



# REUNANAUHAJÄRJESTELMÄN OHJAUKSEN PÄIVITYS SIEMENS TIA -YMPÄRISTÖÖN

UPM Raflatac Oy

Thomas Holm

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2020

Konetekniikka  
Koneautomaatio

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Koneautomaatio

Holm, Thomas:  
Reunanauhajärjestelmän ohjauksen päivitys Siemens TIA -ympäristöön  
UPM Raflatac Oy

Opinnäytetyö 30 sivua, joista liitteitä 4 sivua  
Toukokuu 2020

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja tehdä UPM Raflatacille reunanauhajärjestelmään päivitys Siemens TIA Portal -ympäristöön. Aikaisemmin järjestelmässä on käytetty SIMATIC Step 5 -ohjelmistoa, mutta se on vanha ohjelmisto, jonka virallinen tuki on lopetettu, joten oli aika vaihtaa se tuoteperheen uudempaan SIMATIC Step 7 -ohjelmistoon. Työ aloitettiin tutustumalla itse reunanauhajärjestelmän toimintaan ja sen perusteella alkaa suunnittelemaan tarvittavat komponentit uuteen keskukseseen. Uusi keskus tulisi olla toiminnaltaan samanlainen kuin vanha, mutta samalla siinä tulisi olla mahdollisuuksia laajennusta varten. Uusina lisäyksinä keskukseseen laitetaan kanteen Siemens HMI -paneeli, johon saadaan analogiset värinämittaukset näkyviin. Värinämittauksen anturit oli jo aikaisemmin kytketty moottorille, mutta niitä ei ollut laitettu oikeaan keskukseseen analogiasisääntulojen puutteen takia.

Työ toteutettiin kokonaan toimeksiantajan tiloissa. Toimeksiantaja teki joitakin valintoja työhön liittyen, mm. logiikoiden valintaan vaikuttivat paljon varaosamahdollisuudet ja laitteiden yhteensopivuus. Kaikkien komponenttien hankinnassa otettiin huomioon niiden koot ja se, paljonko niitä tarvitaan, jotta keskuksen kokoa olisi mahdollisesti saatu pienennettyä aikaisemmasta. Sähkökuvien suunnittelu vei paljon aikaa, koska niiden täytyi olla virheettömät, jotta sähköasentajat saisivat rakennettua keskuksen ongelmitta uusien komponenttien saapuessa. Sähkökuvissa oli paljon asioita, joita jätettiin pois, koska niissä oli paljon vanhojen laitteiden tietoja, jotka oli poistettu uudesta järjestelmästä. Kun kaikki sähkökuvat ja keskus oli saatu valmiiksi, pystyi ohjelman kääntämään vanhasta logiikasta uuteen ja testaamaan sen toimivuuden.

Lopputuloksena työssä päästiin hyvin aikataulussa tavoitteisiin sekä saatiin korjattua dokumenteista vanhat merkinnät. Kaikki dokumentit luovutettiin toimeksiantajalle ja uusi keskus jäi toimintavalmiina odottamaan asennusta vanhan tilalle.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Machine Automation

Holm, Thomas:  
Update of a Border Tape System Controller in the Siemens TIA Environment  
UPM Raflatac Oy

Bachelor's thesis 30 pages, appendices 4 pages  
May 2020

---

The objective of this thesis was to design and make an update of a border tape system controller in the Siemens TIA environment for UPM Raflatac. The company used the SIMATIC Step 5 software in the system previously, but since it is old its official support has been discontinued and it was time to change it to the more modern version, SIMATIC Step 7. The work began by examining the working principle of the system, and according to that, plans were made on what components are needed for the new system. The new system was required to work the same way as the old one, but addition of more extensions must also be possible. As a new extension, a Siemens HMI panel was added on which analog tremor measurements can be monitored. The sensors for tremor measurements have already been implemented on the motor, but they were not connected to the correct system due to lack of analog inputs.

The work was carried out completely in the clients' workspaces. Some of the decisions were made by the client, for example the availability of spare parts and compatibility of the components were important factors in choosing the programmable logic. During the planning phase the dimensions and amount of each component was considered carefully in consideration of the possibility to reduce the physical size of the system box. Designing of the electrical schematics took a relatively long time, because it was crucial for them to be on point so the electricians could build the system with ease when the components have arrived. Many items in the original electrical schematics were left out from the new schematics of the new system, as they became obsolete. At the end, when the system and all the schematics and system were ready, it was possible to start translating the program from old PLC to the new and start testing it.

As a result, all objectives were reached in time, and the schematics were updated to correspond with the new system. All the documents were delivered to the client, and the new system was tested and completed successfully, ready to replace the old one.

---

Keywords: UPM Raflatac, Siemens, TIA portal, S7-1200

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	TAUSTATIETOJA.....	7
	2.1.1 UPM Raflatac Tampere .....	7
	2.2 Reunanauhajärjestelmä .....	8
3	OHJELMISTOT.....	12
	3.1 Autodesk.....	12
	3.1.1 AutoCAD .....	12
	3.2 Siemens ja SIMATIC -ohjelmistot.....	12
	3.2.1 TIA Selection Tool .....	13
	3.2.2 SIMATIC Step 5.....	13
	3.2.3 SIMATIC Step 7.....	14
4	TYÖN PROSESSI.....	15
	4.1 Suunnittelu .....	15
	4.1.1 Komponenttien valinta .....	15
	4.1.2 Sähkökuvat.....	16
	4.2 Toteutus .....	17
	4.2.1 Ohjelman kääntäminen S5 -> S7.....	17
	4.2.2 Ohjelman testaus.....	20
	4.2.3 HMI -paneelin testaus.....	21
	4.3 Kokonaisuuden asennus tehtaaseen .....	22
5	YHTEENVETO KOKONAIUUDESTA.....	24
	LÄHTEET .....	25
	LIITTEET .....	27
	Liite 1. Ohjauskeskuksen Layout sisältä .....	27
	Liite 2. Johdotuspiirustus PLC ja ensimmäinen lisämoduuli.....	28
	Liite 3. Johdotuspiirustus lisämoduulit 4, 5 ja 6 .....	29
	Liite 4. Kaapeleiden ristikytkennät .....	30

**LYHENTEET JA TERMIT**

CAD	Computer Aided Design (Tietokoneavusteinen suunnittelu)
LAD	Ladder Diagram (Tikapuukaavio)
FBD	Function Block Diagram (Toimintolohkokaavio)
STL	Statement List (Lausekeluettelo)
PLC	Programmable Logic Controller (Ohjelmoitava logiikka)
HMI	Human Machine Interface
TIA	Totally Integrated Automation
S5	SIMATIC Step 5
S7	SIMATIC Step 7
DI	Digital Input (Digitaalinen sisääntulo)
DO	Digital Output (Digitaalinen uloslähtö)
AI	Analog Input (Analoginen sisääntulo)
AO	Analog Output (Analoginen uloslähtö)

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäyte työssä oli tehtävänä suunnitella ja toteuttaa UPM Raflatac:lle reunanauhajärjestelmän ohjauksen päivitys vanhasta SIMATIC Step 5 -ohjelmasta tuoteperheen uuteen SIMATIC Step 7 -ohjelmaan ja tämän TIA-Portal -ympäristöön.

Työssä suunnitellaan keskukselle uudet sähkökuvat tai päivitetään vanhoja tarpeen vaatiessa. Lisäksi työhön lisätään Siemens HMI -paneeli keskuksen kanteen, johon laitetaan näkyviin uusien analogistentärinämittausten seuranta ja hälytykset. Työ tehtiin pääsääntöisesti kokonaan UPM:n tiloissa sieltä saatujen laitteiden ja ohjelmistojen avulla.

Ohjelmistoina työssä käytettiin muutamaa ohjelmaa eri tarkoituksiin, AutoCAD -ohjelmaa sähkökuvien muokkaamiseen ja tarkasteluun, sekä SIMATIC Step 5 ja 7 -ohjelmistoja PLC:n ja HMI:n ohjelmoimiseen.

## **2 TAUSTATIETOJA**

Tässä kappaleessa esitellään työn toimeksiantaja sekä kerrotaan itse opinnäytetyöhön kohdistuvan laitteiston toimintaperiaatteesta ja siihen liittyvästä työn tarkoituksesta.

