



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

PETRI YLI-NIKKILÄ

Kaukolämmön liitäntäaseman ohjauskeskuksen modernisointi

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
KOULUTUSOHJELMA
2021

Tekijä(t) Yli-Nikkilä, Petri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä toukokuu 2021
	Sivumäärä 36	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Kaukolämmön liitäntäaseman ohjauskeskuksen modernisointi		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli Loimuan kaukolämmön liitäntäaseman ohjauskeskuksen modernisointi. Tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa uusi keskus. Työssä piirrettiin uudet sähköpiirustukset ja valmistettiin uusi keskus.</p> <p>Vanhan keskuksen S7-1200 logiikka ja komponentit ovat jo melko vanhoja ja siten varaosien saatavuus on haastavaa ja muutosten tekeminen monimutkaista. Uuden keskuksen suunnittelussa ensisijaisesti kuunneltiin tilaajan toiveita ja loput komponenteista valittiin hyödyntämällä Sermatechin suosituimmuuskomponentti listaa.</p> <p>Opinnäytetyössä käsiteltiin myös kaukolämpöä ja EPLAN sähkösuunnitteluohjelmaa tarkemmin.</p> <p>Opinnäytetyön tulokseksi saatiin luotua tilaajalle uusi keskus ja siihen kuuluvat sähkökuvat kaukolämmön liitäntäasemaan.</p>		
<u>Asiasanat</u> automaatiojärjestelmät, kaukolämmitys, sähkösuunnittelu, EPLAN		

Author(s) Yli-Nikkilä, Petri	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2021
	Number of pages 36	Language of publication: Finnish
Title of publication Modernization of the control center of the district heating connection station		
Degree program Degree Programme in Electrical and Automation Engineering		
<p>The subject of this theses was modernization of Loimua's district heating system. The purpose was to design and manufacture new electrical cabinet. In this work new electrical drawings were made, and new electrical cabinet was manufactured.</p> <p>The S7-1200 PLC and components of the old cabinet are already fairly old making availability of spare parts quite challenging and making modifications rather complicated. During the designing process the expectations of customer were heard and rest of the components were chosen by utilizing Sermatech preference components list.</p> <p>District heating and EPLAN electrical design program were also dealt with in thesis more specifically.</p> <p>As a result of the thesis, new electrical cabinet and electrical drawings were created for district heating system.</p>		
<u>Key words</u> automation systems, district heating, electrical engineering, EPLAN		

SISÄLLYS

§	
1 JOHDANTO	7
2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA JA PROJEKTIN TILAAJA (SERMATECH AUTOMATION OY/LOIMUA OY).....	8
2.1 Sermatech Group.....	8
2.2 Loimua Oy	8
3 KAUKOLÄMPÖ	10
3.1 Yleistä kaukolämmöstä	10
3.2 Kaukolämpöverkot Suomessa.....	10
3.3 Kaukolämmityksen hyödyt, ongelmat, mahdollisuudet ja uhat.	12
3.3.1 Kaukolämmön hyödyt.....	12
3.3.2 Ongelmat	12
3.3.3 Mahdollisuudet.....	12
3.3.4 Uhkatekijät	13
3.4 Kaukolämmön tulevaisuus ja soveltuvuus	13
4 EPLAN.....	15
4.1 Yleiskatsaus EPLAN.....	15
4.2 EPLAN Ohjelmat ja moduulit.....	15
4.3 EPLAN sähkösuunnittelussa	16
4.4 Tietokantapohjaisen suunnittelun edut ja mahdollisuudet	17
5 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT	18
5.1 Ohjelmoitavat logiikat yleistä	18
5.2 Ohjelmoitavan logiikan osat	19
5.3 Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate.....	19
5.4 Logiikan ja ohjelmointiympäristön valinta	20
5.5 Kenttäväylät	21
5.5.1 Kenttäväylistä yleisesti	21
5.5.2 Kenttäväylän valinta.....	22
6 OHJAUSKESKUS JA KENTTÄLAITTEET	23
6.1 Vanha keskus	23
6.2 Uusi keskus	24
6.3 Käyttöliittymä ja ohjelmointi.	25
6.4 Kenttälaitteet	26
6.4.1 Venttiilit	26
6.4.2 Sähkömoottorit.....	27

6.5 Kaukolämmön mittaus	27
6.5.1 Lämpöenergiamittari	27
6.5.2 Lämpömäärän laskin	28
6.5.3 Virtausanturit.....	28
6.5.4 Lämpötilan mittaus.....	33
7 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	
LIITTEET	

TERMIT

CPU	Central Processing Unit
IO	Input/Output
HMI	Human-Machine Interface
PoE	Power over Ethernet
PLC	Programmable Logic Controller
kB	kilobyte
UPS	Uninterruptible Power Supply
DNP3	Distributed Network Protocol 3
MPa	Megapascal

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella uusi ohjauskeskus Loimuan kaukolämmön liitäntäasemaan. Kyseinen kaukolämmön liitäntäasema on tekninen tila, jonka kautta teollisuuslaitos myy lauhdelämpöä kaukolämmön toimittajan verkkoon. Ohjauskeskuksen vanha Siemensin S7-1200 logiikka korvataan uudemmalla S7-1500 logiikalla ja sen perusteella luodaan uudet sähkösuunnitelmat EPLAN Electric P8 ohjelmalla. Sähkösuunnitelmien mukaan valmistetaan uusi ohjauskeskus, joka sisältää S7 logiikan ja sähköpiirustusten mukaan tarvittavat kortit ja komponentit. Liitäntäasemaan lisätään muutama venttiilin- ja moottorinohjaus. Asennuskohteiden anturoinnit ja toimilaitteet pysyvät ennallaan. Laitteiston turvallisuustasoa ei muuteta toimituksessa.

Järjestelmän kehittämisen lisäksi työssä käydään läpi EPLAN-sähkösuunnitteluohjelmaa, kaukolämpöä sekä ohjelmoitavia logiikoita tarkemmin. Työssä ei käydä läpi järjestelmän ohjelmointisuunnittelua tai käyttöliittymän tekoa.

Valmiit sähkökuvat ovat liitettynä opinnäytetyön lopussa, sen sijaan osaluettelo, kansilehdet ym. sähkökuviin liittyvät sivut eivät ole liitettynä tähän työhön.

2 TAUSTAA

Sermatech Automation Oy toimii opinnäytetyön toimeksiantajana. Opinnäytetyön ohjaajana Sermatechilta toimii DI Risto Rissanen.

2.1 Sermatech Group

Sermatech Group on suomalainen automaatio- ja robotiikka-alan osaaja Länsi-Suomessa. Sermatechin palveluihin kuuluu esimerkiksi mekaniikka- ja sähkösuunnittelu, valmistus- ja asennuspalvelut, kokonaisprojektitoimitukset, tuotantolinjat ja -solut sekä erikoiskoneet ja -laitteet. Sermatech on toiminut vuodesta 1976 kun perustettiin Ulvilan Konesuunnittelu Oy. Vuonna 1981 perustettiin Ulvilan Metallityö Oy. Vuonna 2005 yritykset yhdistettiin ja syntyi Sermatech Oy. Vuonna 2015 Sermatech osti suuren automaatioyksikön ja näin ollen kaksinkertaisti henkilökuntansa. Yhtiön toimitusjohtajana toimii Markku Uusitalo, ja Sermatech työllistää noin 50 henkilöä. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Ulvilassa mutta toimipisteet löytyvät myös Raumalta ja Raisiosta. Sermatech Group on jaettu kolmeen sektoriin: Sermatech Automation Oy, Sermatech Engineering Oy ja Sermatech Works Oy. (Sermatech [www-sivut](#))

2.2 Loimua Oy

Projektin tilaaja on Loimua Oy. Loimua Oy on lämmitys- ja jäähdytysratkaisuihin erikoistunut yritys. Yritys tuottaa kaukolämpöä ja myy sekä jakelee kaukolämpöä ja maakaasua. Loimua Oy oli ennen nimeltään Elenia Lämpö Oy ja toimi Elenia-konsernin tytäryhtiönä. Kesällä 2020 Elenia myi kaukolämpöliiketoimintansa ja siten 2020 tammiukuussa Loimua Oy aloitti toimintansa. Yrityksessä on omistuksessaan lähes 500 kilometriä kaukolämpöverkkoa ja loppuasiakkaita n. 85000 johon kuuluu sekä yrityksiä että kuluttajia. Loimua Oy on suomalainen yritys ja se toimii Kanta-Hämeessä, Keski-Suomessa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Heinolassa. Loimualla on pitkä historia kaukolämpötoimijana, sillä yrityksellä on kokemusta jo 1960 luvulta asti.

Loimua pyrkii parantamaan energiatehokkuutta toiminnassaan ja tämän vuoksi se on sopinut energiatehokkuussopimuksen. Näin ollen yrityksen CO2 päästöt laskivat

viiden vuoden kuluessa 30%. Yrityksen energiantuotannossa biopolttoaineiden osuus on merkittävä. Vuonna 2017 biopolttoaineiden osuus oli 70% ja kotimaisuusaste 86%. Loimua hyödyntää eri teollisuuden toimijoiden tuotannosta syntyvää lauhdelämpöä ja käyttää sitä kaukolämpöverkostoonsa. Loimua pyrkii olemaan tulevaisuudessa entistä ilmastoneutraalimpi. Tätä edesauttavat esimerkiksi uudet laitosinvestoinnit ja asiakkaille tarjotut modernit ratkaisut. (Loimua [www-sivut](#))

3 KAUKOLÄMPÖ

3.1 Yleistä kaukolämmöstä

Kaukolämpö on teknologia, jota käytetään lämpöenergian siirtämiseen keskeisiltä tuotantolaitoksilta kaupunginosiin tai kokonaisuun kaupunkiin jakeluverkon läpi. Kaukolämpö kehitettiin Yhdysvalloissa 1870 ja 1880 luvulla. Yleisin kaukolämmön siirtoaine on vesi, koska sen ominaisuudet ovat erittäin soveltuvat kaukolämmön siirtämiseen ja sitä on hyvin saatavilla. Lämpöenergian siirto lämmönjakoverkon ja rakennusten välillä tapahtuu ala-asemissa lämmönvaihtimien avulla. Lämpömittarit sijaitsevat näissä ala-asemissa. Lämpöenergiaa kuluu yleiseen rakennukseen lämmitykseen sekä yleiseen veden lämmitykseen. (Improving heat energy measurement in district heating substations using an adaptive algorithm, 2020)

Tyypillinen lämpömittari koostuu kahdesta resistiivisestä lämpötila-anturista, yleisesti Pt-100 sensoreista, virtausmittarista sekä integroivasta yksiköstä, joka laskee kuluttajan käyttämää energiaa. Sykli, jolla lämpömittarit arvioivat ja päivittävät energialukemaa on joko jatkuva tai se riippuu virtausnopeudesta. Lämpömittarit ovat usein akkukäyttöisiä ja niiden virrankulutus on verrannollinen niiden arviointitajuuuteen. Lämpömittareilla, joilla on virtausnopeuteen perustuva laskentataajuus, yleensä perustuvat tilavuusvirtamittauksiin kuten turbiinin virtausmittareihin. Niiden alempi energianlaskentataajuus pidentää niiden akunkestoa. Näin ollen niitä käytetään laajasti kaukolämpökäytössä. (Improving heat energy measurement in district heating substations using an adaptive algorithm, 2020)

Modernit kaukolämmön ala-asemat vastaavat hyvin lämmön kysynnän yllättäviin vaihteluihin sekä dynaamisiin kuormiin. (Improving heat energy measurement in district heating substations using an adaptive algorithm, 2020)

3.2 Kaukolämpöverkot Suomessa

Kaukolämpöä käytetään Suomessa erittäin paljon. Suomessa oli yli 15000 kilometriä kaukolämpöverkkoja vuoden 2018 vuoden lopussa. Kaukolämpöä käytetään useiden

rakennusten ja kotien lämmitykseen. Verkossa käytettävän veden lämpötila vaihtelee ulkolämpötilan mukaan menoputkessa 65 ja 115 °C välillä, talvella kuumempänä ja kesällä hieman viileämpänä. Paluuputkessa lämpötila on yleensä 40 ja 60 °C välillä. Toisin kuin välillä luullaan, kaukolämpövesi ei kierrä talojen lämmitysverkossa esimerkiksi pattereissa vaan se luovuttaa asiakkaalle lämpöä lämmönsiirtimien välityksellä. (Energia.fi www-sivut)

Kaukolämpövesi ei ole tyypillistä hanavettä vaan se on värjätty, jotta mahdolliset vuodot voidaan paikantaa helpommin ja jotta sitä ei sekoitettaisi talon käyttöveden kanssa. Käytettävä väriaine ei ole myrkyllistä eikä terveydelle tai ympäristölle haitallista. Vesi on myös käsitelty mahdollisten likapartikkeleiden ja hapen poistamiseksi, jotta putkien sisäpuolet eivät kärsisi korroosiosta, ja jotta järjestelmään ei tulisi tukoksia tai muita häiriöitä. (Energia.fi www-sivut)

Kaukolämpöjohdot ovat maan alla noin puolen metrin tai metrin syvyydessä. Ne voivat sijaita esimerkiksi katujen tai kevyen liikenteen väylien alle. Isoja johtoja asennetaan joskus myös tunneleihin. Johdot on lämpöeristetty hyvin tehokkaasti. Niiden maanalaisen sijainnin ja lämpöeristyksen ansiosta lämpöhäviöt ovat melko pieniä. Keskimäärin lämpöhäviöt ovat 8-9 prosenttia, isommissa kaupungissa 5-8 prosenttia ja pienemmissä taajamissa 10-15 prosenttia välimatkoista ja matalasta asukastiheydestä johtuen. Virtausputkien halkaisijoiden koko vaihtelee 20mm:stä joita on esimerkiksi pientalojen liittymisjohdot, aina 1000mm:n kokoon asti, joita on esimerkiksi Vuosaaren voimalaitoksissa. Kaukolämpöverkkoa rakennetaan vuosittain noin 250-500km, joka koostuu pääosin olemassa olevan verkon täydentämisestä. Vuosittain saneerataan vanhoja kaukolämpöjohtoja noin 50-70 km. Nykyaikaiset kaukolämpöjohdot ovat kiinnivaahdotettuja johtoja, joissa muovisuojaputken ja teräksestä tehdyn välissä käytetään eristeenä uretaania. Molemmat meno- ja paluuputki voivat olla saman tai kumpikin voi olla oman suojaputken sisällä. Saman putken sisällä oleva ratkaisu toimii pienemmissä putkikoissa 200 mm asti. Erilliset suojaputket soveltuvat kaikenkokoisille putkille. Tämän tyyppisten kaukolämpöputkien käyttöikä on pitkä, jopa sata vuotta. (Energia.fi www-sivut)

3.3 Kaukolämmityksen hyödyt, ongelmat, mahdollisuudet ja uhat.

3.3.1 Kaukolämmön hyödyt

Kaukolämmöllä on useita erilaisia hyötyjä. Kaukolämpö on hyvin energiatehokasta ja ympäristöystävällistä. Sen tuotanto on mahdollista jakaa tehokkaasti eri tuotantomuotojen kesken. Kaukolämmön varakapasiteetti on yhteisesti hyödynnettävissä ja kaukolämpö on erittäin käyttövarma energiamuoto. Lisäksi kaukolämpö on asiakkaalle helpokäyttöinen, sillä siinä ei vaadita asiakaskohtaista käyttö- ja huoltotyötä. (Kaukolämmön käsikirja)

3.3.2 Ongelmat

Kaukolämpö ei ole kuitenkaan aivan täydellinen energiamuoto, sillä se sisältää tiettyjä ongelmia. Kaukolämpöön tarvittavat investoinnit ovat suuria ja takaisinmaksuajat ovat pitkiä. Esimerkiksi Suomessa tapahtuvat suuret vuodenaikojen lämpötilavaihtelut asettavat myös haasteita kaukolämmölle. Kaukolämpö ei sovellu hyvin haja-asutusalueelle pitkien välimatkojen takia siirrossa tapahtuvien lämpöhäviöiden takia ja putkien suurten rakennuskustannusten takia.

