



# jamk

## Sellutuotevaraston lämmityksen automaation modernisointi

Tiitus Laari

Opinnäytetyö, AMK

Maaliskuu 2023

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma (AMK)

Laari, Tiitus

## Sellutuotevaraston lämmityksen automaation modernisointi

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaliskuu 2023, 44 Sivua.

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

### Tiivistelmä

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli UPM Kymmene Oyj Kaukaan sellutehdas. Opinnäytetyössä suunnitellaan Kaukaan sellutehtaan tuotevaraston lämmitysjärjestelmän automaation modernisointi. Lämmitysjärjestelmä on toteutettu vanhalla Siemensin S5-logiikalla, joka on tarkoitus kääntää Valmet DNA:han. Tavoitteena on suunnitella komponenttivalinnat, valmiit sähköpiirustukset ja toimintakuvaukset ohjauksen luomiseksi.

Opinnäytetyössä esitellään vanhaa laitteistoa, tulevaa käytettävää laitteistoa ja käydään läpi tuotetut dokumentit. Työssä lähdettiin liikkeelle vanhan ohjausjärjestelmän toiminnan selvityksellä. Tehtaan tietokantaa tutkimalla ja toimeksiantajan haastatteluilla saatiin selvitettyä vanhan laitteiston toimintaa. Näiden pohjalta lähdettiin suunnittelemaan tarvittavia muutoksia piirikaavioihin. Laitteiston valinnassa otettiin huomioon vanhan laitteiston hyödyntäminen. Dokumenttien luonti, sekä sähköpiirustuksien korjaukset ja muutokset kuuluivat opinnäytetyöhön.

Lopputuloksena syntyivät valmiit dokumentit, joiden perusteella urakoitsija pystyy suorittamaan asennukset, sekä DNA-ohjelman tekijä valmistamaan lämmitysohjaus piirit. Pitkien tuotetoimitusaikojen syystä käytännön toteutus ei kerennyt opinnäytetyön ajankohtaan. Suunnittelun komponenttilistan mukaiset komponentit ovat jo kuitenkin hankinnassa. Suunnittelussa lisättyjen mittausten ja ohjelman uudistuksen ansiosta laitteiston toimintaa pystytään kehittämään ja mahdollisesti säästämään sähköä tulevaisuudessa, joka pienentää kuluja. Toiminnan kehittäminen jää toimeksiantajan tehtäväksi käytännön toteutuksen jälkeen.

### Avainsanat (asiasanat)

Sähkösuunnittelu, automaatio, lämmitysjärjestelmä, Profibus, hajautettu I/O

### Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

**Laari Tiitus**

### **Modernization of the heating automation of the pulp product warehouse**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, March 2023, 44 pages

Degree Programme in Electrical and Automation Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

This thesis client was UPM Kymmene Oyj Kaukas pulp mill. In the thesis, automation modernization of the heating system of the product warehouse is planned. The heating system was implemented with old Siemens S5-logic and the purpose is to use Valmet DNA in modernization. The target for the thesis is design components, make electrical drawings and functional descriptions to create the control.

The thesis presents old components, choices of new components and examines the documents made. The job started with finding out the old control system. By examining the factory's database and interviewing the client, the functionality of the old equipment was confirmed. After that I started designing the new installations. In component choosing I need to watch old installations and to take a notice of them. Creating of documents and changes of electrical drawings was part of the thesis.

The result is finished documents, whereby the contactor can perform the installations and the program designer can complete circuit that control the heating systems. Because long delivery times modernization practical implementation doesn't was in the thesis. However, the components to the planned component list are already being produced. The new measurements gave chance the development how the new control system working.

### **Keywords/tags (subjects)**

Electrical design, automation, heating system, Profibus, I/O system

### **Miscellaneous (Confidential information)**

-

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>UPM Kymmene Oyj</b> .....	<b>4</b>
2.1	Tuotevarasto .....	5
<b>3</b>	<b>Modernisointiprojekti</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Vanha laitteisto</b> .....	<b>7</b>
4.1	Siemens S5-logiikka .....	7
4.2	Planray planterm TCL600 .....	7
<b>5</b>	<b>Profibus-kenttäväylä</b> .....	<b>8</b>
5.1	Profibus DP & PA, Profinet .....	9
5.2	Väylätopologiat .....	10
5.3	Profibus OLM-valokuitumuunnin .....	11
5.4	Procentec ProfiHub B5+ .....	11
<b>6</b>	<b>Siemens ET200 SP</b> .....	<b>11</b>
6.1	Interface- ja signaalimoduulit .....	11
6.2	Jännitelähde .....	13
6.3	Kotelonlämmitin.....	13
<b>7</b>	<b>Projekti</b> .....	<b>14</b>
7.1	Toteutus .....	14
7.2	Toimintakuvaus .....	15
7.3	HW-Suunnittelu.....	18
7.4	Työselostus.....	20
<b>8</b>	<b>Pohdinta</b> .....	<b>21</b>
	<b>Lähteet</b> .....	<b>23</b>
	<b>Liitteet</b> .....	<b>25</b>
	Liite 1. Osaluettelo .....	25
	Liite 2. Kilpiluettelo .....	26
	Liite 3. Kaapeliluettelo.....	27
	Liite 4. Työkuva sähkönsyöttö .....	28
	Liite 5. Työkuva jännitteenjako ET200SP .....	29
	Liite 6. Työkuva 22 9532 3304.002.....	30
	Liite 7. Purkukuva 22 9532 3304.004 .....	31
	Liite 8. Vanha S5 kotelon uusi layout .....	32
	Liite 9. Työkuva 22 9532 3305.002.....	33

Liite 10. Purkukuva 22 9532 3305.004 .....	34
Liite 11. Työkuva 22 9532 3305.001 1/2 .....	35
Liite 12. Työkuva 22 9500.Q001 .....	36
Liite 13. Työkuva 22 9532 3305.001 2/2 .....	37
Liite 14. Purkukuva 22 9532 3305.001 2/2 .....	38
Liite 15. Työkuva 22 9532 3354.001 .....	39
Liite 16. Dokumenttiluettelo 1/2 .....	40
Liite 17. Dokumenttiluettelo 2/2 .....	41

## Kuviot

Kuvio 1. Kaukaan tehdasintegraatti. (UPM Metsä 2019) .....	5
Kuvio 2. Planray planterm TCL600 .....	8
Kuvio 3. Väylätologia mallit. (Hänninen 2016) .....	10
Kuvio 4. Interface- ja signaalimoduulit (1. Siemens 2022) .....	12
Kuvio 5. Jännitelähde Phoenix contact. (Phoenix contact 2022).....	13
Kuvio 6. Lämmitinryhmän 2295323304.001 toimintakuvaus.....	16
Kuvio 7. Kosteusmittaus 22 9500 Q001 toimintakuvaus .....	18
Kuvio 8. Työselostus.....	20

## Taulukot

Taulukko 1. Toimintakuvaus arvot.....	17
Taulukko 2. I/O-lista .....	19

# 1 Johdanto

Opinnäytetyössä suunniteltiin UPM Kymmene Oyj:n Kaukaan sellutehtaan kuivauskone 1 tuotevaraston lämmityksen automaatio. Lämmitys on toteutettu infralämmittimillä, joita osaa ohjattiin Siemensin S5-logiikalla. S5-logiikan valmistus on lopetettu, jonka myötä varaosien saanti on todella hankalaa. Osaa lämmitinryhmistä ohjaa erillisen lämpötilansäädin sekä kaksi lämmitinryhmää on erillisen termostaatin kautta toiminnassa. Infralämmittimien päätehtävänä on estää liukkautta lattiasa, sillä isot ja kovaa ajavat trukit liukkaalla alustalla aiheuttavat turvallisuusriskejä.

Ohjaukset haluttiin liittää uudistuksessa Valmet DNA:han, koska se on käytössä kuivauskoneen ajossa muutenkin ja samalla saadaan yhdistettyä useat eri ohjaustavat yhteen järjestelmään. Tämän ansiosta ohjaaminen on helpompaa ja saadaan mahdollisuus säästää lämmityskustannuksissa, koska kaikkien lämmitinryhmien ohjaus on samassa järjestelmässä. Uudistuksessa käytetään Profibus-väylää ja Siemens simatic hajautettua etä-I/O:ta ET200SP:tä. Hajautetun etä-I/O:n käytössä säästetään materiaaleja sekä kaapeloinnin työmäärää.

Opinnäytetyössä tarkastellaan vanhan automaatiojärjestelmän toimintaa ja laitteistoja, sekä tehdään suunnitelmat ohjausjärjestelmän päivittämiseksi. Tavoitteena on tehdä valmis suunnitelma ja dokumentit ohjausjärjestelmän uudistukselle Valmet DNA:han infralämmittimille, minkä käytännön toteutus tehdään sopivana ajankohtana opinnäytetyön jälkeen. Työstä rajattiin pois Profibus-väylän määrittely, väylän liitynnän suunnittelu järjestelmään ja Valmet DNA-ohjelman teko, sillä ne olisivat kasvattaneet työkuormaa huomattavasti. Lämmitysjärjestelmän ohjausten uusinnalla haluttiin saada toimintavarmuutta laitteistoon, koska vanhaan järjestelmään oli varaosia vaikeasti saatavilla. Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä toimi tietojen hakeminen tehtaan tietokannoista ja laitevalmistajien sivustoilta sekä haastattelut, jotta saatiin asioihin eri näkökulmia.

Valitsin opinnäytetyön aiheeksi automaatio-ohjausjärjestelmän uusinnan suunnittelun, koska se kuulosti mielenkiintoiselta kokonaisuudelta. Aiheen valinnasta myös toimeksiantaja hyötyy ja saa valmiin suunnitelman projektin toteutukseen. Monipuolisista työvaiheista oppii paljon, kun joutuu miettimään asioita monista näkökulmista. Työssä pohditaan sähkösuunnittelun eri näkökulmia, käytännön toteutuksen mahdollisuuksia, ohjauksien liittämistä järjestelmään sekä toimintakuvauksien luontia.

Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

- Miten saadaan suunniteltua ohjausten toteutukset hyödyntäen vanhoja lämmitinryhmä syöttöjä?
- Millä laitevalinnoilla saadaan modernisointi toteutettua?

## 2 UPM Kymmene Oyj

UPM Kymmene Oyj on yksi maailman johtavista biometsäteollisuuden yrityksistä. Syksyllä 1995 Kymmene Oyj, Repola Oy ja Repolan tytäryhtiö Yhtyneet paperitehtaat Oyj kertoivat fuusiostaan ja aloittivat toimintansa keväällä 1. toukokuuta 1996. Yhtiön edeltäjät ovat aloittaneet Suomen metsäteollisuudessa jo 1870-luvun alkupuolella, kun ensimmäinen mekaaninen sellutehdas, paperitehtaat ja saha aloittivat toimintansa. (Yhtiön Historia 2022.)

UPM:n vuosikertomuksen 2021 mukaan henkilöstöä toimii kuudella eri liiketoiminnan alueella yhteensä 16 966, ja yhtiön liikevaihto oli 9,8 miljardia euroa. Liiketoiminnan alueita ovat sellua ja sahatavaraa tuottava UPM Fibres, hiilidioksidivapaata energiaa tuottava UPM Energy, kestävän kehityksen mukaisesta fossiilittoman tarramateriaalin kehityksestä ja tuotannosta vastaava UPM Raflatac, uusiutuvia ja kierrätettäviä kuitupohjaisia tarra-, pakkaus- ja hienopaperia kehittävä UPM Speciality papers, sanoma- ja aikakauslehtipaperia tuottava UPM Communication papers sekä vaneri ja viilutuotteita valmistava UPM Plywood. Myös muuta toimintaa löytyy, kuten UPM Biofuels ja Biochemicals, jotka keskittyvät uusiutuvien materiaalien jalostukseen. (Vaikutamme kestäväillä valinnoilla 2021, 8-36.)

UPM Kaukaan tehtaat toimivat Lappeenrannassa Saimaan rannalla, ilmakuvassa näkyvä tehtaaseen osat alueet merkittynä (Ks. kuvio 1). Kaukaan tehdasintegraatiossa tuotetaan sellua, aikakauslehtipaperia, sahatavaraa, energiaa, biopolttoaineita, biokemikaaleja ja lääketeollisuuden tuotteita. Kaukaalla toimii myös UPM Metsän Itä-Suomen puunhankinnan johto, Lappeenrannan metsäpalvelutoimisto sekä UPM:n suurin tutkimus- ja tuotekehityskeskus. Kaukaan alueella työskentelee noin 1000 UPM:n työntekijää ja lähes 500 alihankkijoiden työntekijää päivittäin. (UPM Kaukas 2022.)



Kuvio 1. Kaukaan tehdasintegraatti. (UPM Metsä 2019)

## 2.1 Tuotevarasto

Tuotevarasto sijaitsee viimeisenä linjalla kuivauskoneen jälkeen, tuotevaraston sijainti ympyröity punaisella kuviossa 1. Tuotevarastossa säilytetään sellupaaleja erikokoisissa yksiköissä riippuen niiden pakkaustavasta, missä ne odottavat kuljetusta niiden jatkokäsittelypaikkoihin. Sellua lähtee varastolta rekoilla sekä junilla eri puolille Suomea ja osa viedään satamaan, josta ne lähtevät laivalla ympäri maailmaa.

