitavia yksiköitä. Ohjelmisto on kuitenkin suunniteltu kiinteäksi, eli ohjelmisto on samanlainen kaikilla asemilla riippumatta niiden koosta ja kokoonpanosta. Siten eri asemien yksiköt ovat toistensa kanssa vaihtokelpoisia, ja järjestelmän laajentaminen voidaan suorittaa yksinkertaisesti lisäämällä korttikehikkoon sopiva liitântäkortti. (12, s. 7.)

Koska perusjärjestelmän osat RCT ja CCT ovat vakiorakenteisia ja vakio-ohjelmaisia, eivät ne sovellu tilanteisiin, jotka vaativat asiakaskohtaista ohjelmistoa. PROCOL240-järjestelmässä tällaiset toiminnot on jätetty erillisille järjestelmän laajennusyksiköille. (12, s. 7.)

3.2 Nykyinen kaukokäyttöjärjestelmä

3.2.1 Yleistiedot

Ahvenkoski – Loviisa -yhteyden kaukokäyttöjärjestelmä on toteutettu Afora Oy:n toimittamalla PROCOL240-laitteistolla. Sen avulla siirretään Loviisan LO1-valvomoon Ahvenkosken voimalaitokselta tiedot 20 kV:n kytkentätilanteesta. Tietoihin sisältyy muun muassa asentotietoja, hälytyksiä ja mittauksia. Järjestelmän avulla voidaan myös ohjata Ahvenkosken päässä sijaitsevaa AHV-LO

syöttöjohdon katkaisijaa joko suoraan tai automaattisella laukaisulla Loviisan päästä saatavilla suojaroleindikoinneilla.

Järjestelmä on toteutettu yhdellä CCT:llä ja yhdellä RCT:llä. Tiedonsiirron määrä ala-asemalta on sen verran vähäinen, että yhden RCT:n liitântäkapasiteetti on riittävä.

Nykyinen kaukokäyttöjärjestelmä on toteutettu seuraavalla kapasiteetilla:

- 80 merkinantokanavaa ala-asemalta keskusasemalle
- 8 mittauskanavaa ala-asemalta keskusasemalle
- 16 ohjauskanavaa keskusasemalta ala-asemalle.

Ala-aseman RCT-liitântäyksiköt ja keskusaseman CCT-liitântäyksiköt muodostavat pareja keskenään. Ottoyksikköä RCT:llä vastaa antoyksikkö CCT:llä ja sama toisinpäin. Käytetyt liitântäkorttiparit ovat:

Analogiaviestit PIA-G/POA-pari

Mittausviestit ala-asemalta keskusasemalle siirretään PIA-G/POA-liitântäyksiköiden avulla. Korttiparilla voidaan siirtää 8 analogimitausta siirtotarkkuuden ollessa 0,5 %. Tulo- ja lähtöviestien suuruus on 0...20 mA. Viestit siirretään 200 bitin avulla, jolloin yhden bitin arvo on 0,1 mA. (13, s. 2.)

Tilatiedot PIC/POC-pari

Sekä tulo- ja lähtöpään tiedot käyttävät 48 VDC -syöttöjännitettä, kytkettynä erillisten liitântäyksiköiden kautta, joissa on A- ja B-riviliittimet. Tulopuolella B-liittimestä saatava +48 V:n jännite kierrätetään potentiaalivapaan koskettimen kautta kanavakohtaiseen A-liittimeen. Lähtöpuoli antaa tiedot ulos 48 V:lla (A+, B-). Korttiparilla

voidaan siirtää 16 binääriviestiä, ja sekä tulo- että lähtökorteilla on galvaaninen erotus. (13, s. 2.)

Ohjaukset PIC/POM

Ohjaustietojen siirto keskusasemalta ala-asemalle tapahtuu PIC/POM-korttien välityksellä. Varmistuksen kannalta keskusasemalta lähetettävät tiedot on koodattu 8 * 8 -matriisiksi, jolloin yhdellä PIC-kortilla voidaan lähettää 64 yksittäistä ohjausta. Yhdeltä POM-kortilta saadaan ulos 16 yksittäistä ohjausta. (13, s. 2.)

Nykyisellä järjestelmällä Ahvenkoski – Loviisa -yhteyden koestus tapahtuu painonapeilla Loviisan kaukokäyttökaapilta. Periaate on, että Loviisasta ohjataan Ahvenkoskella sijaitsevaa koeohjausrelettä, jonka tilatiedon muutos ohjataan takaisin Loviisaan. Loviisan kaukokäyttökaapilta painonappi/merkkilampuista P1 ja P2 painetaan sitä, kumpi on pimeänä. Painamisen seurauksena kyseinen lamppu syttyy esimerkiksi AUKI ja samalla KIINNI-lamppu sammuu. Näin on todettu signaalin siirtyvän Loviisan kaukokäyttökaapista Ahvenkosken kaukokäyttökaappiin ja takaisin. (1, s. 10.)

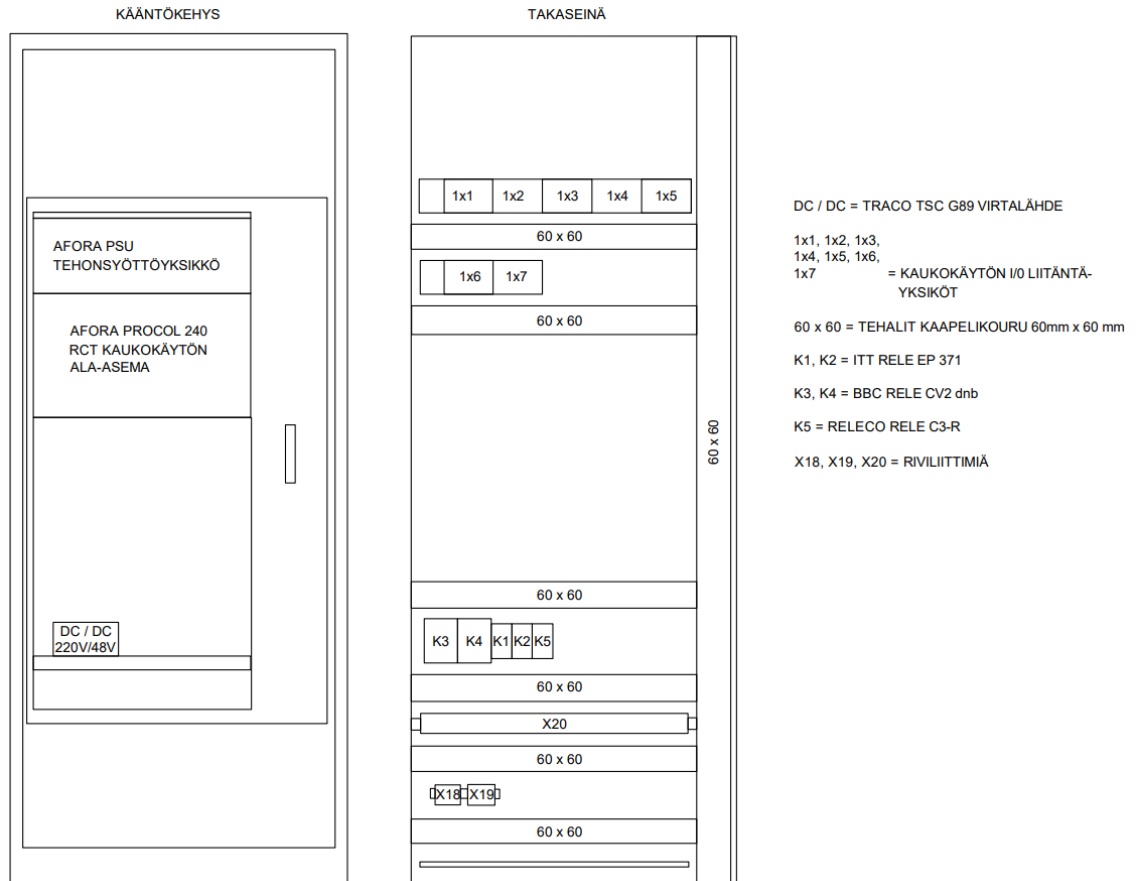
Tietoliikenne ala-aseman ja keskusaseman välillä toteutetaan kuituoptiikan avulla. Suunnitelmissa on päivittää tämä tiedonsiirtoyhteys, mutta tässä opinäytetyössä ei käsitellä mainittua päivitystä.

3.2.2 Ahvenkosken voimalaitos

Ala-aseman RCT:n avulla suoritetaan järjestelmän liitântä valvottavaan prosessiin. Prosessiliitântä tapahtuu ala-aseman liitântäkorttien kautta. (12, s. 8.) Tarvittava liitântäkorttien lukumäärä riippuu valvottavan prosessin laajuudesta. Kyseisessä järjestelmässä ala-asemalla on seitsemän liitântäkorttia prosessiliitântää varten.

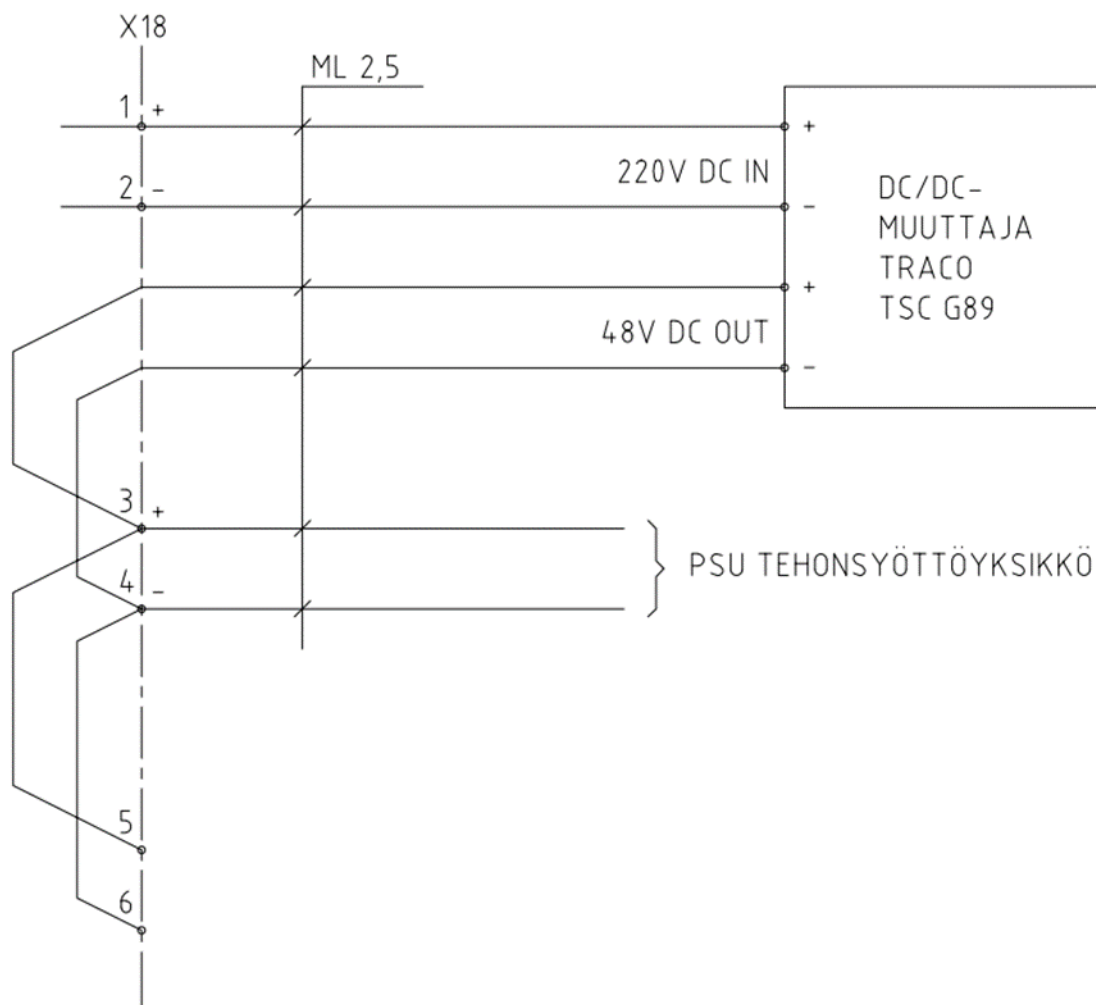
Ala-aseman kaukokäyttökaappi koostuu mekaanisesti kahdesta osasta (kuva 6):

- kääntökehys elektroniikkayksiköineen
- teräslevykaappi riviliittimineen.