(Kaukolämmön käsikirja)

3.3.3 Mahdollisuudet

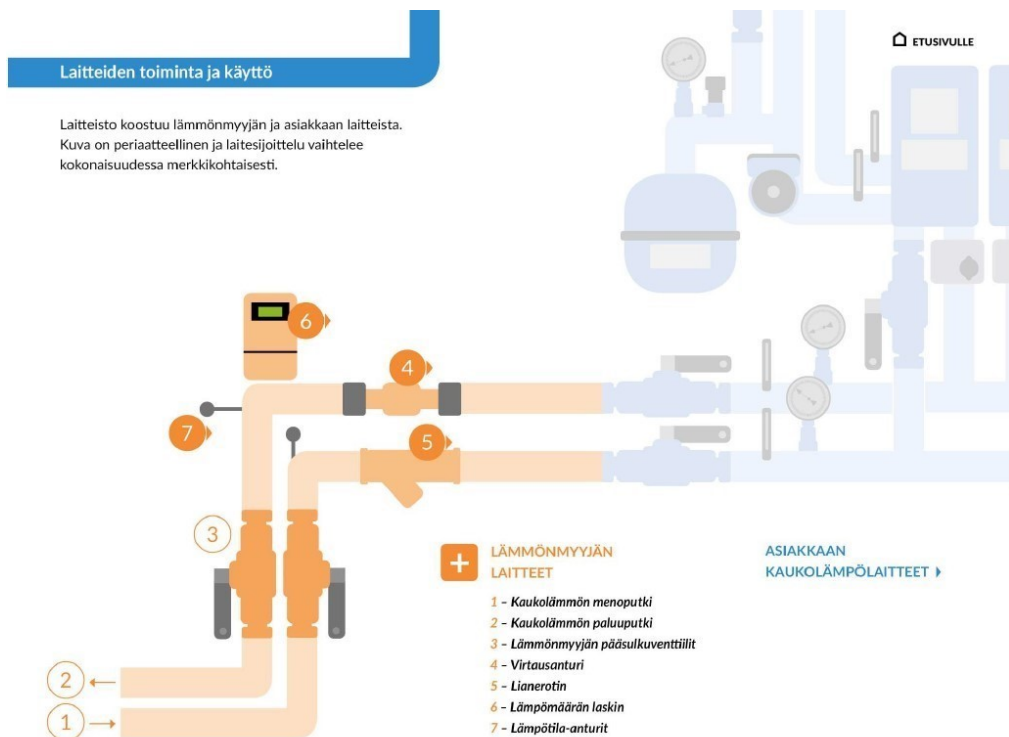
Kaukolämmöllä on useita mahdollisuuksia, joita muilla lämmitysmuodoilla ei mahdollisesti ole. Polttoaineet ovat edullisia ja vähäpäästöisiä, mikä on tärkeää nykypäivänä. Kaukolämpö hyödyttää myös sähkön tuotantoa yhteistuotannon myötä. Myös muu erilaisten prosessien aiheuttama jätelämpö voidaan hyödyntää kaukolämmön avulla. Kaukojäähdytys on myös mahdollista, mikä parantaa energiatehokkuutta ja ratkaisee erilaisia ongelmia. Myös kaukolämmön matalalämpöistä paluuvettä voidaan hyödyntää esimerkiksi katujen sulana pitämiseen. (Kaukolämmön käsikirja)

3.3.4 Uhkatekijät

Mitä sitten tulee kaukolämmön uhkatekijöihin? Kaukolämmön hinnan myötä mahdollinen rahoituksen puuttuminen voi koitua ongelmaksi. Mahdollinen epäterve kilpailu ja sääntely alalla tulee pitää mielessä ja kaukolämpötoimijoiden tulisi puuttua näihin heti uhkien ilmaantuessa. Kaukolämmön luonteen takia lämmitysratkaisun valinnan tekee rakennuttaja eikä loppukäyttäjä, minkä takia asiakkaalla ei ole valinnanvaraa lämmitysmuodon valinnassa. (Kaukolämmön käsikirja)

3.4 Kaukolämmön tulevaisuus ja soveltuvuus

Kaukolämpö on tällä hetkellä hyvin suosittu lämmitysmuoto ja tulee olemaan suosittu myös tulevaisuudessa. Pyrittäessä jatkuvasti parempaan energiatehokkuuteen, erityisesti sähkön ja lämmön yhteistuotanto tulee olemaan isommassa roolissa tulevaisuudessa. Tällä hetkellä kaukolämpöä käytetään pääosin suhteellisen tiheästi asutuilla alueilla, mutta tekniikan kehittyessä kaukolämpö voisi olla myös lämmitysratkaisu haja-asutusalueilla. Myös tietotekniikan ja automaatiolaitteiden jatkuva kehitys tuo aina uusia mahdollisuuksia monitoroida kaukolämpöjärjestelmän eri osia ja myös parantaa energiatehokkuutta. Keskittämällä sähkön tuotanto lämmön tai sähkön ja lämmön yhteistuotantoa energiatehokkuus paranee entisestään. Polttoainekulut tulevat myös väheneään tämän myötä. Tuotannon keskittämällä myös ympäristöhaitat vähenevät.



Kuva 1 Lämmönmyyjän laitteet lämmönjakokeskuksessa (Kaukolämmön ABC, 2020)



Kuva 2 Asiakkaan kaukolämpölaitteet lämmönjakokeskuksessa (Kaukolämmön ABC, 2020)

4 EPLAN

4.1 Yleiskatsaus EPLAN

EPLAN on tietokantapohjainen suunnittelujärjestelmä, joka on erikoistunut sähkö-, automaatio- ja mekatroniikkasuunnitteluun. EPLAN tarjoaa erilaisia ohjelmisto ja palveluratkaisuja näille aloille. EPLAN kehittää yhtä maailman johtavista suunnitteluohjelmistoista kone- ja laitevalmistajille sekä keskusvalmistukseen. EPLAN perustettiin vuonna 1984 ja sen omistaa saksalainen Friedhelm Loh Group. Perheyrittys Friedhelm Loh Group työllistää yli 12000 henkilöä ja sillä on yli 18 tuotantolaitosta ja 80 tytäryritystä. EPLAN:n motto on ”Efficient engineering” ja sillä on yli 50000 asiakasta. (EPLAN www-sivut)

4.2 EPLAN Ohjelmat ja moduulit

EPLAN tarjoaa useita erilaisia ohjelmia ja moduuleita eri käyttötarkoituksiin:

-EPLAN Electric P8	Sähkö ja automaatio-suunnitteluohjelma
-EPLAN Pro Panel	2D ja 3D keskussuunnitteluohjelma
-EPLAN Data Portal	Erittäin laaja komponenttikirjasto, joka sisältää tuotteita useilta valmistajilta.
-EPLAN Smart Wiring	Älykäs ohjelmisto keskuksen johdotukseen
-EPLAN Preplanning	Esisuunnittelu
-EPLAN Fluid	Pneumatiikka- ja hydraulikkasuunnittelu
-EPLAN Engineering Configuration	Moduuli-pohjainen suunnittelu

-EPLAN Cogineer	Sähkösuunnittelun dokumentaation automatisointi
-EPLAN Harness proD	Johdinsarjojen sekä nail board-esitysten suunnittelu- ja dokumentointi
-EPLAN integrations for ERP, PDM and PLM (EPLAN www-sivut)	Integraatio ERP, PDM ja PLM järjestemille

Kuvassa 3 on laitevalmistajia, joiden tuotteita on saatavilla Data Portalin tuotekatalogissa. Kuvassa eivät ole tosin aivan kaikki valmistajat.



Kuva 3 Data Portal laitevalmistajia (EPLAN www-sivut, 2021)

4.3 EPLAN sähkösuunnittelussa

EPLAN on yleistymässä sähkösuunnittelukäytössä tilaajien vaatimuksista sekä ohjelman kattavista ominaisuuksista johtuen. EPLAN on hyvin tehokas sähkösuunnittelukäytössä tietokantaominaisuuksien ansiosta. EPLANin oma tietokanta Data Portal on hyvin hyödyllinen apu sähkösuunnitelmaa tehdessä, sillä se sisältää lähes miljoona komponenttia yli 300 valmistajalta. Data Portalista saa helposti kaikki oleelliset tiedot valtaosasta komponenteista sekä monta eri esitystapaa esimerkiksi piirikaavioesitystavan sekä layout esitystavan. Näin esimerkiksi layout kuvaa tehdessä saadaan helposti raahattua haluttu komponentti suoraan layout sivulle ja siitä saadaan oikeankokoinen kuva tai laatikko suoraan layouttiin. (EPLAN www-sivut, 2021)

EPLANIN ja Siemensin yhteistyön myötä EPLAN Electric P8 ja Siemensin TIA Portal pystyvät kommunikoimaan keskenään. Tietoja voidaan vaihtaa helposti kaksisuuntaisesti ohjelmien välillä. Ohjelmien keskinäinen kommunikointi tarjoaa uusia mahdollisuuksia ohjelmointi- ja sähkösuunnitteluun, koska käyttäjät voivat muokata ja verrata tietoja projektin kaikissa vaiheissa. Esimerkiksi EPLAN Electric P8:n kaavioita, PLC-yleiskatsauksia, laitteistokokoonpanoja ja verkkomalleja voidaan hyödyntää TIA Portalissa. (EPLAN www-sivut, 2021)

4.4 Tietokantapohjaisen suunnittelun edut ja mahdollisuudet

Tietokantapohjainen suunnittelu tarjoaa useita etuja ja mahdollisuuksia verrattuna perinteiseen suunnitteluun. Tietokannan avulla laitevalmistajat saavat laitteet ja komponentit suoraan suunnitteluohjelmaan ja näin saadaan kaikki niiden tiedot projektiin suoraan. Laitevalmistajat hyötyvät siitä, että niiden komponentit tietoineen ovat hyvin ja helposti suunnittelijoille sekä suunnittelijat näkevät helposti laitevalmistajien valikoiman. Suunnittelijat ja muut tietokantapohjaisen ohjelman käyttäjät hyötyvät siitä, että tietokanta nopeuttaa ja selkeyttää suunnittelua suuresti komponenttien ollessa helposti tarjolla. Kaikkien laitevalmistajien komponenttien saatavuus yhdessä suunnitteluohjelmassa on huomattava etu suunnittelijalle. Hintatietojen sisällyttäminen tietokantaan voisi olla myös auttava tekijä esimerkiksi komponenttien valinnassa. Tosin, teollisuuslaitteiden ja komponenttien hintojen ollessa usein tarjoukseen perustuvia tämä ei välttämättä toimisi. Suuntaa antavia hintatietoja voisi kuitenkin ehkä sisällyttää tietokantaan.

5.2 Ohjelmoitavan logiikan osat

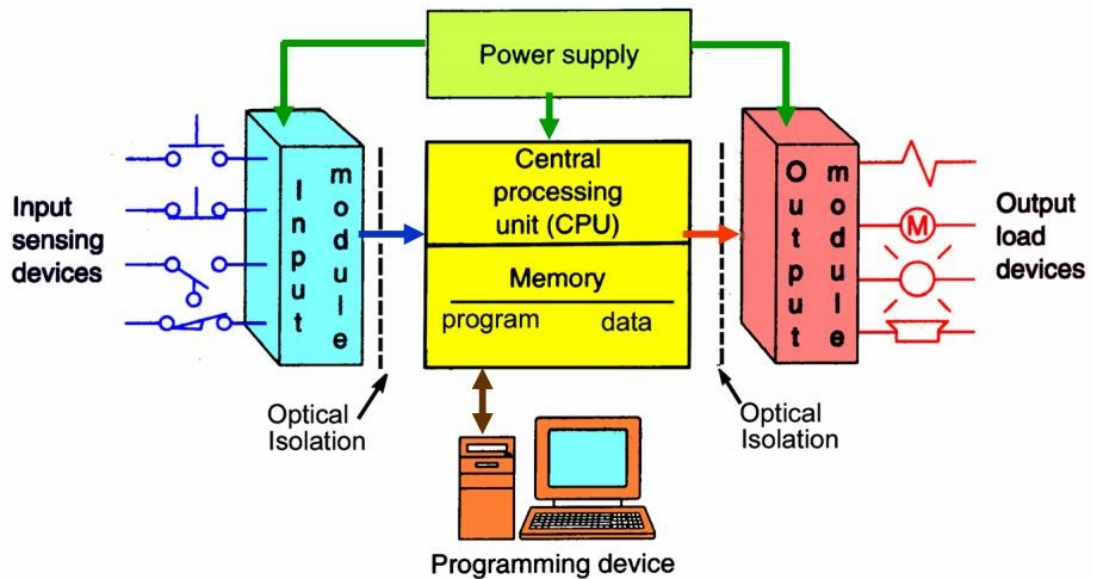
Logiikan keskeisin osa ja aivot on prosessori eli CPU. Logiikoiden CPU on yleensä 16 tai 32 bittinen mikroprosessori sisältäen muistisirun ja integroidut piirit ohjauslogiikalle, monitoroinnille ja kommunikoinnille. CPU ohjaa logiikkaa suorittamaan ohjauskäskyjä, suorittaa logiikka- ja aritmeettisia toimintoja, kommunikoi toisten laitteiden kanssa sekä suorittaa sisäistä diagnostiikkaa. (Machinedesign [www-sivu](#))

Logiikoissa on myös tulo- ja lähtökortteja. Tulokortteihin tulee esimerkiksi anturitiedot, mahdolliset kytkinohjaukset yms. Lähtökorteista saadaan suoritettua toimilaitteiden ohjaukset esimerkiksi taajuusmuuttajan nopeuden säätö, venttiilien säätö, releiden ohjaus sekä merkkivalot ja muut vastaavat. (Machinedesign [www-sivu](#))

5.3 Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate

Ohjelmoitavien logiikoiden toiminta perustuu sykliseen ohjelmankäsittelyyn. Kun ohjelma käynnistetään CPU aloittaa syklisen ohjelmakierron. CPU lukee tulosignaaleja ja seuraa niiden tiloja. Seuraavaksi CPU suorittaa ohjelmassa sille annettua tehtävää. CPU myös suorittaa sisäistä diagnostiikkaa ja kommunikointia samanaikaisesti. Ohjelman perusteella logiikka antaa käskyjä lähtökorteille ja päivittää lähtösignaaleja. Tämä kaikki tapahtuu kymmeniä tai satoja kertaa sekunnissa. Ohjelma jatkaa niin kauan, kun se on RUN tilassa. CPU:n toiminta on esitetty kuvassa 5.

PLC System



Kuva 5 Logiikoitten toimintaperiaate (Machinedesign www-sivu, 2020)

5.4 Logiikan ja ohjelmointiympäristön valinta

Logiikan valitseminen voi olla joskus hankalaa, sillä markkinoilla on tarjolla hyvin erilaisia logiikkaratkaisuja. Eri laitevalmistajien logiikat ja ohjelmointiympäristöt eroavat toisistaan hyvin paljon. Jos käyttäjällä on kokemusta vain Siemens logiikoiden ohjelmoinnista, esimerkiksi Beckhoffin tai Mitsubishiin logiikoiden ja ohjelmointisof-tien käyttö voi olla hankalaa ja vaatia paljon opiskelua. Eri laitevalmistajien ohjel-mointisovellukset soveltuvat parhaiten erilaisiin kohteisiin, mikä pitää ottaa huomi-oon. Jokaisella laitevalmistajan logiikalla on omat hyvät puolensa. On otettava hu-omioon siis käyttäjän tarpeet sekä kohteen tarpeet. Useissa tapauksissa kannattaa suosia laitevalmistajia, jonka logiikoita yrityksellä on jo muutenkin käytössä.

Luonnollisesti kohteen koko vaikuttaa merkittävästi logiikan valintaan. On tiedettävä suunnilleen kuinka paljon tuloja ja lähtöjä tarvitaan, tarvitaanko jotain monipuolisem-pia ohjauksia tai anturointeja. Liian pieneen käyttöön tarkoitettu logiikka ei riitä suu-rempiin kohteisiin ja liian järeä logiikka on turhan kallis ja lisää ylimääräisiä kustan-nuksia. Monia logiikoita voi laajentaa tulo- ja menokorteilla mutta siinäkin on rajoi-tuksia, kuinka paljon laajennusvaraa on.

Myös haluttu ohjelmointikieli vaikuttaa logiikan valintaan. Kaikki logiikat eivät tue kaikkia ohjelmointikieliä. Esimerkiksi jotkut halvemmat logiikkatyypit eivät tue korkean tason ohjelmointikieliä.

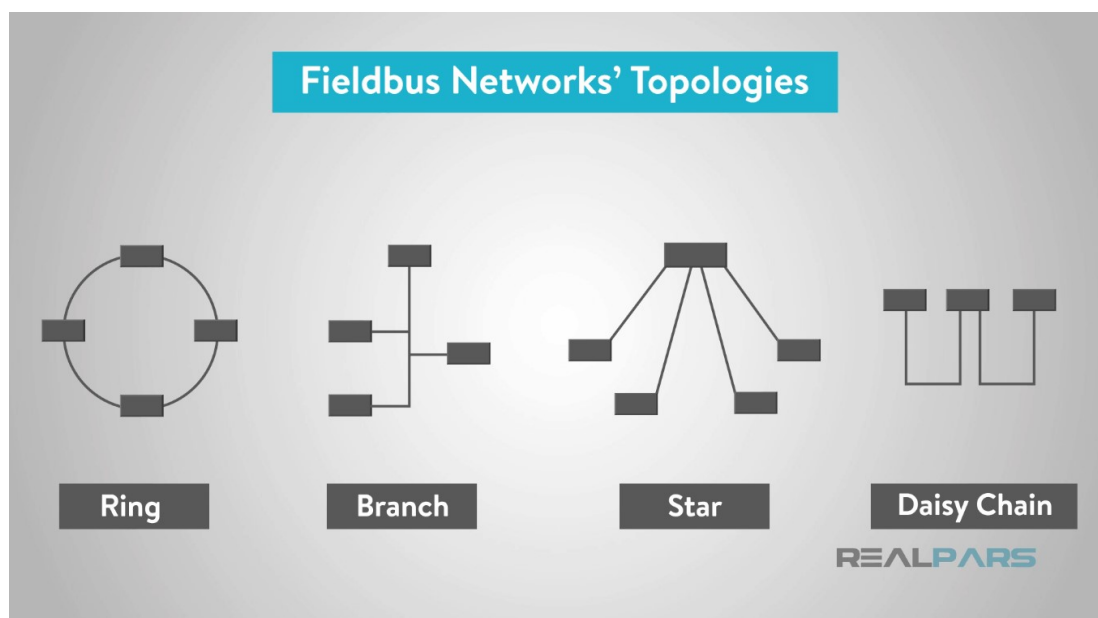
Projektiin valittiin Siemensin S7-1500 logiikka tilaajan toiveen takia.

5.5 Kenttäväylät

5.5.1 Kenttäväylistä yleisesti

Kenttäväylät ovat yksinkertaisesti tapoja kommunikoida eri laitteiden esimerkiksi anturien, kytkimien, venttiilien, taajuusmuuttajien yms. kanssa. Kenttäväylien avulla jokaista laitetta ei tarvitse kytkeä erikseen logiikkaan. Näin ollen kenttäväylät voivat vähentää kuluja. Kenttäväyliä on saatavilla useita erilaisia esimerkiksi AS-I, Profinet, Ethercat, Devicenet, Ethernet ja Profibus. (What is Fieldbus?)