Tuotevaraston lämmityksen tarkoitus ei ole pitää varastoa lämpimänä, sillä tämä vaatisi todella paljon lämmittämiä ja kuluttaisi tarpeettoman paljon energiaa. Pää tarkoitus on estää liukkaita, joka aiheuttaa vaaraa trukeilla ajettaessa varastossa. Pahin liukkaus muodostuu, kun lämpötila on lähellä 0 astetta, jolloin lattiaan voi muodostua jäätä sekä on myös kostea. Lämpötilan ollessa paljon pakoksen puolella liukkaus häviää, ja tällöin lämmityksen päällä pitäminen kuluttaa vain turhaa energiaa. Tietysti mahdollisissa työskentelypaikoissa lämmityksen päällä pitäminen parantaa työmukavuutta.

### 3 Modernisointiprojekti

Projektin suunnittelussa joudutaan käymään monta vaihetta läpi ja luomaan monta erilaista dokumenttia, jotta saadaan tarpeeksi tietoa toteutusta varten. Jokainen pienikin yksityiskohta tulee ottaa huomioon tai toteutuksen tekohetkellä voi tulla yllätyksiä. Projektin alkuvaiheessa kartoitettiin I/O-lista (Ks. taulukko 2), jonka pohjalta pystytään luomaan monia dokumentteja. I/O-listassa on listattu tarpeelliset signaalit, jotka viedään ohjelmaan ja niille annetaan omat kanavat korteilla sekä osoitteet. I/O-listasta pystytään laskemaan tarvikkeiden määriä ja niitä listataan osaluetteloon. Osaluettelossa on listattu kaikki tarvittavat komponentit ja nimetään niille vastuuhenkilö, joka toimittaa tuotteen. Kaapeliluettelossa on lueteltu kaikki uudet kaapelilisäykset, jotka urakoitsijan on helppo listan mukaan toteuttaa. Kaapeliluettelossa on maininta, mistä kaapeli vedetään ja minne se vedetään sekä minkälaisesta kaapelista on kyse. Kilpiluettelossa on mainittu kaikki tarvittavat merkintäkilvet, jotka urakoitsija asentaa kentälle. Merkintäkilvissä ilmenee laitteen tai kaapelin positio, joka johtaa sähköpiirustukseen. Sähköpiirustuksesta selviää, mikä laite on kyseessä tai pystytään katsomaan, mihin kaapeli on kytketty. Osa-, kilpi-, ja kaapeliluettelot liitteissä 1, 2 ja 3. Dokumenttiluettelossa on mainittu kaikki projektissa tehdyt dokumentit ja siitä esimerkki liitteissä 16 ja 17.

Sähköpiirustukset päivitetään uusinnan mukaisiksi ja kaikki tehdyt muutokset muokataan jokaiseen kuvaan. Tässä pitää olla tarkkana tulevaisuuden takia; mikäli vikoja ilmenee jatkossa on hyvä olla oikeassa oleva dokumentaatio. Kun merkinnät ja sähköpiirustukset ovat ajan tasalla, työturvallisuus lisääntyy sekä vian selvitys helpottuu. Uusien piirikuvien suunnittelussa mietitään mitä tarvitaan, minkä jälkeen verrataan suunnitelmaa vanhoihin piirikuviin ja mietitään, mitä kaikkea pystytään hyödyntämään vanhoista asennuksista. Työkuivissa tuodaan esille kaikki muutokset, jotka on suunniteltu tehtäväksi ja merkitään ne mahdollisimman selkeästi työkuviin urakoitsijan työtä helpottamaan. Työselostuksessa on käyty läpi selostus työkuivista ja kaikki tarvittava materiaali asennuksien tekemiseksi löytyy siitä.

Toimintakuvaus käydään läpi laitteen tai piirin toimintaperiaate. Se luodaan, jotta ohjelman tekijä pystyy tekemään piirit ohjelmaan. Jokaiselle piirille luodaan oma toimintakuvaus, jossa on merkitty jokaisen muun piirin vaikutus piiriin, sekä miten muut piirit vaikuttavat kyseiseen piiriin.

## 4 Vanha laitteisto

### 4.1 Siemens S5-logiikka

Vanhassa ohjausjärjestelmässä oli käytössä Siemens Simatic S5-100U ohjelmoitava logiikka, jossa oli kolme eri moduulia, analoginen ja digitaalinen tulo sekä relelähtö. Analogiseen moduuliin oli kytketty lämpötilanmittaustiedot, joita käytettiin lämmitinryhmien päälle/pois ohjauksessa. Digitaaliseen moduuliin oli kytketty tulotietoja, kuten takaisinkytkennät ja ohjaussulakkeen tieto. Relelähtömoduulista ohjattiin kontaktoreita, jotka ohjasivat infralämmitinryhmiä syöttäviä kontaktoreita.

Simatic S5-järjestelmän tuotteiden elinkaari päättyi 30. syyskuuta 2020, eikä tämän jälkeen Siemensin toimesta tuotteen varaosia ja korjauksia ole ollut saatavilla. Jotkut yrittäjät tarjoavat korjauspalveluja, mutta Siemens tarjoaa vain uusia S7-sarjan tuotteita ja niihin liittyviä palveluja. (End of the SIMATIC S5 product life cycle 2020.) Tästä syystä lämmitysjärjestelmän ohjauksen päivittäminen on ajankohtaista.

### 4.2 Planray planterm TCL600

Osa tuotevaraston infralämmittimistä on ohjattu erillisellä lämpötilasäätimellä. Säätimeen on tuotu lämpötilanmittaus, joka ohjaa käyntilupaa kellokytkimille. Kellokytkin ohjaa lämmitinryhmiä syöttäviä kontaktoreita päälle ja pois. Laitteistossa on kaikille lähdöille oma pakko-ohjauskytkin. Lämpötilansäädin pystytään kytkemään säätimeksi tai rajoittimeksi. Säädinkäytössä voidaan asettaa alarajahälytys ja rajoitinkäytössä voidaan määrittää ylärajahälytys tai kuitattava ylärajahälytys. (MiniTrace-lämpötilansäätimet n.d.) Kuviossa 2 näkyy käytössä oleva lämpötilansäädin.



Kuvio 2. Planray planterm TCL600

## 5 Profibus-kenttäväylä

Vuonna 1987 saksalainen koulutus- ja tutkimuslaitos aloitti projektin kolmentoista yrityksen ja viiden eri yliopiston kanssa, missä kehitettiin kenttäväyläjärjestelmää Profibus (Process fieldbus). Vuodesta 1989 nykyinen organisaatio PI (Profibus&Profinet international) on toiminut ja luonut visioitaan parhaalla mahdollisella automaatiotekniikalla. Sen pääkehittäjänä toimi Siemens, mutta myöhemmin vuonna 1996 siitä tuli eurooppalaiseen standardiin perustuva järjestelmä. Vuonna 1999 Profibus liittyi myös kansainväliseen IEC 61158-standardipohjaan. Profibusin tehtävänä on yhdistää yhden väyläkaapelin avulla ohjausjärjestelmät tai säätimet kenttälaitteisiin sekä mahdollistaa myös tiedonsiirto erilaisten tietoliikennejärjestelmien kanssa. Käytettäessä Profibusia väyläratkaisuna vähennetään tarvittavan kaapeloinnin sekä materiaalien määrää. (Profibus 2022 ja Profibus DP vs PA. n.d)

## 5.1 Profibus DP & PA, Profinet

Profibusin yksi tiedonsiirtoon käytettävä väyläratkaisu on nimeltään Profibus DP (Decentralized Peripherals), joka on yleisin kenttäväylästandardi. Profibus DP sopii erittäin hyvin tuotantoautomaatioon, sillä sen monipuolisuus on hyvä ratkaisu automaation sovelluksiin. IEC 61158-standardiin perustuva väyläratkaisu takaa yhteensopivuuden monien eri laitevalmistajien kanssa. Nopea tiedonsiirto 9,6-12000 kbit/s sekä monet väylätopologiaratkaisut sopivat tuotantoautomaatioon myös erittäin hyvin. (Profibus 2022 ja Profibus DP vs PA. n.d)

Profibus PA (Process Automation) on toinen samaan protokollaan perustuva kenttäväyläjärjestelmä, joka tarvitsee toimiakseen aina Profibus DP:n. Profibus PA on suunniteltu käytettäväksi prosessiautomaatioympäristöön, jossa on räjähdysvaarallisia tai vaikeita olosuhteita. Profibus PA:han on saatavilla virransyöttömoduuleita, joilla syötetään virtaa väylän kautta instrumentteihin rajoittamalla samalla virrankulkua, mikä estää räjähdysvaarallisen olosuhteen muodostumisen vikatilanteissa. Profibus PA ja - DP liitetään toisiinsa kytkin- ja linkkilaitteilla ja yleensä käytetään mahdollisimman paljon Profibus DP:n laitteistoa, sillä vaarallisiin olosuhteisiin suunniteltujen laitteistojen hinta on varsin korkea. Tämä myös rajoittaa Profibus PA-laitteistoa, sillä niiden pitää olla soveltuvia räjähdysherkkiin olosuhteisiin. Alhaisen tiedonsiirtonopeuden 31.25 kbit/s takia PA:n väyläratkaisuja voidaan rakentaa todella joustavasti. (Procentec n.d.)

Profinet on maailman edistynein tiedonsiirron Ethernet-standardi, jota yli 500 asiantuntijaa suurimmilta automaatiotoimittajilta kehitteli vuosia. Se on reaaliajassa toimiva tiedonsiirto-protokolla päätteiden ja kenttälaitteiden väliseen tiedonsiirtoon. Profinet käyttää täysin samoja toimintoja kuin tavallinen toimisto verkko, mutta on paranneltu kestävämmäksi teollisuuden olosuhteisiin. Erona toimisto Ethernetiin Profinet pystyy toimimaan reaaliajassa, toisin kuin toimistoverkko. Parhaita puolia Profinetin kanssa työskentelyssä reaaliaikaisuuden lisäksi on pääsy kenttälaitteisiin sekä laitteiston huolto ja ohjaus verkon kautta. Joustavan väylätopologian ja suuren määrän Profinettiä tukevien tuotetoimittajien ansiosta Profinet on lisääntynyt viime vuosina paljon. Vuoteen 2021 mennessä on asennettu yli 48,2 miljoonaa Profinet laitetta. (Overview 2023.)

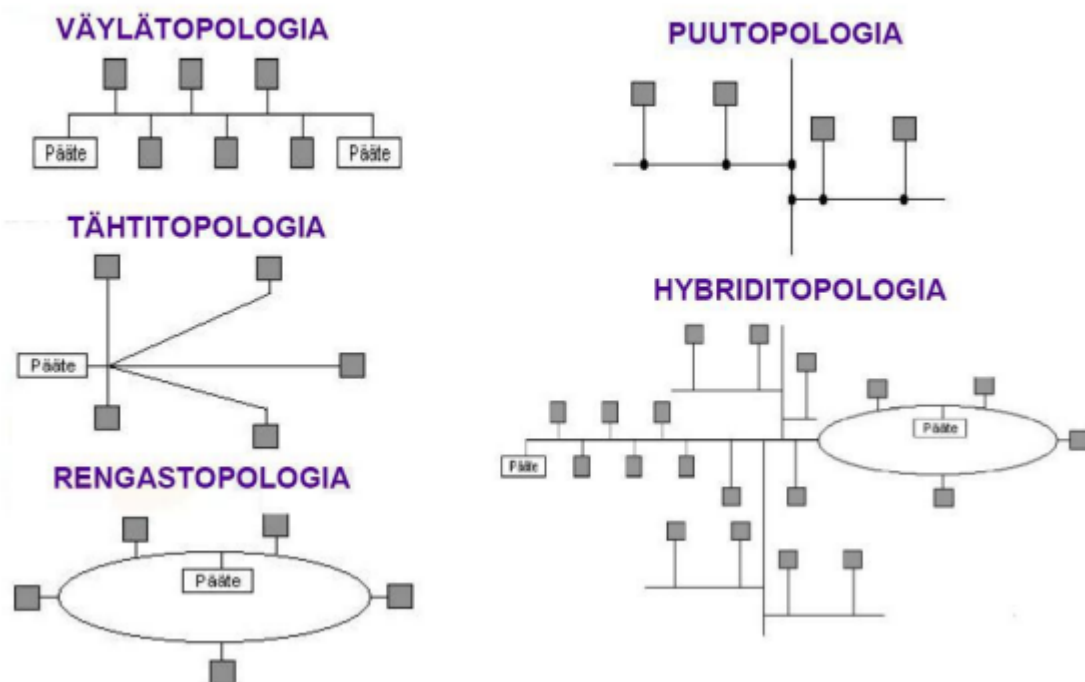
## 5.2 Väylätopologiat

Väylätopologiassa näytetään, miten verkkolaitteet kytketään toisiinsa väylässä. Kytkentätapoja on olemassa viisi erilaista:

- Puutopologia
- Tähtitopologia
- Rengastopologia
- Hybriditopologia
- Mesh-topologia

Puutopologiassa on ns. pääväylä, josta lähtee haaroja joihin laitteita liitetään. Tähtitopologiassa kaikki laitteet saavat liitännän yhdestä pisteestä. Rengastopologiassa luodaan väylästä silmukka, josta haarautuu laitteille liitäntä. Mesh-topologiassa kaikki laitteet on liitetty toisiinsa, minkä takia tätä harvemmin käytetään muissa kuin langattomissa verkko-yhteyksissä. Hybriditopologiassa voi olla kaikkien näiden topologioiden yhdistelmiä. Kuviossa 3 näkyy yleisimmät väylätopologiamallit. (Hänninen 2016.)