Kuva 6. Ahvenkosken kaukokäyttökaapin layout

Kaukokäyttökaappiin tuodaan 220 VDC:n jännite tasajänniteparistosta. Järjestelmän toiminnan varmistamiseksi myös jännitekatkosten aikana on ala-aseman tehonsyöttö varmistettu akustolla. Jännite tuodaan kaappiin riviliittimelle X18 (kuva 7). Siitä jännite johdetaan ensin kääntökehyksessä sijaitsevalle DC/DC-muuntajalle. Muuntajan tehtävä on alentaa jännite 220 VDC:stä kaukokäyttölaiteistolle sopivaan 48 VDC:een. 48 VDC -jännite johdetaan muuntajalta PSU:lle, eli ala-aseman tehonsyöttöyksikölle.



Kuva 7. Muuntajan kytkentä Ahvenkoski

Tehonsyöttöyksikkö sisältää sekä ala-aseman kaukokäyttölaiteiston pääkytkimen että paikalliskaukokäyttökytkimen (12, s.23). Paikalliskaukokäyttökytkimellä voidaan tarvittaessa estää kaukokäyttö Loviisan voimalaitokselta.

Ala-asema RCT saa jännitesyöttönsä tehonsyöttöyksiköltä. RCT:n kytkentä itse prosessiin tapahtuu kaapin takaseinällä olevien riviliittimien ja releiden kautta. Ala-aseman omat I/O-liitännät eivät ole tavallisia riviliittimiä, vaan niihin liitytään kaukokäyttölaiteesta lattakaapelilla. Tästä syystä niitä ei voi jatkossa hyödyntää uuden laitteiston kanssa.

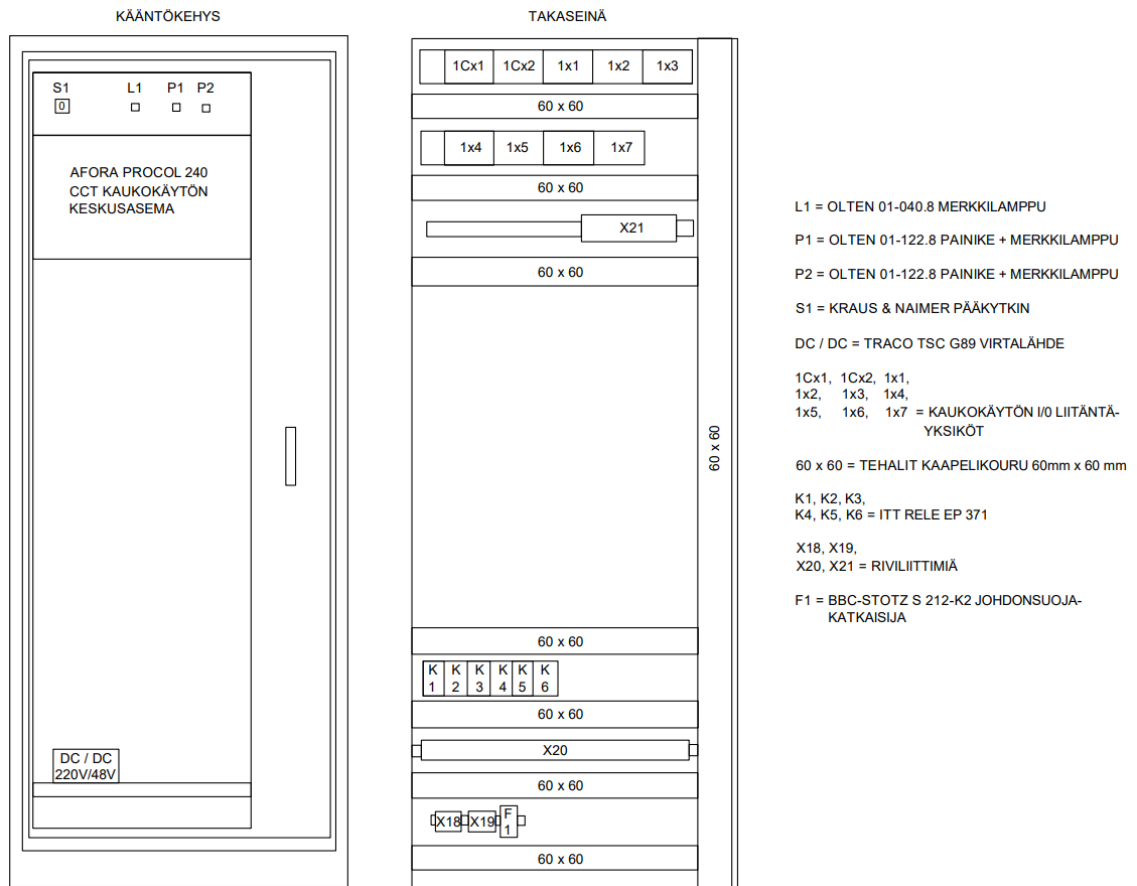
Kaapin mitat ovat 2000x800x600 mm (12, s. 21).

3.2.3 Loviisan voimalaitos

Keskusasema CCT ohjaa tietoliikennettä ala-asemille ja välittömiä prosessinäyt-
töjä kuten asennonosoitus- ja hälytysvaloja (12, s. 35). Sen rakenne on lähes
identtinen ala-aseman kanssa. Kyseisessä järjestelmässä liitântäkortteja on
seitsemän, joiden lisäksi CCT on varustettu vakiolisäyksenä yhdellä 16-kanavai-
sella POC- ja PIC-yksiköllä, joiden sijainti on kiinteä. Näitä käytetään yleisanto-
ja yleisottokortteina. Korttien kautta annetaan keskusasemalle erilaisia kontrolli-
viestejä ja vastaavasti ulospäin erilaisia valvontaviestejä. (12, s. 36.) Tällaisia
viestejä ovat muun muassa yleiskysely ja yhteys – poikki -hälytys.

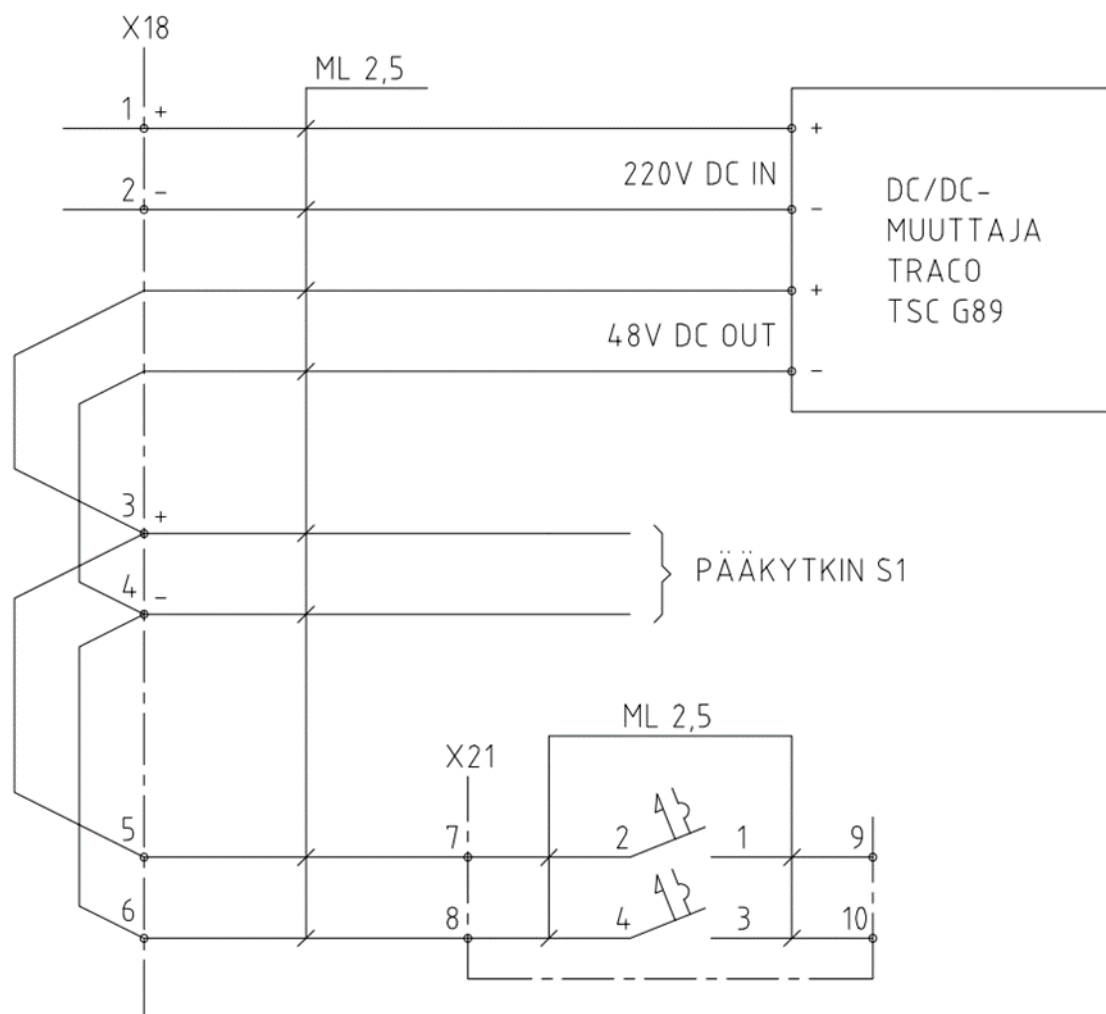
Keskusaseman kaukokäyttökaappi koostuu ala-aseman tavoin mekaanisesti
kahdesta osasta (kuva 8):

- kääntökehys elektroniikkayksikköineen
- teräslevykaappi riviliittimineen.



Kuva 8. Loviisan kaukokäyttökaapin layout

Kaukokäyttökaappiin tuodaan 220 VDC:n jännite tasajänniteparistosta. Järjestelmän toiminnan varmistamiseksi myös jännitekatkosten aikana on keskusase-
man tehonsyöttö varmistettu akustolla. Jännite tuodaan kaappiin riviliittimelle
X18 (kuva 9). Siitä jännite johdetaan ensin kääntökehyksessä sijaitsevalle
DC/DC-muuntajalle. Muuntajan tehtävä on alentaa jännite 220 VDC:stä kauko-
käyttölaitteistolle sopivaan 48 VDC:een. 48 VDC:n jännite johdetaan kääntöke-
hyksessä sijaitsevan S1-pääkytkimen kautta CCT:lle.



Kuva 9. Muuntajan kytkentä Loviisa

CCT:n kautta kytkentä valvomoon tapahtuu kaapin takaseinällä sijaitsevien riviliittimien ja releiden kautta. Myös keskusaseaman omat I/O-liitäntäyksiköt eivät ole tavallisia riviliittimiä, vaan niihin liitytään kaukokäyttölaiteesta lattakaapelilla. Tästä syystä niitäkään ei voi jatkossa hyödyntää uuden laitteiston kanssa.

Kaapin mitat ovat 2000x800x600 mm (12, s. 21).

3.2.4 Yhteydellä siirrettävät tiedot

Ahvenkoski – Loviisa -yhteydellä välitetään asentotietoja, hälytyksiä ja mittauksia. Näistä tiedoista on liitteeseen 1 koottu yksityiskohtainen lista, joka on

järjestetty niin, että kunkin korttiparin tiedot esitetään omassa taulukossa. Poikkeuksena tästä ovat CCT:n yleisanto- ja ottokorttien listat, jotka on käsitelty kumpikin omassa taulukossaan. Liitteen jokaisella sivulla on kahden korttiparin taulukot.

Liitteen sivujen vasemmassa reunassa on esitetty Ahvenkosken voimalaitoksella olevan RCT:n liitännät ja liitäntäkortit. Liitännät on selitetty yksityiskohtaisesti: on ilmoitettu, mihin kyseinen signaali liittyy, mistä se tulee tai mihin se menee. Lisäksi sarakkeessa x) annetaan lisätietoa signaalien tyypistä, ja nämä tiedot on selitetty tarkemmin taulukossa 1, joka tarjoaa yksityiskohtaisen kuvauksen kunkin signaalityypin ominaisuuksista.