Kenttäväylillä on erilaisia topologioita eli tapoja, joilla kytkeä laitteet toisiinsa. Yleisimmät ovat esiteltynä Kuvassa 6 (Realpars www-sivut)



Kuva 6 Kenttäväylä topologioita (Realpars www-sivut, 2021)

5.5.2 Kenttäväylän valinta

Kenttäväylän valinnassa tulee ottaa huomioon muutamia asioita. Valittu logiikka vaikuttaa kenttäväylän valintaan, sillä kaikki logiikat eivät tue kaikkia kenttäväyliä. Vaadittu väylän nopeus ja väylän tarvittava pituus asettavat valinnalle tiettyjä kriteerejä.

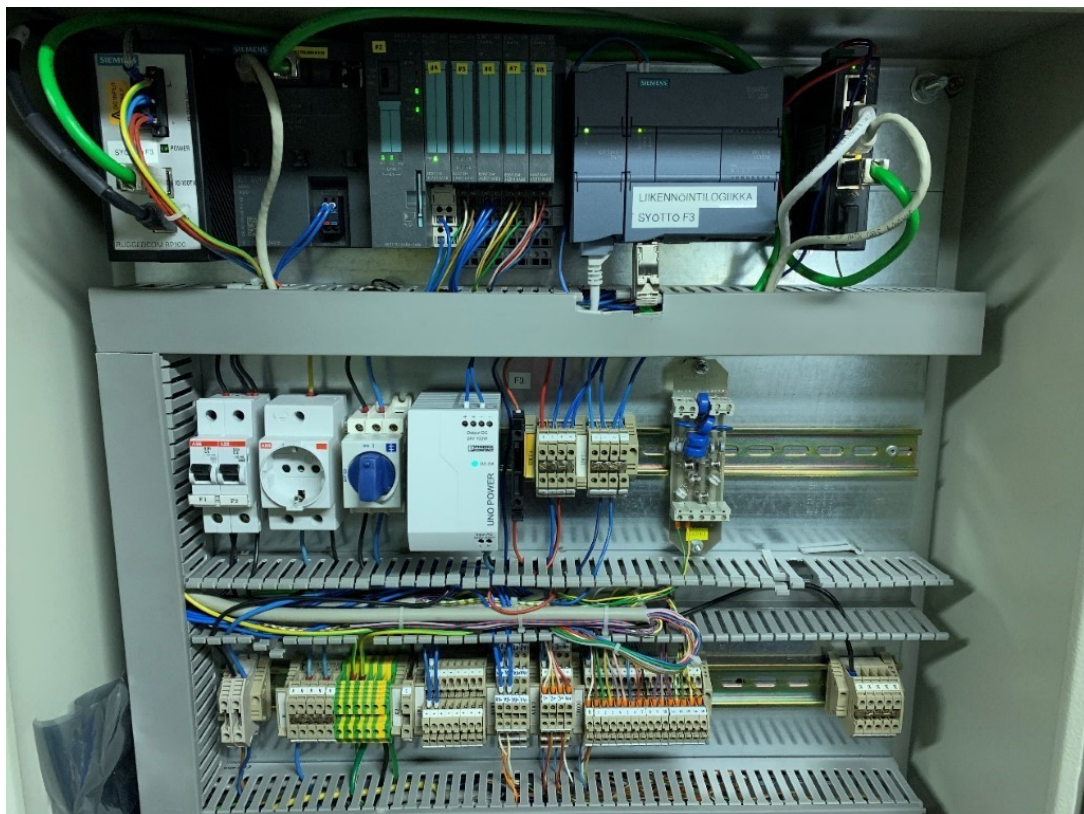
Loimuan kaukolämmön liitännäsoikeuden järjestelmässä, on käytössä Profinet, jolla hoidetaan esimerkiksi yhteys valvomoon ja muu kommunikointi esimerkiksi näytön ja logiikan välinen yhteys.

Profinet on yksi käytetyimmistä kenttäväyläprotokollista. Profinet on Ethernet-pohjainen tiedonsiirtoprotokolla teolliselle automatisointitekniikalle. Profinetin toiminnan perusteena ovat lähtökohtaisesti Profibusin toimintamallit. Tämä mahdollistaa Profibus käyttäjille helpon uuteen teknologiaan siirtymisen. Profinetissa on useita hyviä ominaisuuksia esimerkiksi suuri suorituskyky, syklijat ovat 1-8 ms ja jitter on enintään 1 μ s. Profinet sisältää automaattisen osoitteenannon ja osoitekonfliktien tunnistuksen, mikä mahdollistaa helpon käyttöönoton. Protokollassa on myös automaattinen topologiantunnistus, minkä ansiosta laite on helppo vaihtaa ilman uutta konfigurointia. Asyklisen (non RT) tiedonsiirron ohella Profinetissä on nopea reaaliaikainen tiedonsiirto konfigurointia ja diagnoosia varten. Myös verkkotopologian offline-suunnittelu ja ohjelmointi kuuluvat Profinetin ominaisuuksiin. (Auma [www-sivut](#))

6 OHJAUSKESKUS JA KENTTÄLAITTEET

6.1 Vanha keskus

Vanhan keskuksen toiminta perustuu Siemensin S7-1200 logiikkaan (CPU 1211C) Kyseinen logiikka on melko edullinen ja se sopii pienistä keskisuuriin projekteihin. Tämä malli on yksi 1200 sarjan edullisimmista logiikoista. CPU:n tukena on ET200S sarjan liitäntämoduuli, joka käyttää Profinet kenttäväylää. Luonnollisesti CPU:n kanssa on myös IO-kortteja. IO-kortteina on virtamoduuli, yksi digitaalitulo moduuli ja neljä analogiatulo moduulia. Virtamoduulin tyyppi on 6ES7-138-4CA01-0AA0. Digitaalitulo moduuli on 6ES7-131-4BD01-0AA0 ja analogiatulo moduulit ovat 6ES7-134-4GB11-0AB0. Keskuksesta löytyy myös Ethernet kytkin, joka yhdistää CPU:n, liitäntämoduulin sekä POE-kytkimen. POE-kytkin mahdollistaa käyttöjännitteen viemisen Ethernet kaapelia pitkin, jolloin ei tarvita erillistä johdotusta käyttöjännitteelle. Kaapissa on Phoenix Contact:n 24V 100W virtalähde ja Ensto:n pääkytkin. Suojauksesta vastaavat automaattisulakkeet F1 ja F2 sekä tavallinen sulake F3. Keskuksesta löytyy luonnollisesti myös riviliittimiä jonkun verran.



Kuva 7 Vanha keskus (Loimua, 2020)

6.2 Uusi keskus

Uuden keskuksen komponentteja valittaessa aluksi otettiin huomioon tilaajan toiveet. Muuten komponentit valittiin Sermatechin suosituimmuuskomponentti listan mukaan.

Uusi keskus rakennettiin Siemensin S7-1500 logiikan (CPU 1512SP/) ympärille. Kyseinen logiikka sopii monenlaisiin ja monimutkaisiin projekteihin. 1512SP on huomattavasti kalliimpi kuin 1211C mutta se kykenee vaativampiin tehtäviin. Logiikka on yhteensopiva ET200SP sarjan korttien kanssa. 1512SP:llä on 200 kB ohjelmointimustia.

Uudessa keskuksessa käytetään ET200SP sarjaa, joka on päivitetty versio ET200S:stä. Logiikan tulo- ja menokortteina käytetään ET200SP sarjan IO kortteja: kaksi digitaalitulo korttia 6ES7131-6BF00-0CA0 (DI 8x24VDC), kaksi digitaalilähtö korttia 6ES7132-6BF00-0CA0 (DQ 8x24VDC/0,5A) sekä kaksi analogiatulokorttia 6ES7134-6GD01-0BA1 (4xI 2-/4-Wire).

Lisäksi kokoonpanossa on DPN3 kommunikointimoduuli 6GK7542-6VX00-0XE0 (CP 1542SP-1 IRC) jolla hoidetaan yhteys valvomoon.

Käyttäjää varten keskuksen ovessa on Siemensin Simatic TP900 HMI-paneeli. Kyseisen paneeli on 9 tuumainen laajakuva, jonka avulla käyttäjän on helppo monitoroida ja ohjata järjestelmää. Simatic TP900 HMI kuuluu Simatic HMI Comfort Panels - Standard sarjaan, jossa on tarjolla erikokoisia näyttöjä aina neljästä tuumasta 22:een asti. Standard sarjan paneeleilla ominaisuudet ovat kaikissa samat, vain näyttöpaneelin kokoja on erilaisia.

Virtalähteenä toimii 24VDC Phoenix Contactin 2903149 TRIO-PS-2G/1AC/24DC/10. Jännitteensyöttö häiriötilanteessa varmistetaan UPSin kanssa, joka on kytketty suoraan virtalähteeseen. UPS on myös Phoenix Contactilta ja sen tarkempi tyyppi on 2320267 QUINT-UPS/ 24DC/ 24DC/10/3.4AH.

Luonnollisesti keskukselta löytyy myös tarvittavat riviliittimet, vikavirtasuojat, sulakkeet, kontaktorit, releet yms. Nämä ovat pääosin Siemensin tai Phoenix Contactin

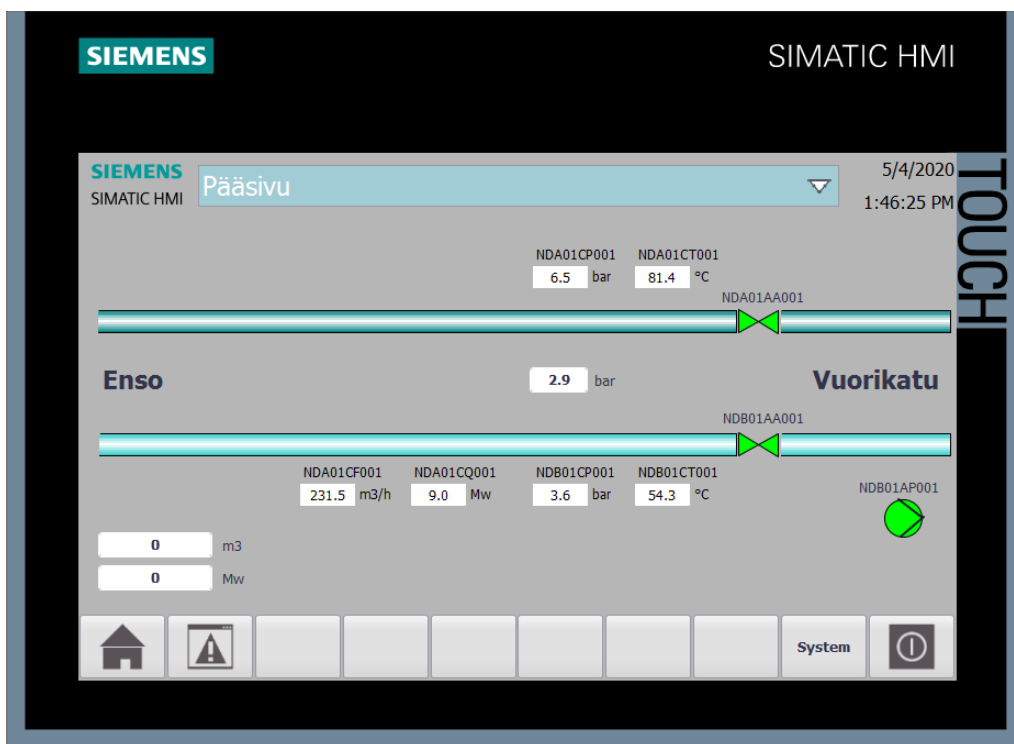
komponentteja. Kuvasta 8 näkyy komponenttien määrä ja sijainti ja keskuksen ulkonäkö.

Keskukseseen on asennettu myös lämmitin ja valaisin. Keskuksen kaappi on valittu Rittalilta. Kaikkien komponenttien ja laitteiden kytkennät löytyvät sähkökuvista, jotka ovat liitteenä.



Kuva 8 Uusi keskus (Yli-Nikkilä, 2020)

6.3 Käyttöliittymä ja ohjelmointi.



Kuva 9 Käyttöliittymä (Sermatech, 2020)

Käyttöliittymän pääikkuna on esitetty Kuvassa 4. Näyttöpaneelin avulla käyttöliittymästä monitoroidaan ja ohjataan järjestelmän eri toimintoja. Selkeä ja helppokäyttöinen käyttöliittymä mahdollistaa nopean järjestelmän ylläpitämisen. Ohjelma suunniteltiin Tia Portal ohjelmalla. En osallistunut itse käyttöliittymän tai ohjelman suunnitteluun, eli en käsittele sitä tämän enempää opinnäytetyössä.

6.4 Kenttälaitteet

Loimuan kaukolämpöjärjestelmässä, on myös luonnollisesti kenttälaitteita. Käydään läpi tärkeimmät niistä.

6.4.1 Venttiilit

Venttiilit ovat laitteita, joilla kontrolloidaan nesteiden virtausta tai painetta järjestelmässä. Venttiilit ovat olennaisia komponentteja putkistoissa, jotka kuljettavat nesteitä, kaasuja, höyryjä, lietteitä jne. Venttiileitä on saatavilla erilaisia esimerkiksi: portti-, pallo-, tulppa-, perhos-, rajoitus-, kalvo-, puristus-, paineenalennus-, ja säätöventtiilit. Jokaisella venttiilityypillä on omat niille soveltuvat käyttökohteensa. Jotkut venttiilit ovat itsestään toimivia, kun taas toiset ovat manuaalisesti, hydraulisesti, tai toimilaitteilla ohjattuja. (Explore the world of piping, 2021)

Liitäntäasemassa on käytössä venttiileitä, joilla kontrolloidaan läpi menevän kaukolämpöveden määrää. Venttiilit ovat moottoriventtiileitä eli venttiilit avataan ja suljetaan moottoreiden avulla. Moottori saa tiedon logiikalta kuinka paljon ja mihin suuntaan sen tulee pyöriä, jotta saadaan venttiili haluttuun asentoon. Käytössä olevat moottoriventtiilit ovat Auman SA 07.6-F10. Niiden moottoreiden pyörimisnopeudet ovat noin 45 kierrosta minuutissa ja avaus- ja sulkeutumisvääntömomentit ovat 20-60Nm.

Venttiileiltä tulee tieto logiikalle ovatko ne auki vai kiinni asennossa. Tiedon perusteella voidaan varmistaa venttiilin avautuminen ja sulkeutuminen.

6.4.2 Sähkömoottorit

Sähkömoottori on laite, joka muuttaa sähköenergian mekaaniseksi energiaksi. Sähkömoottoreiden perusteena on sähkömagneettinen induktio. Sähkömoottori koostuu staattorista ja roottorista. Staattori on liikkumaton osa ja se on kiinnitettyä moottorin runkoon. Roottori sen sijaan on asennettu moottorin akseliin ja se pyörii moottorin käydessä. Moottorit jakautuvat pääosin kahteen ryhmään: vaihtovirtamoottorit ja tasa-virtamoottorit. (Sew Eurodrive www-sivut, 2021)

Loimuan kaukolämmön liitäntäasemassa on sivuvirtasuodatinpumppu, jota ohjataan myös logiikan avulla. Sivuvirtapumpun valmistaja on Oy Kolmeks AB ja pumpun teho on 0,65kW. Käyttöjännite 230V tai 400V kytkennästä riippuen.

6.5 Kaukolämmön mittaus

6.5.1 Lämpöenergiamittari

Lämpöenergiamittari on lämpöenergian mittaamiseen suunniteltu laite. Se mittaa lämpöenergiaa, jota lämmönsiirtopiirin virtaava lämmönsiirtoneste luovuttaa. Lämpöenergiamittari voi olla joko itsenäinen, tai yhdistetty laite. Lämpöenergiamittariin kuuluu virtausanturi, lämpöanturipari ja laskin (tai niiden yhdistelmä). Lämpöenergiamittari on joko itsenäinen tai yhdistetty laite, joka koostuu virtausanturista, lämpöanturiparista, tai niiden yhdistelmästä. (Kaukolämmön käsikirja)

Loimuan liitäntäaseman kaukolämpöjärjestelmässä, on käytössä Kamstrup Multical 801 energiamittari. Kyseinen energiamittari sisältää virtausmittarin, joka mittaa paljonko vettä menee järjestelmän läpi sekä lämpötilasensorit, jotka mittaavat lämpötilaa ja sijaitsevat molemmissa sekä meno- että paluuputkissa. Kamstrup Multical 801 laskee automaattisesti energiamäärän lämpötilojen ja virtausnopeuden perusteella. Kyseinen energiamittari on hyvä valinta kaukolämpöyrityksille, sillä se helpottaa energian laskemista huomattavasti. Kamstrup Multical 801 käyttää ULTRAFLOW® antureita, jotka ovat ultraäänivirtausantureita.

6.5.2 Lämpömäärän laskin

Energiamittari sisältää lämpömäärän laskimen, joka saa tiedot virtaus- ja lämpöantureilta ja pystyy laskemaan näiden perusteella oikean lämpöenergian määrän. Lämpömäärän laskin ottaa automaattisesti huomioon lämpötilaa vastaavan veden tiheyden ja ominaislämmön. (Kaukolämmön käsikirja).

Kulutetun kaukolämmön määrä voidaan selvittää laskemalla lämpövirta (Φ) kaavalla

$$\Phi = c \times m \times T$$

jossa c =kaukolämmön ominaislämpökapasiteetti vakioaineessa (4,2 kJ/kg, °C), m =veden massavirta (kg/s) ja T =veden lämpötila (°C)

Tietyinä tarkastelujaksona hetkestä t_1 hetkeen t_2 kulunut lämpöenergia (Q) on meno- ja paluuputken lämpövirtojen Φ_m ja Φ_p erotuksen aikaintegraali.

$$Q = \int_{t_2}^{t_1} (\Phi_m - \Phi_p) dt$$

Eli lämpöenergian laskemiseksi on mitattava lämpötila, massavirta ja aika. (Kaukolämmön käsikirja).