### **2.1 UPM-Kymmene**

UPM-Kymmene Oyj bioteollisuudessa toimiva kansainvälinen yhtiö, jolla on tuotantoa 12 eri maassa kuudella eri liiketoiminta-alueella. Nämä kuusi eri liiketoiminta-alueita ovat UPM Biorefining, UPM Energy, UPM Raflatac, UPM Specialty Papers, UPM Paper ENA sekä UPM Plywood. Yhtiön toiminta perustuu tuotteiden jalostamiseen kierrätettävistä ja uusiutuvista raaka-aineista. (UPM tietoa meistä 2020)

#### **2.1.1 UPM Raflatac Tampere**

UPM Raflatac kehittää korkealaatuisia tarramateriaaleja brändäys- ja mainosetiketöintiin, informaatioetiketöintiin sekä funktionaaliseen etiketöintiin. Yritys tekee yhteistyötä brändien ja yritysten kanssa tarjoamalla tarraratkaisuja, jotka tukevat tuotteiden luovaa pakkaussuunnittelua ja auttavat saavuttamaan hyvää liiketoimintaa (UPM liiketoiminnot UPM Raflatac 2020)

Tampereen tehdas sijaitsee Tesoman kaupunginosassa ja on perustettu vuonna 1972. Siellä työskentelee yhteensä 350 henkilöä, näistä noin 200 tehdasorganisaation palveluksessa. Tampereen yksikössä valmistetaan erikoistalaraminaattia vaativiin loppukäyttöihin esimerkiksi juoma- ja lääketeollisuudessa. (Tekniikan talous 2016)



KUVA 1. Ilmakuva Tampereen tehtaasta

## 2.2 Reunanauhajärjestelmä

Kun valmiista rullista leikataan tilauksien mukaisia kappaleita, jää pakostakin rullista ylijäämää tai huonoa reunaa, joka pitää hävittää. Reunanauhajärjestelmää käytetään rullien leikkuu vaiheessa ylijäämänauhan poistoon puhaltimien avulla. Imureilla imetään ylijäämä katossa kulkevaan putkistoon (Kuva 2), jossa se kulkee hallin läpi tehtaan takana ulkona sijaitseviin jätekontteihin (Kuva 3). Ennen putkistoon menoa nauhaa silputaan pienemmäksi silppureilla, jotka sijaitsevat lähellä leikkureiden jälkeä putkistossa. Reunanauhajärjestelmä ohjasi aikaisemmin näitä silppureita, mutta nykyään niiden ohjaus on siirretty jokaiselle yksittäiselle leikkurille. Putkistossa jätenauha ohjataan jompaankumpaan perällä sijaitsevista jätekonteista riippuen siitä, kummassa on tilaa.

Järjestelmässä on paljon eri ohjauksia, joista yhtenä esimerkkinä on vaihtopellin ohjaus. Vaihtopellillä ohjataan jätenauha jompaankumpaan konttiin ja sen ohjaus linjaan 1 vaatii erilaisia tietoja laitteilta. Linja 1 saadaan valituksi, kun kannen S16 vaihtokytkimestä on valittu linja 1, logiikalle tulee tieto kontin 1 paikallaloosta anturilta, rajalinja-anturi kyseisellä linjalla ei ole aktivoituneena sekä vastapainepuhaltimen käyntivalmius tieto releeltä. Kun nämä kaikki neljä kriteeriä toteutuvat ja ovat päällä 7 sekunnin ajan, vaihtopellin ohjaus linjaan 1 menee päälle.



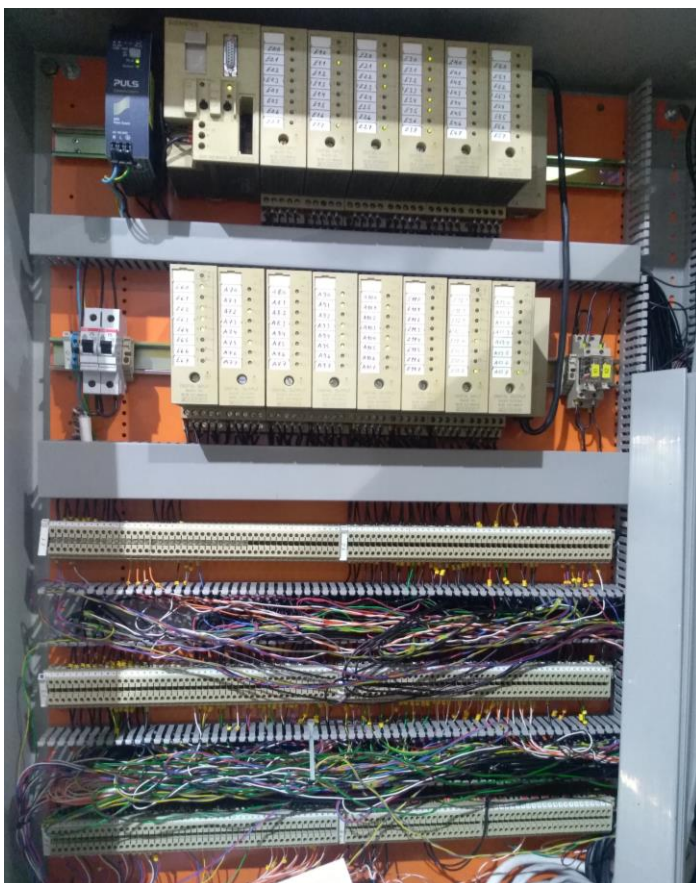


KUVA 2. Kuvassa silppuri ja putkistoa leikkurin jälkeen



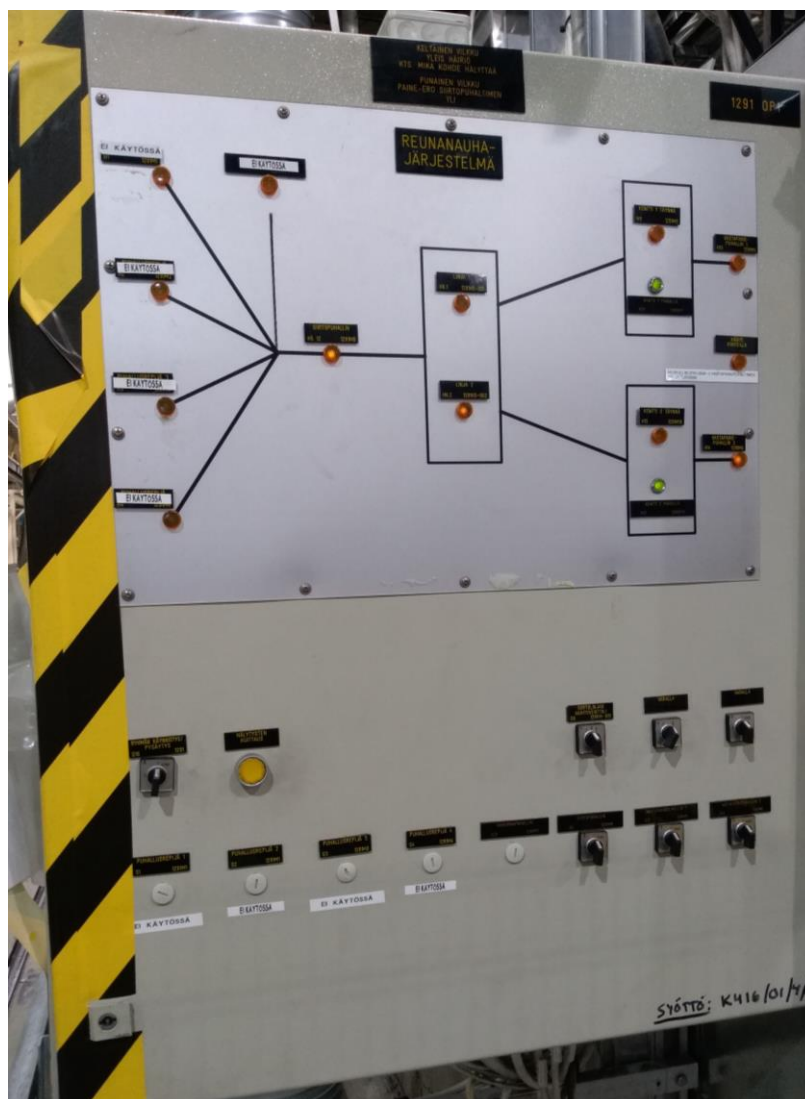
KUVA 3. Tehtaan perällä sijaitsevat reunanauhakontit

Vanha keskus on vuosienvarrella hieman kärsinyt, minkä takia se päätettiin vaihtaa uuteen. Keskuksen sijainnin takia siihen on tullut kolhuja ohi menevistä trukeista. Tulevaisuudessa se tullaan vaurioiden välttämiseksi heti suojaamaan paremmin.



KUVA 4. Vanhan reunanauhajärjestelmän ohjauskeskus

Kuten yllä olevasta kuvasta näkyy (KUVA 4), vanhan ohjauskeskuksen kaape-  
lien ja johtojen reititys on hieman kärsinyt ja on vaikeaselkoinen. Lisäksi vanhat  
komponentit vievät paljon enemmän tilaa uusiin verrattuna. Vanhassa keskuk-  
sessa on myös kytkentöihin tehty joitakin muutoksia, jotka ovat vain kentällä  
tehdyissä kynällä piirretyissä kuvissa, joka vaikeuttaa vikojen selvittämistä.



KUVA 5. Vanha ohjauskeskus ja sen käyttökytkimet

Keskuksen kannessa oleva peltilevy, jossa on LED -valoja oli alun perin tarkoitus ottaa myös käyttöön uudessa. Kuitenkin myöhemmin päädyttiin jättämään se kokonaan pois uudesta ja korvata sen toiminta HMI-paneelilla. Kaikki keskuksen kannessa olevat nokkakytkimetkin vaihdettiin myös uusiin sekä turhat poistettiin.