## Verkkojen muodot



Kuvio 3. Väylätopologia mallit. (Hänninen 2016)

### 5.3 Profibus OLM-valokuitumuunnin

Työssä hyödynnetään jo valmiiksi kentällä olevaa valokuitua, jotta ei tarvitse vetää turhaa uutta Profibus-väyläkaapelia. Valokuidun hyödyntämiseen käytetään Profibus OLM(Optical Link Module)-valokuitumuunninta, joka muuttaa sähköisen signaalin optiseksi. Valokuitumuunninta käytetään valokuidun molemmissa päissä, jotta saadaan tieto kentälaitteilta järjestelmään. Optinen tiedonsiirto kasvattaa myös suuresti tiedonsiirtoetäisyyttä ilman erillisiä laitteita, kuten toistinta. (Jääskeläinen 2022.)

### 5.4 Procentec ProfiHub B5+

Tehtaan väylässä on käytössä Procentec'in ProfiHub B5+, joka toimii väylässä kuin verkkokytkin. ProfiHubin avulla saadaan haaroitettua profibusväylää viiteen eri haaraan. Tämä on kätevä tapa vähentää väyläkaapelin pituutta, kun yhdestä pisteestä matka eri laitteille on lyhyempi, kuin kiertämällä esimerkiksi laitteelta laitteelle. Tässä kohteessa edellinen ProfiHub oli jo täynnä, joten päätimme lisätä toisen ProfiHubin vanhan rinnalle. Toisen ProfiHubin lisäämisellä saadaan viisi uutta Profibus-lähtöä lisää.

## 6 Siemens ET200 SP

Työssä on tarkoitus käyttää Siemens ET 200SP hajautettua etä-I/O:ta. Se on erittäin käyttäjäystävällinen ja helposti asennettava sekä todella moneen kohteeseen muokattavissa. Hajautetun etä-I/O:n käyttö vähentää tarvittavan kaapeloinnin määrää, sillä väyläkaapelointi logiikan ja hajautus-I/O:n välille riittää. Erilaisten moduulien kattavat valintavaihtoehdot takaavat sen, että saadaan juuri oikeanlainen järjestelmä kohteeseen. (2. Simatic ET 200 SP 2022.)

### 6.1 Interface- ja signaalimoduulit

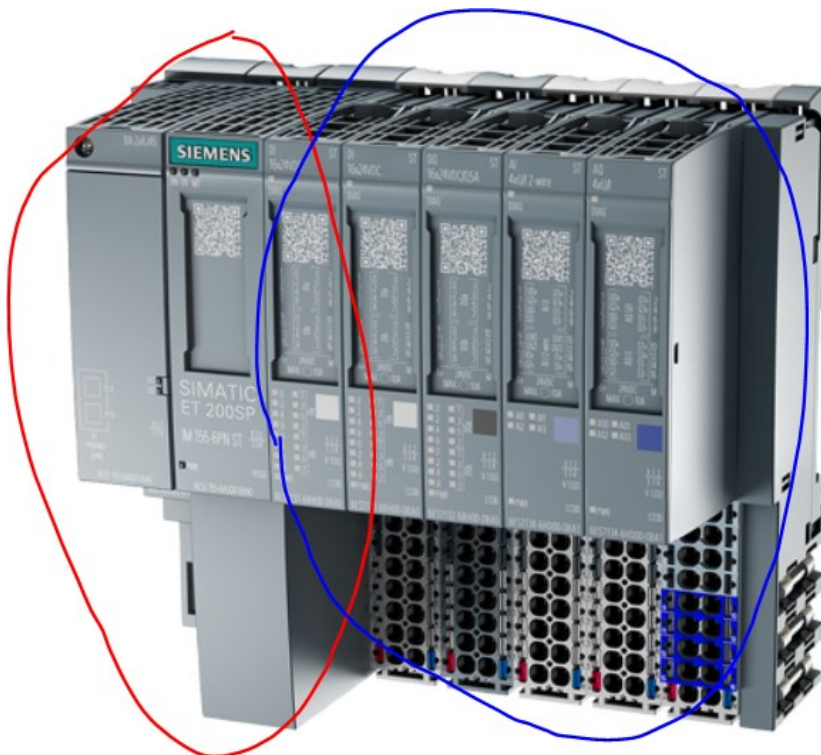
Työssä käytetään Siemensin interface-moduulia, jonka malli on Simatic ET 200 SP profibus bundle IM 155-6DP HF. Tätä on käytetty aiemmin tehtaalla ja sitä on tehtaan varastossa, joten laitteen rikkoutuessa on varaosia saatavilla. Interface-moduulin tehtävänä on liittää kentällä olevat elektroni-

set laitteet ja tuoda niistä tietoja järjestelmään, sekä tuoda tietoja ja signaaleja järjestelmästä kentälle laitteisiin. Interface-moduuli liitetään järjestelmään Profibus-kaapelilla. Kuviossa 4 punaisella esimerkki IM-moduulista.

Signaalimoduulin tehtävänä on vastaanottaa kentälaitteelta tuleva signaali ja välittää se IM:lle. Kentältä tulevan signaalin tyyppin mukaan valitaan sopiva signaali moduuli. Signaaleita ovat digital input/output, joka on binäärinen eli 1/0-tieto. Säätyvä signaali eli analoginen mittaus-/ohjaustieto esimerkiksi 0-10VDC. Signaalimoduuleita on siis neljää eri tyyppiä käytössä, jotka ovat:

- Digital Input Moduuli (DI) 8/16 kanavaa, väri valkoinen
- Digital Output Moduuli (DO) 4/8/16 kanavaa, väri musta
- Analog Input Moduuli (AI) 4 kanavaa, väri vaaleansininen
- Analog Output Moduuli (AO) 2/4 kanavaa, väri tummansininen

Moduuleita valitaan tarpeiden mukaan sopiva määrä oikeanlaisia. Myös turvamoduuleita on saatavilla erilaisia. Kuviossa 4 esimerkki sinisellä korostuksella signaalimoduuleista. (2. Simatic ET 200 SP 2022.)



Kuvio 4. Interface- ja signaalimoduulit (1. Simatic ET 200SP 2022)

## 6.2 Jännitelähde

Moduulit tarvitsevat syöttöjännitteen 24VDC, joten on käytettävä jännitelähdettä, joka muuttaa verkkosähkön 230VAC -> 24VDC. Tehtaalla aiemmin on aiemmin käytetty Phoenix contactin Quint4 jännitelähteitä, joten se valikoitui käyttöön myös tähän kohteeseen. Tarkempi malli käytettävästä laitteesta on Phoenix contact QUINT4-PS/1AC/24DC/10, josta kuva kuviossa 5.



Kuvio 5. Jännitelähde Phoenix contact. (QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - Power supply unit 2023)

## 6.3 Kotelonlämmitin

Koteloon tarvitaan erillinen lämmitin, koska toinen kotelo sijaitsee tuotevaraston puolella, jossa lämpötila voi vaihdella ulkolämpötilan mukaan. Interface- ja signaalimoduulien käyttölämpötila on manuaalin mukaan 0–50 °C (Simatic ET200SP Manual 2018.), ja tuotevaraston lämpötila voi helposti mennä paljonkin pakkasen puolelle talviaikaan. Kotelon lämmittimellä varmistetaan, että pakkasella

logiikka ja lämmitysjärjestelmä toimii. Kotelonlämmitystyyppi valikoitui samanlaiseksi kuin toisessa kotelossa samassa tilassa on käytetty: Rittal SK 3105.360.

## 7 Projekti

Alkupalaverissa haastattelussa Talonpoika (2022) kertoi laitteistosta ja sen toimintatavasta. S5-laitteisto on niin vanha, ettei siihen enää ole varaosia saatavilla ja sen takia se on aika uudistaa. Uudistuksessa ohjaus käännetään Valmet DNA:han ja ohjaukset tulevat tapahtumaan Siemensin hajautetun etä-I/O:n ET200SP kautta. Myöskin osa tuotevarastossa sijaitsevista erillisten ohjausten perässä olevista infralämmittimistä, jotka tulee ottaa Valmet DNA:han ohjattaviksi. (Talonpoika 2022.)

Aineistoa kerättiin haastattelun lisäksi laitteistojen manuaaleista ja nettisivuilta. Myös etsimällä tehtaasta tietokannasta kaikki mahdolliset piirikuvat, jossa näkyi vanhan ohjausjärjestelmän toimintaa. Kentällä tehdyt kierrokset ja siellä tehty toiminnan ja laitteiston kartoitus oli oleellista. Ohjausten ollessa hajautettuna moneen osaan piti olla tarkkana, että kaikki lämmitinryhmät tulisivat mukaan suunnitelmiin.

### 7.1 Toteutus

Toteutus lähti liikkeelle vanhan ohjausjärjestelmän toiminnan selvityksellä. Ongelmaksi meinasi muodostua ohjausjärjestelmän ohjelman avaaminen, mutta tarpeeksi tehtaasta varastoa ja vanhoja laitteita kaivellessa löydettiin toimiva tietokone, jossa oli sovellus ja vanhan logiikan ohjelman saatiin auki. Vanha ohjelma oli hyvin yksinkertainen. Siinä oli käytössä vain kaksi lämpötilanmittausta, jotka ohjasivat lähtöjä päälle ja pois viiveiden kautta. Ohjelman toiminta ei juurikaan eronnut siitä, miten Talonpoika aiemmin alkuhaastattelussa oli kertonut sen toimivan. Tästä tehtiin jatkopäätelmät, että pidetään ohjaus uudessakin ohjelmassa hyvin yksinkertaisena.

Erillisen lämpötilasäätimen ohjauksen toiminnanselvitys kuvien ja kenttäkierroksen perusteella todettiin ohjauksen onnistuvan hyvin myös I/O:lla. Vanhassa ohjauspiirissä oli 1-0 kytkin kannessa, joka ohjasi lämmittäjiä lämpötilasäätimen kautta tai suoran ohjauksen kautta. Lämpötilasäädin antoi käyntiluvan ajastimille, joka ohjasi kontaktoreita päälle ja pois. Uudistuksessa poistetaan ylimää-

räiset komponentit välistä ja luodaan ohjaus I/O:sta releille, jotka ohjaavat kontaktoreita. Myöhemmin löytyi myös kaksi ryhmää, jotka olivat termostaatin perässä. Niiden ohjaukset käännettiin vanhaan S5-koteloon.

Seuraavaksi tutkittiin, miten saadaan helpoiten uudet ET200SP:t väylään. Aikamme tutkittuamme väylästä löytyi piste, josta saa liitettyä uuden hajautuksen väylään Profibus-kaapelilla. Lämpötilasäätimen sijainnin ollessa aivan eri kuin S5-logiikkakotelon, todettiin tarpeelliseksi ottaa käyttöön kaksi ET200SP:tä. Sen liittäminen väylään tulisi tapahtumaan hyödyntämällä lähettyvillä olevaa valokuitukaappia, josta saataisiin OLM:ien kanssa laitteisto kytkettyä väylään.

## 7.2 Toimintakuvaus

Uudistettavan laitteiston toimintatapaa lähdettiin rakentamaan osittain vanhan toiminnan perusteella, mutta suurimmaksi osaksi vain miettien laitteiston viisasta toimintatapaa. Syy tähän on se, että valmista tietoutta laitteiston optimaalisesta toiminnasta ei ole. Todennäköisesti ohjelmaa joudutaan muuttamaan sen toimivuuden mukaan. Ohjelman kehittämisen avuksi lisättiin työhön uusia lämpötilanmittauksia ja kosteusmittaus, jotta saadaan tietoa lämmityksen vaikutuksista lattian lämpötilan ja kosteuden kautta liukkauteen.

Toimintakuvaus luotiin Kaukaan toimintakuvauspohjan mukaisesti ja niihin tulee kaikki piirin luomiseen tarvittavat tiedot:

- Piirin tiedot, positio ja nimi
- Revisio
- Piirityyppi
- Sovellustyyppi
- Toiminta ja tarkoitus
- Käynnistysehdot
- Hälytykset
- Mahdolliset tiedot muihin piireihin
- Historia

Lämmitinryhmien toimintakuvaukseen laitettiin käsi (M) ja automaatti (A) toiminnot, jossa käsi valinnassa Valmet DNA:sta voi ohjata lämmitinryhmiä vapaasti. Valmet DNA:n valvomokuvaan jokaiselle lämmitinryhmälle tulee oma valinta päälle ja pois. Automaatilla lämmitinryhmiä ohjaa kosteus-

ja lämpötilanmittaukset. Lämpötilan ollessa raja-arvolla käynnistysehdolla estetään lämmityksen nopea päälle ja pois kytkeytyminen, mikä kuluttaa laitteistoa. Käsiajoon lisättiin hälytys, joka hälyttää, kun lämmittimet ovat yhden viikon käsiajolla. Tällä vähennetään mahdollista turhaa lämmittimien päällä pitoa, sillä lämmittimien käyttämä sähkönkulutus on suuri ja turhaan päällä ollessaan voi olla isokin kulu. Esimerkki lämmitysryhmän 2295323304.001 toimintakuvauksesta kuviossa 6.