6.5.3 Virtausanturit

Lämpöenergiamittareissa on virtausanturi, joka mittaa veden virtausnopeutta. Se voi olla meno- tai paluuputkessa. Anturi lähettää tilavuuden, massan tai tilavuusvirran tai massavirran funktion signaalina energiamittarille. Virtausanturit on yleensä mitoitettu 120 °C käyttölämpötilaa ja 1,6 MPa käyttöpainetta varten. Ne kestävät rikkoutumatta veden, jonka lämpötila on 0-120 °C. Annetut virherajat eivät saa ylittyä veden lämpötilan ollessa 15-90 °C. Anturin suurin sallittu painehäviö nimellistilavuusvirralla on 25 kPa. Kaukolämmössä yleisimmät anturityypit ovat: magneettiset virtausanturit, ultraäänimittarit sekä mekaaniset anturit. (Kaukolämmön käsikirja)

Magneettisten virtausanturien toiminta perustuu Faraday'n lakiin. Lain mukaan johteen liikkua magneettikentässä sen leikatessa vuoviivoja johteeseen indusoituu jännite. Syntynyt jännite on suoraan verrannollinen virtausnopeuteen. Jotta magneettinen

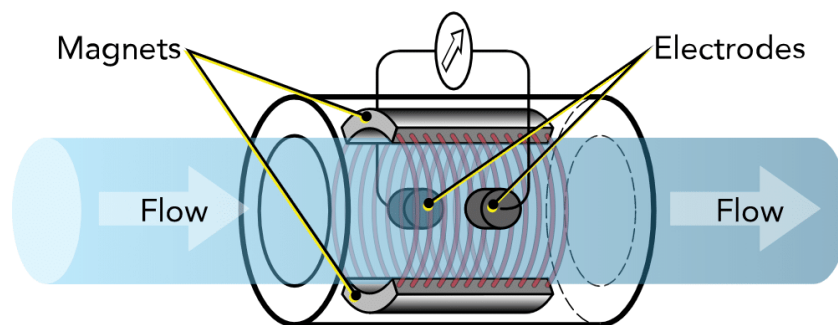
mittaus onnistuisi, kaukolämpöveden tulee olla tarpeeksi johtokykyistä. Jos näin ei ole niin veteen tulee lisätä suolaa. (Kaukolämmön käsikirja)

Elektrodien välinen jännite saadaan kaavalla

$$U \sim B \times v \times d$$

joissa U =sähköjännite elektrodien välillä, B =virran I aiheuttama magneettikenttä, v =virtausnopeus putkessa, d =putken halkaisija.

Nesteen virtausnopeus saadaan selville mitatun sähköjännitteen avulla. Tilavuusvirtaus saadaan laskettua virtausnopeuden ja putken halkaisijan mukaan. (Kaukolämmön käsikirja)



Kuva 10 Magneettinen virtausanturi (Fluidhandlingpro www-sivut, 2021)

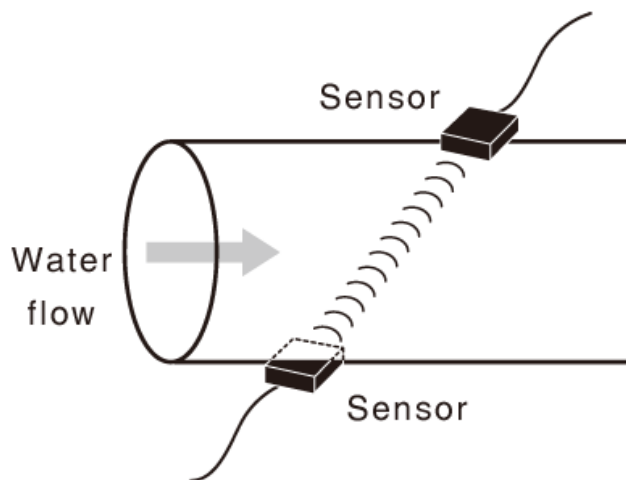
Ultraäänivirtausanturien toiminta perustuu äänisignaalin etenemisnopeuden muuttumiseen lähetys- ja vastaanottopisteiden välillä, minkä aiheuttaa virtaava aine (kaukolämpövesi). Dopplerin ilmiön mukaan ääni-impulssi kulkee nopeammin myötävirtaan kuin vastavirtaan. Ultraäänivirtausanturit hyödyntävät tätä ilmiötä. Ultraäänivirtausantureita on kahdentyyppisiä: Doppler-virtausmittaus ja kulku aikaeroon perustuva virtausmittaus. Kulku aikaeroon perustuvien mittareiden tarkkuus on parempi kuin Doppler-mittareilla. Veden virtausnopeus ja suunta määrittää ultraääniantureiden lähetetyn ja vastaanotetun signaalin etenemisnopeuden. Veden virtausnopeus on suoraan verrannollinen kulku aikaeroon, joka mitataan. (Kaukolämmön käsikirja)

Signaalin kulkema aika vasta- ja myötävirtaan saadaan kaavalla

$$t = l * \left(\frac{1}{c - v} - \frac{1}{c + v} \right)$$

joissa l =signaalin kulkema matka, v =virtausnopeus putkessa.

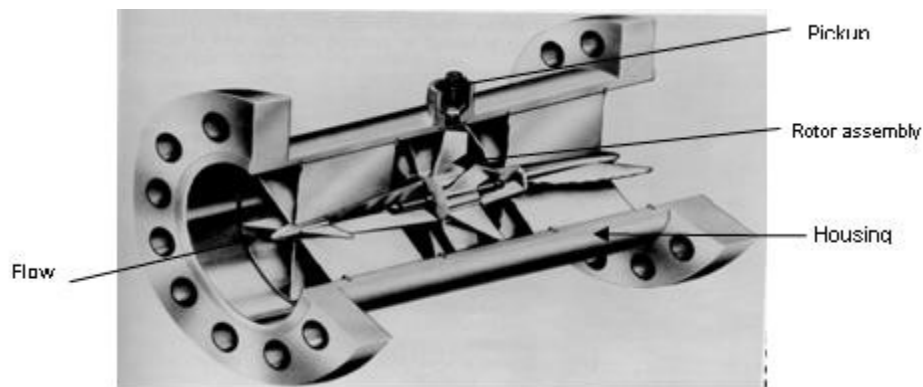
Kun mitataan signaalin kulkema aika, niin saadaan selville virtausnopeus. Tilavuusvirtaus voidaan laskea virtausnopeuden ja putken halkaisijan avulla. Virtaavan veden ominaisuudet eivät vaikuta mittaustulokseen, kun käytetään kulkuajakaeroon perustuvia ultraäänivirtausantureita. Virtausantureissa ei ole mitään osia, jotka voisivat kulua, liikkua, tai aiheuttaa painehäviöitä. Huono puoli on se, että mittauksen tarkkuus ei ole kovin suuri pienien taajusaikaerojen vuoksi. Jotta mittauksesta saataisiin tarkempi, on käytössä pitempiä mittausteitä, jolla kulkuajakaeroa on saatu kasvatettua. Isommilla mittareilla käytetään useampia ultraäänikelloja, jotka mittaavat koko virtausprofiilin. (Kaukolämmön käsikirja)



Kuva 11 Ultraäänivirtausanturin toiminta yksinkertaistettuna (Keyence www-sivut, 2021)

Mekaaniset virtausanturit ovat vanhimpia kaukolämmön virtausantureita. Mekaanisia virtausantureita on kahdentyyppisiä: siipipyörämittarit ja turbiinimittarit. Siipipyörämittareiden siivet ovat suorat ja turbiinimittareiden siivet käyrät. Pyöriväsiipisten mittareiden laakerit ovat lähes kitkattomia, jotta se ei vaikuttaisi mittaustulokseen. Rootori asennetaan virtauksen suuntaisesti tai vaihtoehtoisesti virtausta vastaan. Virtausnopeus on verrannollinen siipipyörän pyörimisnopeuteen, minkä ansiota

virtausnopeus voidaan mitata helposti. Mekaanisissa virtausantureissa on laskin, joka saa mekaanisesti tai sähköisesti pulssimuotoisen lämpömäärän roottorilta. Siipipyörimittareiden toiminta perustuu mittauskammiossa olevaan siipipyörään. Näitä mittareita on yksi- ja monisuihkuisia. Turbiinimittareiden toiminta perustuu sen sijaan roottoriin, joka on asennettu virtauksen suuntaisesti. Mekaaniset mittarit eivät kuitenkaan sovellu kaikäntyyppisiin sovelluksiin, sillä virtausnopeus, painehäviö, käyttöpain ja käyttölämpötila aiheuttavat niille tiettyjä rajoituksia. (Kaukolämmön käsikirja)



Kuva 12 Eräänlainen turbiinimittari. (Instrumentationtoolbox www-sivut, 2021)

Magneettiset mittarit, ultraäänimittarit ja mekaaniset mittarit ovat yleisimpiä mutta myös muunlaisia virtausmittareita on käytössä. Esimerkiksi fluidistorimittauksia, jotka käyttävät Coanda-ilmiötä käytetään. Toinen harvinaisempi mittarityyppi on Vortex-mittari, joka rekisteröi pyörrevanojen irtoamistaajuutta. Käytössä on myös pitotputkia, laippa-, suutin- sekä venturiputkimittauksia, jotka on varustettu paine-erolähettimellä. (Kaukolämmön käsikirja)



Kuva 13 Vortex-mittari (Proflowusa www-sivut, 2021)

Virtausanturia valittaessa tulee ottaa huomioon useita asioita, jotta voidaan kohteeseen parhaiten soveltuva virtausanturityyppi. Luonnollisesti pyritään aina siihen, että anturin antamat mittaustulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja ja anturin elinikä olisi pitkä. Ensinnäkin asennussijainnilla on merkitystä siten, onko anturille paikka jossain putken ylä- tai alaosassa, pitkällä suorilla vai jossain mutkaisemmalla osuudella. Myös asennuspaikan koko on otettava huomioon, sillä jotkut anturityypit tarvitsevat enemmän tilaa. Erilaiset olosuhteet esimerkiksi värinät, paine ja lämpötila vaikuttavat merkittävästi anturin valintaan. Myös paine ja virtausnopeus tulee ottaa huomioon mittaria valittaessa. Esimerkiksi mekaaniset anturit eivät sovellu hyvin mataliin virtausnopeuksiin epälineaarisuuden vuoksi. Tämän takia mekaanisten antureiden käyttö on nykyään vähenemässä. Veden ominaisuudet vaikuttavat myös anturin valintaan. Esimerkiksi jos veden johtokyky ei ole riittävä, joudutaan veteen lisäämään suolaa, mikä ei välttämättä ole toimiva ratkaisu tietyntylaisissa sovelluksissa. Virtausmittarin on tietysti myös oltava yhteensopiva valitun energiamittarin kanssa.

6.5.4 Lämpötilan mittaust

Lämpötilan mittaukseen on saatavilla erilaisia vaihtoehtoja, mutta yleisin vaihtoehto on Pt-anturi. Pt anturi on tehty platinasta. Platinan ollessa metalli, jonka sähköinen vastus muuttuu lineaarisesti lämpötilan muutoksen kanssa, se soveltuu hyvin Pt-anturin käyttöön. Käytetyin Pt-anturi on Pt100. Nimi tulee platinasta ja siitä, että vastus on 100 ohmia nollan asteen lämpötilassa. Vastus muuttuu lämpötilan mukaan. Kun lämpötila suurenee, vastus nousee, ja toisinpäin. Vastus muuttuu noin 0,39 ohmia per Celsiusaste. Pt100 anturi soveltuu käytettäväksi -200 °C - 550 °C alueella eli anturi soveltuu hyvin monenlaisiin kohteisiin. (Säätö www-sivut, 2021)

Pt100 antureita on saatavilla kaksi-, kolmi- ja nelijohdinkytkentäisinä. Kaksijohdekytkennässä vastuksen molemmista päistä lähtee yksi johtoa. Kolmijohdinkytkennässä toisesta päästä lähtee kaksi johtoa ja toisesta päästä yksi. Nelijohdinkytkennässä molemmista päistä lähtee kaksi johtoa. Kaksijohdinkytkennällä on suurin johtimien virhevastus, mikä voi kuitenkin olla hyväksyttävä lyhyillä johdonpituuksilla. Kolmi- ja nelijohdinkytkennöillä virhevastusta voidaan pienentää. On myös mahdollista käyttää kahta Pt100 anturia yhdessä anturisauvassa, mikä parantaa mittausvarmuutta. (Säätö www-sivut, 2021)

Jos mitattavan nesteen lämpötila on yli 500 °C niin Pt100 anturia ei voida käyttää enää vaan tulee ottaa käyttöön termoparia eli termoelementtiä. Termoelementin toimintatapa on melko lähellä muutokseen perustuvan Pt100 anturin toimintatapaa. Termoelementti koostuu kahdesta eri metallista valmistetusta langasta, jotka on hitsattu toisesta päästä yhteen. Lämpötila saadaan mittaamalla millivoltti jännite lankojen toisesta päästä eli vertailupisteestä. Termoelementtejä valmistetaan eri materiaaleista ja termoelementit nimetään materiaalin mukaan. Yleisimmät tyypit ovat K, S ja B. Yleisin on K-termoelementti ja sen mittaalue on noin -200 °C – 1100 °C. S-termoelementtien mittaalue on 600 °C – 1600 °C ja B-termoelementtien 600 °C – 1800 °C. Termoelementtien tarkkuus ei kuitenkaan ole yhtä hyvä kuin Pt-antureilla. (Säätö www-sivut, 2021)

7 YHTEENVETO

Vanhentuvan teknologian käyttö tärkeissä kohteissa ei ole suotavaa, minkä takia oli järkevää modernisoida kyseinen kaukolämmön liitäntäasema. Järjestelmän modernisoinnin ja logiikan vaihdon ansiosta varaosien saanti on taas taattu ja järjestelmän luotettavuus paremmalla tasolla. Lisäksi tietoturva on nyt paremmalla tasolla uusien päivitetyn järjestelmän ansiosta. Myös mahdollisten muutosten tekeminen järjestelmään on nyt paljon helpompaa. S7-1500 logiikka on nykypäivään soveltuva ja sitä ei todennäköisesti tarvitse päivittää uudempaan vielä pitkään aikaan.

Opinnäytetyön aloittaminen oli melko haastavaa, sillä en ole varsinaisesti tämänkaltaista sähkösuunnittelua ennen tehnyt. Kuitenkin kun projekti lähti etenemään, niin suunnittelu muuttui helpommaksi jatkuvasti. Sähkösuunnitelma onnistui mielestäni melko hyvin. Punakyniä tuli tietysti jonkun verran mutta suurempia virheitä ei suunnitelmissa ollut. Sain Sermatechilta hyvät puitteet ja paljon tukea työn tekemiseen, joka mahdollisti työn valmistumisen. Sain myös todella hyvän mahdollisuuden päästä mukaan keskuksen asentamiseen, vaikka minulla ei ole sähköasennuksista juurikaan kokemusta. Saman keskuksen suunnittelu ja rakentaminen oli hyödyllinen kokemus, sillä sen avulla pystyy arvioimaan yhä paremmin tulevia suunnitelmia suunnittelijan ja asentajien näkökulmasta. Koen että koko projektin aikana opin valtavasti ja pystyn tulevaisuudessa työskentelemään paljon itsenäisemmin ja aina monimutkaisempien projektien parissa.

Myös opinnäytetyön kirjoitusvaiheessa oli omat haasteensa. Suoritin asepalvelukseni opinnäytetyön ollessa kesken, mikä viivästytti opinnäytetyön valmistumista. Olen kuitenkin tyytyväinen lopputulokseen ja tästä on hyvä jatkaa työelämään ja oppia lisää automaatiosta.