Liitteen sivujen oikeassa reunassa esitetään Loviisan voimalaitoksen CCT:n liitännät ja liitäntäkortit. Tässäkin liitännät on selitetty yksityiskohtaisesti: on ilmoitettu, mihin kyseinen signaali liittyy, mistä se tulee tai mihin se menee.

Lisäksi liitteen sivujen keskellä on kullekin signaalille annettu yksilöllinen signaalitunnus. Näiden signaalitunnusten tarkoitus on helpottaa signaalien tunnistamista ja käsittelyä jatkossa.

Taulukko 1. Siirrettävien signaalien x)-sarakkeen merkkien selitykset

Merkki	Selitys	Lisäselite
A	auki	ohjaukäsäky
K	kiinni	ohjaukäsäky
E	erotettu	ohjaukäsäky
Y	yhdistetty	ohjaukäsäky
a	auki	asennon osoitus
k	kiinni	asennon osoitus
e	erotettu	asennon osoitus
y	yhdistetty	asennon osoitus
H	hälytys	
+/-	mittaus	

Viestien järjestys liitäntäyksiköillä säilyy, eli esimerkiksi RCT:n PIC-kortin liittimeen A3 kytketty asennonosoitusviesti löytyy CCT:n POC-kortin liittimestä A3 (liite 1, kuva 2, asennon osoitukset 1). Nähdään, että Ahvenkosken

voimalaitokselta tulee OKM 1 asennonosoitustieto e, eli erotettu. Tieto tulee yhteyden avulla Loviisan voimalaitoksella LO1-valvomon sähköpaneelin 10GC33 kuittauskytkimelle H170.

3.3 Miksi järjestelmä halutaan päivittää?

Halu päivittää uuteen johtuu yksinkertaisesti siitä, että nykyinen laitteisto on tullut elinkaarensa päähän. Nykyinen kaukokäyttöjärjestelmä on voimalaitoksen alkua ajoilta, 80-luvulta. Kyseiselle järjestelmälle ei ole enää saatavilla tuotetukea, mikä tarkoittaa sitä, että uusia päivityksiä, korjauksia tai teknistä tukea ei enää ole saatavilla. Tämä luo haasteita järjestelmän ylläpidolle ja käytölle, koska mahdollisten ongelmien ilmetessä niihin ei ole enää virallista tukikanavaa.

Lisäksi varaosien saatavuus on käynyt olemattomaksi. Mahdollisten vikaantumisten tai komponenttien vaihtotarpeiden sattuessa niitä ei enää ole saatavilla korjauksia varten. Tämä voi johtaa pitkiin odotusaikoihin tai jopa mahdottomuuteen korjata järjestelmää, mikäli kyseistä osaa ei pysty korjaamaan eikä tarvittavia varaosia ole enää saatavilla markkinoilta.

On myös huomioitava, että nykyisen järjestelmän toiminnasta ja ylläpidosta on puutteellista tietoa ja dokumentaatiota. Järjestelmään on tehty muutoksia vuosien varrella ja jokaisesta muutoksesta ei ole tehty merkintää dokumentaatioon. Tämä vaikeuttaa järjestelmän korjaamista ja vianetsintää ongelmatilanteissa.

Voidaan siis todeta, että nykyinen järjestelmä ei enää vastaa voimalaitoksen tarpeita ja toimintavaatimuksia asianmukaisesti. Tästä syystä sen korvaaminen uudemmalla ja tuetummalla järjestelmällä on välttämätöntä, jotta voidaan varmistua varayhteyden tehokkaasta toiminnasta ja kyvystä vastata tuleviin haasteisiin.

4 Uusi järjestelmä

Uuden järjestelmän suunnittelussa keskeinen tavoite on hyödyntää olemassa olevia kytkentöjä ja laitteistoja aina, kun se on taloudellisesti ja teknisesti kannattavaa. Tämä lähestymistapa mahdollistaa projektin työlaajuuden rajaamisen sekä tarpeettoman työn ja kustannusten välttämisen. Vanhojen komponenttien käyttö uudessa järjestelmässä voi myös nopeuttaa toteutusprosessia, sillä uusien osien hankinta ja integrointi vievät usein merkittävästi enemmän aikaa.

Uuden järjestelmän laitteet tullaan valitsemaan pääosin Siemensin tuotevalikoimasta. Siemens on tunnettu, yksi alan johtava toimija automaatoratkaisujen saralla. Se tarjoaa laajan automaatiojärjestelmien kirjjon, joka sisältää erilaisia komponentteja ja järjestelmiä, jotka voidaan räätälöidä asiakkaan erityistarpeiden mukaisiksi. (14.) Tämä mahdollistaa joustavan ja tarkoituksenmukaisen järjestelmäratkaisun suunnittelun, joka vastaa Loviisan voimalaitoksen vaatimuksiin ja teknisiin odotuksiin.

Toinen peruste Siemensin laitteiston valinnalle on se, että Loviisan voimalaitoksella on jo pitkään luotettu Siemensin teknologiaan. Voimalaitoksella on laaja kokemus Siemensin tuoteperheen laitteiden käytöstä, mikä tarkoittaa, että paikalla on jo valmiiksi vahva osaamis- ja ymmärryspohja näiden laitteiden ja ohjelmistojen osalta. Tämä osaaminen auttaa vähentämään koulutuksen tarvetta ja mahdollistaa sujuvamman siirtymän uuden järjestelmän käyttöönottoon. Lisäksi jo olemassa olevan yhteensopivan infrastruktuurin ja tukipalveluiden hyödyntäminen voi merkittävästi vähentää ylläpidon ja päivitysten aiheuttamia häiriöitä toiminnassa.

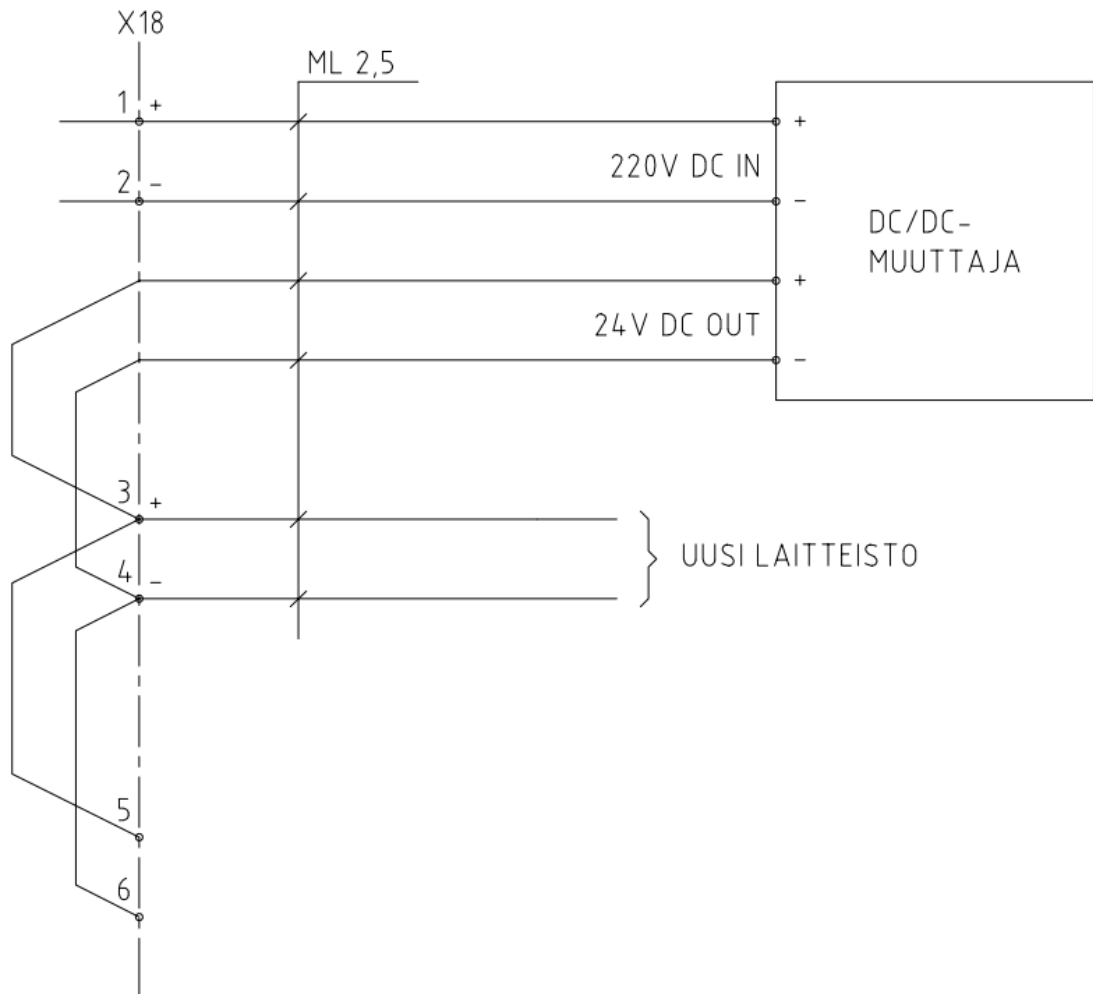
4.1 Ahvenkosken voimalaitos

Ahvenkosken voimalaitoksella on suunnitteilla laaja automaatiojärjestelmän uudistusprojekti, jonka keskeisenä tavoitteena on koko järjestelmän kattava modernisointi. Uudistuksen myötä kaukokäyttöjärjestelmän liityntä prosessiin tullaan toteuttamaan Ahvenkosken voimalaitoksen automaatiojärjestelmän kautta.

Liityntä toteutetaan Ethernet-kaapeloinnilla, mikä tarkoittaa, että aiemmin käytetyt kaukokäyttökaapin riviliittimet ja releet eivät enää ole tarpeellisia prosessiliityntää varten.

Uuden kaukokäyttölaitteiston ensisijainen asennuspaikka on nykyisen RCT:n tilalle kaukokäyttökaappiin. Mikäli automaatiouudistuksen yhteydessä päätetään purkaa pois nykyinen kaukokäyttökaappi, tarjoaa tämä mahdollisuuden uuden laitteiston sijoittamiseen myös muualle. Nykyaikaisten laitteiden kompakti koko antaa enemmän joustavuutta asennuspaikan valinnassa, sillä ne vievät huomattavasti vähemmän tilaa kuin vanhat järjestelmät. Uuden laitteiston kanssa ei myöskään tarvita enää erillistä I/O:ta, koska prosessin tiedot tulevat jatkossa Ahvenkosken voimalaitoksen oman automaatiojärjestelmän kautta.