### **3 OHJELMISTOT**

Tässä kerrotaan lyhyesti työssä käytetyistä ohjelmista, mihin niitä käytettiin ja mitä eroavaisuuksia Siemensin ohjelmistoilla on.

#### **3.1 Autodesk**

Autodesk Inc on yhdysvaltalainen yhtiö, joiden päätoimipiste on Kalifornian San Rafaelissa. Yritys työllistää yli 10300 henkilö ympäri maailmaa ja heidän päätuotteitaan ovat mm. AutoCAD, BIM 360, Civil 3D, Fusion 360, InfraWorks ja Inventor. (Autodesk Corporate Information 2020)

Autodesk tekee ohjelmistoja ihmisille, jotka tekevät asioita. Se on maailmanlaajuisesti johtava suunnittelu- ja valmistusohjelmissa arkkitehtuuri, insinööri, rakennus, media ja viihde sekä valmistusaloilla. (Autodesk Corporate Information 2020)

##### **3.1.1 AutoCAD**

AutoCAD on Autodeskin yksi päätuotteista ja se soveltuu kaikkeen tietokoneavusteiseen suunnitteluun. Ohjelma sisältää monia erilaisia erikoistyökaluja, joita voi hyödyntää eri toimialoissa suunnittelutyön nopeuttamiseksi ja helpottamiseksi. Ohjelmalla pystyy luonnostelevaan ja muokkaamaan 2D- ja 3D- mallia. (Autodesk AutoCAD 2020)

#### **3.2 Siemens ja SIMATIC -ohjelmistot**

Siemens on globaali valtakijä, joka keskittyy sähköistämisen, automaation ja digitalisaation alueisiin. Yhtenä maailman suurimpana energiatehokkaiden ja resursseja säästävien tekniikoiden valmistajana, Siemens on johtava toimittaja sähköntuotannossa ja siirrossa sekä lääketieteellisessä diagnostiikassa. Infrastrukturi ja teollisuus ratkaisuihin yritys on urauurtavassa roolissa. (Siemens About Us 2020)

SIMATIC -ohjelmistot ovat osa Siemensin automaatiobrändiä. Brändi on ensimmäistä kertaa patentoitu vuonna 1958 ja on ollut suuressa kasvussa siitä asti. Alkuvuosina komponentit olivat vielä yksinkertaisia ja suurikokoisia fyysisten johdotusten takia komponenttien sisällä. Myöhemmin kun mikroprosessori tekniikka ja sulautetut piirit tulivat ohjaustekniikkaan, syntyi myös ensimmäiset PLC:t. SIMATIC Step 3 oli ensimmäinen PLC, jota ei tarvinnut fyysisillä johdotuksilla ohjelmoida. Nykypäivänä SIMATIC on edelleen yksi maailman johtavista automaatiotekniikan tuottajista. (Siemens 60 years of SIMATIC 2020)

### **3.2.1 TIA Selection Tool**

TIA Selection Tool:in avulla pystyy helposti ja nopeasti valitsemaan sopivat komponentit projektia varten. Ohjelma on ilmainen ja se vaatii todella vähän taustatietämystä, joten se sopii kaikille aloittelijasta ammattilaiseen. Sillä pystyy nopeasti näkemään valitun komponentin tarkemmat tuotetiedot sekä mitkä laitteet ovat sen kanssa yhteensopivia. Tässä työssä sitä käytettiin PLC:n ja sen lisämoduulien valintaan. (Siemens TIA Selection Tool 2020)

### **3.2.2 SIMATIC Step 5**

SIMATIC Step 5 on ensimmäistä kertaa julkaistu vuonna 1979, joka oli läpimurto ohjelmoitavissa logiikoissa. Sen myötä kytkentä ajat nopeutuivat, monimutkaisemmat kokonaisuudet olivat mahdollisia ja laitteiden valmistus nopeutuivat. Step 5 -ohjelma nopeutti ohjelmien tekemistä ja muokkaamista. SIMATIC Step 5 -kontrollereita käytetään edelleen ympäri maailmaa melkein kaikilla teollisuuden osa-alueilla. (Siemens 60 years of SIMATIC 2020)

Siemens on aikomassa lopettaa SIMATIC Step 5 -tuoteperheen virallisen tuen, varaosien ja korjaustöiden saatavuuden lokakuun alusta 2020. Ilmoitus on annettu helmikuussa 2020, jonka mukana he ovat antaneet tarvittavia dokumentteja eri järjestelmien vaihtoa varten. (Siemens Industry Online Support 2020)

### **3.2.3 SIMATIC Step 7**

SIMATIC Step 7 tuoteperhe julkaistiin vuonna 1994 kolmessa eri suorituskyky alueessa. Myöhemmin tässä työssä käytetty S7-1200 sarjan tuotteet julkaistiin vuonna 2009. Se toi mukanaan uudet mukautuvammat standardit ja laajemmat laajennusmahdollisuudet, joiden avulla sitä voidaan käyttää moneen eri tarkoitukseen, vielä useampiin SIMATIC HMI -paneelien kanssa. (Siemens 60 years of SIMATIC 2020)

## 4 TYÖN PROSESSI

### 4.1 Suunnittelu

Uuteen keskuksen tuleva ohjelmoitava logiikka päätettiin hankkia Siemensin S7 1200 tuoteperheestä, koska niitä on aikaisemmin käytetty tehtaalla, lisäpeusteluna oli se, että tässä järjestelmässä ei tarvita suuria virtoja vaativia ohjauksia. Kyseisiin 1200 -sarjan logiikoihin on helposti mahdollista laittaa lisämoduuleita, joista saadaan lisää tuloja sekä lähtöjä logiikkaan. Ohjauskeskuksen kokoa haluttiin pienentää, mikäli tarpeelliset toiminnot säilyttäen se olisi mahdollista. Kaikkien keskuksen tulevien komponenttien täytyi olla yhteensopivia ja liitettävissä keskuksen sisällä käytettyihin DIN -kiskoihin.

#### 4.1.1 Komponenttien valinta

Ennen kuin uusi logiikka voitiin valita, täytyi ottaa selvää järjestelmässä tarvittavista digitaalisista tuloista ja lähdöistä. Kun näiden määrä oli saatu selvitettyä, voitiin aloittaa sopivien moduulien etsiminen TIA Selection Tool -ohjelmalla. Valinnassa täytyi ottaa mukaan huomioon mahdolliset muutokset järjestelmään tulevaisuudessa, joten tulojen ja lähtöjen määrää nostettiin noin kolmanneksella alkuperäisestä. Alkuperäisessä järjestelmässä oli yhteensä 72 digitaalituloa ja 40 digitaalilähtöä, joten uudessa tarvittiin noin 94 tuloa ja 52 lähtöä. Näiden tarpeiden mukaan pystyttiin valitsemaan sopivat moduulit logiikkaan. Logiikaksi valittiin SIMATIC S7-1200, 1214C DC/DC/DC, jossa on 12 digitaalituloa, 2 analogiatuloa sekä 9 digitaalilähtöä. Moduuleiksi valittiin kolme Digital I/O SM1223 16 Input/16 Output -moduulia, kaksi Digital Input SM 1221 16 Input -moduulia, sekä yksi Analog Input SM 1231 8 AI -moduuli. Lisäksi keskuksen kanteen lisätään Siemens HMI KTP 700 basic -paneeli, johon tehtiin monitorointi tärinämittauksista ja hälytyksistä.

Keskuksen täytyi myös tilata uudet johdonsuojakatkaisijat, riviliittimet, teholähde, kaksi relettä ohjaamaan huomiovaloja keskuksen päällä sekä nokkakytki-

miä keskuksen kanteen. Johdonsuojakatkaisijoita laitettiin yksi heti syöttökaapelin jälkeen ja toinen teholähteen eteen. Lisäksi yhdet laitettiin PLC:n eteen sekä jokaisen lisämoduulin ja HMI paneelin eteen. Mikäli jossakin moduulissa tulee näin ollen vikaa, ei jännitteen syöttö katkea koko järjestelmästä ja näin vika on helpompi löytää. Riviliittimiksi valittiin kaksikerroksisia riviliittimiä, joita käytetään kaapeleiden syöttöjä varten. Näin säästetään huomattavasti tilaa vanhoihin yksikerroksisiin verrattuna. Lisäksi työhön otettiin antureita varten tehtyjä kolmitasoisia riviliittimiä, joissa saa helposti yhdistettyä erilliset +/- 24VDC -kiskot. Kaikki riviliittimet valittiin tarkoituksella ruuvikiristeisten sijaan jousitoimisiksi. Sitä helpotetaan sähköasentajien työtä sekä parannetaan yleistä käytännöllisyyttä. Teholähde sekä releet olivat samoja malleiltaan kuin vanhassa, mutta kuitenkin niihin otettiin uudet vanhojen tilalle. Nokkakytkimiksi kanteen valittiin neljä kappaletta 0-1-ST tyyliä kytkimiä, joissa on kaksi valinta tilaa 0 ja 1 sekä ST tila, jossa on jousipalautteinen toiminto takaisen tilaan 1. Lisäksi kanteen tuli yksi painonappi hälytysten kuittausta varten ja yksi vaihtokytkin linjavaihtoa varten.