## 2295323304.001 Tuotevarasto infrat, Pääovi

Rev 8.2.2023/TLa

### Piirityyppi: Syöttö

### Sovellustyyppi: Ohje

### Toiminta ja tarkoitus

- Piiri ohjaa tuotevaraston säteilylämmitinryhmää
- M-Tilassa ryhmän voi laittaa päälle/pois
- A-tilassa lämmitinryhmä käynnistyy kun:
  - Ulkolämpötila 227034T005 alle 5 astetta
  - Laatanlämpötila 229500T003 alle 5 astetta
  - Kosteusmittaus 229500Q001 Yli 60%
- A-tilassa lämmitinryhmän pysäyttää:
  - Laatanlämpötila 229500T003 yli 5,5 astetta
  - Tai
  - Kosteusmittaus 229500Q001 alle 50%

### Käynnistysehdot

-A-tilassa käynnistys, kun käynnistys toiminta rajat 5min päällä

### Piirin hälytykset

- Piiri on M-tilassa Päällä yli 1vk
- Varokevahti 01

### Tiedot muihin piireihin

### Historia

Kuvio 6. Lämmitinryhmän 2295323304.001 toimintakuvaus

Toimintakuvausiin lisättiin porrastus lämmitinryhmien päällä pitoon eri lämpötila-arvoilla. Lämpötila toiminta-arvojen porrastuksella pystytään mahdollisesti säästämään sähköä, sillä kaikkien lämmitinryhmien ei tarvitse olla päällä saman aikaisesti. Taulukossa 1 on esitetty lämmitinryhmien toiminta-arvojen porrastus.

Taulukko 1. Toimintakuvaus arvot

TOIMINTAKUVAUS ARVOT

		Päälle			Pois	
		Ulkolämpötila	Laatanlämpötila	Kosteusmittaus	Laatanlämpötila	Kosteusmittaus
<b>JUNARATA</b>		227034T005	229500T001	229500Q001	229500T001	229500Q001
2295323305.002	Säteilylämmittimet 1,4,7	< 5°C	< 5°C	> 60%	>5,5°C	< 50%
2295323305.005	Säteilylämmittimet 10, 13, 16	< 5°C	< 5°C	> 60%	>5,5°C	< 50%
2295323304.004	Tuotevarasto infrat, Junarata	< 5°C	< 5°C	> 60%	>5,5°C	< 50%
2295323305.003	Säteilylämmittimet 2, 5, 8	< 5°C	< 2°C	> 60%	>2,5°C	< 50%
2295323305.006	Säteilylämmittimet 11, 14, 17	< 5°C	< 2°C	> 60%	>2,5°C	< 50%
2295323305.004	Säteilylämmittimet 3, 6, 9	< 5°C	< 0°C	> 60%	>0,5°C	< 50%
2295323305.007	Säteilylämmittimet 12, 15, 18	< 5°C	< 0°C	> 60%	>0,5°C	< 50%
2295323304.005	Tuotevarasto infrat, Junarata	< 5°C	< 0°C	> 60%	>0,5°C	< 50%
		Päälle			Pois	
		Ulkolämpötila	Laatanlämpötila	Kosteusmittaus	Laatanlämpötila	Kosteusmittaus
<b>VARASTO</b>		227034T005	229500T003	229500Q001	229500T003	229500Q001
2295323304.003	Tuotevarasto infrat, Ovien edusta	< 5°C	< 5°C	> 60%	>5,5°C	< 50%
2295323354.001	Tuotevarasto infrat, Pääovi	< 5°C	< 5°C	> 60%	>5,5°C	< 50%
2295323354.001.1	Tuotevarasto infrat, Sivuovi	< 5°C	< 5°C	> 60%	>5,5°C	< 50%
2295323304.002	Tuotevarasto infrat, risteykset	< 5°C	< 2°C	> 60%	>2,5°C	< 50%

Taulukkoon laitettavat arvot ovat arvioituja ja niiden pohjalta pystyy tekemään ohjelman. Arvojen toimivuudesta ei ole tietoa, joten niitä säädetään sen mukaan, kun saadaan lisää tietoa lämmityksen vaikutuksista tuotevaraston lattian lämpötilaan ja kosteuteen sekä niiden vaikutuksesta liukkauteen.

Mittauksille luodaan myös toimintakuvaus, josta esimerkki kuviossa 7.

# 22 9500 Q001 Tuotevarasto Junarata, Kosteusmittaus

Rev 8.2.2023/TLa

Piirityyppi: Mittauspiiri

Sovellustyyppi: Ohje

## Toiminta ja tarkoitus

- Piiri mittaa tuotevaraston kosteutta
- Kuuluu tuotevaraston lämmitinryhmien piirien ohjaukseen

## Lukitukset ja käynnistysehdot

### Piirin hälytykset

### Tiedot muihin piireihin

- Mittaus 229500Q001 piireihin 2295323305.002, 2295323305.003, 2295323305.004, 2295323305.005, 2295323305.006, 2295323305.007, 2295323304.001, 2295323304.002, 2295323304.003 2295323304.004, 2295323304.005
- 

## •Historia

Kuvio 7. Kosteusmittaus 22 9500 Q001 toimintakuvaus

## 7.3 HW-Suunnittelu

Suunnittelu aloitettiin tutkimalla vanhoja kuvia ja kytkentöjä, joiden perusteella kartoitettiin, mitä pystytään hyödyntämään uudistuksessa ja mitä joudutaan uusimaan. Tämän jälkeen aloitettiin signaalilistan luominen. Signaalilistaan luetellaan halutut ohjaukset kenttälaitteille sekä tarvittavat tiedot kenttälaitteilta järjestelmälle ohjauksien luomiseksi. I/O-lista jaettiin kahteen osaan, koska järjestelmään tulee kaksi erillistä etähajautusta. Lopputoteutus sisältää yhteensä 17 DI tuloa, 12 DO lähtöä ja 5 AI tuloa. I/O-lista kokonaisuudessaan Taulukossa 2.



## 7.4 Työselostus

Työselostuksessa selvennetään urakoitsijalle tehdyt dokumentit, joiden avulla urakoitsija osaa toteuttaa tarvittavat kytkennät ja hankinnat. Esimerkki työselostuksesta kuviossa 8.

### TYÖSELOSTUS

#### Hankinnat

Sähköurakoitsija asentaa kaapeli-, osa- ja kilpilueteloissa mainitut materiaalit, sekä toimittaa tarpeelliset lisäykset (osaluettelossa). Kilvet valmistetaan ja asennetaan UPM Kaukaan tehtaiden (tilaaja) kilpiohjeen ja kilpistandardin mukaisesti. Kilpiohjeen saa tarvittaessa suunnittelijalta.

#### Kytkenät varasto

Kytkenät tehdään kuvien mukaan.

Purkukuivissa purettavat osuudet rastittu pinkillä, päivitetöissä kuvissa on korostettu sinisellä uudet kytkennät. Oranssilla ja vihreällä korostettu muutos uudessa kuvassa vanhaan verrattuna.

Koteloista poistettavien nokkakytkimien reiät laitetaan umpeen purkaessa.

Vaisalan kosteus- ja lämpötilamittaus 229500.Q001 & 229500.T002 asennetaan junaradan keskuksen luokse. Junaradan laatanlämpötilamittaus 229500.T001 asennetaan lattiaan junaradan reunaan.

#### Kytkenät vanha S5

Kytkenät tehdään kuvien mukaan.

Purkukuivissa purettavat osuudet merkitty pinkillä. Kotelo 22 9533 2901.R01 kaapeloinnit puretaan kokonaan ja vanhat kalut poistetaan, lukuun ottamatta syöttöä, ohjauskaapeleita (siirtyy uusille riviliittimille) ja riviliittimiä.

Päivitetöissä kuvissa on korostettu sinisellä uudet kytkennät ja oranssilla korostettu muutokset vanhoihin verrattuna.

Lämpötilanmittaus 229500.T003 asennetaan pääoven lähistölle lattiaan ja T004 keskitasoon paikkaan X.

### Kuvio 8. Työselostus

Purkukuivissa merkitään vanhoihin sähköpiirustuksiin poistettavat kytkennät ja ne on korostettu piirustuksiin pinkillä (Ks. liitteet 7 ja 10). Tämän jälkeen suunnitelluista piirikuvista luodaan työkuvat, joilla urakoitsija toteuttaa uudet kytkennät (Ks. liitteet 4-6, 9 ja 11-13). Liitteissä korostuksia on tehty

eri väreillä ja korostukset kertovat urakoitsijalle muutoksista tai lisäyksistä. Sinisellä tehdyt korostukset kuvissa on uusia kytkentöjä, oranssilla tehdyt muutokset kertovat muutoksesta vanhoihin kytkentöihin eli esimerkiksi riviliitinten numerointi on vaihtunut tai kaapelin sijainti on muuttunut. Kopiokoneen tulostuksen takia korostuksien värit ovat haalistuneet ja muuttaneet väriä kokonaan. Purkukuvissa näkyvät pinkillä tehdyt korostukset näyttävät lilalta sekä työkuviissa oranssilla tehdyt muutokset näkyvät keltaisella.

Kotelon layout-kuva (Ks. liite 8) piirrettiin helpottamaan hahmottamista, mihin järjestykseen komponentit asennetaan keskuksiin. Mikäli layout-kuvan olisi piirtänyt mittakaavassa, siitä olisi nähnyt myös suoraan, mahtuvatko tarvikkeet vanhoihin koteloihin. Tässä tapauksessa kuitenkin hahmotelma riittää, sillä autocadilla paljon aikaa vievän kuvan teko ei ole tarkoituksenmukaista opinnäytetyön kannalta. Tässä voidaan hyödyntää ulkopuolista suunnittelijaa, jolla on paremmat valmiudet kuvan luontiin. Koska layout-kuva ei ollut mittakaavaan piirretty, jouduttiin erikseen mittaamaan komponenttien mahtuvuus keskuksiin.

## 8 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda valmis suunnitelma ja dokumentit ohjausjärjestelmän uudistamiseen vanhoista ohjauksista Valmet DNA:han. Materiaali- ja komponenttivalintojen teko, sekä sähköpiirustusten suunnittelu olivat keskeisessä roolissa työssä. Työhön kuului myös suunnitelman perusteella tarpeellisten dokumenttien luominen asennustyön tekemiseen. Tietoperustassa käytiin läpi valitut laitteistot ja komponentit.

Projektin tavoitteisiin päästiin ja valmis suunnitelma sekä dokumentit käytännöntoteutuksen tekestä varten saatiin luotua. Projektin dokumentit on esitelty aikaisemmassa luvussa. Suunnitelmien ja dokumenttien todenmukaisuuden varmentaminen tapahtui toimeksiantajan kanssa. Opinnäytetyön tutkimuskysymykset koskivat ohjausten toteutusta hyödyntäen vanhoja olemassa olevia kytkentöjä sekä millä laitevalinnoilla modernisointi saadaan suoritettua. Suunnittelussa laitevalintojen kohdalla suurin vaikuttaja oli tehtaan käyttämät tuotteet, jotta saadaan varmistettua laitteiston varaosien löytyminen vikatilanteissa. Laajan tuotevalikoiman ansiosta saatiin ohjausjärjestelmä suunniteltua ja hyödynnettyä vanhoja ohjauksia uudistuksessa. Suunnitellut kytkennät ohjauksille vanhoja hyödyntäen onnistuivat myös hyvin eikä paljon uusia kaapelin vetoja tarvitse suorittaa. Keskuksien sisäisiä kytkentöjä muuttamalla ja ohjausreleiden lisäyksillä saadaan ohjaukset ja tiedot

Valmet DNA-järjestelmään. Laitteiston toimintatavan luonti onnistui myös ja saatiin aikaseksi toimintakuvaukset, jolla Valmet DNA-ohjelman tekijä pystyy toteuttamaan piirit. Lisättyjen mittausten avulla laitteiston toimintaa on mahdollista kehittää. Myös kaikkien lämmitinryhmien saaminen saamaan ohjausjärjestelmään luo paljon uusia mahdollisuuksia laitteiston ohjaukseen.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus suorittaa myös käytännön toteutus, jolloin olisi päästy näkemään dokumenttien paikkansapitävyys. Toteutuksen jälkeen olisi mahdollisesti keretty testaamaan laitteistoa ja saamaan lisää tietoa lämmityksen vaikutuksista tuotevaraston liukkauteen. Pitkien tuotetoimitusaikojen takia tätä ei kuitenkaan pystytty toteuttamaan. Uuden lämmitysjärjestelmän ja sen ohjausten asennuksien ajankohta pitää olla silloin, kun lämmitysjärjestelmä ei ole käytössä. Laitteiston käyttöönotto sijoittuu ensi kesälle ja alkusyksyyn. Tämän jälkeen talven ja pakkasten saavuttua päästään näkemään todellisia lämmitysryhmien toimintaohjausarvoja. Käytännön toteutuksen jäädessä pois opinnäytetyöstä, käytiin toimeksiantajan kanssa dokumentit läpi ja todennettiin niiden paikkansapitävyys. Dokumenttien läpikäynnissä mukana oli projekti-insinööri EIA, automaatiopäällikkö sekä alueen vastaava sähkö- ja automaatiokäynnissäpitoinsinööri. Pienten korjausehdotusten jälkeen dokumentit olivat heidän mielestään oikein tehty ja hyväksyttävässä muodossa toteutusta varten.