LÄHTEET

Sermatech www-sivut. Viitattu 21.4.2020

<https://www.sermatech.fi/>

Loimua www-sivut. Viitattu 22.4.2020

<https://www.loimua.fi/>

EPLAN www-sivut. Viitattu 27.4.2020

<https://www.eplan.fi/>

Machinedesign www-sivu. Viitattu 15.6.2020

<https://www.machinedesign.com/learning-resources/engineering-essentials/article/21834250/engineering-essentials-what-is-a-programmable-logic-controller>

Kaukolämmön mittaus Suositus K13/2008

https://energia.fi/files/589/SuositusK13_2008_KL-mittaus.pdf

Kaukolämmön ABC Viitattu 5.10.2020

http://www2.energia.fi/Kaukolammon_ABC/#/article/3/page/1

Improving heat energy measurement in district heating substations
using an adaptive algorithm Viitattu 6.11.2020

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1003877/FULLTEXT01.pdf>

Energia.fi www-sivut Viitattu 19.1.2021

<https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/kaukolampoverkot>

Kaukolämmön käsikirja, Energiateollisuus ry, Lasse Koskelainen, Rauli Saarela,
Kari Sipilä Viitattu 22.1.2021

Fluidhandlingpro www-sivut Viitattu 16.3.2021

<https://fluidhandlingpro.com/technology-zones/fluid-flow-control-measurement/magnetic-flow-meter-basics/>

Keyence www-sivut Viitattu 16.3.2021

<https://www.keyence.com/ss/products/process/flowknowledge/types/ultrasonic.jsp>

Instrumentationtoolbox www-sivut Viitattu 17.3.2021

<https://www.instrumentationtoolbox.com/2012/12/introduction-to-turbine-flowmeters.html>

Proflowusa www-sivut Viitattu 17.3.2021

<https://proflowusa.com/product/vortex-flow-meter/>

What is Fieldbus? Processindustryforum Viitattu 7.4.2021

<https://www.processindustryforum.com/article/what-is-fieldbus>

Auma www-sivut Viitattu 13.4.2021

<https://www.auma.com/fi/tuotteet/tiedonsiirtojaerjestelmaet/industrial-ethernet/profinet/>

Siemens www-sivut Viitattu 22.4.2021

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1500.html>

Explore the world of piping, Werner Sölken Viitattu 22.4.2021

http://www.wermac.org/valves/valves_general.html

Sew Eurodrive www-sivut Viitattu 26.4.2021

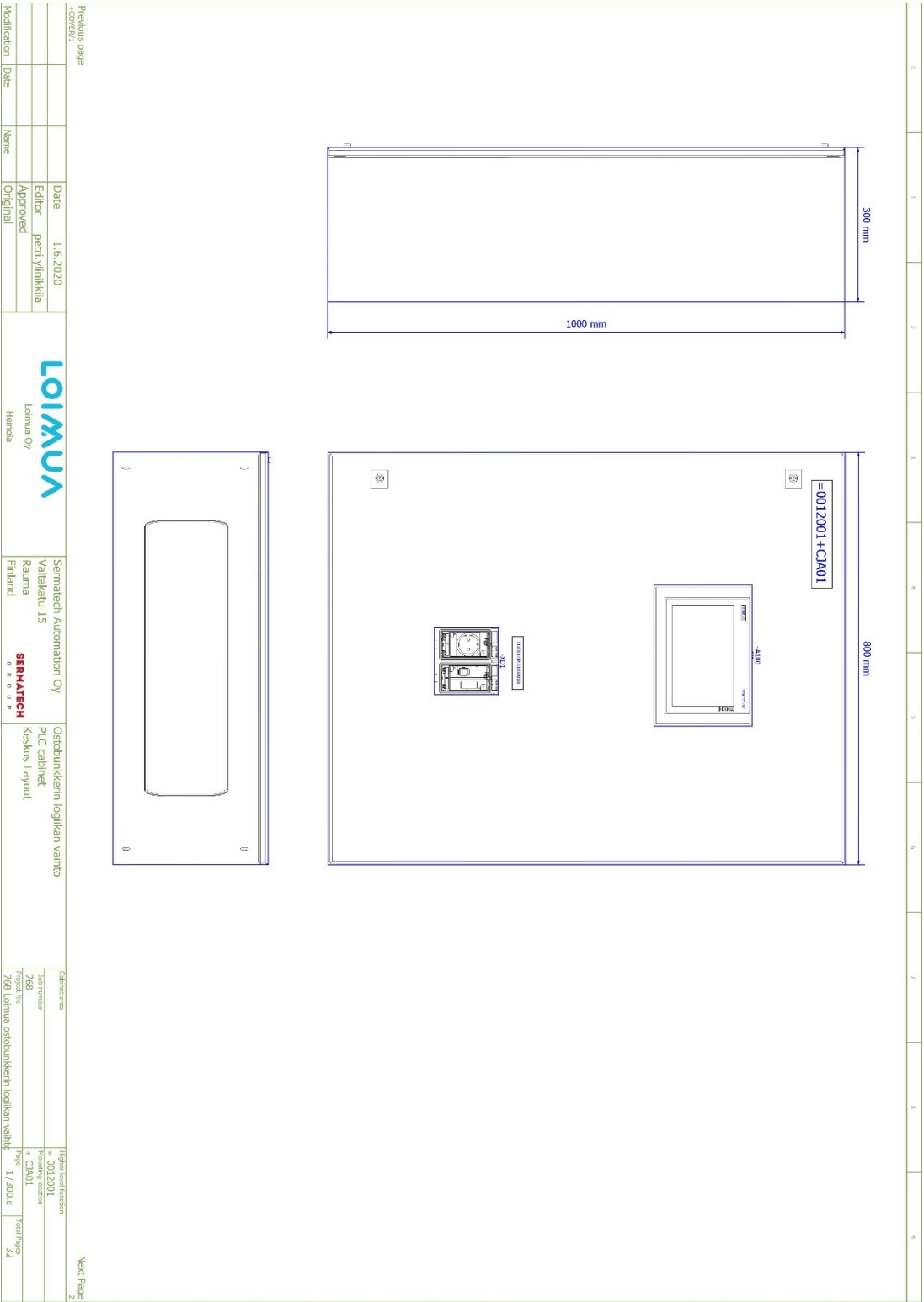
<https://www.sew-eurodrive.de/products/motors/electric%20motors.html>

Säätö www-sivut Viitattu 11.5.2021

<https://saato.fi/tekniset-artikkelit/lampotilan-mittaus/>

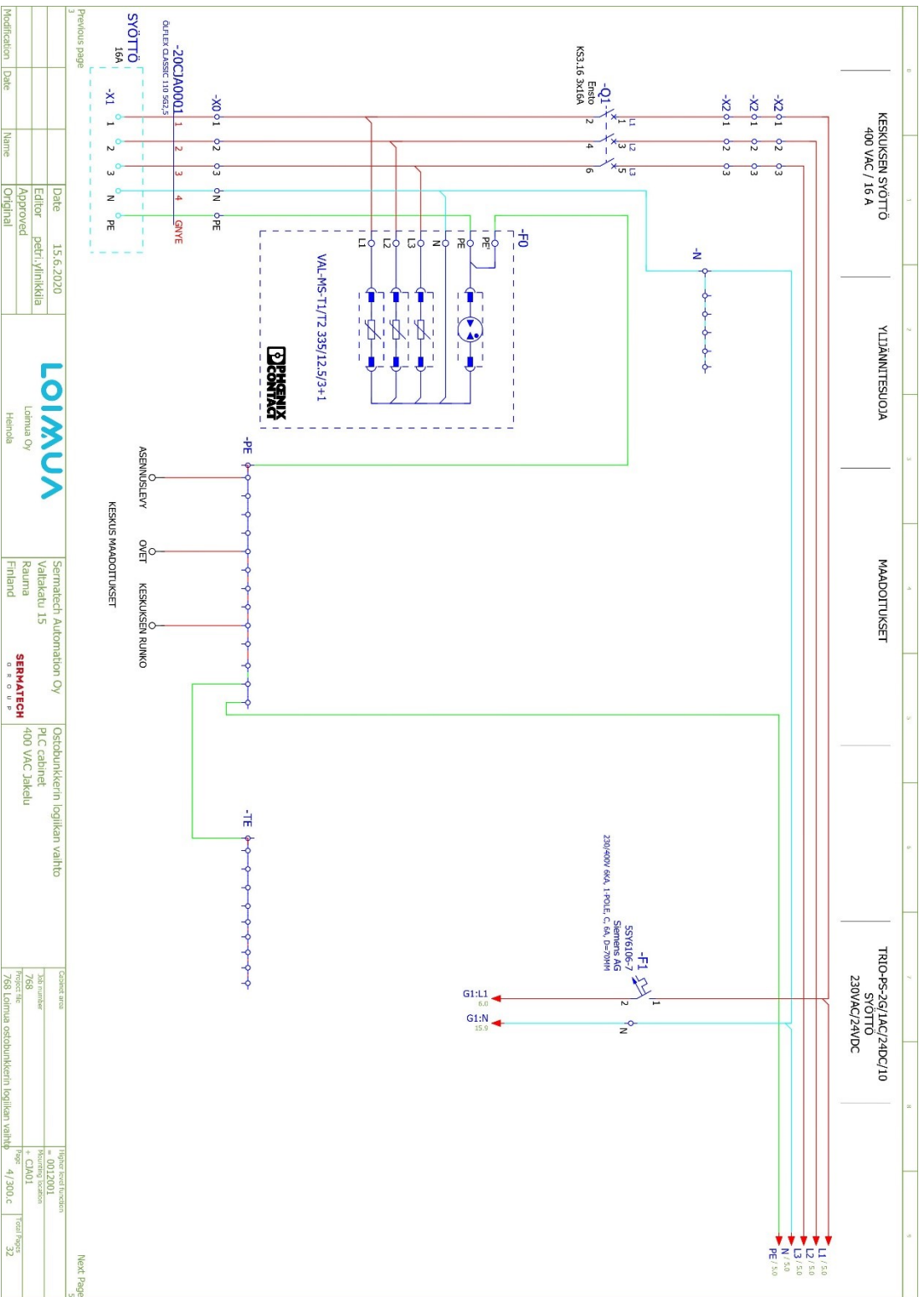
LIITE LUETTELO

- LIITE 1 Profinet kaavio
- LIITE 2 Keskuksen ulkopuolen layout
- LIITE 3 Keskuksen layout
- LIITE 4 Keskuksen layout (olennaiset komponentit suurennettuna)
- LIITE 5 400 VAC jakelu
- LIITE 6 400 VAC jakelu
- LIITE 7 UPS 24VDC sisäinen jakelu
- LIITE 8 UPS 24VDC sisäinen jakelu
- LIITE 9 UPS 24VDC sisäinen jakelu
- LIITE 10 UPS 24VDC sisäinen jakelu
- LIITE 11 UPS 24VDC sisäinen jakelu
- LIITE 12 Menoputken moottoriventtiilin kytkentä
- LIITE 13 Paluuputken moottoriventtiilin kytkentä
- LIITE 14 Sivuvirtapumpun kytkentä
- LIITE 15 Vuotovahdin kytkentä
- LIITE 16 Logiikan digitaalitulot
- LIITE 17 Logiikan digitaaliähdöt
- LIITE 18 Logiikan digitaaliähdöt
- LIITE 19 Logiikan analogiatulot
- LIITE 20 Logiikan analogiatulot
- LIITE 21 Logiikan digitaalitulot yleiskatsaus
- LIITE 22 Logiikan digitaaliähdöt yleiskatsaus
- LIITE 23 Logiikan analogiatulot yleiskatsaus
- LIITE 24 PLC Kokoonpano



Previous page --COVER/1	Date	1.6.2020	Editor	petri.yirikki	 Lomua Oy Helsinki	Sematech Automation Oy Valtakatu 15 Rauma Finland	Ostobunkkerin lojilijan vaihto PLC cabinet Keskus layout	Client area	Project code	0012001	Project name	0012001 + CJA01	Page	1/300.c	Total pages	32
	Date		Approved	Original												

Next Page
2

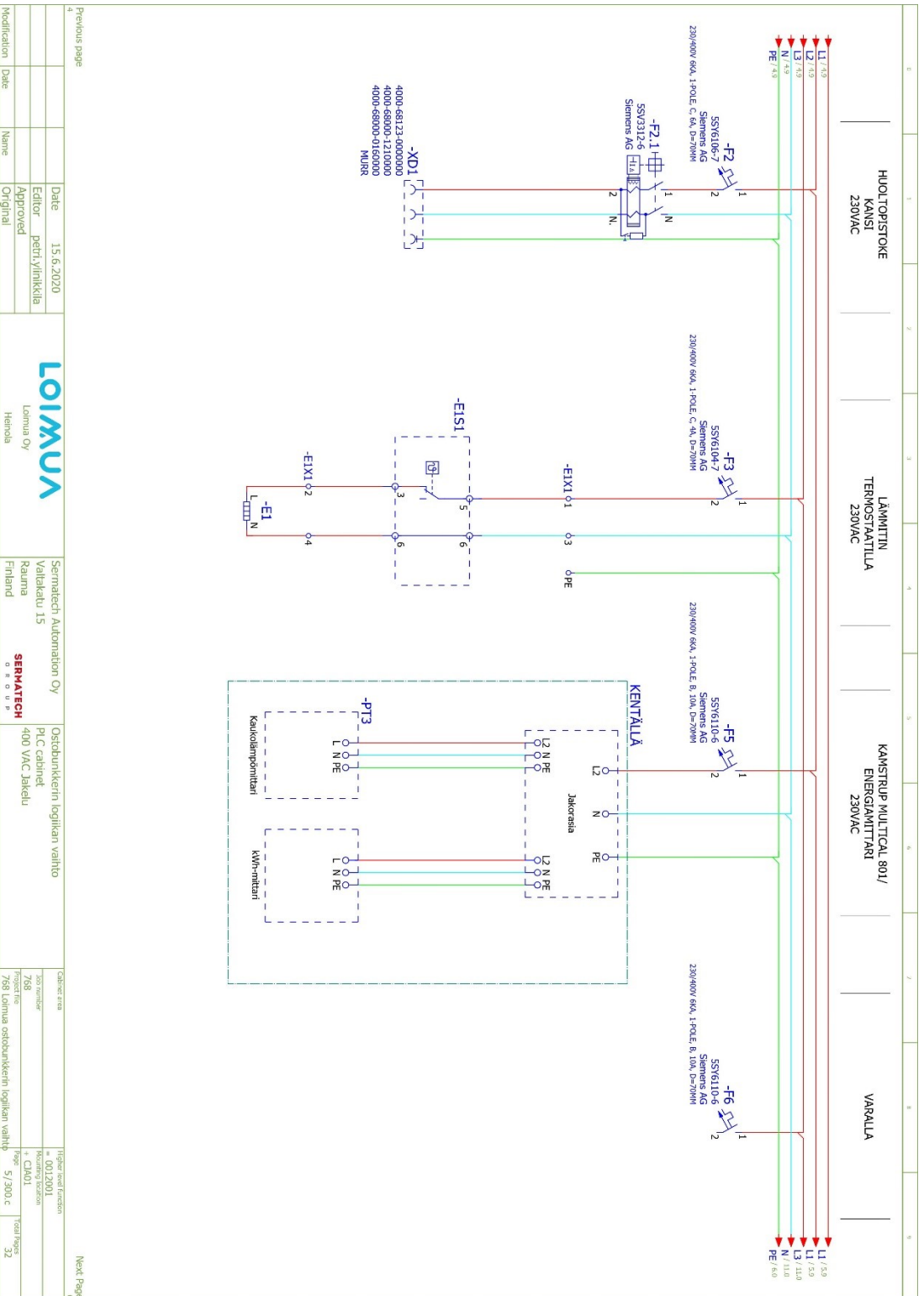


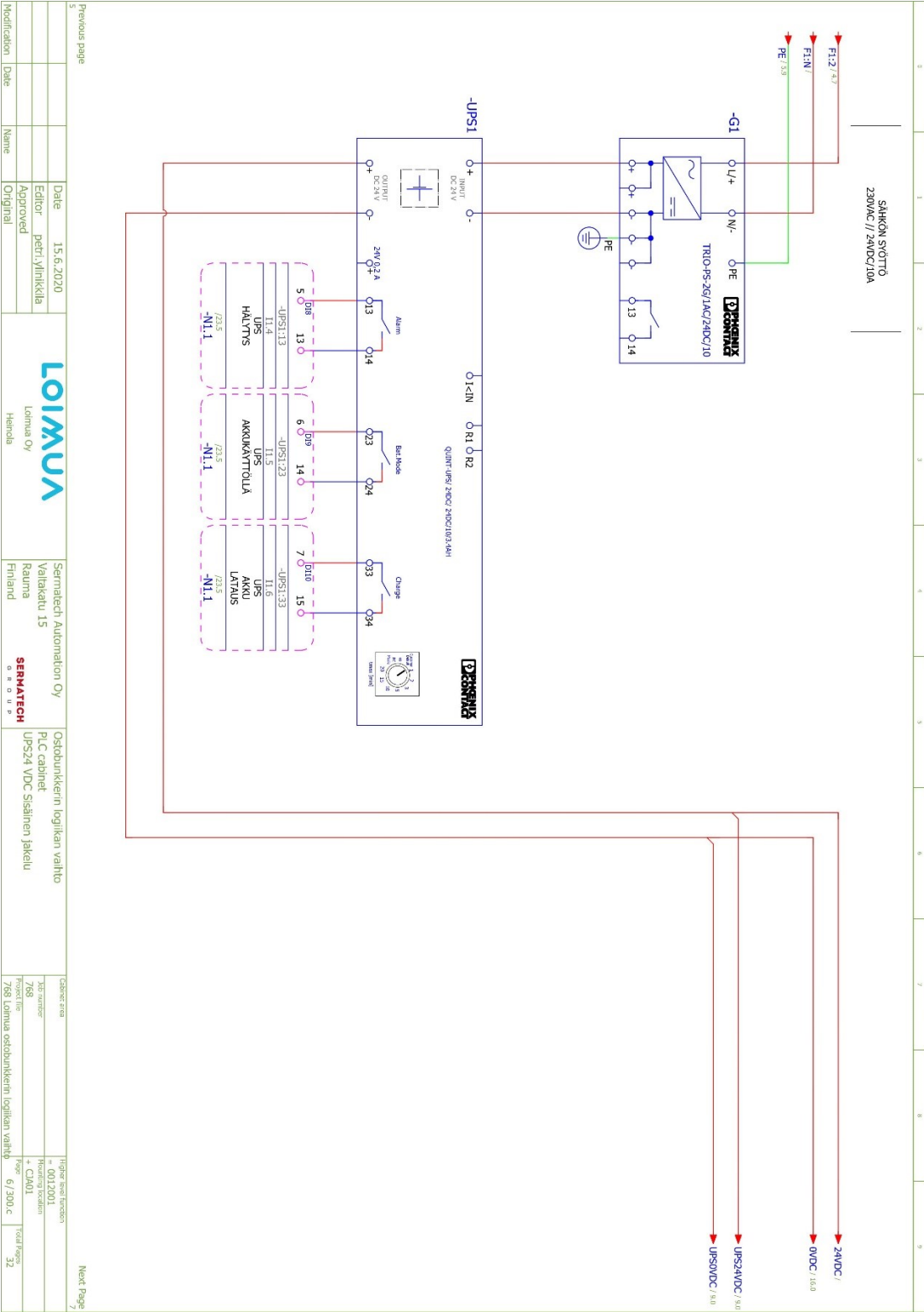
Previous page

Next Page

Modification	Date	Editor	Approved	Name	Original
	15.6.2020	petri.yliskilla			

		Sermatech Automation Oy Valialkatu 15 Rauma Finland		Osto- ja myyntipalvelut 400 VAC Jakelu	
Date: 15.6.2020		Editor: petri.yliskilla		Project: 758	
Approved:		Original:		Page: 4 / 300.c	
Name:		Original:		Total Pages: 32	