#### **4.1.2 Sähkökuvat**

Alkuperäiset sähkökuvat olivat vuodelta 1996 ja niitä on hieman muokkailtu ja päivitetty vuosien varrella. Viimeisin lisäys järjestelmään oli tehty vuonna 2011 ja se oli konteille tehty automaattiohjaus. Joissakin kuvissa oli hieman epäselvyyksiä, koska vuosien varrella tehtyjä muutoksia ei välttämättä ollut päivitetty jokaiseen kuvaan. Tämän takia merkinnät täytyi katsoa tarkasti, ettei missään ollut päällekkäisyyksiä. Kuvissa päivitettiin myös keskuksen layout-mallit, joiden perusteella uusi keskus rakennettaisiin. Layout-malleissa täytyi ottaa huomioon kaikki uudet komponentit sekä niiden mitat, jotta voitiin suunnitella kaikkien kaapelikourujen, riviliittimien ja muiden komponenttien sijainnit keskuksessa. Sähkökuviin lisättiin uusi jännitteenjakokuva. Aiemmin tämä oli tehty logiikoiden reititysten kuviin. Lisäksi vanhoissa kuvissa kaikki kaapelit olivat samalla sivulla komponenttien johdotuksien kanssa, mikä teki sivuista sekavia ja ahtaan oloisia. Uudessa kuvissa kaapeleille päätettiin tehdä omat ristikytkentäsivut.



Sähkökuvista suuressa osassa oli paljon muutettavaa ja ne lopulta muuttuivat täysin. Kuvissa oli myös iso osa eri antureiden ja repijämoottoreiden johdotuksia, joita ei päivitetty ollenkaan, koska niitä ei enää ole käytössä reunanauhajärjestelmässä. Uusiin kuviin piirrettiin myös selkeämmät kuvat kaikista PLC:n ja lisämoduulien lähdöistä sekä siitä, mihin riviliitinryhmään ne kuuluvat.

## **4.2 Toteutus**

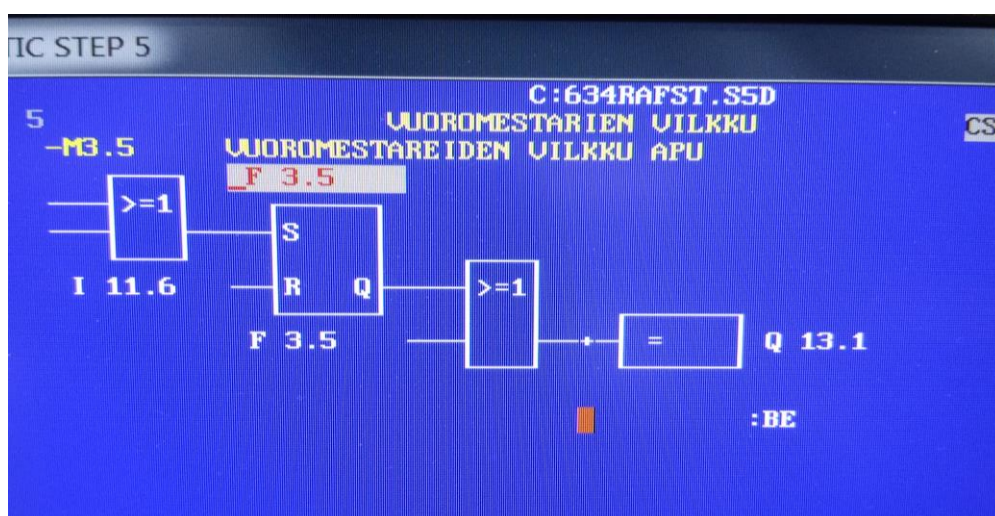
Uusi keskus toteutui melkein täysin alkuperäisten suunnittelujen mukaisesti, mutta myöhemmin tuli kuitenkin pieniä muutoksia. Vanhan keskuksen kannessa oleva ns. LED-taulu oli alun perin tarkoitus säilyttää ja laittaa myös uuden kanteen. Se päätettiin kuitenkin korvata täysin tekemällä HMI-paneelille oma näyttö, johon saatiin kaikki tarvittavat tiedot ilman ylimääräisiä lamppeja. Lisäksi PLC:hen tarvittiin yksi Ethernet -moduuli lisää, jotta sitä voitiin ohjelmoida samanaikaisesti siinä kiinni olevan HMI:n kanssa. Ethernet -moduulin avulla PLC:hen päästään käsiksi myös automaatio-osaston ylläpitohuoneessa olevalta tietokoneelta. Digitaalisista tuloista viimeinen kortti korvattiin ylimääräisellä analogiatulo -moduulilla, jotta niitäkin jäisi hieman varalle. Digitaalisia tuloja on edelleen riittävästi, koska järjestelmästä poistui paljon ylimääräisiä signaaleja, joita ei enää tarvittu.

Sähkökuvia tarvitsi myös hieman korjata ja muuttaa sähköasentajien tekemien muutoksien perusteella. Kuviin lisättiin selkeyttäviä merkintöjä mm. mistä logiikka kortilta jokin tulo tai lähtö tulee, mikä on sen bitti numero ohjelmassa sekä sen funktio.

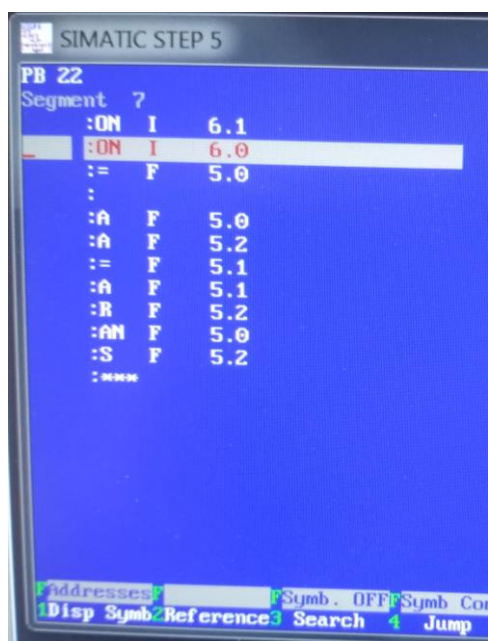
### **4.2.1 Ohjelman kääntäminen S5 -> S7**

Pohjimmiltaan ohjelmat ovat samanlaiset, mutta niissä on joitakin eroavaisuuksia, jotka tuottivat hieman ongelmia. Vanhassa S5 jotkin lohkot olivat erilaisia ja niiden toiminto täytyi tarkastaa manuaalista, jotta uudessa saadaan toiminto samanlaiseksi. Ohjelman kääntämistä helpotti osoitelistat, joissa oli jokaisen tulon

ja lähdön kanavan numero sekä jokin viite esim. S6:1, joka kertoo minkä laitteen toiminto tai liitin on kyseessä. Suurin osa vanhasta ohjelmasta oli FBD -ohjelmointikielellä (KUVA 6), mutta ohjelmassa oli myös STL -ohjelmointikieltä. STL -ohjelmointikieli tuotti hieman haasteita, koska siitä ei heti löytynyt ohjelman omassa apuikkunassa mitään tietoa, joten siitä täytyi etsiä tietoa manuaalista. Manuaaliakaan ei löytynyt tehtaalta nopeasti, mutta onneksi sen löysi helposti internetistä Siemensin omilta sivuilta ja sieltä sai tarvittavat avut ohjelman muuttamiseksi takaisin FBD -kielelle.