Suunniteltavaksi jää vielä Valmet DNA-järjestelmän puolen toteutus ja miettiminen miten saadaan liitettyä kuitu järjestelmään. Myös Profibus-väylän kautta tulevien hajautus I/O:iden määrittelyt ohjelmaa varten, sekä ohjelman luonti jäävät toimeksiantajan tehtäväksi. Näiden toteuttaminen olisi kasvattanut opinnäytetyön liian laajaksi, joten ne rajattiin pois opinnäytetyöstä.

Haastavin osuus opinnäytetyössä oli alkuun pääseminen ja tulosten raportointi. Kokonaisuus alkoi selvenemään paremmin vasta työn edetessä. Opin työssä paljon sähkösuunnittelusta sekä sen eri vaiheista. Pienten yksityiskohtien hiominen oli aikaa vievää työtä ja sen merkityksen huomasi vasta tehdessä. Ajatus yksinkertaisesta työstä vaati paljon näkemyksiä eri näkökulmista. Myös jokaisen eri dokumentin luominen vaati paljon aikaa, mutta ajan kanssa saatiin tavoitteelliset dokumentit luotua valmiiksi. Käytännön toteutukseen mukaan pääsyä jään odottamaan, jotta näkee projektin lopputuloksen. Ohjausjärjestelmää pystytään kehittämään, kun saadaan lisää tietoa lämmityksen vaikutuksista kosteuteen, lämpötilaan ja liukkauteen. Toiminnan kehittäminen jää toimeksiantajan tehtäväksi.

## Lähteet

Hänninen, M 2016. Automaatioväylien soveltuvuuden tutkiminen rakennusautomaatioon. Opin-  
näytetyö. Metropolian Ammattikorkeakoulu. Viitattu 28.10.2022

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/109005/Hanninen\\_Mika.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/109005/Hanninen_Mika.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Jääskeläinen, J 2022. Projekti insinööri Sähkö- ja Automaatio. Lappeenranta. Haastattelu  
20.09.2022

MiniTrace-lämpötilansäätimet n.d. Planray. Viitattu 4.10.2022

<https://www.planray.com/page/18/minitrace---elektroninen-termostaatti>

Overview 2023. Profibus. Viitattu 14.2.2023

<https://us.profinet.com/technology/profinet/>

QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - Power supply unit 2023. Phoenix contact. Viitattu 14.2.2023.

<https://www.phoenixcontact.com/en-pc/products/power-supply-unit-quint4-ps-1ac-24dc-10-2904601>

Profibus DP vs PA. n.d. Procentec. Viitattu 14.2.2023

<https://procentec.com/content/profibus-dp-vs-pa-what-are-the-main-differences/>

Profibus 2022. Profibus. Viitattu 4.10.2022

<https://www.profibus.com/technology/profibus/>

End of the SIMATIC S5 product life cycle 2020. Siemens. Viitattu 27.10.2022.

[End of the SIMATIC S5 product life cycle - ID: 109776026 - Industry Support Siemens](#)

Simatic ET200SP Manual 2018. Siemens. Viitattu 10.12.2023.

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/660/73098660/att\\_847896/v1/et200sp\\_im\\_155\\_6\\_dp\\_hf\\_manual\\_en-US\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/660/73098660/att_847896/v1/et200sp_im_155_6_dp_hf_manual_en-US_en-US.pdf)

1. Simatic ET 200SP 2022. Siemens. Viitattu 27.10.2022

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10360562>

2. Simatic ET 200SP 2022. Siemens. Viitattu 4.10.2022

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/io-systems/et-200sp.html>

Talonpoika, H 2022. Sähkö- ja Automaatiokäynnissäpitoinsinööri. Lappeenranta. Haastattelu 20.09.2022

UPM Kaukas 2022. UPM Kaukas. Viitattu 4.10.2022

<https://www.upmpulp.com/fi/upm-kaukas/>

UPM metsä 2019. UPM Metsä. Viitattu 2.2.2023

<https://www.upmmetsa.fi/tietoa-ja-tapahtumia/tapahtumat/2019/avoimet-ovet-kaukaalla-lappeenrannassa/>

Vaikutamme kestäväillä valinnoilla 2021. UPM. Viitattu 4.10.2022

<https://www.upm.com/siteassets/asset/investors/2021/upm-vuosikertomus-2021.pdf>

Yhtiön Historia 2022. UPM.fi. Viitattu 4.10.2022

<https://www.upm.com/fi/tietoa-meista/yhtion-historia/>

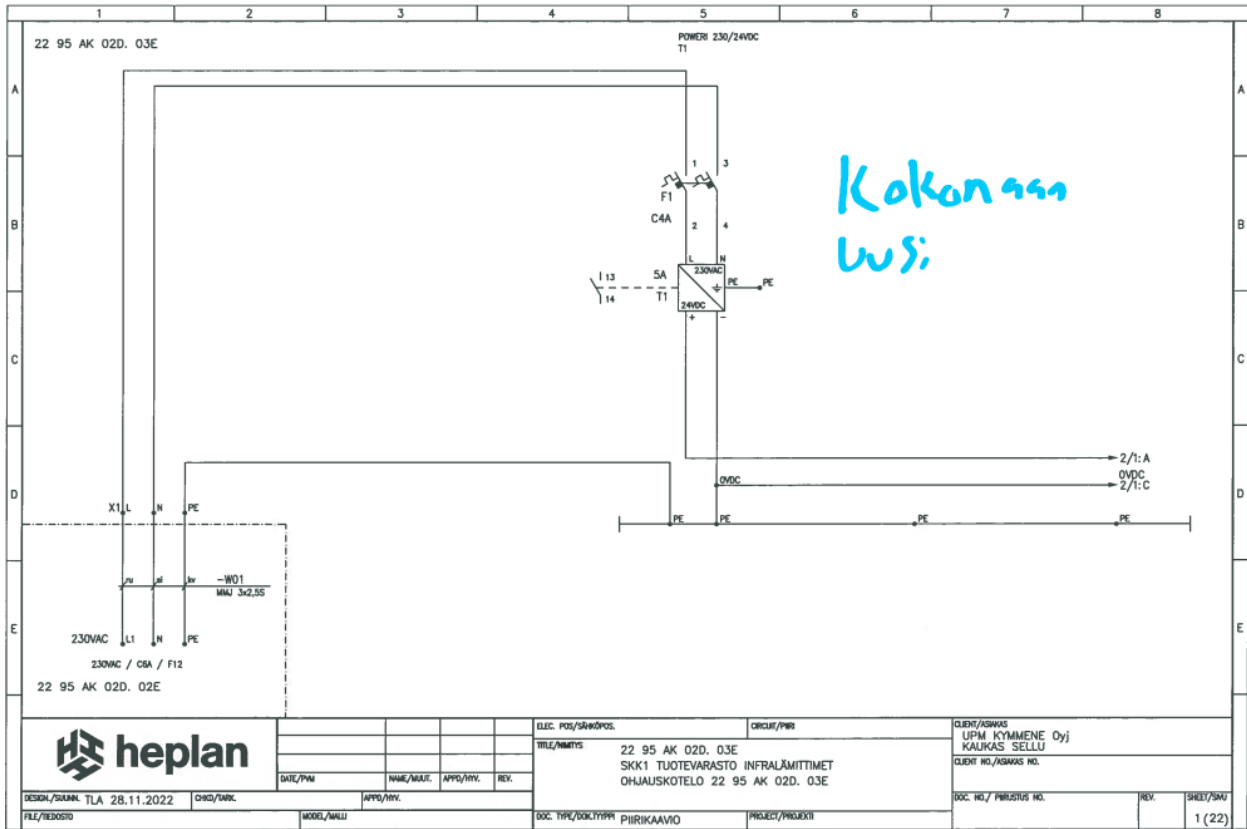


## Liite 2. Kilpiluettelo

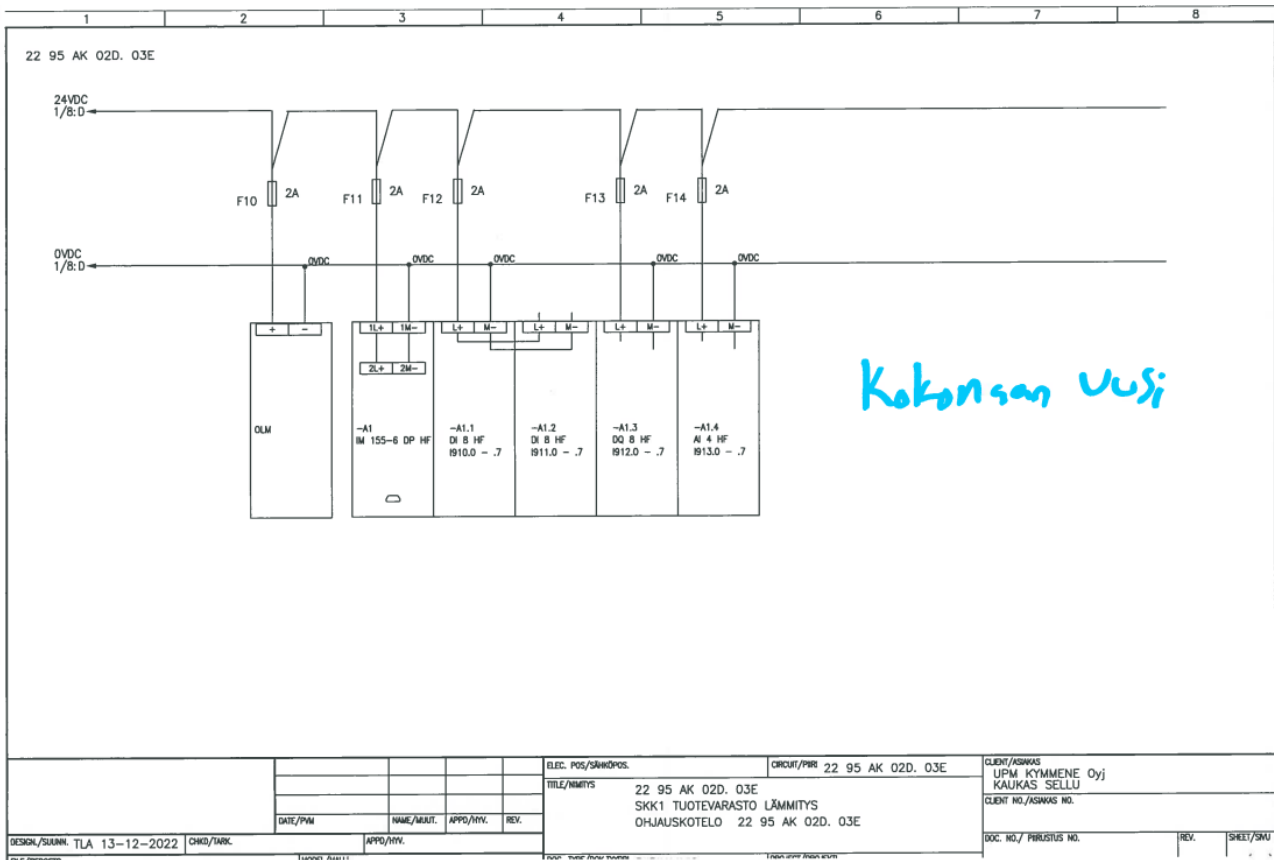
Kilpiliste rnr/1	Kilpiliste rnr/2	Kilpiliste rnr/3	Kappalemäärä	Kilpilyyppi	Huom.	Rev.
=2295323354.001-W06			2	61		
Profibus.xxx-W01			2	61		
Kuitu.xxx-W01			2	61		
=22 9532 3304.002-W04			2	61		
=22 9532 3304.003-W05			2	61		
=22 9532 3304.004-W06			2	61		
=22 9532 3304.005-W07			2	61		
=22 9500.Q001-W01			2	61		
=22 9500.T001-W01			2	61		
=22 9500.T003-W01			2	61		
=22 9500.T004-W01			2	61		
=22 9500.Q001	KOSTEUSMITTAUS	TUOTEVARASTO, JUNARATA	1	39		
=229500.T001	LÄMPÖTILANMITTAUS	TUOTEVARASTO, JUNARATA LATTIA	1	39		
=229500.T002	LÄMPÖTILANMITTAUS	TUOTEVARASTO, JUNARATA	1	39		
=229500.T003	LÄMPÖTILANMITTAUS	TUOTEVARASTO, PÄÄOVI LATTIA	1	39		
=229500.T004	LÄMPÖTILANMITTAUS	TUOTEVARASTO, KESKITIASO	1	39		