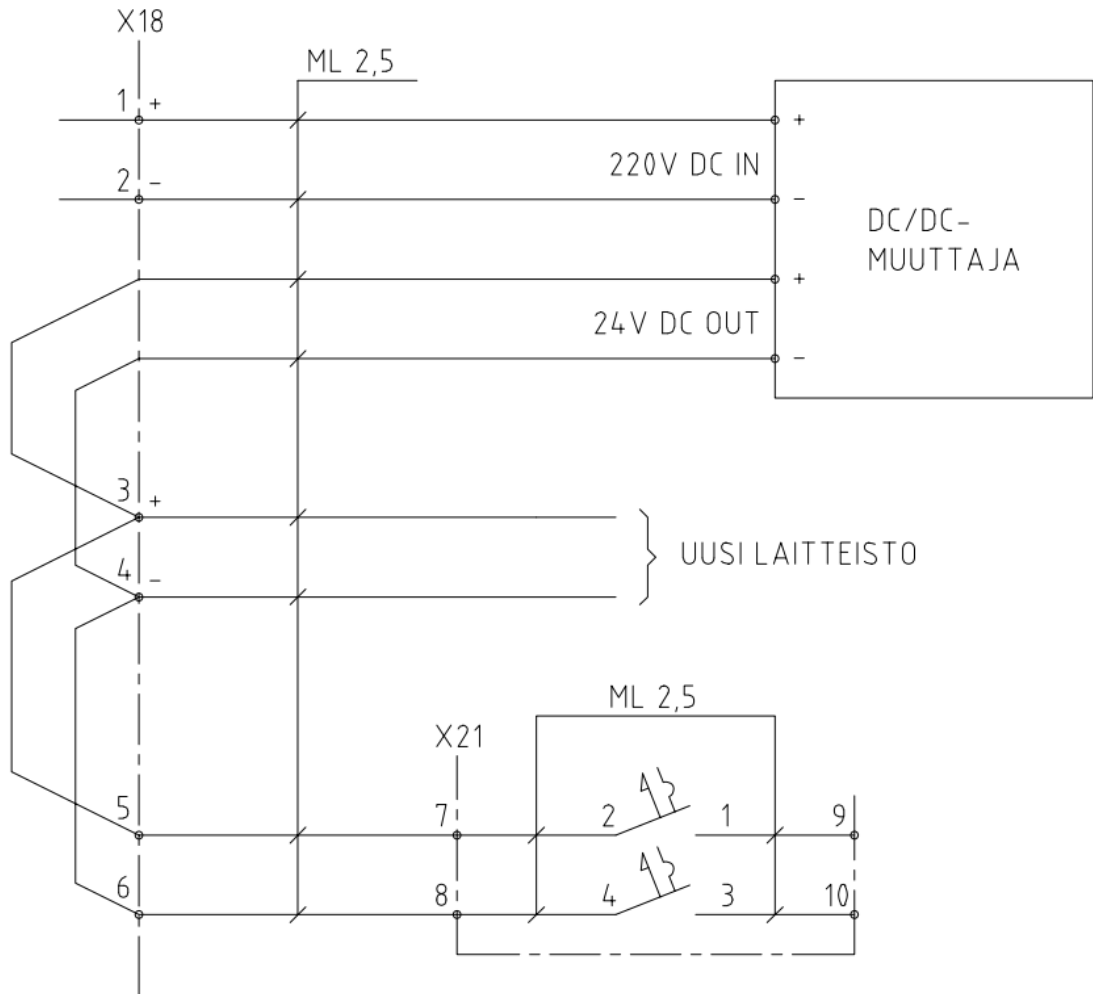
Tehonsyötön uudelle kaukokäyttölaitteistolle voi toteuttaa kaappiin asennettaessa samalla lailla kuin nykyisellä laitteistolla, riviliittimeltä X18 (kuva 10). Pitää kuitenkin huomioida, että uusi laitteisto ei välttämättä toimi 48 VDC:n jännitteellä, joten muuntajan saattaa joutua vaihtamaan. Jos kuitenkin kaukokäyttölaitteisto asennetaan muualle kuin kaukokäyttökaappiin, on tärkeää miettiä järjestelmän varavoimaratkaisuja. Onko mahdollista hyödyntää nykyistä akkuvarmennusta uudessa sijainnissa vai onko tarpeen suunnitella ja toteuttaa kokonaan uusi varavoimajärjestelmä jännitekatkoksia varten? Tämä tulee ottaa huomioon, kun uutta laitteistoa ja sen sijaintia valitaan.



Kuva 10. Muuntajan kytkentä Ahvenkoski, suunnitelma

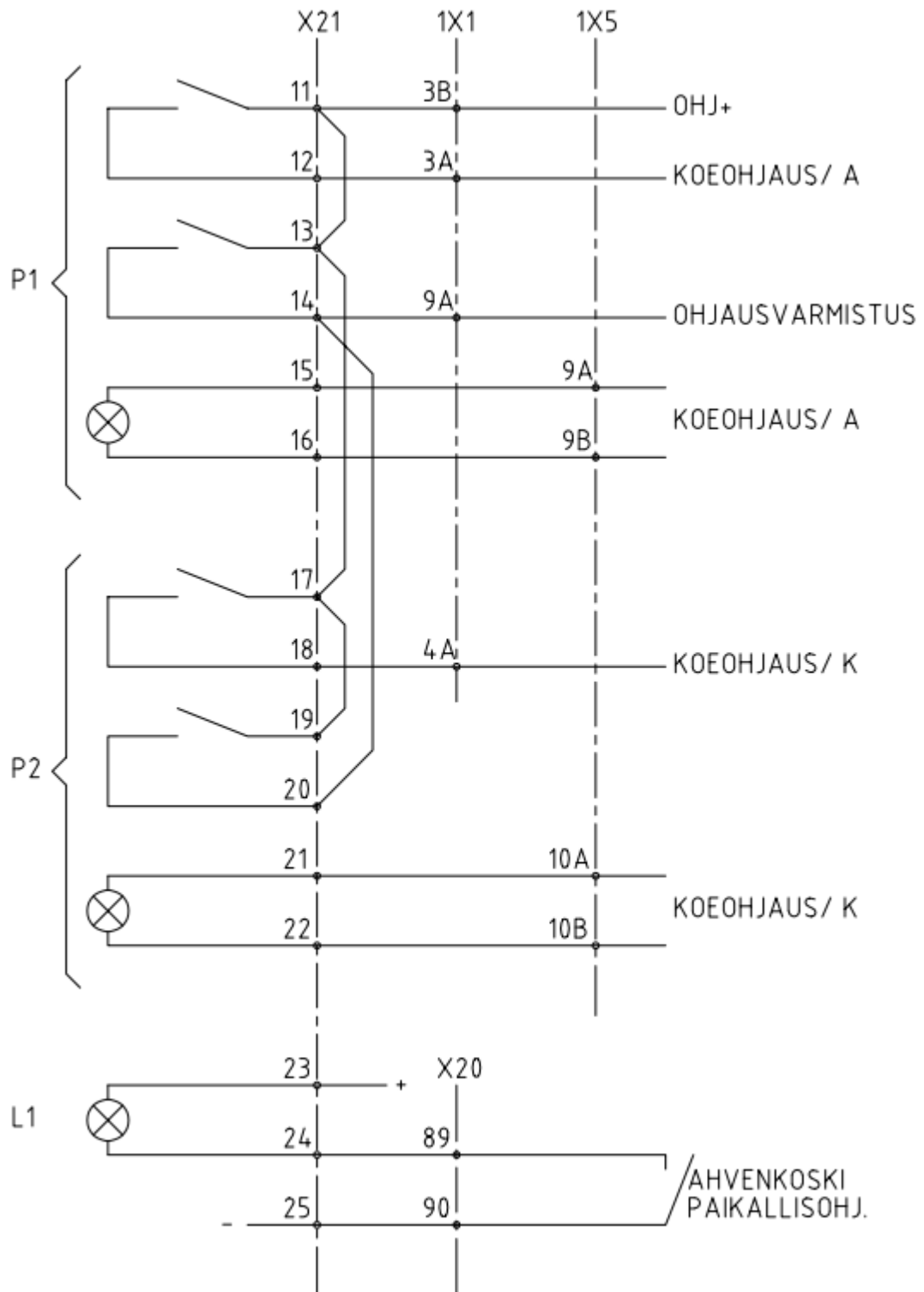
4.2 Loviisan voimalaitos

Uuden kaukokäyttölaitteiston sijoitus tehdään nykyisen CCT:n tilalle kaukokäyttökaappiin. Tehonsyöttö uudelle kaukokäyttölaitteistolle tulee toteuttaa samalla tavalla kuin nykyisellä laitteistolla, riviliittimeltä X18 (kuva 11). Näin myös nykyistä akkuvarmennusta pystytään hyödyntämään. Pitää kuitenkin huomioida, että uusi laitteisto ei välttämättä toimi 48 VDC:n jännitteellä, joten muuntajan saattaa joutua vaihtamaan.



Kuva 11. Muuntajan kytkentä Loviisa, suunnitelma

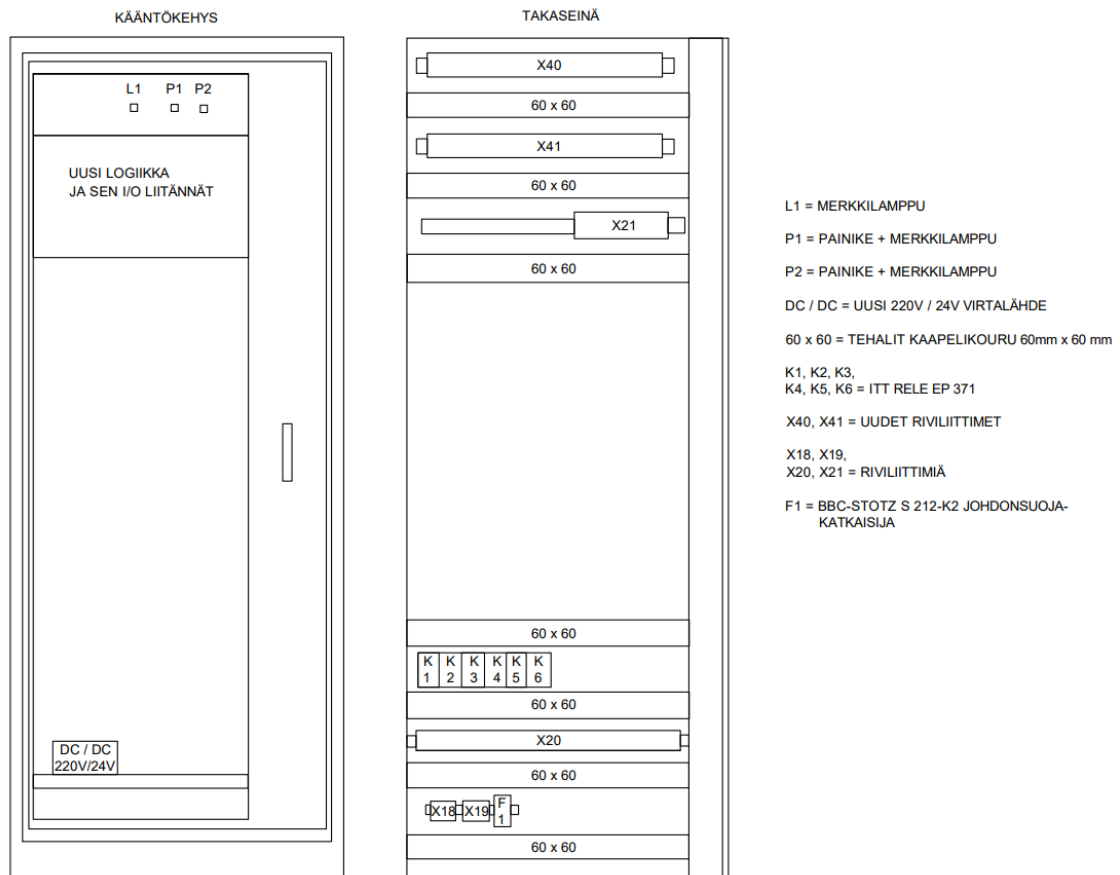
Kaukokäyttölaitteiston pääkytkin S1 tulee poistumaan, koska sille ei ole enää tarvetta. Koestuspainikkeet ja merkkilamput tulevat kuitenkin säilymään, mutta ne saattaa joutua uusimaan, jos nykyisiä ei pysty tai ole kannattava käyttää. Jos koestuspainikkeet ja merkkilamput joutuu uusimaan, tulee niiden toiminta säilyttää nykyisellään (kuva 12).



Kuva 12. Koestuspainikkeiden P1, P2 ja merkkilampun L1 kytkentä

Muutoksena vanhaan järjestelmään, tulee kaukokäyttökaapin takaseinään lisätä kaksi riviliitintä, X40 ja X41 (kuva 13). Nämä tulee nykyisen

kaukokäyttölaitteiston omien I/O-liitäntäyksiköiden tilalle. Näin saadaan hyödynnettyä nykyistä, kaappiin jo vedettyä kaapelia uuden laitteiston kanssa.



Kuva 13. Loviisan kaukokäyttölaitteiston layout-suunnitelma

Uusien riviliittimien X40 ja X41 kytkennät on esitetty taulukossa 2. Taulukossa 2 mainitut signaalit nähdään liitteestä 1.