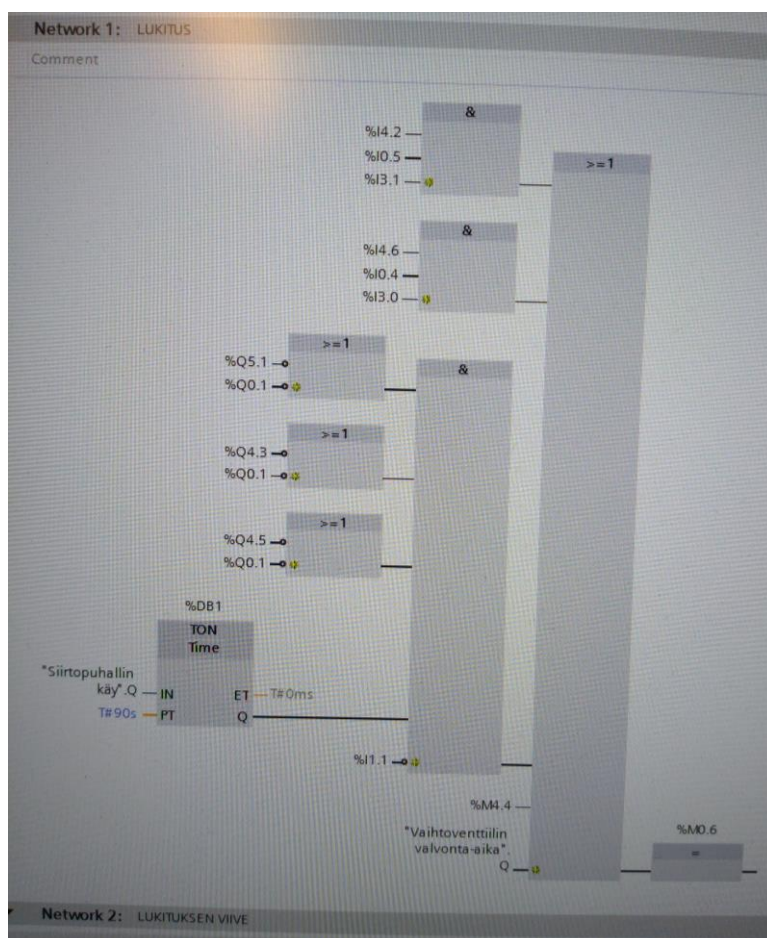


KUVA 6. FBD -ohjelmointikieltä S5 -ohjelmassa



KUVA 7. STL -ohjelmointikieltä S5 -ohjelmassa

Ohjelma koostuu yhdestä pääohjelmasta ja useasta eri aliohjelmasta, joita tässä työssä ovat esim. hälytykset ja konttien ohjaukset. Jokaisesta toimintoalueesta ohjelmassa tehtiin oma aliohjelma, joka helpottaa ja selkeyttää navigointia ja testausta. Alapuolella olevassa kuvassa (KUVA 8) on esimerkkiä, millainen ohjelma on S7 ohjelmissa verrattuna vanhempaan S5 ohjelmistoon (KUVA 6). Molemmissa kuvissa on käytetty FBD -ohjelmointikieltä. Vanhassa ohjelmassa ei ollut mitään tietoa tulevista analogiamittauksista, joten ne täytyi tehdä manuaalin avulla. Analogiatieto antureilta tulee tässä tapauksessa 0-10V asteikolla, joten logiikalle täytyy asetuksista valita oikea asteikko. Tieto ei kuitenkaan ole vielä helposti luettavissa, koska logiikka näyttää analogiatulossa jotain lukua väliltä 0-27648. Tämä tieto täytyi ensiksi muuttaa reaaliluvuksi 0-1.0 välille. Kun tieto oli muutettu reaaliluvuksi, voitiin se skaalata halutulle asteikolle tämän jälkeen. Tässä tapauksessa tärinämittauksissa käytettiin asteikoina 0-2.0 sekä 0-20.0.

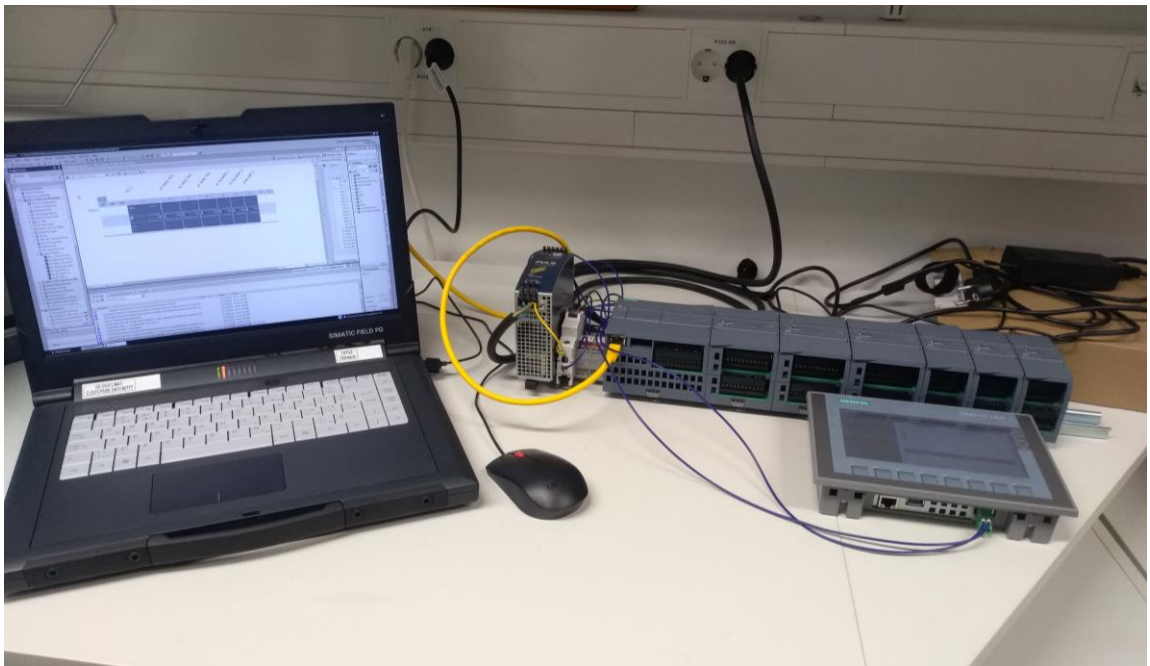


KUVA 8. Lukituksen toiminta uudessa S7 -logiikassa

#### 4.2.2 Ohjelman testaus

Kun ohjelma oli saatu muutettua uuteen S7 -ympäristöön ja tilatut osat olivat saapuneet, ladattiin ohjelma logiikalle ja aloitettiin ohjelman testaus. Kuvassa x näkyy väliaikainen testausympäristö laitteille, kun keskuksen osia ja sen rakentamista odotettiin. Aluksi kun laitteet ensimmäistä kertaa kytkettiin virtoihin, oli hie-man kommunikaatio-ongelmia. Yhdestä moduulista puuttui kokonaan virransyöttö, joka esti sen toiminnan sekä se antoi logiikalle virheilmoituksen jatkuvasti. Onneksi ongelma ratkesi nopeasti kytkemällä kaksi johtoa, joilla saatiin virta moduuliin. Ohjelmaa ei saanut siltikään heti ladattua logiikalle. Syyksi selvisi ohjelman ja laitteen laiteohjelma versioiden ero. Tämän pystyi nopeasti korjaamaan päivittämällä laitteelle uusin laiteohjelman versio suoraan S7 -ohjelmistosta. Tämän jälkeen ohjelman pystyi lataamaan laitteelle ilman ongelmia.

Ohjelman testausta pystyi helposti tekemään, vaikka logiikassa ei ollut kiinni mitään fyysisiä kytkimiä tai antureita. Tämä onnistui käyttämällä ohjelmassa sijaitsevaa Force Table -sivulla olevaa Force -toimintoa. Kyseisellä toiminnolla pystyy logiikalta pakottamaan haluttuja tuloja päälle ja testaamaan ohjelman tiettyjä osioita, että ne toimivat oikein.

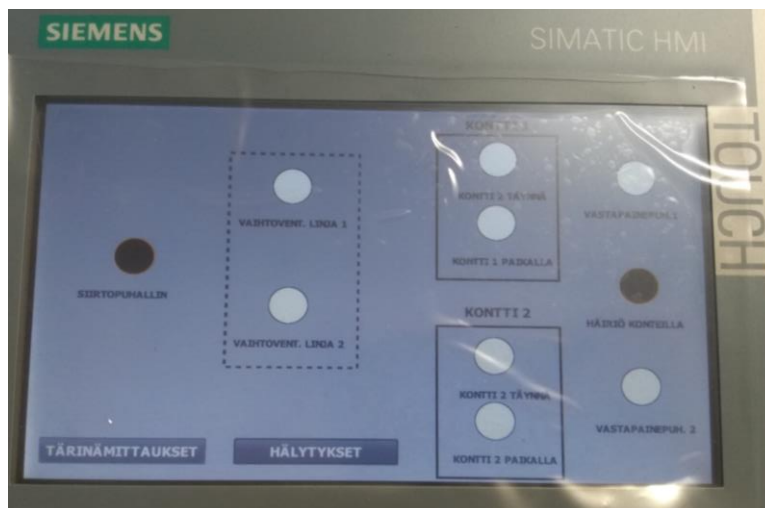


KUVA 9. Ohjelman väliaikainen testaus

Myöhemmin kun uusi keskus oli saapunut ja sähköasentajat olivat saaneet rakennettua sen, pääsi ohjelman testausta tekemään paljon helpommin, koska joidakin kytkimiä ei tarvinnut enää käyttää ohjelman Force -toiminnolla.