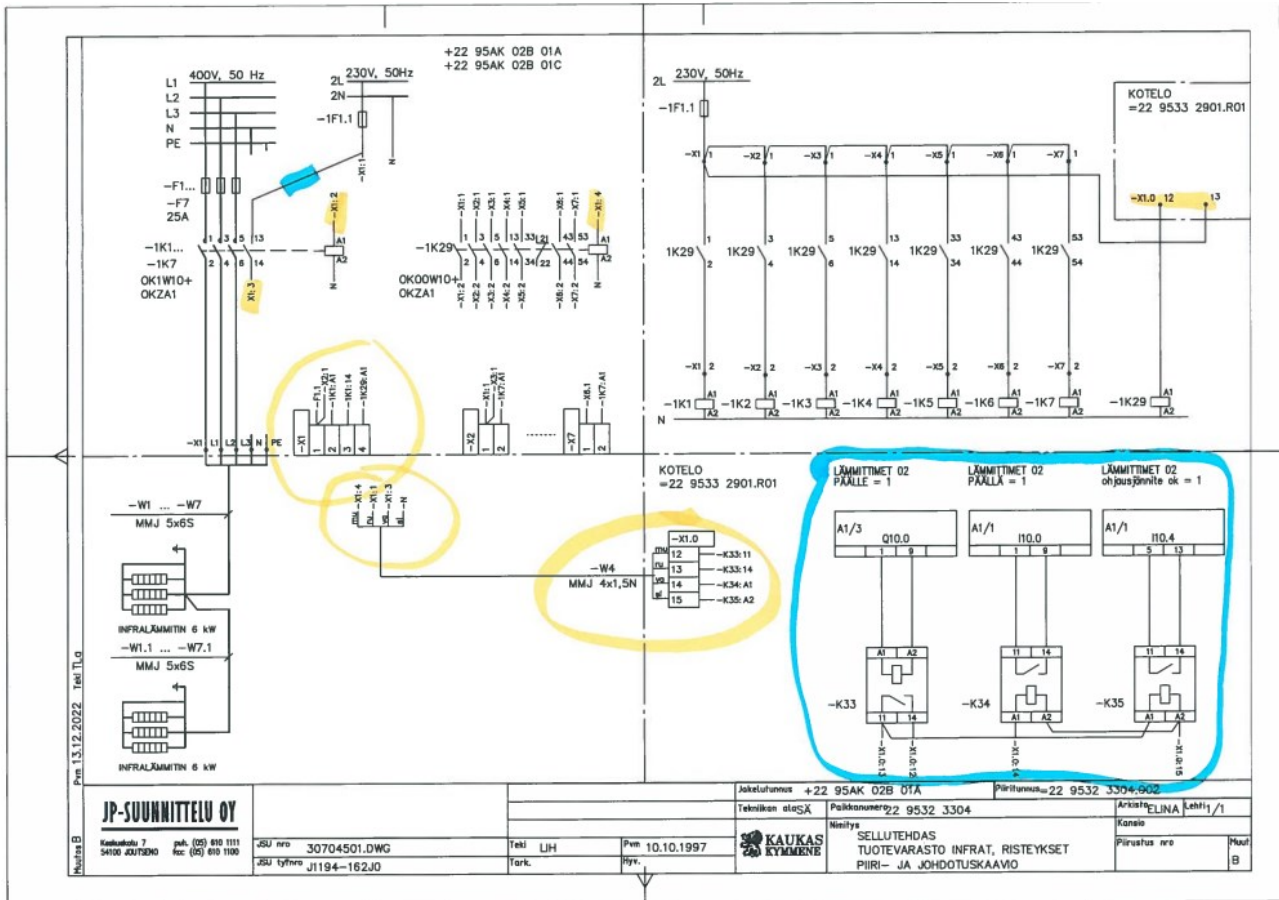
Liite 4. Tyokuva sähkösyöttö



### Liite 5. Työkuva jännitteenjako ET200SP

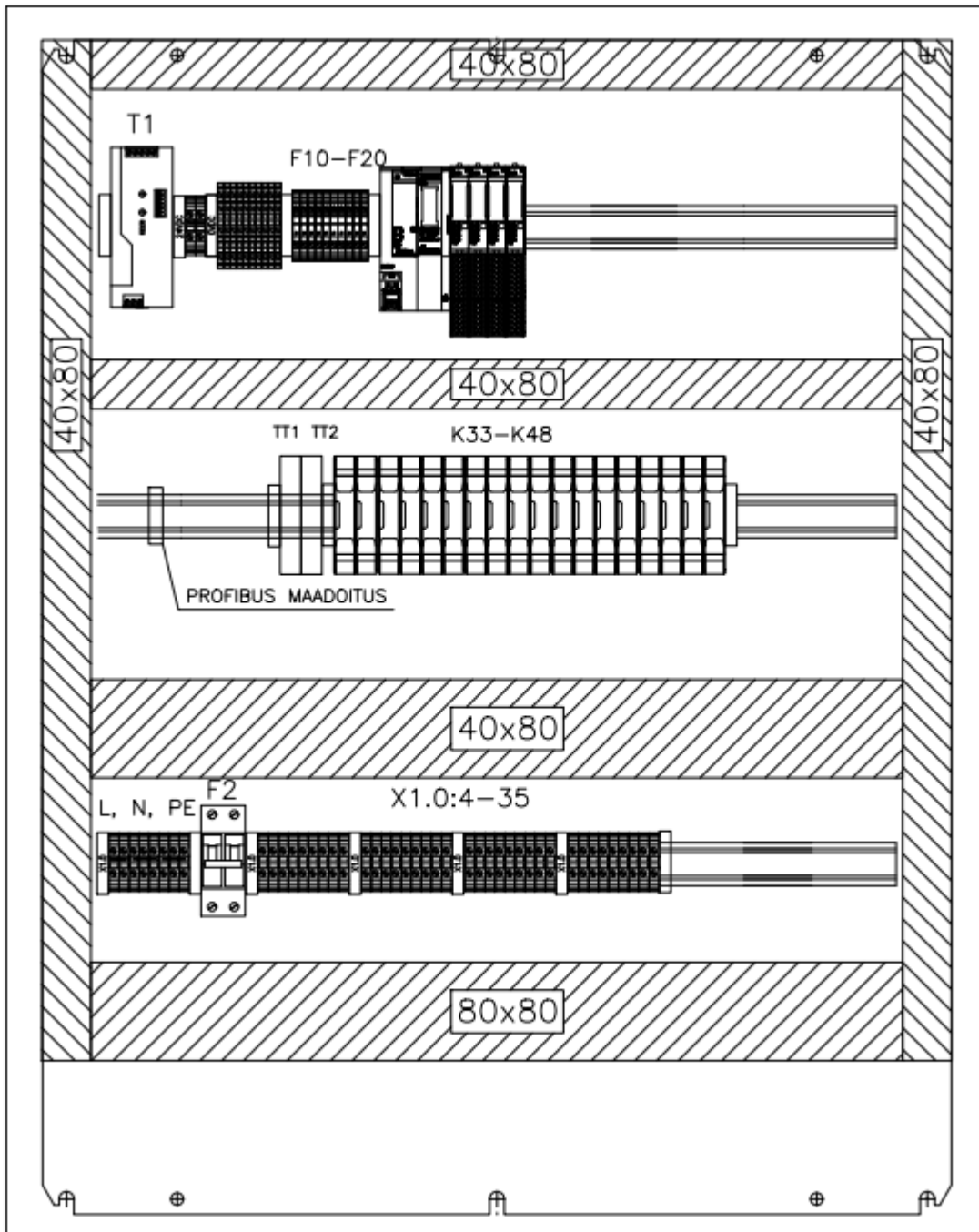


Liite 6. Työkuvaa 22 9532 3304.002

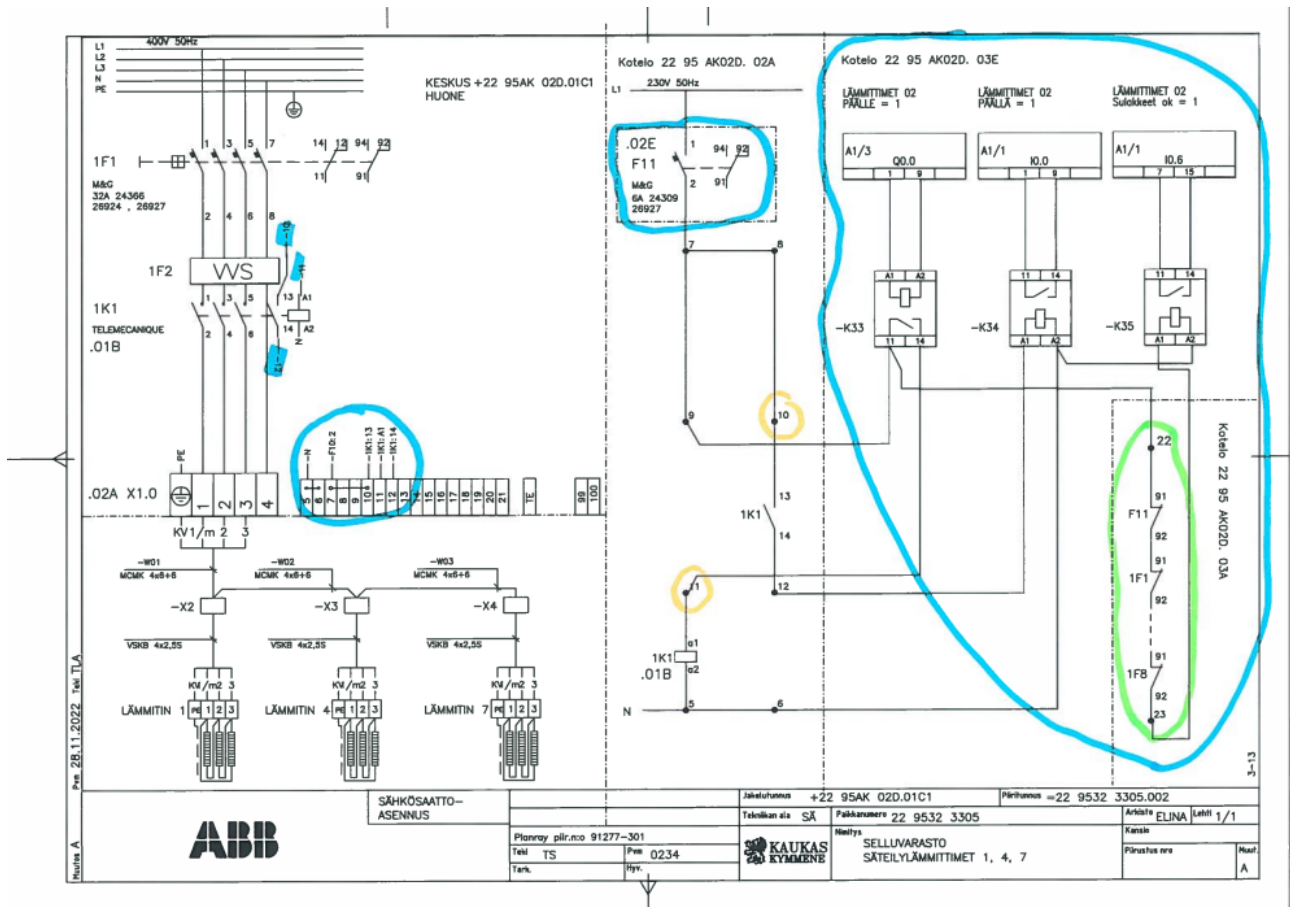




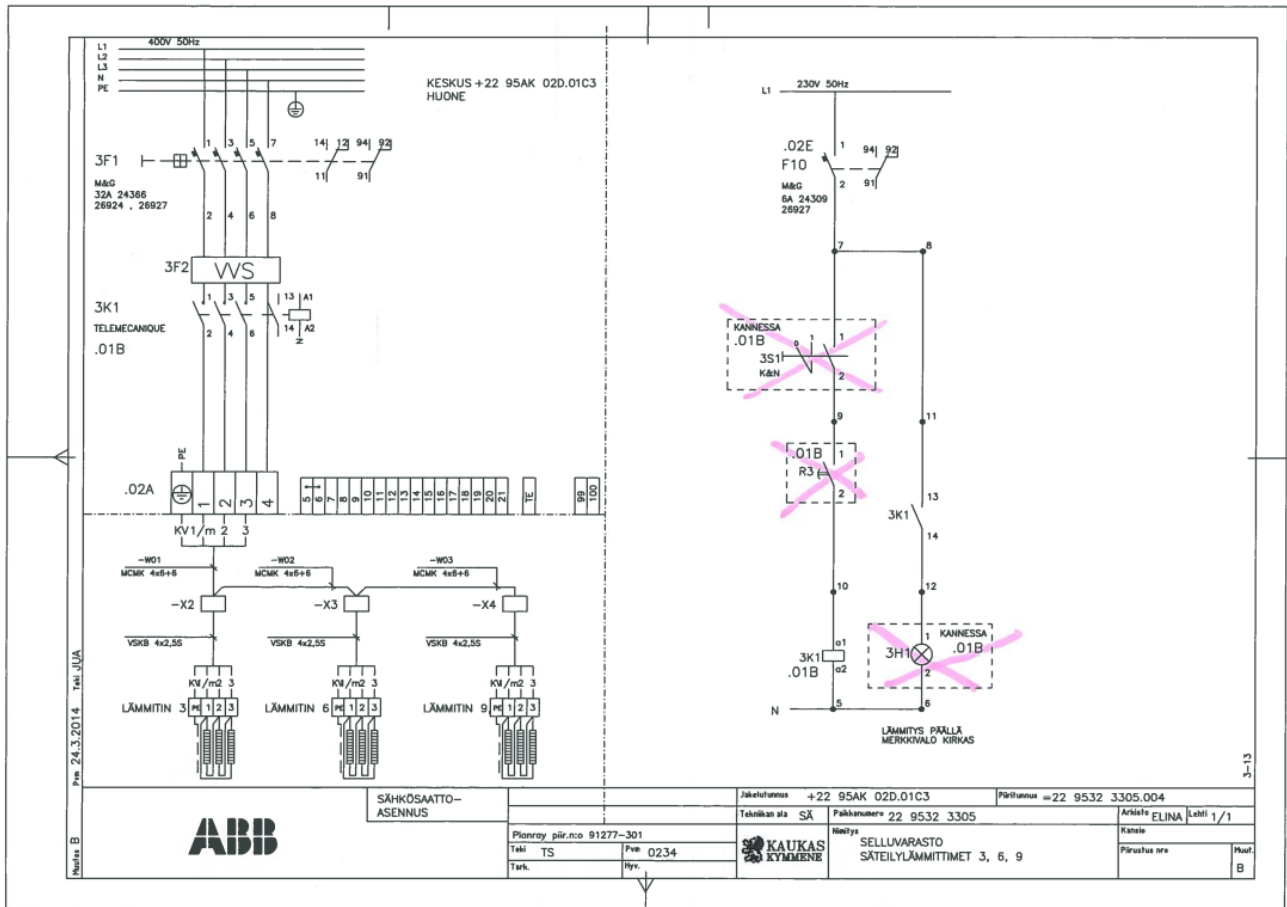
## Liite 8. Vanha S5 kotelon uusi layout



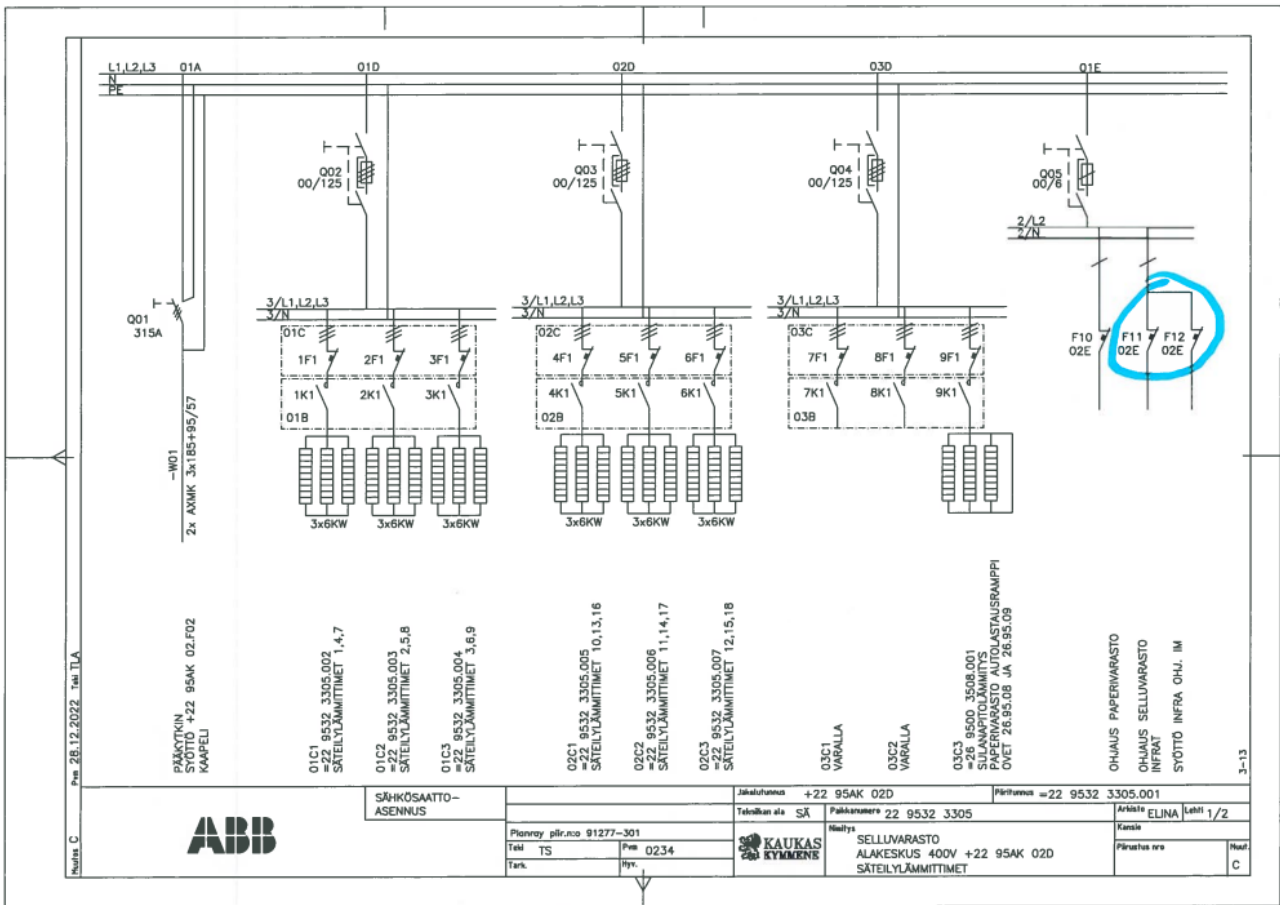