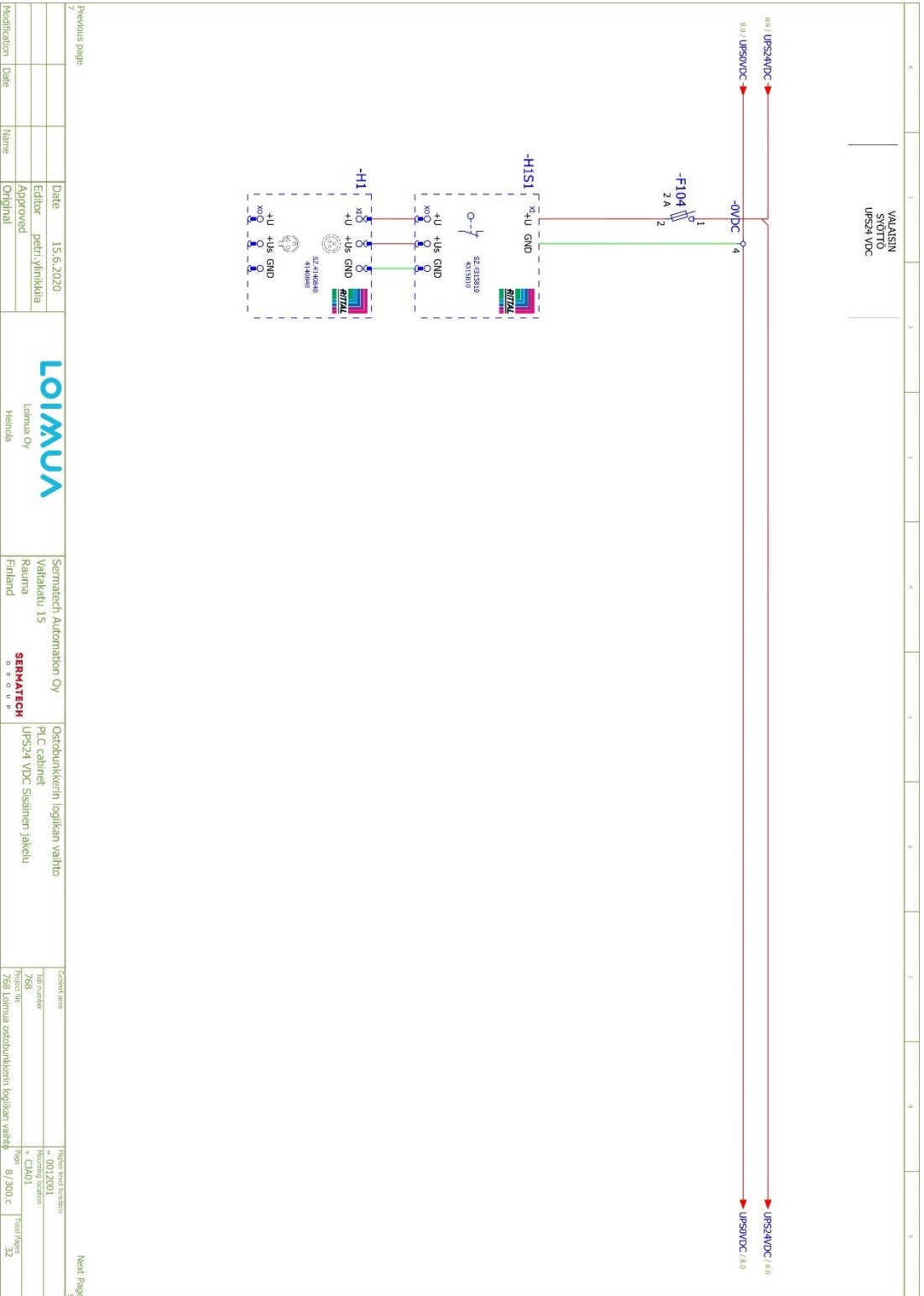


Modification	Date	Name	Original
5	15.6.2020	periti,yllinkkila	
<p>Previous page</p> <p style="text-align: center;">LOIMIVA Loimiva Oy Helsinki</p> <p style="text-align: right;">SERMATECH S e r m a t e c h</p>			
	Date	15.6.2020	
	Editor	periti,yllinkkila	
	Approved		
	Date		
	Name		
	Date	15.6.2020	
	Editor	periti,yllinkkila	
	Approved		
	Date		
	Name		
<p>Sermatech Automation Oy Valtakatu 15 Rauma Finland</p> <p>SERMATECH S e r m a t e c h</p>			
<p>Osoituskentän lojitilan vaihto P.L. cabinet UPS24 VDC Sisäinen jakelu</p>			
<p>Change area 135 number 768 Project file 768 Loimiva osoituskentän lojitilan vaihto</p>			
<p>Highway swap function = 0012001 Name of the object = CP001 Date 6 / 2001.c Total pages 32</p>			

Next Page
7



Previous page	Date	15.6.2020			Sermatec Automation Oy	Ostobunkkerin logiikan vaihto	Customer area	Project name	798 Lohmua ostobunkkerin logiikan vaihto	Page	7 / 300 c	Total pages	32
	Editor	petri.ylilinkkila			Valkatu 15	Rauna Finland	PLC cabinet	UPS24 VDC Sähään jakelu	798	798 Lohmua ostobunkkerin logiikan vaihto	7 / 300 c	32	
	Approved												
Modification	Date		Original										



Previous page	7									
		Date	15.6.2020							
		Editor	petri.yliskkila							
		Approved								
Modification	Date	Name	Original							



LOIWAU
Lohua Oy
Helsinki

Sermatech Automation Oy
Valtakatu 15
Rauma
Finland



SERMATECH
O R O U P

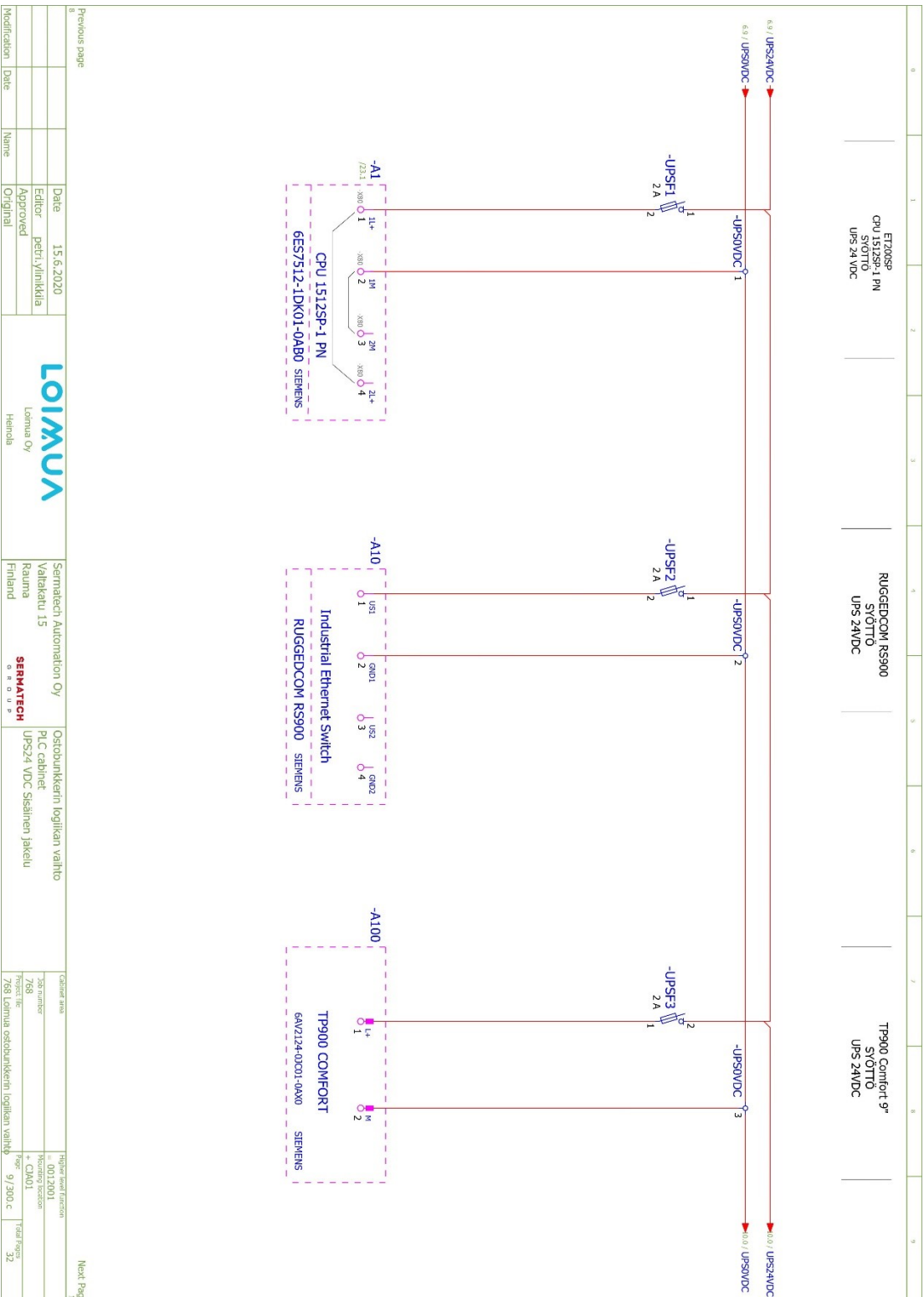
Ostobunkkerin lojilkan vaihto
P/C cabinet
UPS24 VDC Sisäinen jakelu

Docent area
DST number
758
Project title
758 Lohua ostobunkkerin lojilkan vaihto

Figure code function
* 0012001
* 02401
Page / 300.c

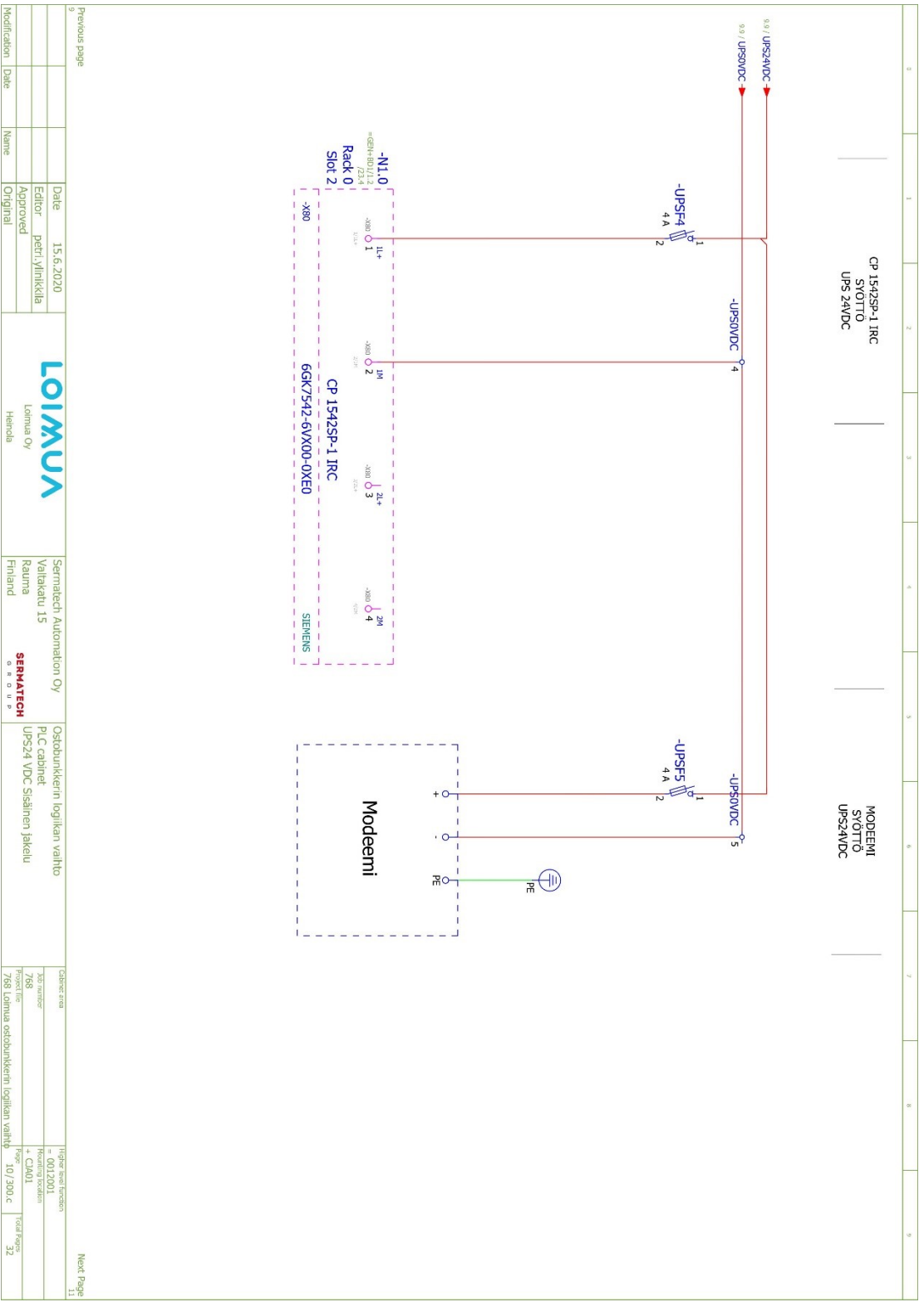
Total pages
32

Next Page



Previous page	Date	15.5.2020			Sermatech Automation Oy	Osoituskäsitin lojilkan vaihto	Customer name	High power fraction
	Editor	petri.ylilinkkila			Valitkatu 15	PLC cabinet	768	768
	Approved		Rauna	UPS24 VDC Sisäinen jakelu	768	768	768	768
	Original		Finland		768	768	768	768
Modification	Date	Name						