### 4.2.3 HMI -paneelin testaus

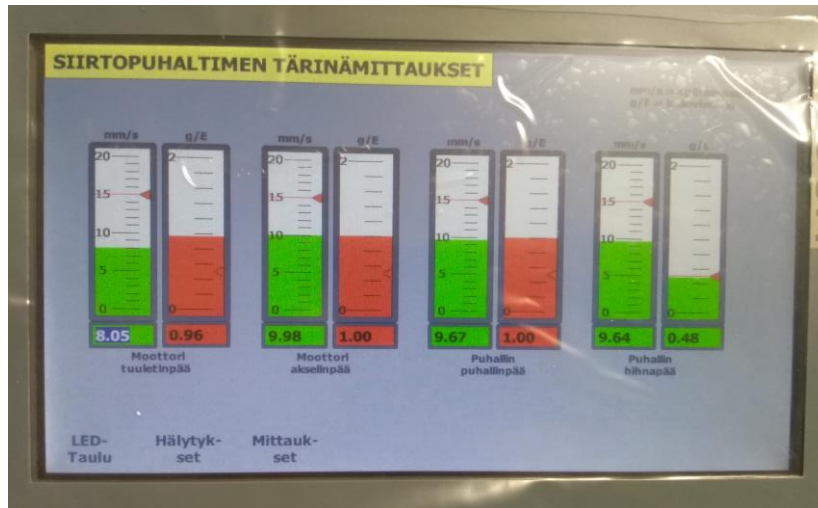
Kannessa olevaan HMI -paneeliin korvattiin vanha LED -taulu jossa on tietoa eri puhaltimien ja konttien tilasta. Kuvassa 10 on HMI -paneelille tehty näyttö kyseisestä LED -taulusta ja siinä olevista tiedoista. Jokainen valo näytöllä toimii suoraan ohjelman toimintojen mukaan reaaliaikaisesti Ethernet -yhteyden ansiosta. Valoilla on eri toimintatiloja riippuen siitä, onko kyseisessä laitteessa häiriötä vai toimiiko se oikein. Esim. jos vaihtoventtiili linja 1 on valittu, palaa sen valo jatkuvasti, mutta jos siinä on jotain vikaa, ohjelmassa on toiminto, joka alkaa vilkuttamaan valoa. Mikäli jokin valoista vilkkuu, ”HÄLYTYKSET” nappia painamalla pääsee toiseen ikkunaan, josta näkee paremmin, mikä mahdollisesti aiheuttaa häiriötä.



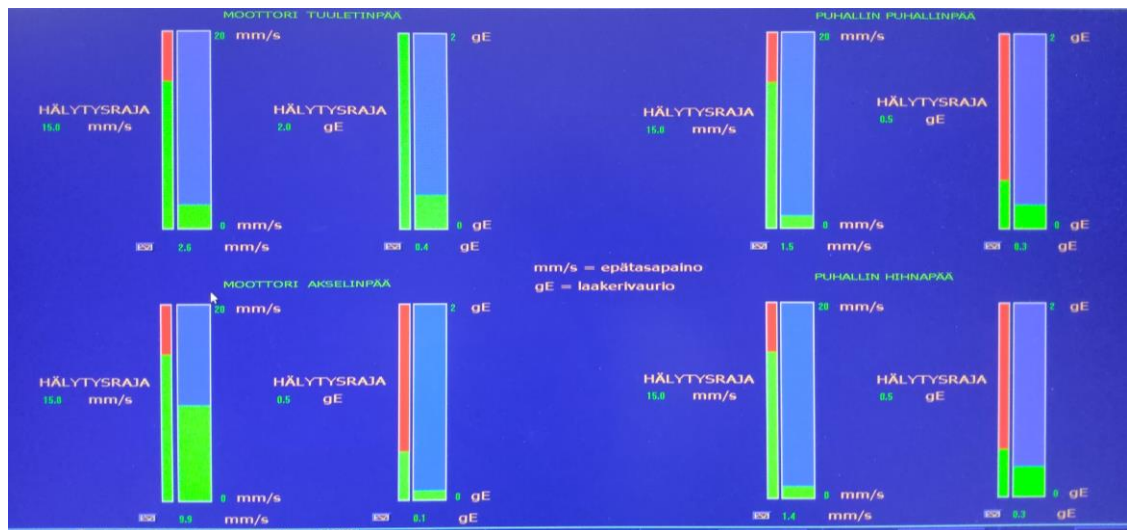
KUVA 10. LED -taulun ulkoasu testauksessa

Kolmannessa ”TÄRINÄMITTAUKSET” ikkunassa (KUVA 11) näkyy keskukseseen lisätyt analogiset mittaukset ja voidaan tarkastella ovatko ne kunnossa. Palkeissa mitataan neljästä eri paikasta kahta eri tietoa, epätasapainoa ja laakerivauriota. Palkit pysyvät vihreinä, mikäli arvo on alle hälytysrajan ja rajan ylitettyä palkit muuttuvat punaisiksi. Raja-arvo on asetettu ohjelmassa HMI:n osoitelistassa tiet-

tyyn arvoon, joka pitää säätää käyttönotossa oikeaan tarkempaan arvoon. Testausvaiheessa arvoiksi otettiin samat, jotka ovat vanhassa ohjelmassa (KUVA 12). Aikaisemmin kyseiset arvot olivat eri järjestelmässä, koska vanha logiikka ei mahdollistanut niiden seuraamista analogiatulojen puuttumisen takia.



KUVA 11. Analogisten värinämittausten ikkuna



KUVA 12. Vanha värinämittausten näyttö

### 4.3 Kokonaisuuden asennus tehtaaseen

Kokonaisuuden asennus työn valmistuttua ei onnistunut suunnitellusti. Keskuk- sessa on kuitenkin kaikki vaadittavat ohjelmoinnit ja kytkennät tehty valmiiksi, jotta se voidaan viimeistään syksyllä pidettävän seisokkiviikon aikana saada asennettua paikoilleen. Mikäli vanhaan keskukseen tulee jotain häiriötä tai lait-

teet menevät rikki, on helposti mahdollista vaihtaa se nopeasti uuteen. Keskuksen asentamisessa tarvitsee ottaa huomioon kaikkien kaapeleiden tarkat paikat riviliittimillä. Keskukselle tarvitsee vain siirtää analogisten tärinämittauksien kaapelit lähettyvillä olevalta toiselta keskukselta.



KUVA 13. Uuden keskuksen kansi



KUVA 14. Uuden keskuksen pohjalevy

## 5 YHTEENVETO KOKONAISUUDESTA

Kokonaisuudessaan työntekeminen onnistui hyvin ja aikataulussa pysyttiin. Työtä tehdessä liikkumista tehtaalle rajoitettiin silloisen koronaepidemian vuoksi. Liikkumisen rajoittaminen ei kuitenkaan haitannut työn valmistumista, koska kaikki tärkeimmät oli saatu tehtyä siihen mennessä ja tarvitsi vain odottaa tuotteiden saapumista sekä keskuksen rakentamista sähköasentajien toimesta.

Työssä oli paljon mielenkiintoista suunnittelua vanhasta uuteen, joka tuo mukanaan erilaisia haasteita. Suurimpana haasteena oli sähkökuvien uusiminen vanhojen perusteella, koska kaikkia tietoja ei ollut tehty virallisiin sähköisiin kuviin. Sähkökuvia piirtäessä ja muokatessa sai olla tarkkana, että komponenttien ja PLC:n tulojen tai lähtöjen viittaukset päivitettiin samoiksi kaikkiin kuviin, joissa kyseisiä viittauksia oli. Ohjelman testausvaiheessa oli pieniä ongelmia virransyötön ja ohjelmaversioiden kanssa. Testauksessa ilmeni myös ongelmia ohjelman latauksessa PLC:lle. Ongelmaksi nopeasti ilmeni ohjelman ja PLC:n välinen eroavaisuus lähtöjen tiloista. Tämä johtui aikaisemmasta testauksesta, jolloin käytettiin Force -toimintoa ja kyseiset toiminnot oli unohtunut päälle logikalle. Vika korjaantui resetoimalla PLC:ltä kaikki Force -toiminnot takaisin normaaleihin tiloihinsa. Ohjelman kääntämisessä vanhasta uuteen oli pieniä vaikeuksia, jotka sai ratkaistua manuaalin avulla nopeasti. Uuteen keskuksen lisätyissä analogiatärinämittauksista ei ollut mitään tietoa vanhassa ohjelmassa, joten ne täytyi tehdä manuaalin avulla. Aikaisempi kokemus analogiatulojen käyttämisestä hyödytti ja nopeutti tätä prosessia.



## LÄHTEET

UPM Raflatac. 2020. About Us. Luettu 3.5.2020. <https://www.upmraflatac.com/about-us/>

UPM. 2020. Liiketoiminnot. Luettu 3.5.2020. <https://www.upm.com/fi/liiketoiminnot/upm-tarramateriaalit/>

UPM. 2020. About Us. Luettu 3.5.2020. <https://www.upm.com/fi/tietoa-meista/>

Raunio, H. 2016. Työaika 0-12 tuntia – UPM Raflatacin tuotanto joustaa tarpeen mukaan. Luettu 3.5.2020. <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/tyoaika-0-12-tuntia-upm-raflatacin-tuotanto-joustaa-tarpeen-mukaan/12d5ac06-8ad0-32f9-832e-6192c6e00410>

Autodesk. 2020. Corporate Information. Luettu 4.5.2020. <https://www.autodesk.com/company/newsroom/corporate-info>

Autodesk. 2020. AutoCAD. Luettu 4.5.2020. <https://www.autodesk.fi/products/autocad/overview?referrer=%2Fproducts%2Fautocad%2Foverview&plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1#internal-link-what-is-autocad>

Siemens. 2020. SIMATIC. Luettu 4.5.2020. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/simatic.html>

Siemens. 2020. TIA Selection Tool. Luettu 4.5.2020. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/tia/tia-selection-tool.html>

Siemens. 2020. 60 yeas of SIMATIC. Luettu 4.5.2020. <https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/history-features/60-years-of-simatic.html>