Liite 9. Työkuvaa 22 9532 3305.002



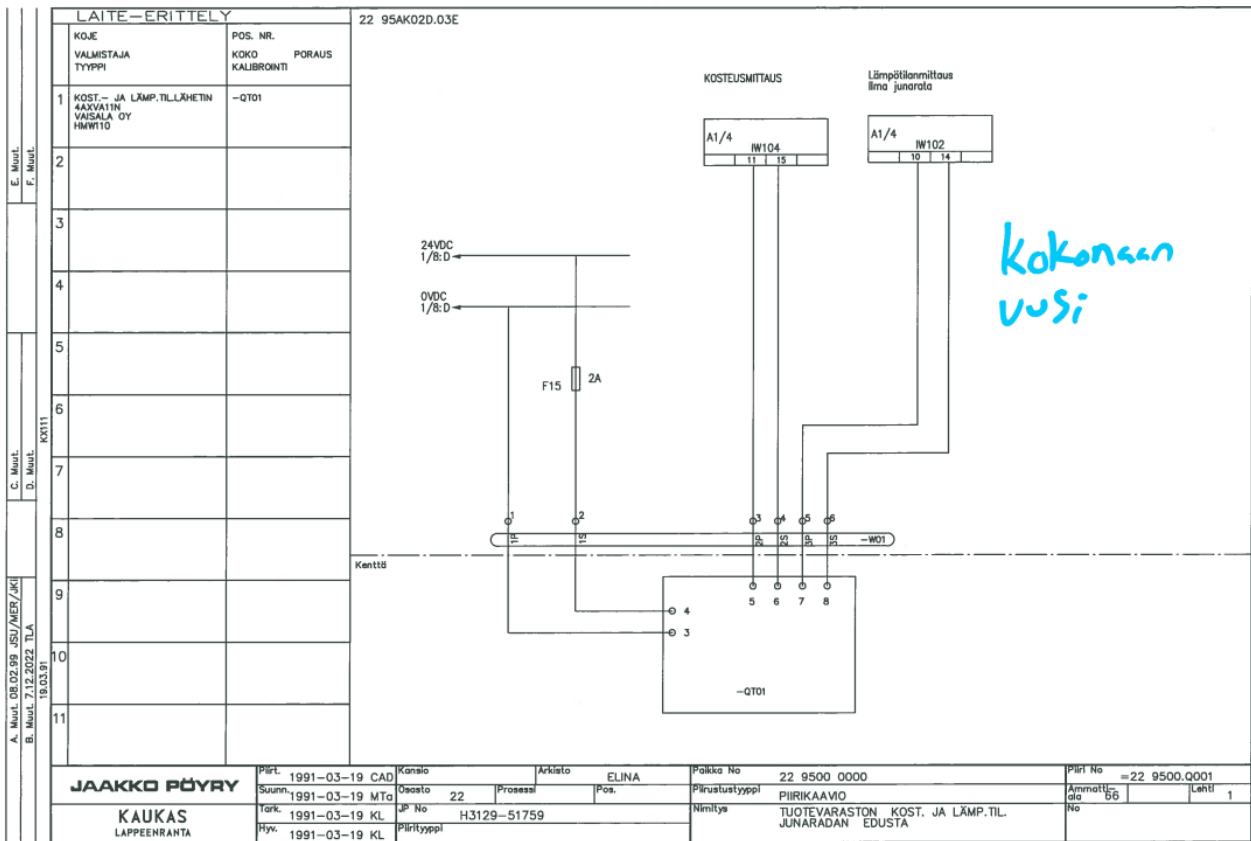
Liite 10. Purkukuva 22 9532 3305.004



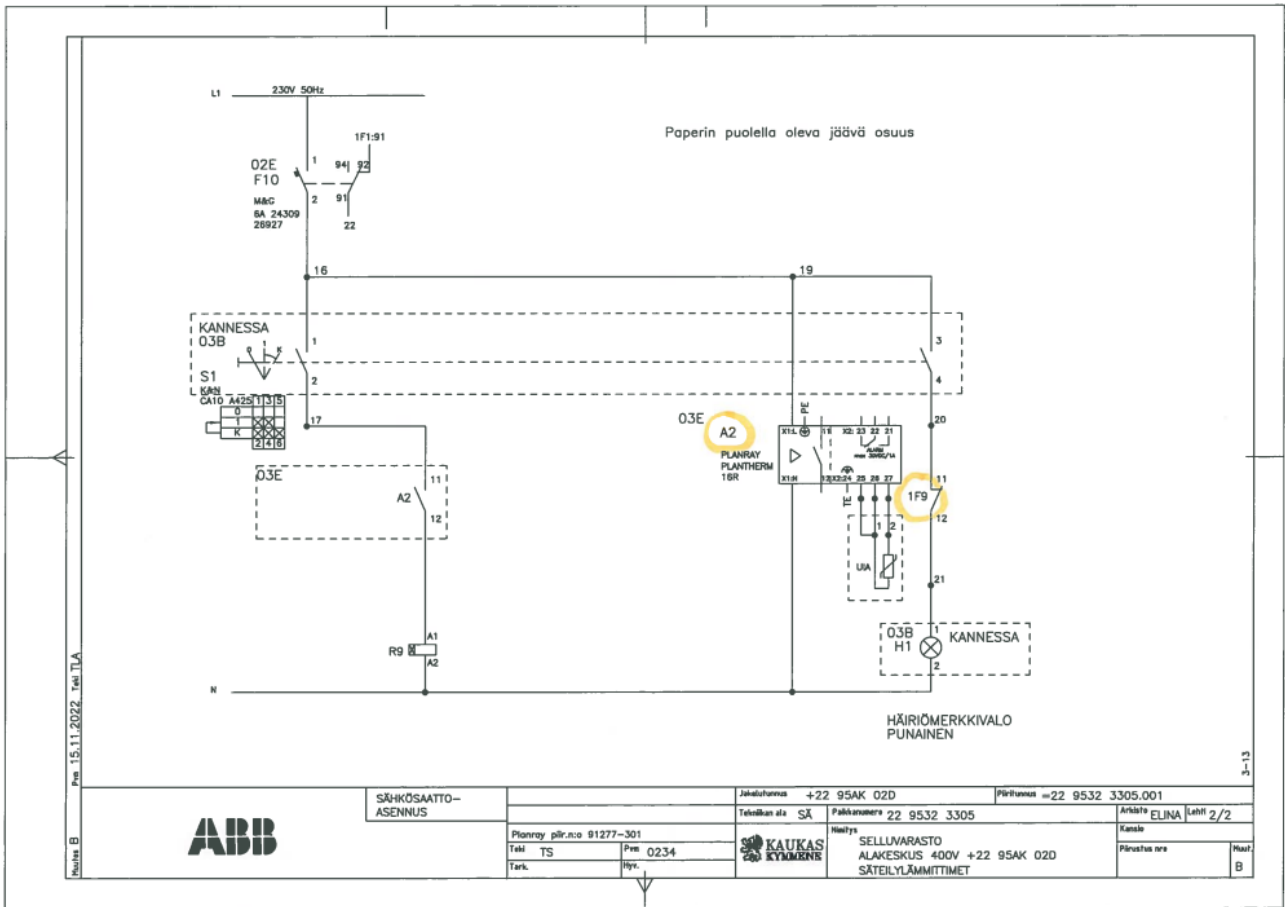
Liite 11. Työkuva 22 9532 3305.001 1/2



Liite 12. Työkuva 22 9500.Q001



Liite 13. Työkuva 22 9532 3305.001 2/2



SÄHKÖSAATTO-  
ASENNUS

Planroy pilt.n:o 91277-301  
Teki TS Pvm 0234  
Tark. Hyv.