Taulukko 2. Riviliittimien X40 ja X41 kytkennät

Riviliitin X40			
Signaali	Liitin nro	Johdin	Kaapeli
XG2.1	1	SI/SI	GC5109
XG2.2	2	SI/HA	
XG2.3	3	SI/KE	
XG2.4	4	SI/VI	
XG2.5	5	SI/RU	
XG2.6	6	SI/VA	

Riviliitin X41			
Signaali	Liitin nro	Johdin	Kaapeli
XG4.1	1	VI/PU	GC5109
XG4.2	2	VI/HA	
XG4.3	3	VI/KE	
XG4.4	4	VI/VI	
XG4.5	5	VI/RU	
XG4.6	6	VI/VA	

XG2.7	7	SI/MU
XG2.8	8	PU/SI
XG2.9	9	PU/PU
XG2.10	10	PU/HA
XG2.11	11	PU/KE
XG2.12	12	PU/VI
XG2.13	13	PU/RU
XG2.14	14	PU/VA
XG2.15	15	PU/MU
XG2.16	16	HA/SI
XG3.1	17	HA/PU
XG3.2	18	HA/HA
XG3.3	19	HA/KE
XG3.4	20	HA/VI
XG3.5	21	HA/RU
XG3.6	22	HA/VA
XG3.7	23	HA/MU
XG3.8	24	KE/SI
XG3.9	25	KE/PU
XG3.10	26	KE/HA
XG3.11	27	KE/KE
XG3.12	28	KE/VI
XG3.13	29	KE/RU
XG3.14	30	KE/VA
XG3.15	31	KE/MU
XG3.16	32	VI/SI

XG4.7	7	VI/MU
XG4.8	8	RU/SI
XG4.9	9	RU/PU
XG4.10	10	RU/HA
XG4.11	11	RU/KE
XG4.12	12	RU/VI
XG4.13	13	RU/RU
XG4.14	14	RU/VA
XG4.15	15	RU/MU
XG4.16	16	VA/SI
XG5.1	17	VA/PU
XG5.2	18	VA/HA
XG5.3	19	VA/KE
XG5.4	20	VA/VI
XG5.5	21	VA/RU
XG5.6	22	VA/VA
XG7.1	23	MU/SI
XG7.2	24	MU/PU
XG7.3	25	MU/HA
XG7.4	26	MU/KE

4.3 Uuden kaukokäyttölaiteiston suunnittelu

Tämänhetkinen suunnitelma on laittaa kummallekin voimalaitokselle Siemensin valmistamat PLC:t. Tällöin virtalähteet tulee vaihtaa uusille logiikoille sopivaksi, 24 VDC:n jännitettä syöttäväksi. Loviisan voimalaitokselle tulisi logiikan lisäksi myös tarpeelliset I/O:t. Ahvenkosken voimalaitokselle ei erillistä I/O:ta tarvita, koska prosessin kytkentä kaukokäyttölaiteistoon tapahtuu suoraan Ahvenkosken voimalaitoksen oman automaatiojärjestelmän kautta.

Loviisan voimalaitoksen logiikan I/O:ta on suunniteltu liitteessä 2. Kyseisestä liitteestä ilmenee I/O-moduulien kytkennät kentälle. Siitä voidaan myös nähdä, kuinka monta I/O-moduulia tarvitaan uuden järjestelmän yhteydessä:

- 2 x DI-moduulia
- 8 x DO-moduulia
- 1 x AO-moduuli.

Tällöin uudella kaukokäyttöjärjestelmällä kapasiteetti olisi:

- 64 merkinantokanavaa Ahvenkoskelta Loviisaan (nykyinen 80)
- 4 mittauskanavaa Ahvenkoskelta Loviisaan (nykyinen 8)
- 16 ohjauskanavaa Loviisasta Ahvenkoskelle (nykyinen 16).

Uudella järjestelmällä Ahvenkoski – Loviisa -yhteyden koestus tullaan jatkossakin toteuttamaan painonappi/merkkilampuista P1 ja P2 Loviisan kaukokäyttökaapilta. Koestuseriaate tulee kuitenkin muuttumaan. Loviisasta ohjattaisiin Ahvenkoskella sijaitsevan koeohjausreleen sijasta ohjelmoitavaa logiikkaa. Muutos logiikan ohjelmassa palautettaisiin takaisin Loviisaan ja näin voitaisiin todeta yhteys toimivaksi.

Myös kaukokäytön esto tulee jatkossa toteuttaa ohjelmallisesti. Tällöin Ahvenkoskella käytettävä logiikka estää Loviisasta tulevat ohjauskäskyt. Siirrettävät tiedot prosessista kulkisi kuitenkin estosta huolimatta.

5 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli syvälinen tutustuminen voimalaitoksen nykyiseen kaukokäyttöjärjestelmään, sen toimintaan ja käytettyihin laitteisiin. Tämä analyysi oli ensiarvoisen tärkeää, sillä sen avulla voitiin kerätä olennaisia

tietoja, jotka ovat välttämättömiä uuden järjestelmän suunnittelussa ja toteutuksessa. Kerättyihin tietoihin kuuluivat muun muassa prosessista siirrettävät signaalit, olemassa olevat kytkennät riviliittimiin sekä jännitesyöttö virtalähteille. Nämä tiedot ovat keskeisiä uuden kaukokäyttölaitteiston ja sen ohjelmistojen kehittämisen kannalta, koska ne tarjoavat tarkkaa tietoa nykyisen järjestelmän kapasiteetista ja toiminnasta.

Perehtymisen myötä saatiin luotua kattava kuvaus siitä, miten nykyjärjestelmä toimii ja mitä elementtejä siitä tulisi säilyttää tai uudistaa. Tämä tieto mahdollistaa uuden laitteiston suunnittelun siten, että se täyttää nykyiset ja tulevat operatiiviset vaatimukset. Uuden laitteiston suunnittelussa on otettava huomioon niin teknologiset kuin kustannukselliset tekijät, jotta saavutetaan paras mahdollinen vaatimusten mukainen järjestelmä.

Opinnäytetyössä kerätty tieto toimii perustana ulkopuolisen tahon toimittamalle uudelle laitteistolle ja ohjelmistolle. Tietojen perusteella ulkopuolinen toimittaja pystyy räätälöimään ja kehittämään järjestelmän, joka vastaa tarkasti voimallaitoksen tarpeita. Opinnäytetyössä kerättyjen tietojen avulla voidaan varmistaa, että uusi järjestelmä on yhteensopiva olemassa olevan infrastruktuurin kanssa ja että se varmasti vastaa sille asetettuja odotuksia.

Lopulta, tämä opinnäytetyö ei ainoastaan tarjoa tietopohjaa uuden laitteiston toimittamiselle, vaan se myös toimii tärkeänä dokumenttina voimallaitoksen kaukokäyttölaitteiston päivitystyölle. Se tarjoaa yksityiskohtaisen yleiskatsauksen nykyisestä järjestelmästä ja sen toimintaympäristöstä, mikä on arvokasta tietoa tulevaisuuden kehitystoimille ja päätöksenteolle.

Lähteet

- 1 K1-03-00264. 2018. Yrityksen sisäinen aineisto. Fortum. Luettu 1.4.2024.
- 2 Fortum Suomessa. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/fortum-maailmalla/tietoa-toimintamaistamme/fortum-suomessa>>. Luettu 25.3.2024.
- 3 Fortum maailmalla. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/fortum-maailmalla>>. Luettu 25.3.2024.
- 4 Yhtiömme. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme>>. Luettu 26.3.2024.
- 5 Kestävä kehitys. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/kestava-kehitys>>. Luettu 25.3.2024.
- 6 Nuclear Generation. Yrityksen sisäinen verkkoaineisto. Fortum. <<https://fortum.sharepoint.com/sites/tietoa-meista-fi/sitepages/Nuclear-Generation.aspx>>. Luettu 25.3.2024.
- 7 Ydinvoima. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/energiantuotanto/ydinvoima>>. Luettu 26.3.2024.
- 8 Historia. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/energiantuotanto/voimalaitoksemme/loviisan-voimalaitos/historia>>. Luettu 25.3.2024.
- 9 Voimalaitoksen toiminta. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/energiantuotanto/voimalaitoksemme/loviisan-voimalaitos/voimalaitoksen-toiminta>>. Luettu 26.3.2024.
- 10 Fortum toimittanut selvityksen TEM:lle Loviisan ydinvoimalan tuoreen ydinpolttoaineen hankintajärjestelyistä. 2023. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/media/2023/12/fortum-toimittanut-selvityksen-temlle-loviisan-ydinvoimalan-tuoreen-ydinpolttoaineen-hankintajärjestelyista>>. Luettu 1.4.2024.
- 11 LO1-K530-00001. 1991. Yrityksen sisäinen aineisto. Fortum. Luettu 1.4.2024.
- 12 Procol240-perusjärjestelmä. Datalehti. Sähköliikkeiden elektroniikka Oy, SLO. Luettu 1.4.2024.

- 13 Loviisa – Ahvenkoski Procol-240 kaukokäyttölaitteen tehdastestit 2.6.87. 1987. Yrityksen sisäinen aineisto. Fortum. Luettu 1.4.2024.
- 14 Teollisuus. Verkkoaineisto. Siemens. <<https://www.siemens.com/fi/fi/tuotteet/teollisuus.html>>. Luettu 8.4.2024.

		RCT						OHJAUKSET 1						CCT					
		ALUASEENA		KORTITTYTYPPI		KORTTIPAKKA		VALVOMO		LOVIISA		KORTITTYTYPPI		KORTTIPAKKA		LITÄNTÄYK.S. NRO			
		AHVENKOSKI		POM		1 29		1X1				POC		1 33		1X2			
Kohde	Koode	Ravittin	Lohdn	Kespeili	Ravittin	Spinaattisuus	Ravittin	Ravittin	Kespeili	Lohdn	Ravittin	Koode	LITÄNTÄYK.S. NRO	Tranšite					
SVOTTOKATK	A	1X20	2		A1	B1	X1.1	B1	A1	BY3006	X2	11h	10HH91	A1 (5+10)					
SVOTTO KATK	K	2X20	3		2	X1.2	B1	2	2	BY3006	X2	11h	10HH91	-48 (HH92)					
KOEHIAUS	A	6X20	4		3	X1.3	2	3	3	RU	X2	12b	10HH91	K (5+10)					
KOEHIAUS	K	10X20	6		4	X1.4	3	4	4		X21	12 P1							
AH/MUUNT KAASURELEEN LAUK OHIK	POIS	11X20	7		5	X1.5	4	5	5	BY3006	KE	X2	11f	10HH91					
AH/MUUNT KAASURELEEN LAUK OHIK	PAÜLLÄ	12X20	8		6	X1.6	5	6	6	HA	X2	11d	10HH91	10B708/B ESTON POISTO					
AH/ SVOTTO KATK. 5-10 LAUKASU	LAUK	11X20	9		7	X1.7	6	7	7	PU	X2	11b	10HH91	L (AHY 5+10)					
			10		8		7	8	8										
					9	X1.8	8	9	9	BY3006	SIVA	X2	12d	10HH91	OHJAUSSAARM.				
					10		9	10	10										
					11		10	11	11										
					12		11	12	12										
					13		12	13	13										
					14		13	14	14										
					15		14	15	15										
					16		15	16	16										

		RCT						ASENNON OSOTUKSET 1						CCT					
		ALUASEENA		KORTITTYTYPPI		KORTTIPAKKA		VALVOMO		LOVIISA		KORTITTYTYPPI		KORTTIPAKKA		LITÄNTÄYK.S. NRO			
		AHVENKOSKI		PIC		1 33		1X2				POC		1 33		1X2			
Kohde	Koode	Ravittin	Lohdn	Kespeili	Ravittin	Spinaattisuus	Ravittin	Ravittin	Kespeili	Lohdn	Ravittin	Koode	LITÄNTÄYK.S. NRO	Tranšite					
OKM 1	a	X30	919	211-W03	A1	B1	X2.1	B1	A1	GG5109	S/JSI	X13.6	510GC33	HT72					
OKM 1	k	X30	918	111-W03	2	X2.2	2	2	2	GG5109	/HA	X13.6	510GC33						
OKM 1	e	X30	921	311-W03	3	X2.3	3	3	3	KE	/KE	X13.4	610GC33	HT70					
OKM 1	y	X30	947	411-W03	4	X2.4	4	4	4	/VI	/VI	X13.4	510GC33						
OKM 1	e	X30	949	511-W03	5	X2.5	5	5	5	GG5109	/RU	X13.5	610GC33	HT71					
	y				6	X2.6	6	6	6	N/A	N/A	X13.5	510GC33						
G2	a	X30	486	101-W20	7	X2.7	7	7	7	GG5109	MU	X13.9	610GC33	HT75					
G2	k	X30	487	201-W20	8	X2.8	8	8	8	GG5109	PU/SI	X13.9	510GC33						
G2	e	X30	483	401-W20	9	X2.9	9	9	9	/PU	/PU	X13.7	610GC33	HT73					
G2	y	X30	484	601-W20	10	X2.10	10	10	10	/HA	/HA	X13.7	510GC33						
KK	e	X30	439	807-W05	11	X2.11	11	11	11	GG5109	/KE	X13.8	610GC33	HT74					
KK	y	X30	435	107-W05	12	X2.12	12	12	12	GG5109	/VI	X13.8	510GC33						
KK	a	X30	437	307-W05	13	X2.13	13	13	13	GG5109	/RU	X13.11	610GC33	HT77					
KK	k	X30	436	207-W05	14	X2.14	14	14	14	GG5109	N/A	X13.11	510GC33						
KK	e	X30	438	407-W05	15	X2.15	15	15	15	MU	MU	X13.10	610GC33	HT76					
KK	y	X30	439	607-W05	16	X2.16	16	16	16	GG5109	HA/SI	X13.10	510GC33						