Siemens. 2020. SIMATIC STEP 7 Basic. Luettu 4.5.2020. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software/step7-tia-portal/simatic-step7-basic.html>

Siemens. 2020. Manuaali. Luettu 20.2.2020. [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/978/1091978/att\\_19648/v1/6ES5\\_998-0UB23.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/978/1091978/att_19648/v1/6ES5_998-0UB23.pdf)

Siemens. 2020. Manuaali. Luettu 3.3.2020. <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/91696622?c=60466803723&lc=en-US>

Siemens. 2020. Manuaali. Luettu 3.3.2020. <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/91696622?c=61146318859&dl=el&lc=en-US>

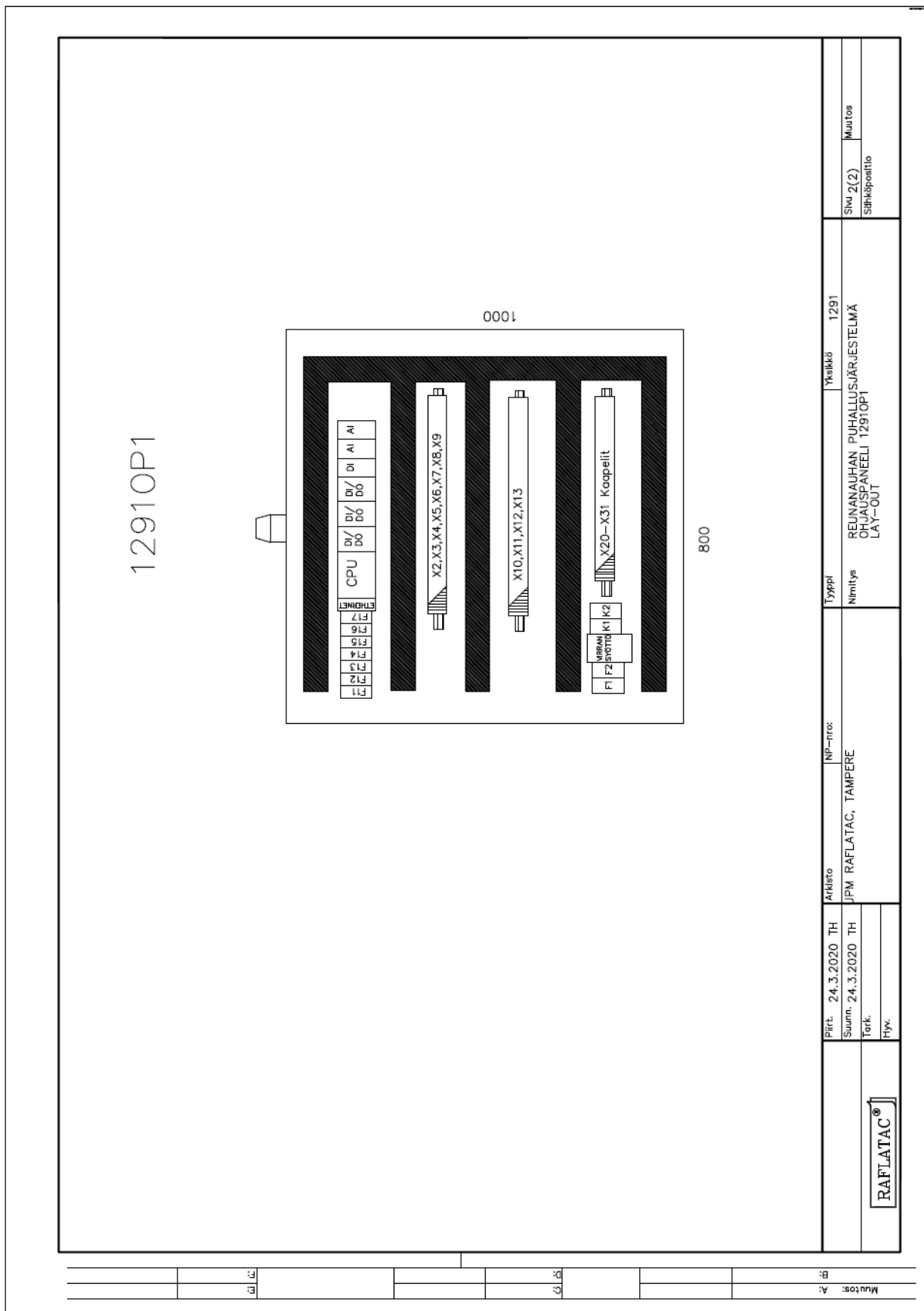
Siemens. 2020. Manuaali. Luettu 3.3.2020. <https://www.sahkonumerot.fi/2702074/doc/technicalinfodoc/>

Siemens. 2020. Tuote avustus. Luettu 6.5.2020. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109776026/end-of-the-simatic-s5-product-life-cycle?dti=0&lc=en-TW>

Siemens. 2020. About Us. Luettu 18.05.2020. <https://new.siemens.com/global/en/company/about.html>

LIITTEET

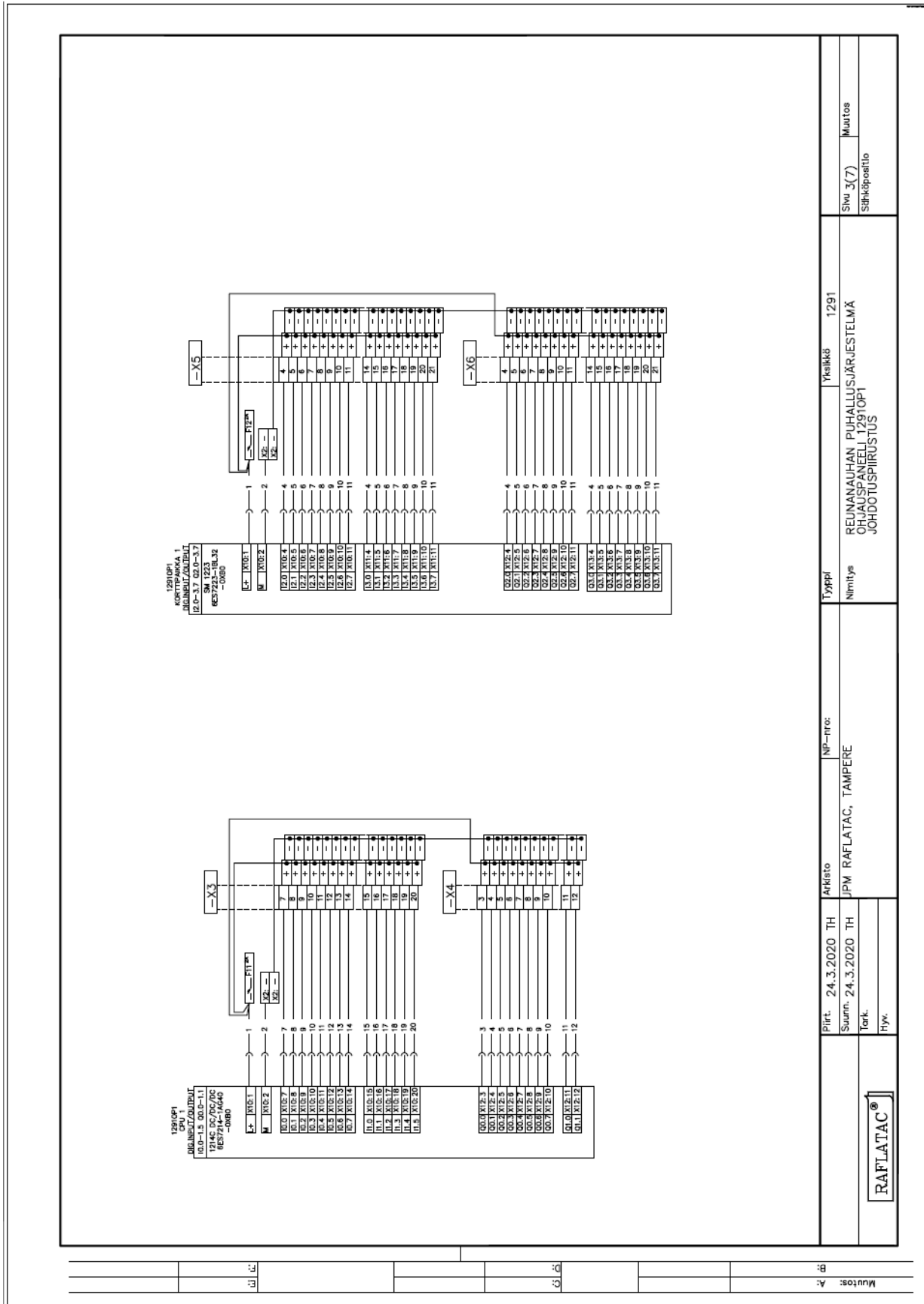
Liite 1. Ohjauskeskuksen Layout sisältä



Muutos: A:	B:	C:	D:

	Piirt. 24.3.2020 TH Suunn. 24.3.2020 TH Tark. Hyv.	Artisti JPM RAFLATAC, TAMPERE	NP-nro: NP-1101	Tyyppi Nimitys BEUNANAHAN PUHALUSJÄRJESTELMÄ OHJAUSPANEELI 1291OP1 LAY-OUT	Yksikkö 1291	Sivu 2(2) Muutos Sähköpiirros
--	---	----------------------------------	--------------------	--	-----------------	-------------------------------------