LIITE 11

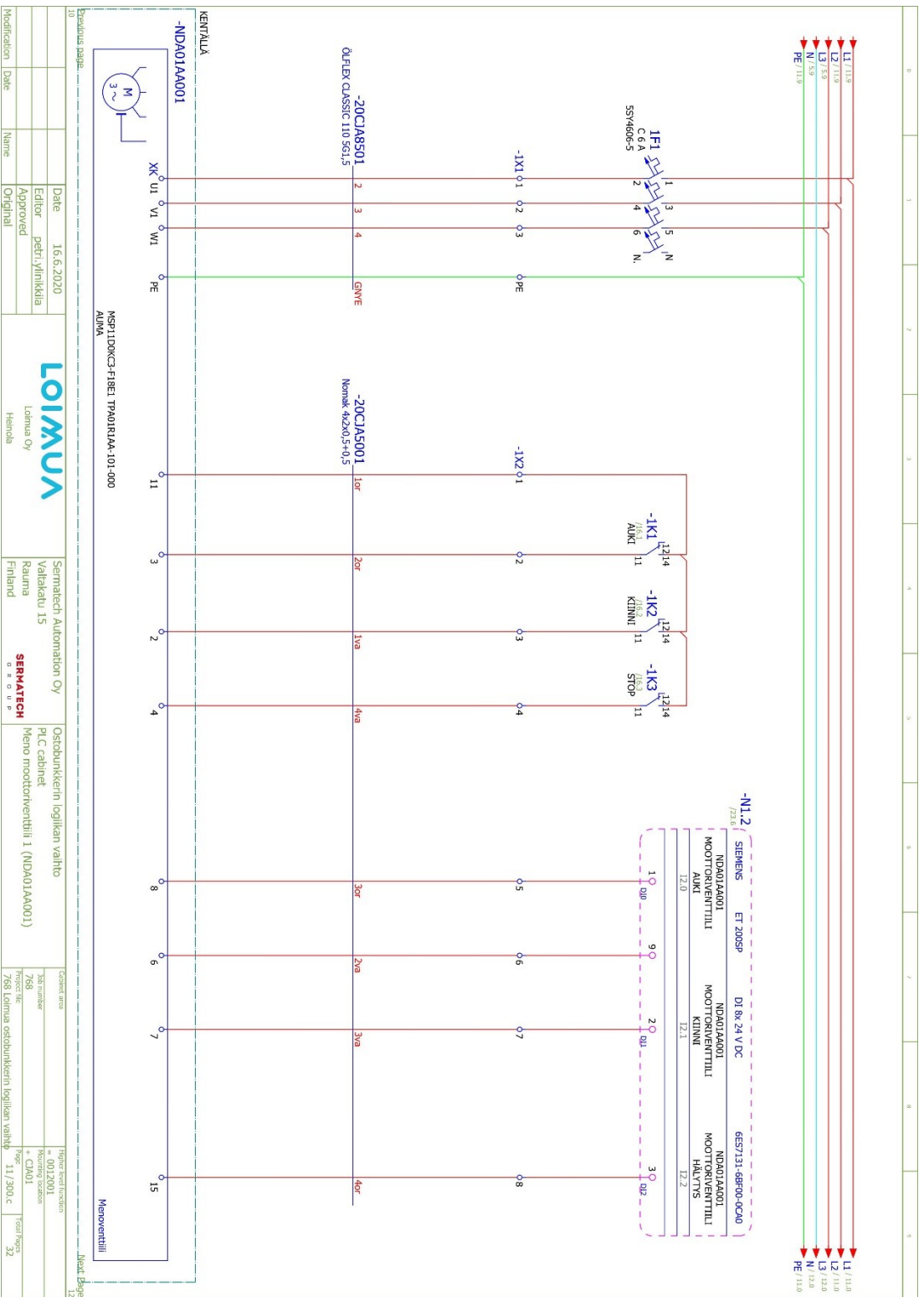


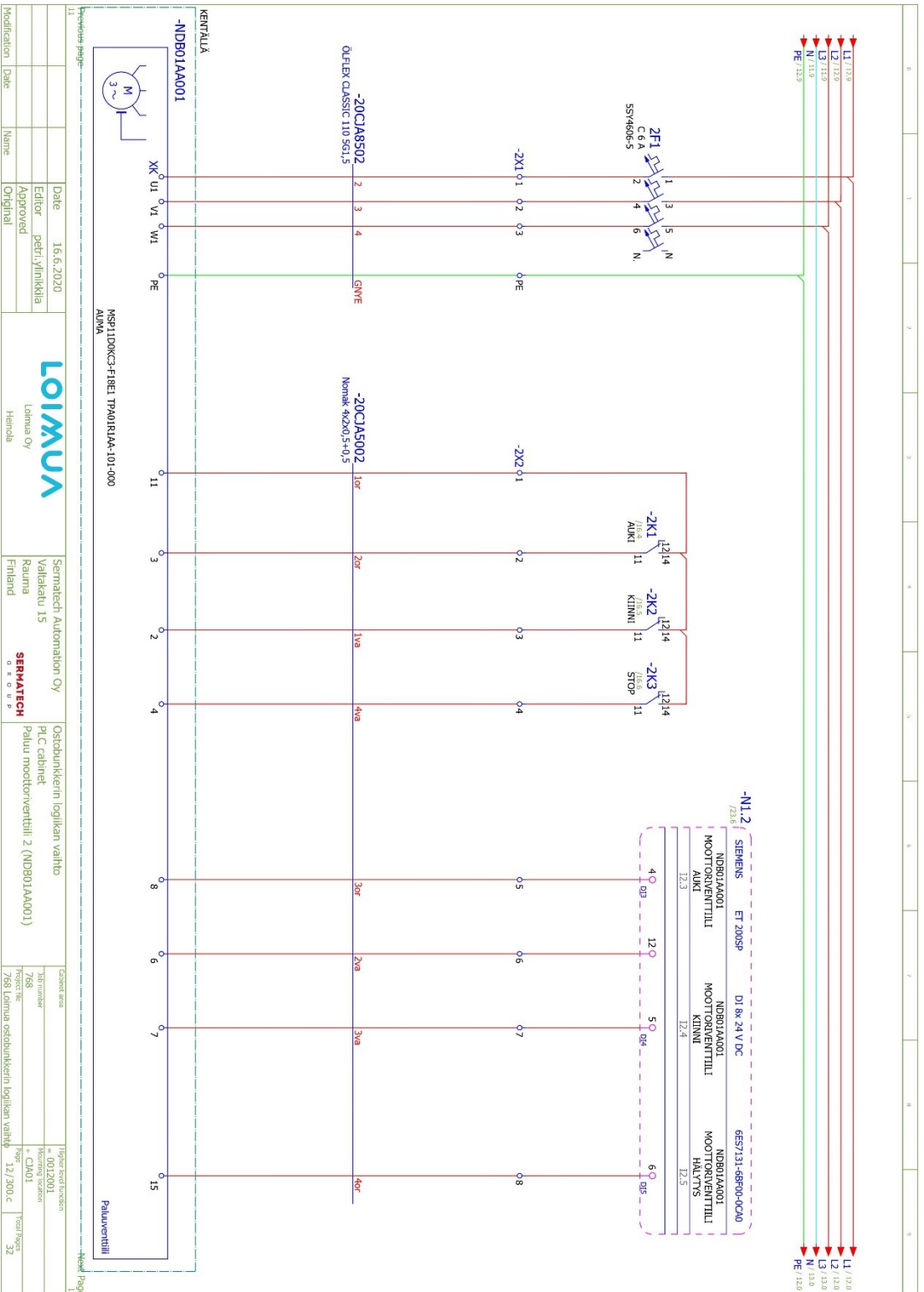
Previous page

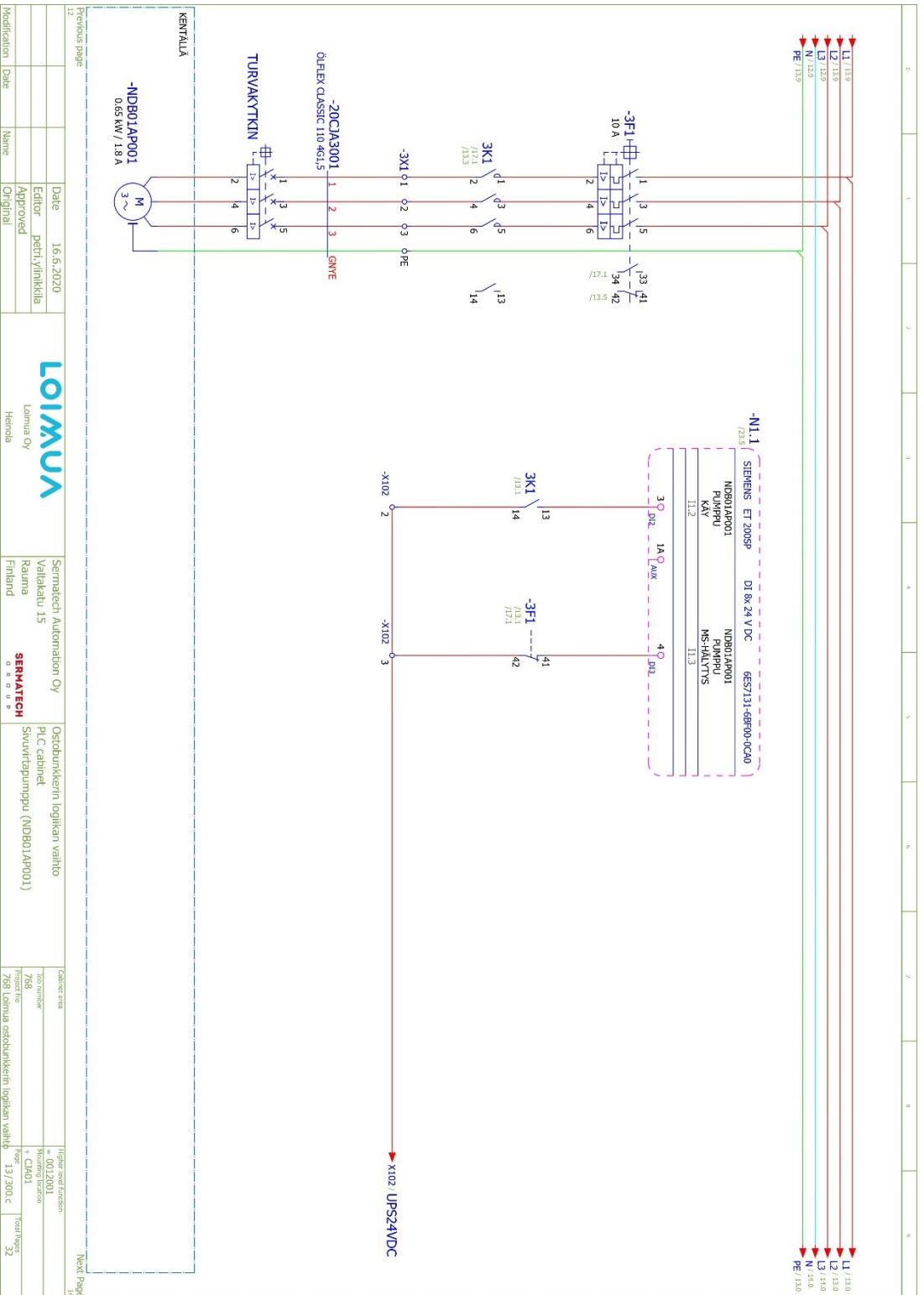
9	Date	15.6.2020	Editor	petri.ylilikkila	Approved	Original	Name	
				LOIUVU		Lohiava Oy Helsinki		Sermatech Automation Oy Valtakatu 15 Rautana Finland
				SERMATECH		o n o u p		OSuobunkeim lojilken vaihto P.L.C cabinet UPS24 VDC Sisäinen jakelu
Modification	Date		Name					

Next Page

Client ref	768	Project name	768 Lohiava osuobunkeim lojilken vaihto
Project no	4	Project file	768 Lohiava osuobunkeim lojilken vaihto
Project date	0012001	Project location	
Project code	CP01	Project type	10/300.c
Project name		Project no	32

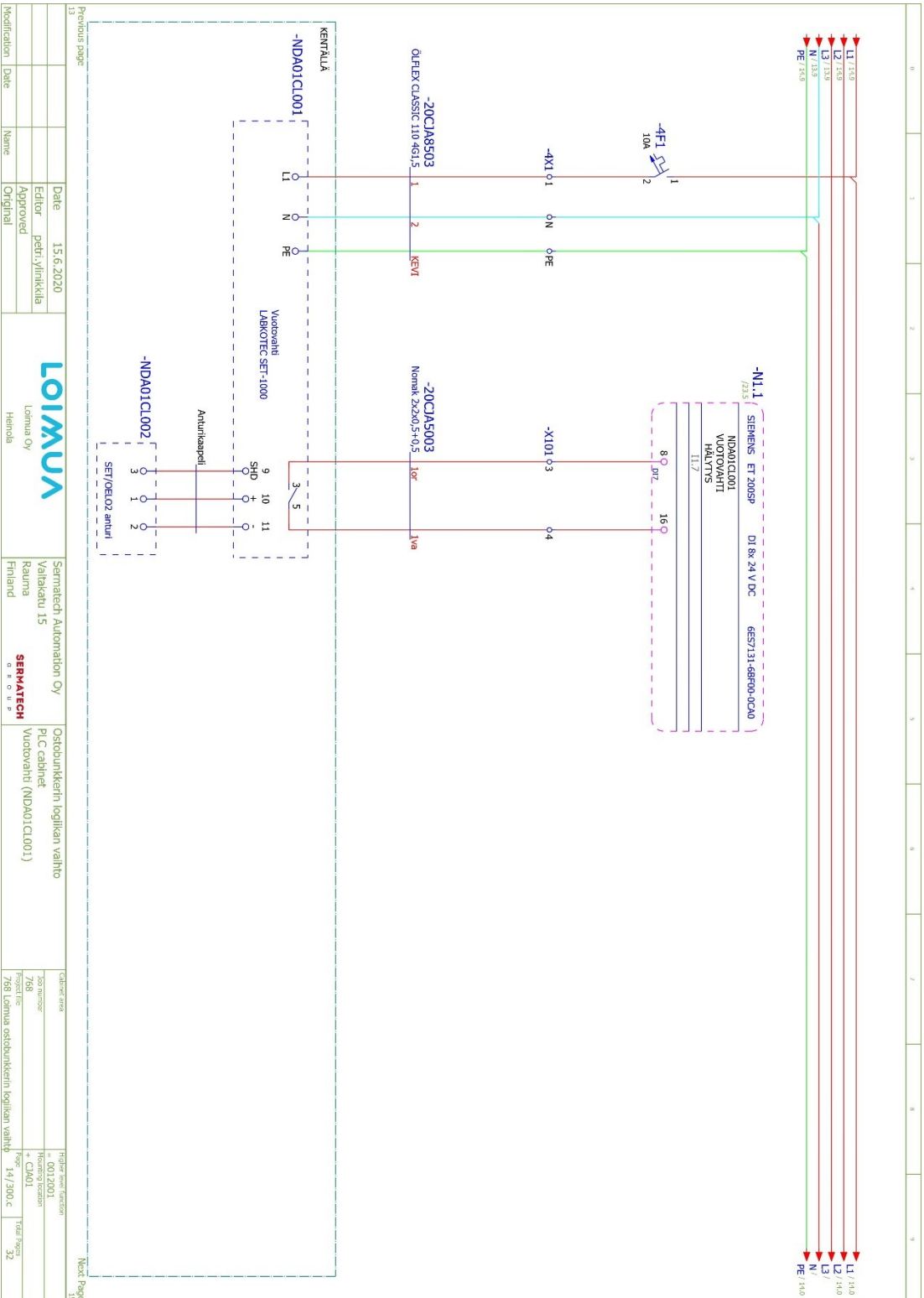






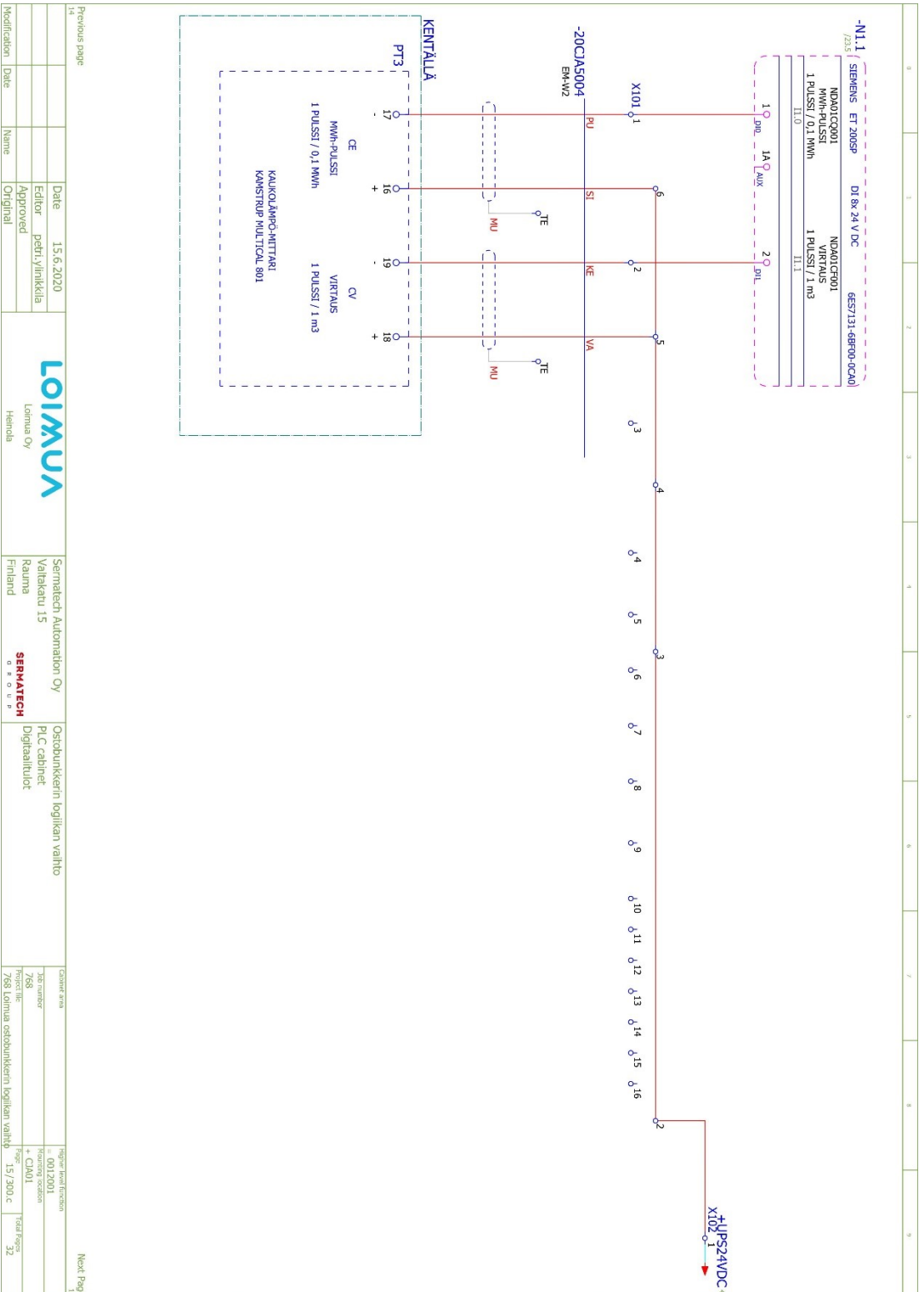
Previous page	Date	15.6.2020			Sermatech Automation Oy	Ostobunkkerin lojilijan vaihto	Cabinet area	Higher level function
	Editor	petri.yirikkinla			Vallakatu 15	PLC cabinet	788	01/2014
	Approved		Rauma	Sivuritarpanoppu (NDB01AP001)	788	01/2014	01/2014	
	Original		Helsinki		788	01/2014	01/2014	
Modification	Date	Name			788	01/2014	01/2014	