ALAASENIA		KORTITYYPI		KORTTIPAIKKA		LITANTAYKS. NRO	
ALAASENIA	KORTITYYPI	KORTTIPAIKKA	LITANTAYKS. NRO	ALAASENIA	KORTITYYPI	KORTTIPAIKKA	LITANTAYKS. NRO
AHVENKOSKI	PIC	137	1X3	AHVENKOSKI	PIC	137	1X3

ASENNON OSOITUKSET 2							
Koode	Koode	Ruutim	Lohdin	Kaapeli	Ruutim	Signaalinumero	Tunniste
PM	6:01	X30	422	4-06-W08	A1	X3.1	H178
PM	6:01	X30	424	6-06-W08	B1	X3.2	H180
PM	6:00	X30	423	5-06-W08	2	X3.3	H181
PM	6:00	X30	419	1-06-W08	3	X3.3	H181
PM	6:00	X30	421	3-06-W08	4	X3.4	H179
PM	6:00	X30	420	2-06-W08	5	X3.5	H179
					6	X3.6	
PM	9:01	X30	422	4-09-W04	7	X3.7	H180
PM	9:01	X30	424	6-09-W04	8	X3.8	H184
PM	9:01	X30	423	5-09-W04	9	X3.9	H184
PM	9:00	X30	419	1-09-W04	10	X3.10	H182
PM	9:00	X30	421	3-09-W04	11	X3.11	H182
PM	9:00	X30	420	2-09-W04	12	X3.12	H183
					13	X3.13	
GI	13:01	X30	500	4-13-W14	14	X3.14	H187
GI	13:01	X30	501	5-13-W14	15	X3.15	H187
GI	13:00	X30	497	1-13-W14	16	X3.16	H187
GI	13:00	X30	498	2-13-W14	16	X3.16	H187

ALAASENIA		KORTITYYPI		KORTTIPAIKKA		LITANTAYKS. NRO	
ALAASENIA	KORTITYYPI	KORTTIPAIKKA	LITANTAYKS. NRO	ALAASENIA	KORTITYYPI	KORTTIPAIKKA	LITANTAYKS. NRO
AHVENKOSKI	PIC	141	1X4	AHVENKOSKI	PIC	141	1X4

ASENNON OSOITUKSET 3							
Koode	Koode	Ruutim	Lohdin	Kaapeli	Ruutim	Signaalinumero	Tunniste
LOVISA	5:00	X30	438	2-05-W11	A1	X4.1	H185
LOVISA	5:00	X30	437	1-05-W11	2	X4.2	H186
LOVISA	5:01	X30	440	4-05-W11	3	X4.3	H186
LOVISA	5:01	X30	441	5-05-W11	4	X4.4	H190
STROMFORS	4:00	X30	407	1-04-W03	5	X4.5	H190
STROMFORS	4:00	X30	408	2-04-W03	6	X4.6	H188
STROMFORS	4:01	X30	410	4-04-W03	7	X4.7	H188
STROMFORS	4:01	X30	411	5-04-W03	8	X4.8	H189
					9	X4.9	
					10	X4.10	
LOVISA	5:00 + 10:00	X30	478	7-05-W11	11	X4.11	S202
LOVISA	5:00 + 10:00	X30	477	6-05-W11	12	X4.12	S202
LOVISA	10:00	X30	444	8-05-W11	13	X4.13	H194
LOVISA	10:00	X30	445	9-05-W11	14	X4.14	H194
LOVISA	10:01	X30	446	10-05-W11	15	X4.15	H195
LOVISA	10:01	X30	447	11-05-W11	16	X4.16	H195

ALAASENIA		KORTITYYPI		KORTTIPAIKKA		LITANTAYKS. NRO	
ALAASENIA	KORTITYYPI	KORTTIPAIKKA	LITANTAYKS. NRO	ALAASENIA	KORTITYYPI	KORTTIPAIKKA	LITANTAYKS. NRO
AHVENKOSKI	PIC	141	1X4	AHVENKOSKI	PIC	141	1X4

ASENNON OSOITUKSET 3							
Koode	Koode	Ruutim	Lohdin	Kaapeli	Ruutim	Signaalinumero	Tunniste
LOVISA	5:00	X30	438	2-05-W11	A1	X4.1	H185
LOVISA	5:00	X30	437	1-05-W11	2	X4.2	H186
LOVISA	5:01	X30	440	4-05-W11	3	X4.3	H186
LOVISA	5:01	X30	441	5-05-W11	4	X4.4	H190
STROMFORS	4:00	X30	407	1-04-W03	5	X4.5	H190
STROMFORS	4:00	X30	408	2-04-W03	6	X4.6	H188
STROMFORS	4:01	X30	410	4-04-W03	7	X4.7	H188
STROMFORS	4:01	X30	411	5-04-W03	8	X4.8	H189
					9	X4.9	
					10	X4.10	
LOVISA	5:00 + 10:00	X30	478	7-05-W11	11	X4.11	S202
LOVISA	5:00 + 10:00	X30	477	6-05-W11	12	X4.12	S202
LOVISA	10:00	X30	444	8-05-W11	13	X4.13	H194
LOVISA	10:00	X30	445	9-05-W11	14	X4.14	H194
LOVISA	10:01	X30	446	10-05-W11	15	X4.15	H195
LOVISA	10:01	X30	447	11-05-W11	16	X4.16	H195

ALUASENNA		KORTTITYYPPI		KORTTIPAKKA		LITÄÄTÄKYS NRO	
AHVENKOSKI	PIC	1,45	1X5				

Kode	Kipe	Rivilin	Johdin	Kaapeli	ASENNON OSOTUKSET 4		Rivilin	Signaalinum.	Rivilin	A1	Kaapeli	Johdin	Rivilin	Kige	Kode	Tunniste
					Rivilin	A1										
OKM 2	3,00	a					2	B1	2	2						
OKM 2	3,00	k					3	X5.1	3	3						
OKM 2	3,01	e					4	X5.2	4	4						
OKM 2	3,01	y					5	X5.3	5	5						
							6	X5.4	6	6						
							7	X5.5	7	7						
							8	X5.6	8	8						
							9	X5.7	9	9						
							10	X5.8	10	10						
							11		11	11						
							12		12	12						
							13		13	13						
							14		14	14						
							15		15	15						
							16		16	16						

ALUASENNA		KORTTITYYPPI		KORTTIPAKKA		LITÄÄTÄKYS NRO	
AHVENKOSKI	PIC	1,49	1X6				

Kode	Kipe	Rivilin	Johdin	Kaapeli	RCT		Rivilin	Signaalinum.	Rivilin	A1	Kaapeli	Johdin	Rivilin	Kige	Kode	Tunniste
					Rivilin	A1										
AHV/MUUNTAJA HARJO		H					2	B1	2	2						
							3	X6.1	3	3						
							4	X6.2	4	4						
							5	X6.3	5	5						
							6	X6.4	6	6						
							7	X6.5	7	7						
							8	X6.6	8	8						
							9	X6.7	9	9						
							10	X6.8	10	10						
							11		11	11						
							12		12	12						
							13		13	13						
							14		14	14						
							15		15	15						
							16		16	16						