Liite 2. Johdotuspiirustus PLC ja ensimmäinen lisämoduuli

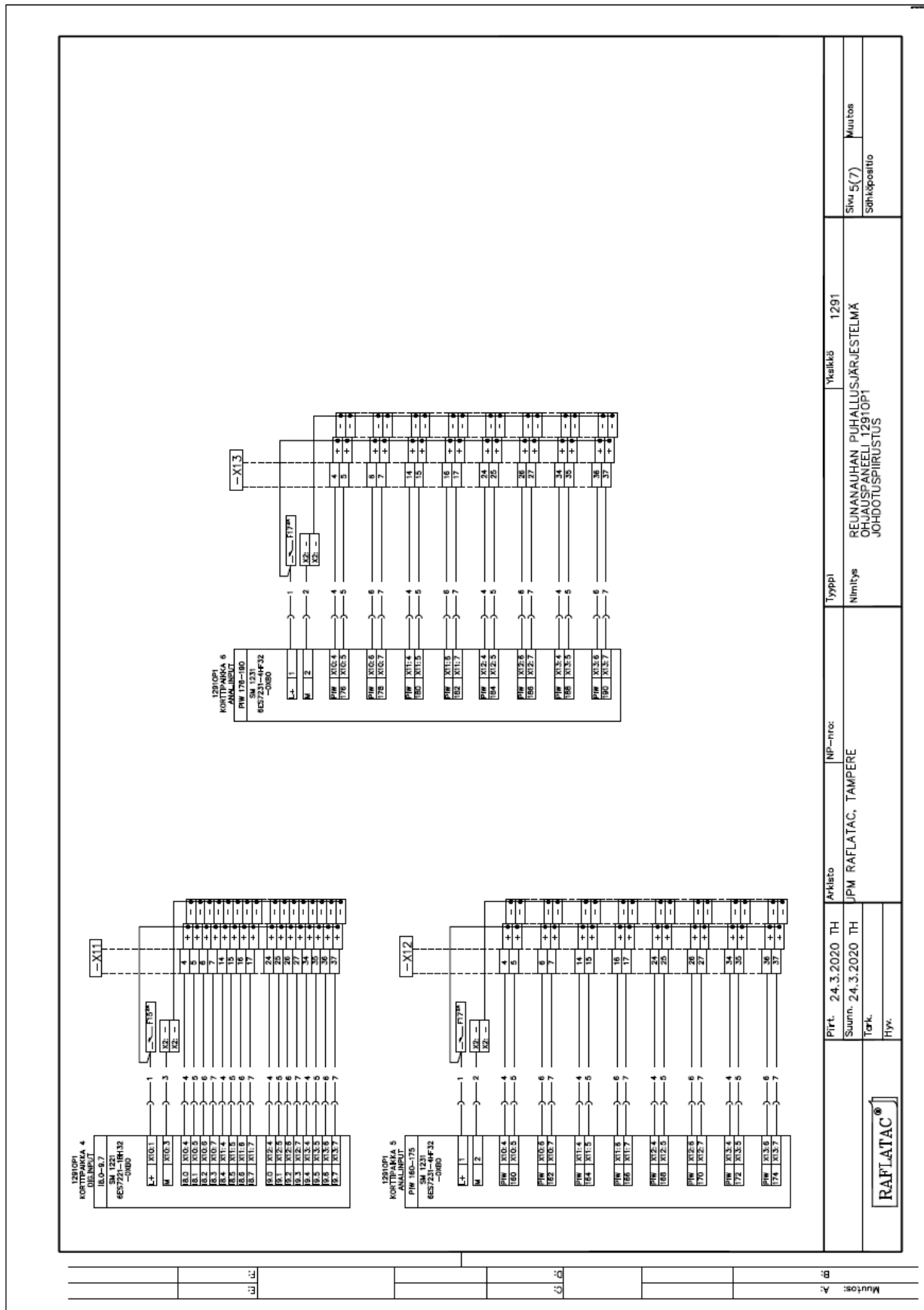


Plirt.	24.3.2020 TH	Arkiesto	NP-rtto:	Yksikkö	1291	Sivu 3(7)	Muutos
Summ.	24.3.2020 TH	JPM RAFLATAC, TAMPERE		Nimitys	REUNANUOHAN PUHALLUSÄRJESTELMÄ OHJAUSSANEELLI 1291OP1 JOHDOTUSPIIRUSTUS	Elektronit	
Tark.							
Hyy.							

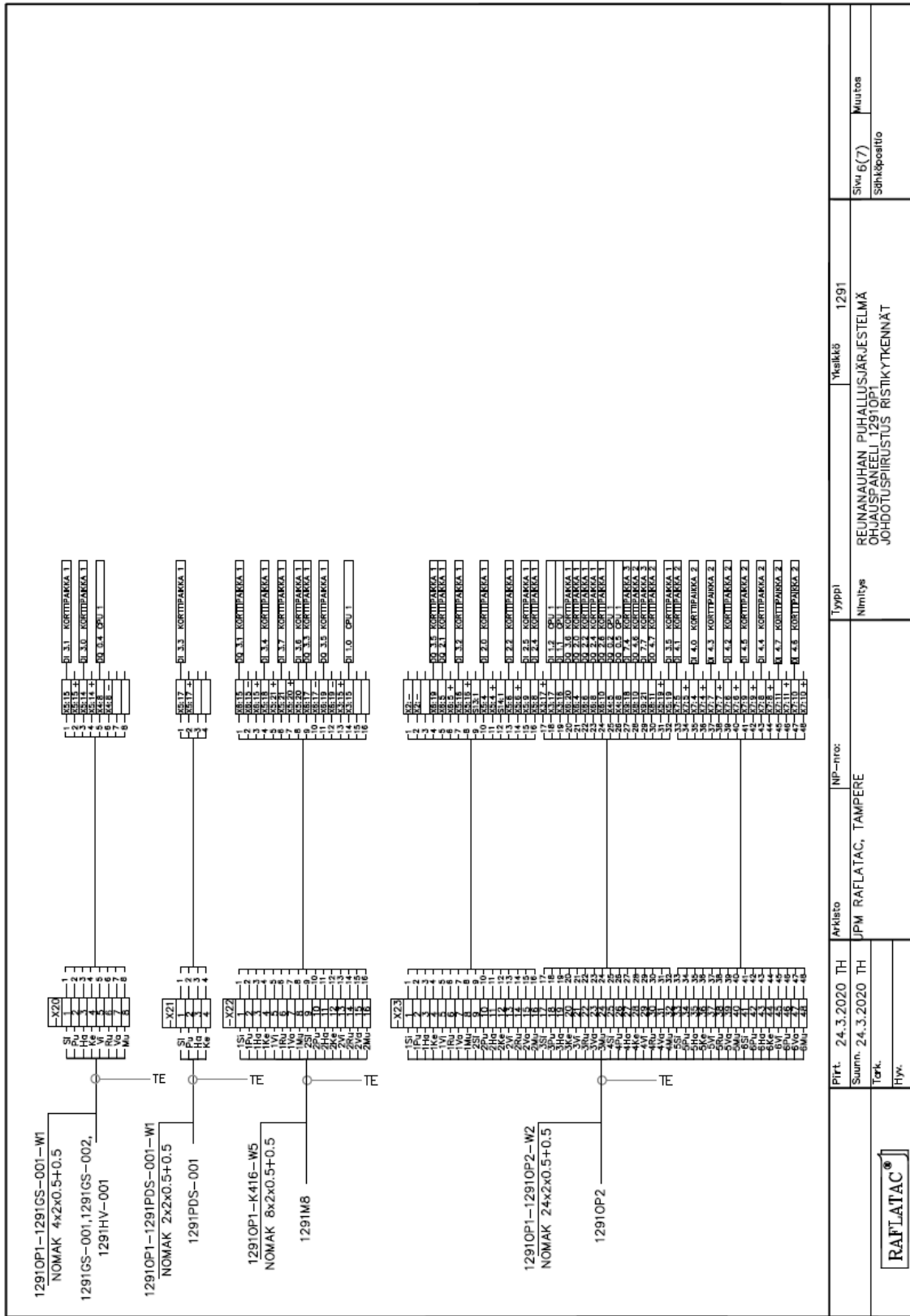


Muutos: A:  
B:

Liite 3. Johdotuspiirustus lisämoduulit 4, 5 ja 6



Liite 4. Kaapeleiden ristikytkenät



Liite 4

Muutos: A

Pirtt. 24.3.2020 TH	Arkiesto	NP-nro:	Yksikkö	1291
Suunn. 24.3.2020 TH	JPM RAFLATAC, TAMPERE		Nimitys	REUNANAUKHAN PUHALLUSJÄRJESTELMÄ
Tark.				OHJAUSPANEELI 1291OP1
Hyt.				JOHDOTUSPIIRUSTUS RISTIKYTKENNÄT
				Siv. 6(7)
				Muutos
				Sähköpositio