LIITE 15

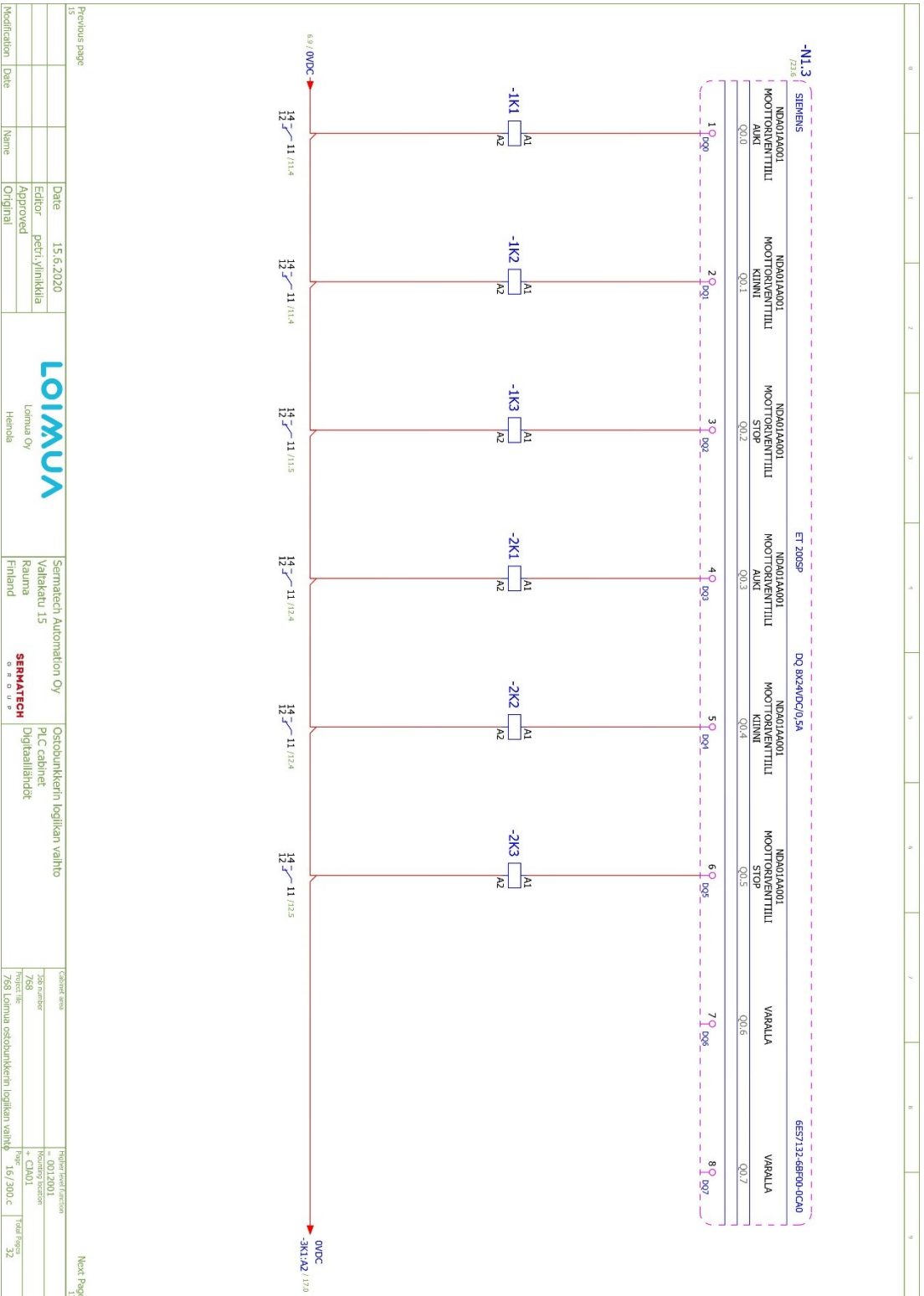


Previous page	13	Date	15.6.2020	Editor	petri.ylilikkila	Approved	
Modification		Date		Name	Original		
LOIMUVA			Sermatech Automation Oy	Ostodunkeytrin logiikan vaihto			Order area
LOIMUVA			Valitakuu 15	P/C cabinet			120 number
LOIMUVA			Rauna Finland	Vuotovaihti (NDA01CL001)			798 Project file
LOIMUVA			SERMATECH GROUP	Vuotovaihti (NDA01CL001)			Product version = CDA01 Page 14 / 300.c Total pages 32
LOIMUVA			798 Loimuva ostodunkeytrin logiikan vaihto				Next page 15

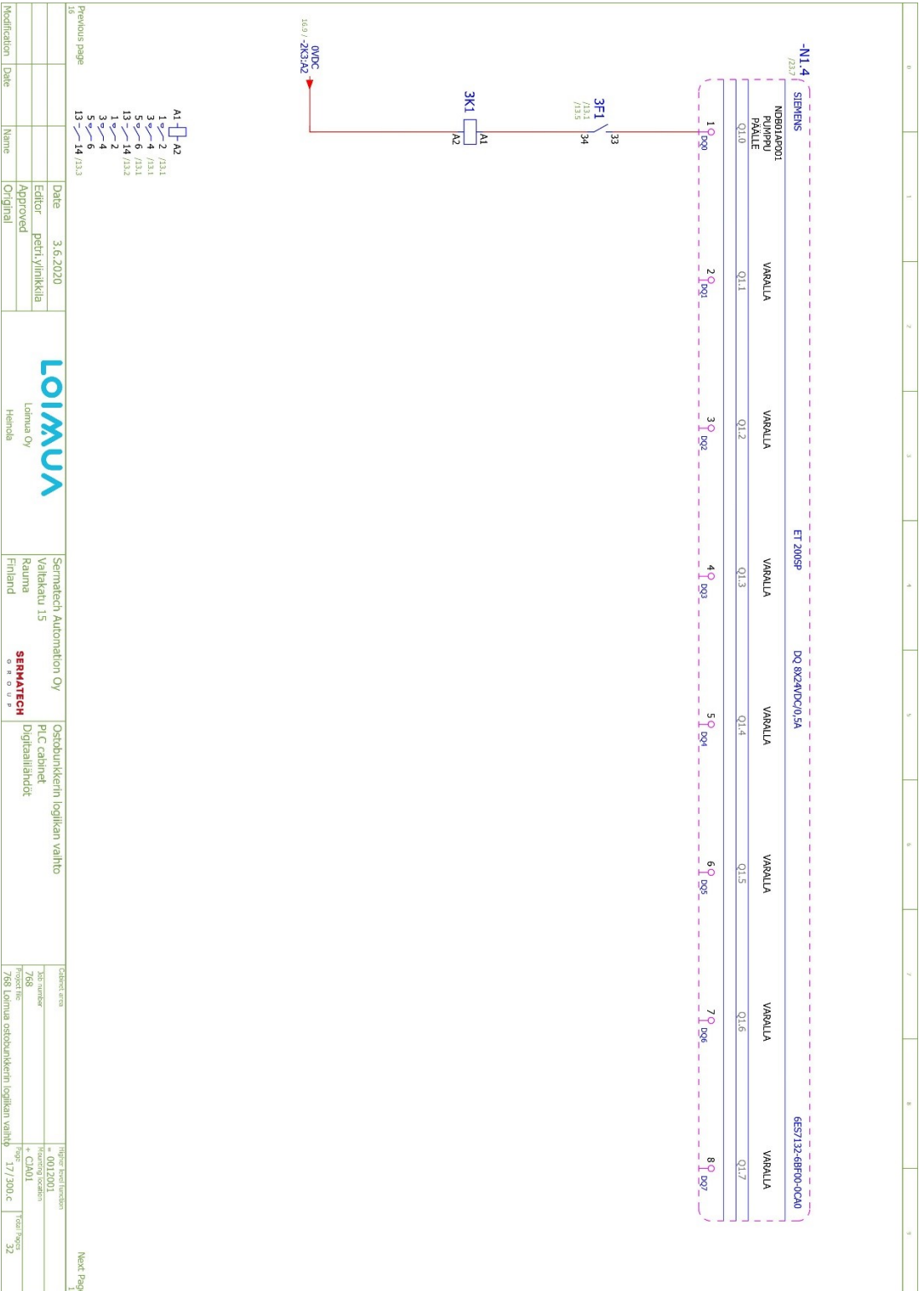
LIITE 16



14	Previous page	Date	15.6.2020	Editor	pehti.ylinnikkila	 Lohjua Oy Helsinki		Sermatech Automation Oy	Valkokatu 15	Rauma	Finland	 s e r m a t e c h	Osohunkkeim logiikan vaihto	PLC cabinet Digitaalilaitteet	Cabinet no DSP number Project file 768 768 LOIWAU osohunkkeim logiikan vaihto	Higher level function no. 0012001 Revision + C/A01	Total pages 32
		Date		Editor													
		Date		Editor													
		Date		Editor													



Previous page	15	Date	15.6.2020	Editor	petri.ylhinikka	Approved	Original			Sermatec Automation Oy	Valitkatu 15	Finland	RAUNU	SRMATECH	o r o u p	Ostobunkkerin lojilkan vaihto	P/C cabinet	Digitalilohdut	Cabinet area	768	768	Project file	768	768	Project file	16 / 300.c	Total pages	32
---------------	----	------	-----------	--------	-----------------	----------	----------	--	--	------------------------	--------------	---------	-------	----------	-----------	-------------------------------	-------------	----------------	--------------	-----	-----	--------------	-----	-----	--------------	------------	-------------	----

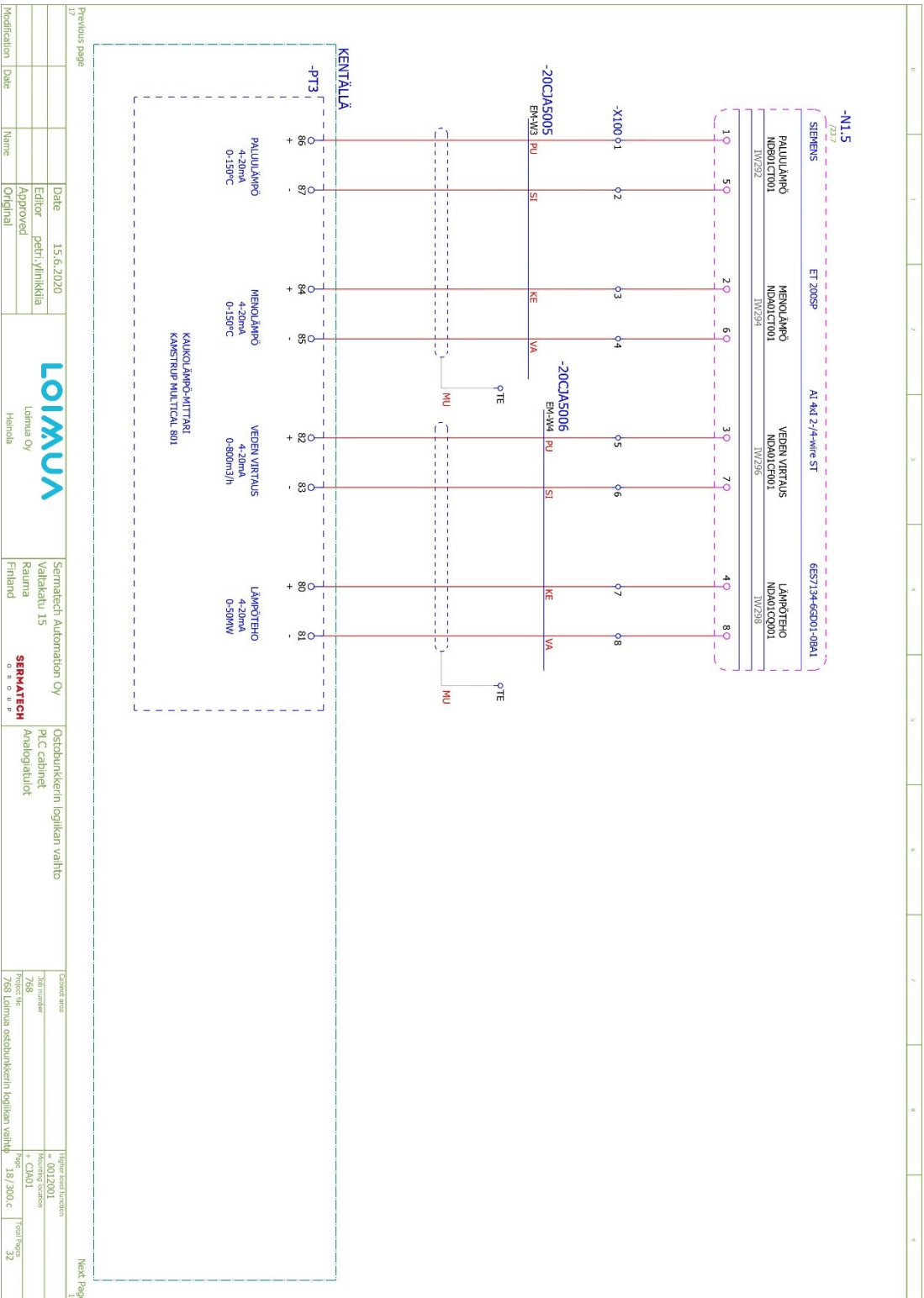


- A1 → A2
- 1 → 2 /13.1
- 3 → 4 /13.1
- 5 → 6 /13.1
- 13 → 14 /13.2
- 1 → 2
- 3 → 4
- 5 → 6
- 13 → 14 /13.3

Previous page

Next Page

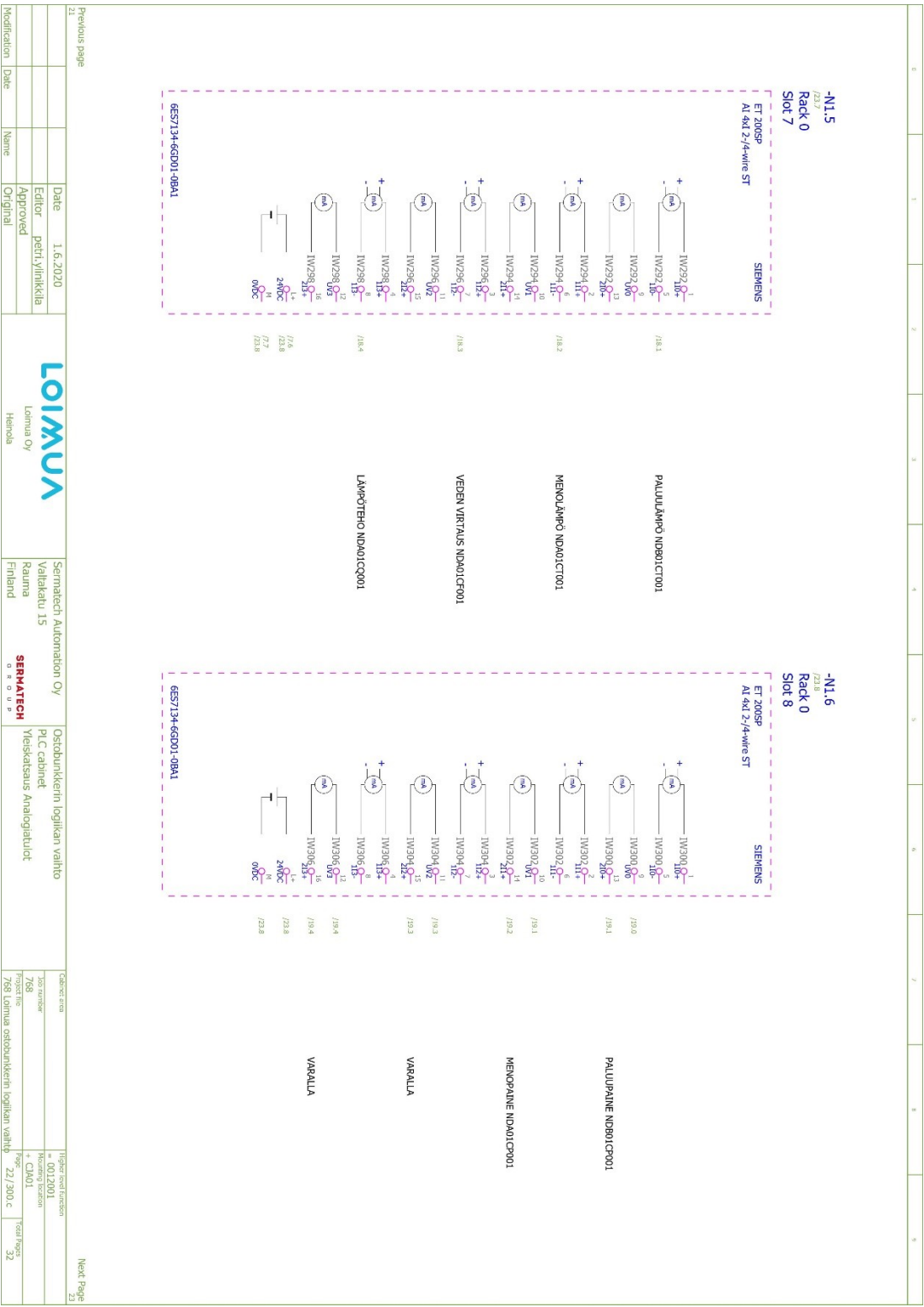
Modification	Date	Name	Date	Editor	Original	Approved
			3.6.2020	petri.ylilinkkia		
Lohma Oy Helsinki			Sermatech Automation Oy Valtakatu 15 Rauma Finland		SERMATECH o m o u p	
			Ostosuhkeiden lojilkan vaihto		P/C cabinet Digitaalilajitit	
			Client area		Project title	
			768		768	
			* 0012001		* 0012001	
			* 02001		* 02001	
			17 / 300.C		17 / 300.C	
			32		32	



Previous page

Next Page

Date	15.6.2020	Editor	petri.yliskilja	Approved	
Name		Original			
		Sermatech Automation Oy Valokatu 15 Rauma Finland		Osoitunkeinin lojilkan vaihto PLC cabinet Analogiset Analogiset	
SERMATECH a s o u t a		Project no 758		Project title 758 Loimua osoitunkeinin lojilkan vaihto	
Revision 1		Issue and function * 0012001 * 01401		Issue date 18 / 300.c	
Page 15		Total pages 32			



Previous page

Next Page

Modification	Date	Name	Original	Date	1.6.2020	Editor	petri.ylirikka	Approved	
21									

LOIMUVA	Sermatech Automation Oy	Ostobunkkerin lojilkan vaihto	Change area	10012001
Loimu Oy	Vallakatu 15	PLC cabinet	768	0012001
Helsinki	Rauma	Yleiskäsitelmä analogilaitteet	768	0012001
	Finland		768	0012001
			768	0012001