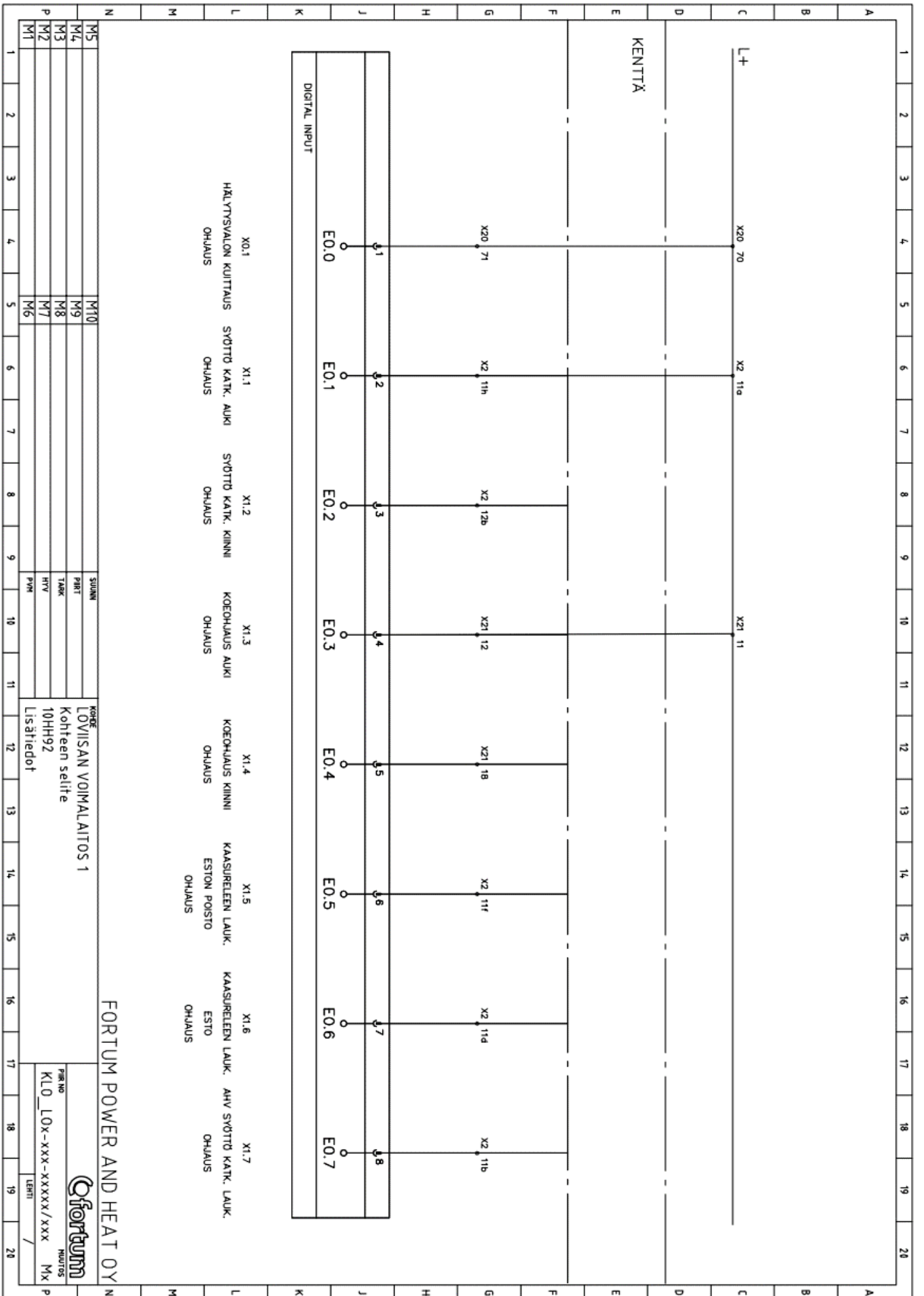
VALUOMO		KORTTITYYPPI		KORTTIPAKKA		LITÄÄTÄKYS NRO	
LOVISA	POC	1,49	1X6				

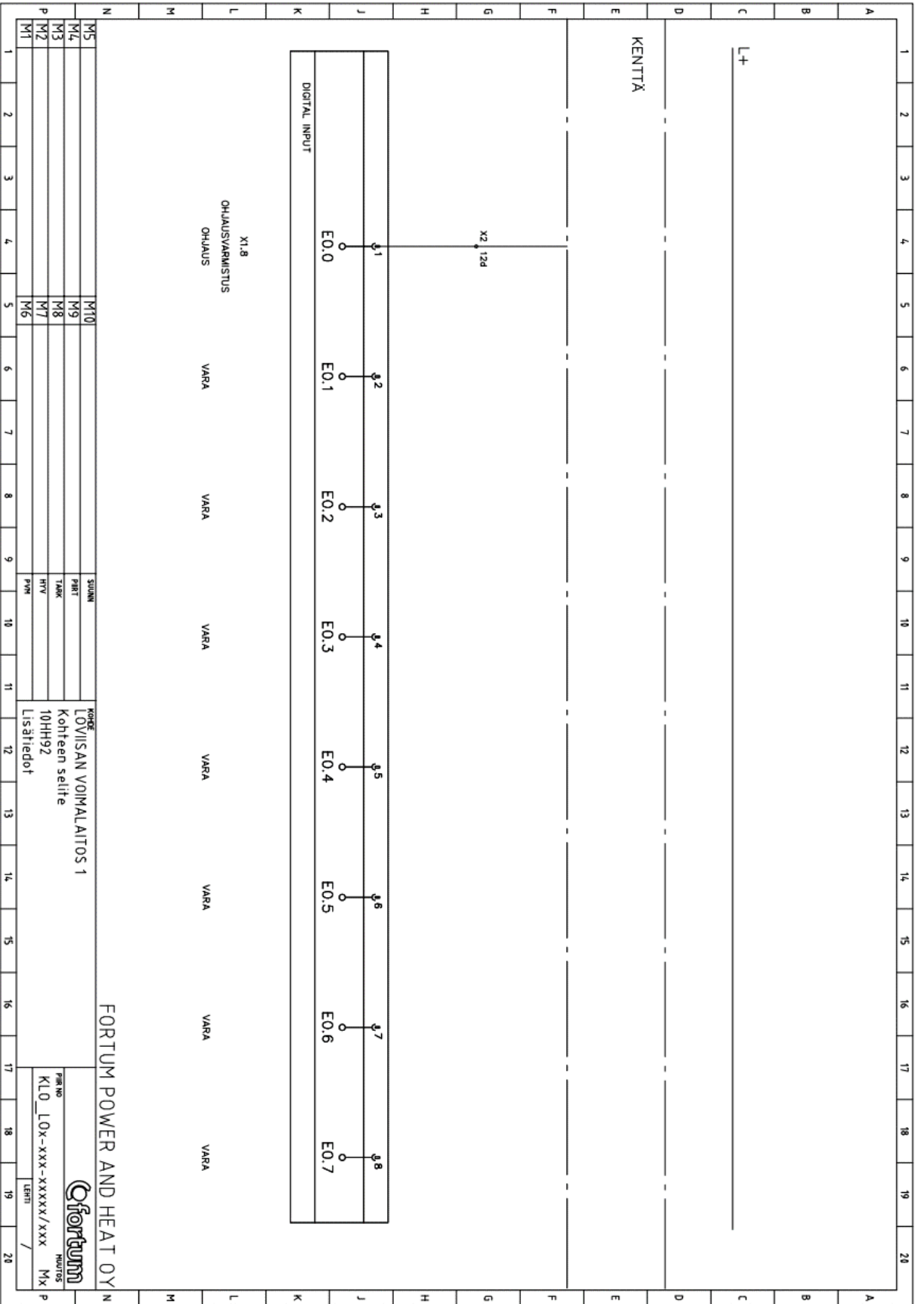
Kode	Kipe	Rivilin	Johdin	Kaapeli	CCT		Rivilin	Signaalinum.	Rivilin	A1	Kaapeli	Johdin	Rivilin	Kige	Kode	Tunniste
					Rivilin	A1										
							2	B1	2	2						
							3	X6.1	3	3						
							4	X6.2	4	4						
							5	X6.3	5	5						
							6	X6.4	6	6						
							7	X6.5	7	7						
							8	X6.6	8	8						
							9	X6.7	9	9						
							10	X6.8	10	10						
							11		11	11						
							12		12	12						
							13		13	13						
							14		14	14						
							15		15	15						
							16		16	16						

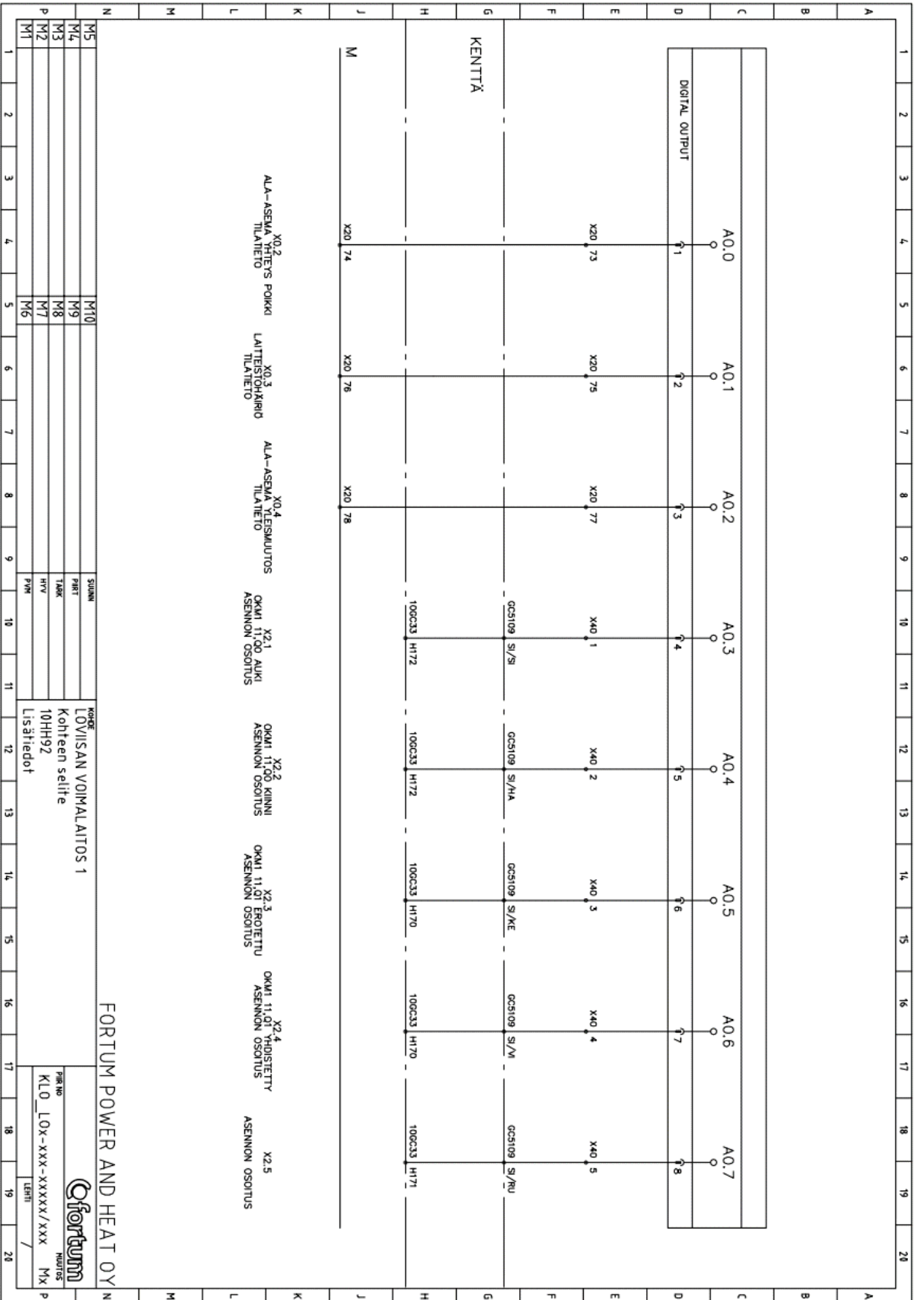
Liite 1
5 (5)

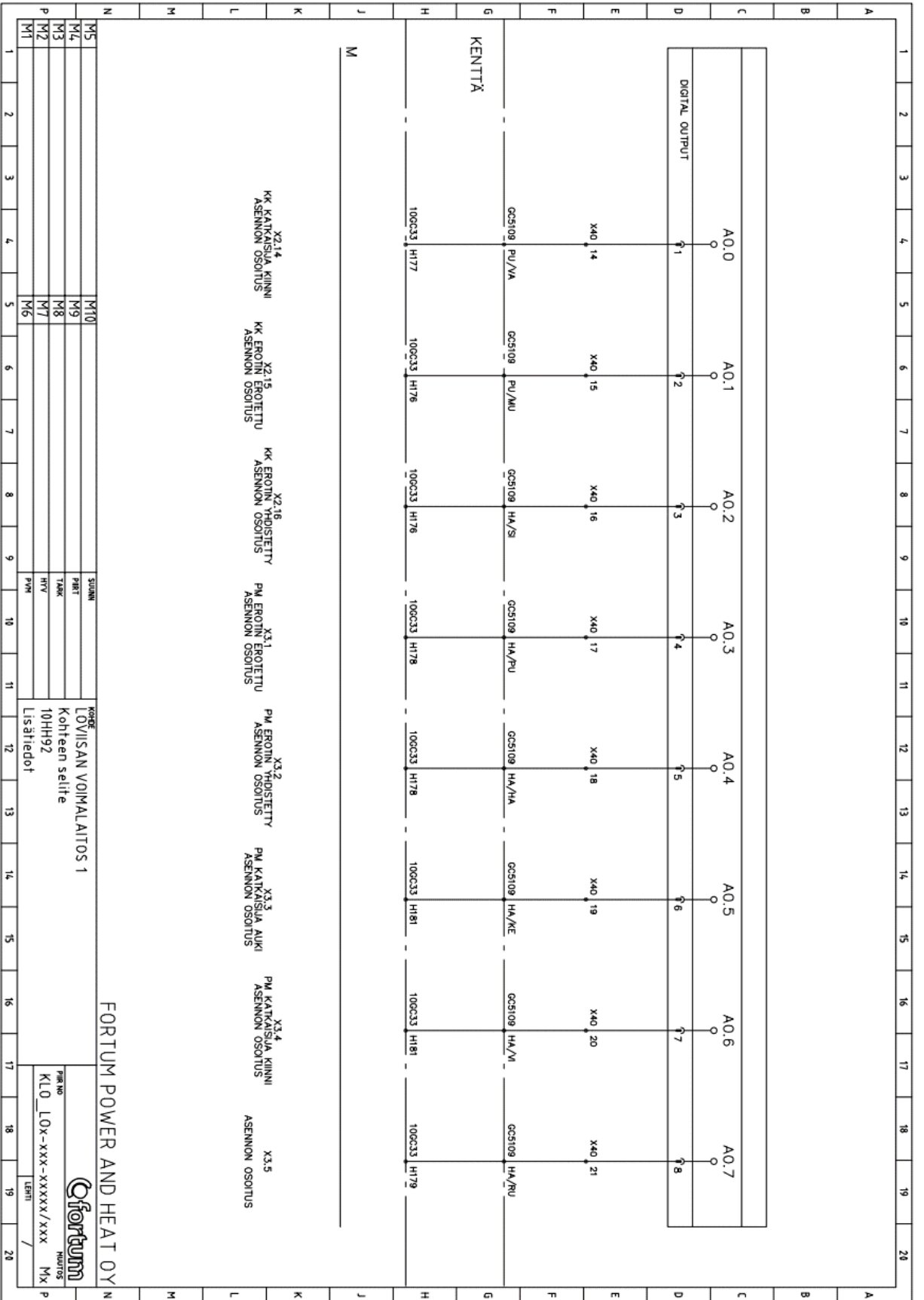
										RCT			ANALOGIA			CCT								
ALASEENA										KORTTITYYPPI			LITÄÄNTÄYKSEN NRO			VALUOKO			LITÄÄNTÄYKSEN NRO					
AHEVENKOSKI										PLA-G			1.53			LOVISA			POA			1.53		
										KORTTIPAIKKA			1X7						KORTTIPAIKKA			1X7		
Kohde	Ki	Koje	Rivilin	Johdin	Kaapeli	Rivilin	Rivilin	Rivilin	Signaalinumero	Rivilin	Rivilin	Kaapeli	Johdin	Rivilin	Koje	Kohde	Tunniste							
KISKO 1 JÄÄNITE	+	=02	X30	348	1 02-W06	A1	B1	X7.1		A1	GC5109	MU/SI X31	9c		10GC29	BY00E001								
KISKO 1 JÄÄNITE	-	=02	X30	349	2 02-W06	2	2	X7.2		2	GC5109	/PU X31	9d		10GC29	BY00E001								
KISKO 2 JÄÄNITE	+	=12	X30	348	1 12-W04	3	3	X7.3		3	GC5109	/HA X31	9e		10GC29	BY00E002								
KISKO 2 JÄÄNITE	-	=12	X30	349	2 12-W04	4	4	X7.4		4	GC5109	/KE X31	9f		10GC29	BY00E002								
						5	5			5														
						6	6			6														
						7	7			7														
						8	8			8														
						9	9			9														
						10	10			10														
						11	11			11														
						12	12			12														
						13	13			13														
						14	14			14														
						15	15			15														
						16	16			16														