Järjestelmä +22 95AK 02D  
Tehonkaas SA



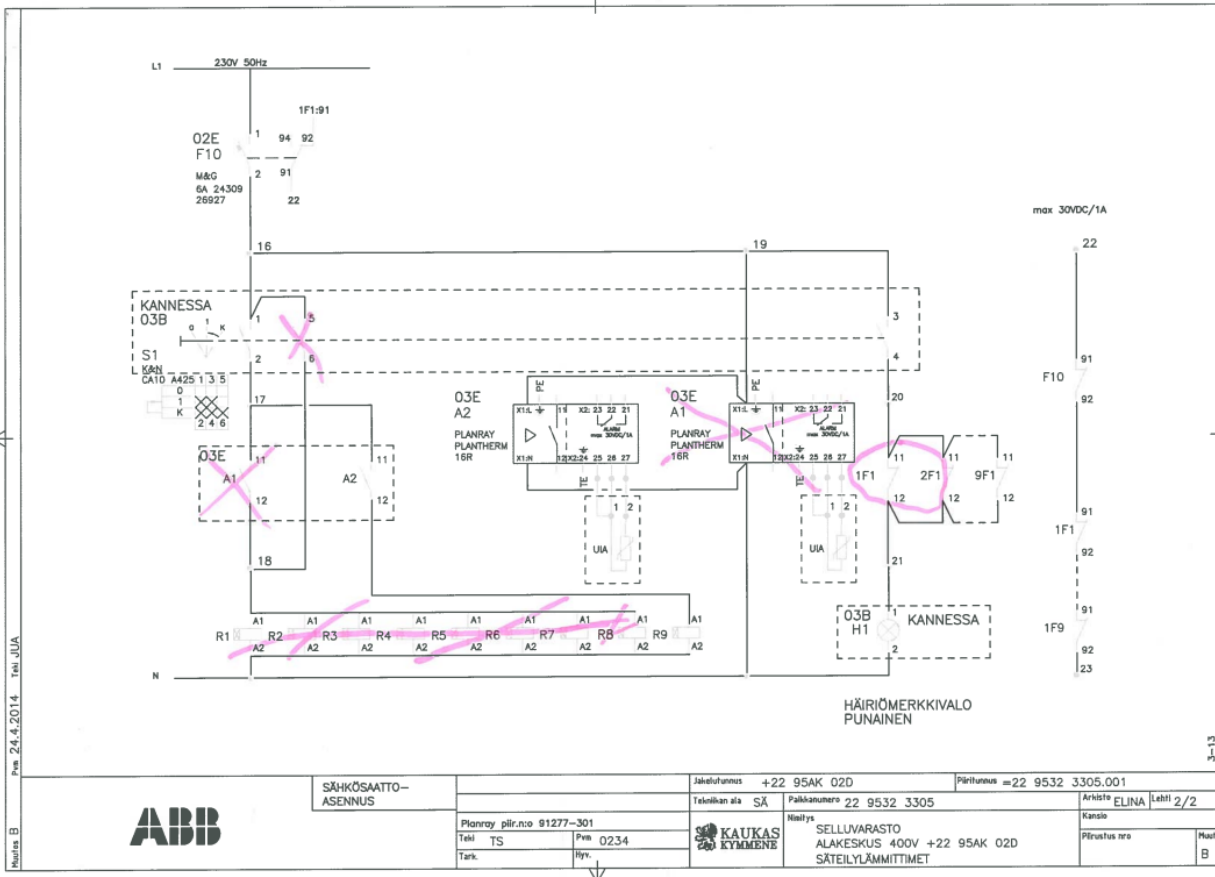
Palkkumäärä 22 9532 3305

Maatila  
SELLUVARASTO  
ALAKESKUS 400V +22 95AK 02D  
SÄTEILYLÄMMITTIMET

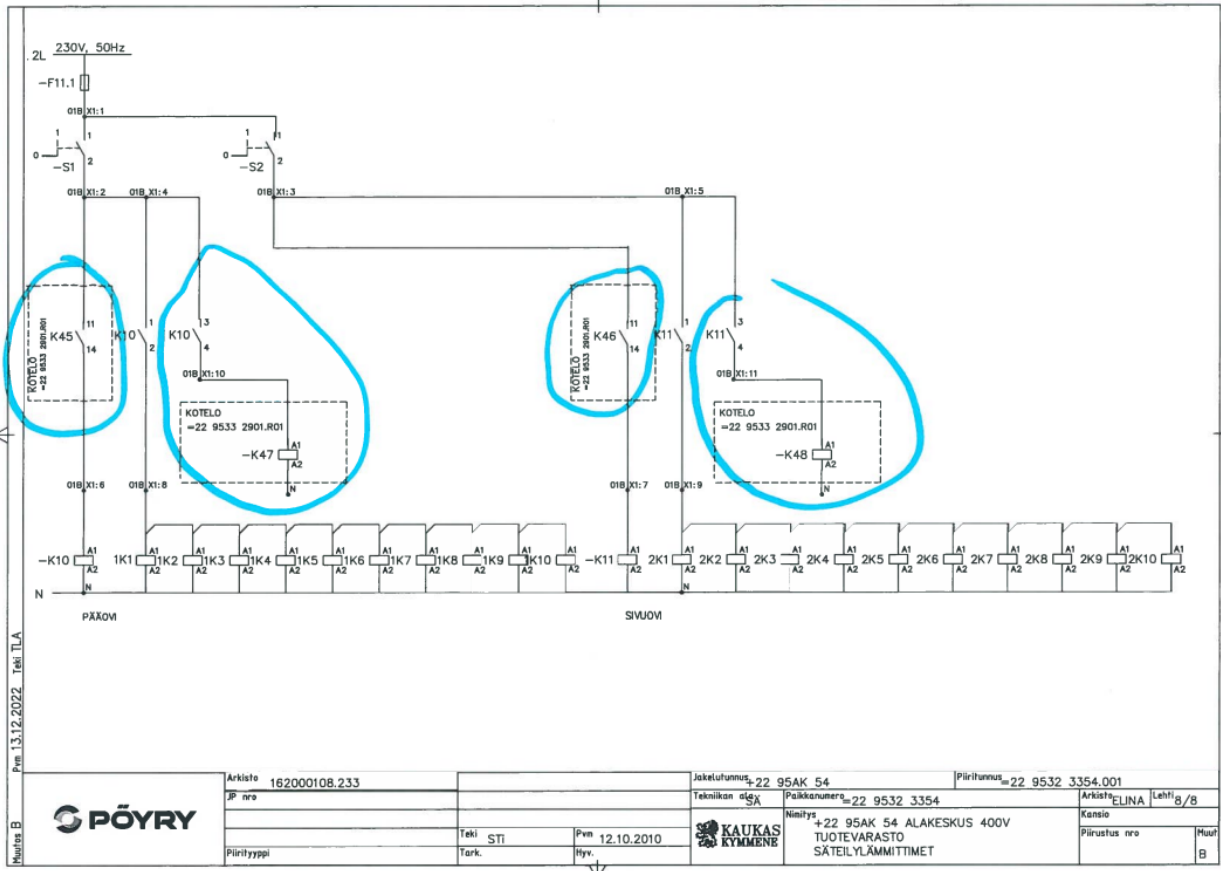
Piirinumero 22 9532 3305.001

Arkkitehti ELINA Lehti 2/2  
Kansio  
Päivätyyppi nro  
Maatila B

Liite 14. Purkukuva 22 9532 3305.001 2/2



Liite 15. Työkuva 22 9532 3354.001



Pvm. 1.3.12.2022. Teki T.L.A.

	Arkisto	162000108.233	Jakelunumero	22 95AK 54	Piirinumero	22 9532 3354.001
	JP nro		Tekniikan	ALA	Paikkunumero	22 9532 3354
	Tekijä	STI	Pvm	12.10.2010	Nimitys	+22 95AK 54 ALAKESKUS 400V TUOTEVARASTO SÄTEILYLÄMMITTIMET
	Piirityyppi	Tark.	Hyy.		Kansio	ELINA
					Piirustus nro	
					Muut	B

## Liite 16. Dokumenttiluettelo 1/2

Rivi	Asiakirja Rev.	Asiakirjanumero	Lehti	Nimi	Positio	Tiedostonimi	Rev.
1	0	Dokumenttiluettelo				Dokumenttiluettelo.xlsx	
2	0	Toimintakuvaus 2295323305.007				Toimintakuvaus 2295323305.007.docx	
3	0	Toimintakuvaus arvot				Toimintakuvaus arvot.xlsx	
4	0	Toimintakuvaus 229500Q001				Toimintakuvaus 229500Q001.docx	
5	0	Toimintakuvaus 229500T001				Toimintakuvaus 229500T001.docx	
6	0	Toimintakuvaus 229500T002				Toimintakuvaus 229500T002.docx	
7	0	Toimintakuvaus 229500T003				Toimintakuvaus 229500T003.docx	
8	0	Toimintakuvaus 229500T004				Toimintakuvaus 229500T004.docx	
9	0	Toimintakuvaus 2295323304.001.1				Toimintakuvaus 2295323304.001.1.docx	
10	0	Toimintakuvaus 2295323304.001				Toimintakuvaus 2295323304.001.docx	
11	0	Toimintakuvaus 2295323304.002				Toimintakuvaus 2295323304.002.docx	
12	0	Toimintakuvaus 2295323304.003				Toimintakuvaus 2295323304.003.docx	
13	0	Toimintakuvaus 2295323304.004				Toimintakuvaus 2295323304.004.docx	
14	0	Toimintakuvaus 2295323304.005				Toimintakuvaus 2295323304.005.docx	
15	0	Toimintakuvaus 2295323305.002				Toimintakuvaus 2295323305.002.docx	
16	0	Toimintakuvaus 2295323305.003				Toimintakuvaus 2295323305.003.docx	
17	0	Toimintakuvaus 2295323305.004				Toimintakuvaus 2295323305.004.docx	
18	0	Toimintakuvaus 2295323305.005				Toimintakuvaus 2295323305.005.docx	
19	0	Toimintakuvaus 2295323305.006				Toimintakuvaus 2295323305.006.docx	
20	0	Kilpiluettelo				Kilpiluettelo.xlsx	
21	0	Osaluettelo				Osaluettelo.xlsx	
22	0	IO-luettelo				IO-luettelo.xlsx	
23	0	Kaapeliluettelo				Kaapeliluettelo.xlsx	
24	0	229500.T003		Piirikuva		229500.T003.dwg	
25	0	229500.T004		Piirikuva		229500.T004.dwg	
26	0	32330400201		Piirikuva		32330400201.dwg	
27	0	32330400301		Piirikuva		32330400301.dwg	

## Liite 17. Dokumenttiluettelo 2/2

Rivi	Asiakirja Rev.	Asiakirjanumero	Lehti	Nimi	Positio	Tiedostonimi	Rev.
28	0	32330400401		Piirikuva		32330400401.dwg	
29	0	32330400501		Piirikuva		32330400501.dwg	
30	0	32335400107		Piirikuva		32335400107.dwg	
31	0	32335400108		Piirikuva		32335400108.dwg	
32	0	332901.R01		layout		332901.R01.dwg	
33	0	Jännitteenjako		Piirikuva		Jännitteenjako.dwg	
34	0	SyöttöR01		Piirikuva		SyöttöR01.dwg	
35	0	S5Kuvat				S5Kuvat.pdf	
36	0	s5vanhat				s5vanhat.pdf	
37	0	työkuvat s5				työkuvat s5.pdf	
38	0	Planray_paperi		Piirikuva		Planray_paperi.dwg	
39	0	Syöttö		Piirikuva		Syöttö.dwg	
40	0	2295AK02D.03E		layout		2295AK02D.03E.dwg	
41	0	229500.T001		Piirikuva		229500.T001.dwg	
42	0	229500.T002		Piirikuva		229500.T002.dwg	
43	0	323305002		Piirikuva		323305002.dwg	
44	0	323305003		Piirikuva		323305003.dwg	
45	0	323305004		Piirikuva		323305004.dwg	
46	0	323305005		Piirikuva		323305005.dwg	
47	0	323305006		Piirikuva		323305006.dwg	
48	0	323305007		Piirikuva		323305007.dwg	
49	0	32330500101		Piirikuva		32330500101.dwg	
50	0	Jännitteenjako		Piirikuva		Jännitteenjako.dwg	
51	0	Kosteusmittaus		Piirikuva		Kosteusmittaus.dwg	
52	0	työkuvat varasto				työkuvat varasto.pdf	
53	0	Varastokuvat				Varastokuvat.pdf	
54	0	varastovanhat				varastovanhat.pdf	