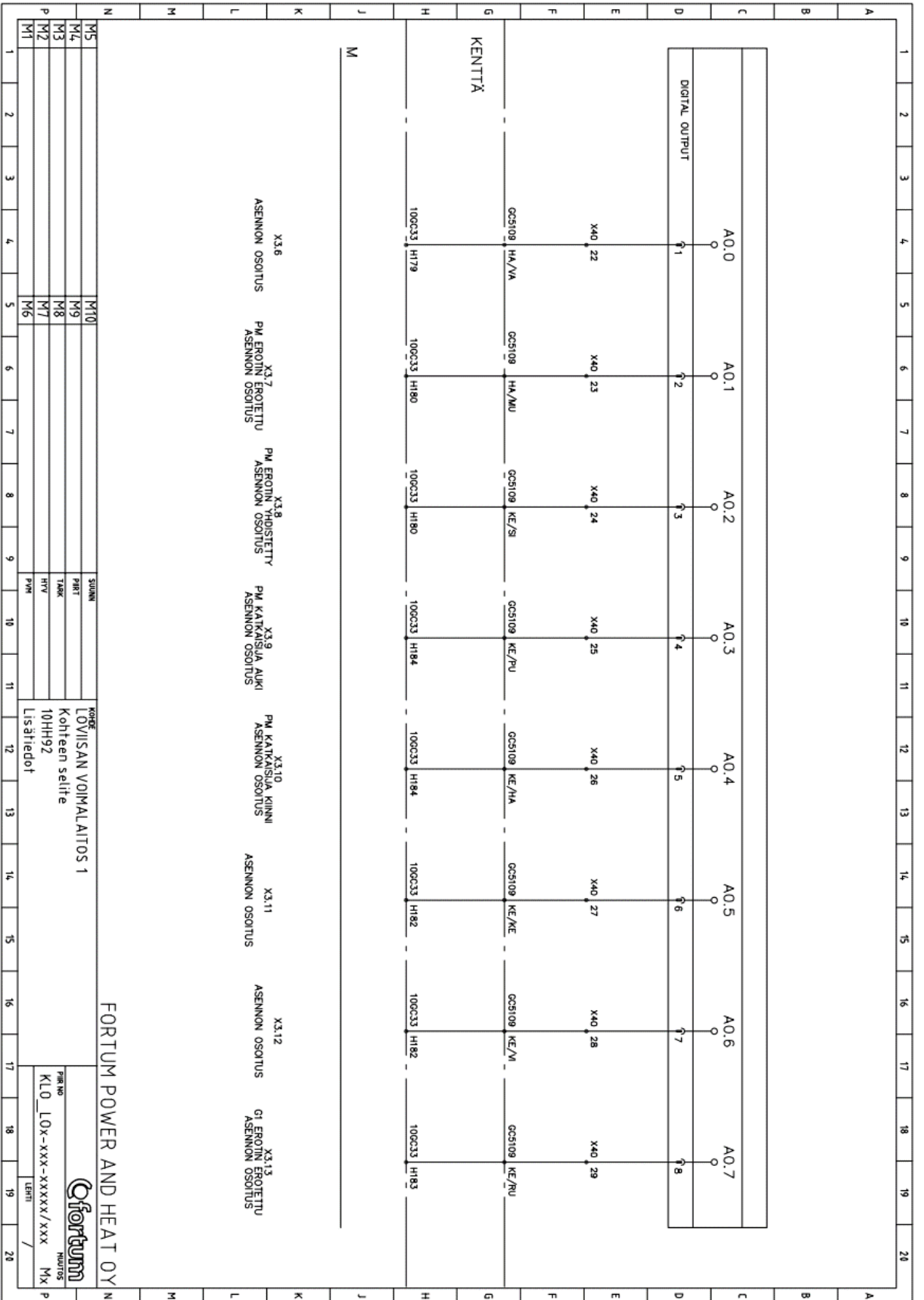
Uuden laitteiston I/O-moduulien suunnittelu

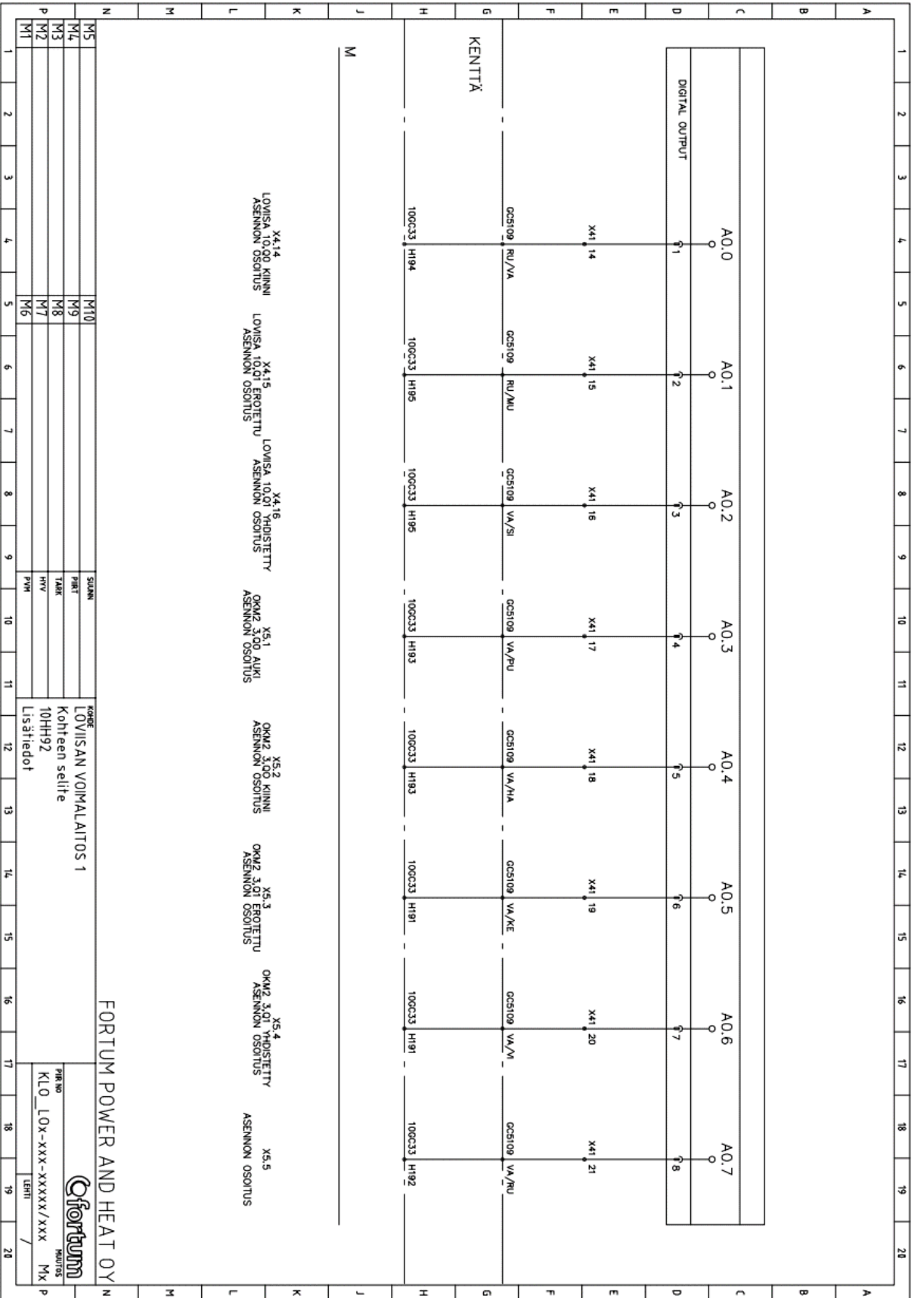










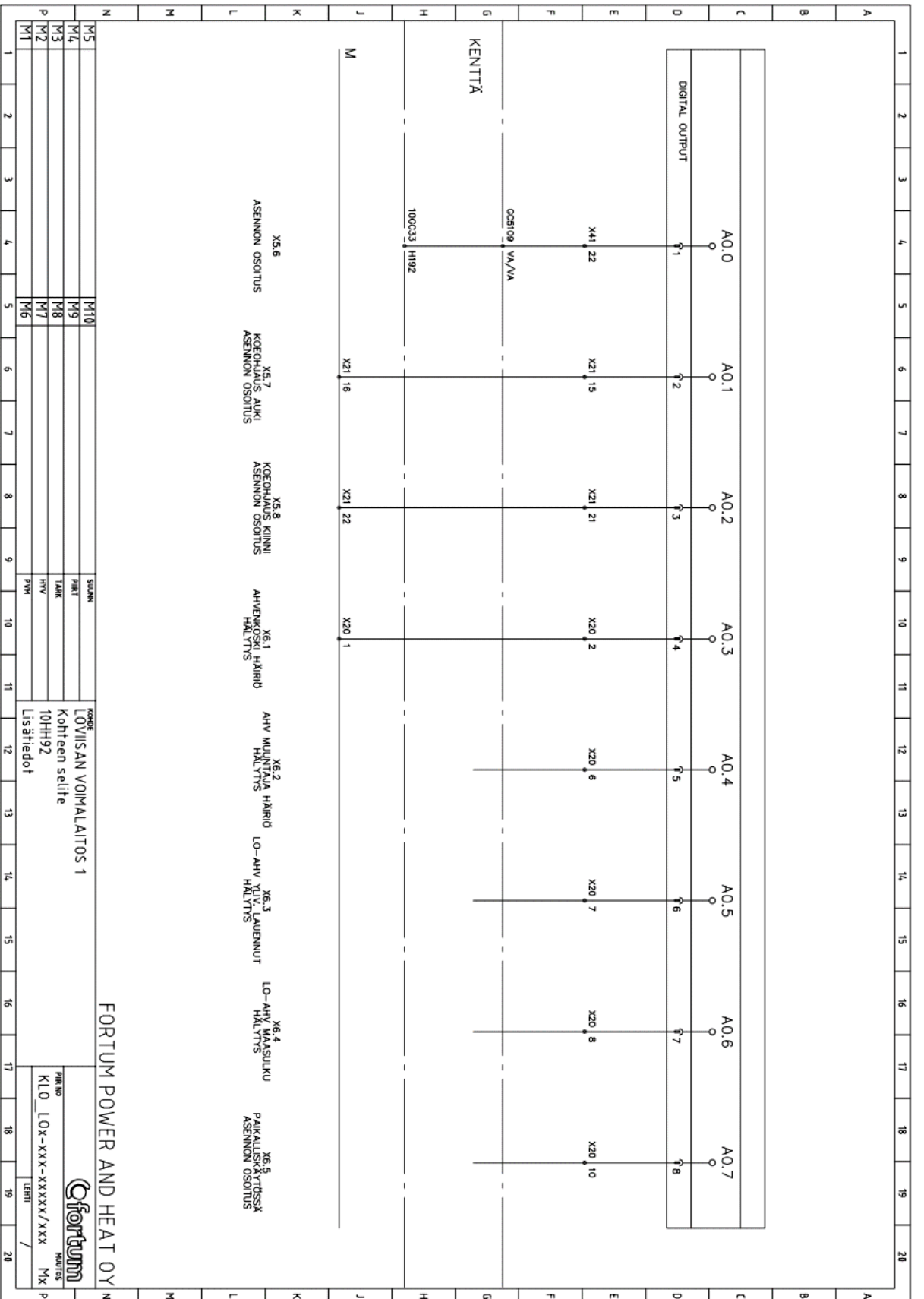


FORTUM POWER AND HEAT OY



PROJEKTI
KLO_LOX-XXX-XXXXX/XXXX MX P

LEHTI /



FORTUM POWER AND HEAT OY



MILITUS

PÄR.NO KLO_LOX-xxx-xxxxx/xxx

Mx P

LEHTI

/

