

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Kone- ja laiteautomaatio

Opinnäytetyö

Tuomo Renkonen

**LÄMMITYSKATTILAN AUTOMATISOINNIN SUUNNITTELU**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä  
Tampere 2010

Laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä  
Kari Mantere

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

Renkonen, Tuomo

Lämmityskattilan automatisoinnin suunnittelu

Opinnäytetyö

28 sivua + 17 liitesivua

Työn ohjaaja

Laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä

Työn teettäjä

Kari Mantere

Huhtikuu 2010

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on suunnitella automaattinen ohjausjärjestelmä lämmityskattilan ohjaukseen. Työ sisältää ohjausjärjestelmän sähkösuunnittelun, komponenttien hankinnan sekä ohjelmien laatimisen ohjelmoitavaan logiikkaan ja kosketusnäyttölliseen operointipäätteeseen.

Työ tehtiin Kari Mantereelle yhteistyössä Insinööritoimisto R. Mäki-Kyynyn kanssa, jolla on kokemusta lämpökeskusten valmistuksesta. Kattilan mekaaniset osat tehtiin Kauhajoella Insinööritoimisto R. Mäki-Kyynyn konepajalla. Kattilan lopullinen asennus Kari Mantereen kotiin suoritetaan kesän 2010 aikana, joten opinnäytetyöhön ei sisälly järjestelmän testausta toiminnassa eikä kattilan säätöä.

Työn kohteena olevalla kattilalla tullaan lämmittämään omakotitalo ja pieni versta. Kattilassa tullaan käyttämään polttoaineena pääasiassa turvetta ja haketta. Automatisointi toteutettiin ohjelmoitavaa logiikkaa käyttämällä. Asetusten määrittämistä varten järjestelmä varustettiin myös kosketusnäyttöllisellä operointipäätteellä.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Machine Automation

Renkonen, Tuomo

Engineering Thesis

Thesis supervisor

Commissioned by

April 2010

Designing automation system of a heating boiler

28 pages + 17 appendices

Laboratory Engineer Seppo Mäkelä

Kari Mantere

---

## ABSTRACT

The purpose of this thesis is to design an automatic control system for controlling a heating boiler. This thesis includes electrical design of a control system, acquisition of components and programming of programmable logic controller and touch panel operator terminal.

This thesis is commissioned by Kari Mantere but it is done in cooperation with Insinööritoimisto R. Mäki-Kyyny Oy, which has experience in making heating boilers. Mechanical parts of the boiler are made at Insinööritoimisto R. Mäki-Kyyny Oy's workshop in Kauhajoki. The final installation of the boiler will be carried out during summer 2010, so this thesis does not include testing and adjustment of equipment.

The heating boiler is going to be used for heating a house and a small workshop. The system is going to be fueled mainly by using peat and woodchips. The automation is done by using programmable logic controller. The system was also fitted with touch panel operator terminal for making settings.

---

Keywords:

heating, automation, programmable logic controller

**ALKUSANAT**

Tämän opinnäytetyön tekeminen on kehittänyt suunnittelutaitojani ja antanut varmuutta tehdä suunnittelutehtäviä myös tulevaisuudessa. Työ on ollut myös hyvä mahdollisuus soveltaa laaja-alaista tietämystä opintoihin kuulumattomistakin asioista. Työn tekemisen aikana minulle on avautunut uusia näkökulmia, joita suunnittelutehtävissä joutuu miettimään.

Erityiset kiitokset haluan osoittaa Kari Mantereelle mahdollisuudesta tehdä tämä opinnäytetyö.

Tampereella 13.4.2010

Tuomo Renkonen

**SISÄLLYSLUETTELO**

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
ALKUSANAT	
SISÄLLYSLUETTELO.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 LAITTEISTO.....	7
2.1 Stokeripolttimet.....	7
2.2 Laitteiston esittely.....	7
2.2.1 Insinööritoimisto R. Mäki-Kyyny.....	7
2.2.2 Automatisoitavan kattilan esittely.....	8
2.3 Toiminnan kuvaus.....	9
3 KATTILAN AUTOMATISOINTI.....	13
3.1 Laitteet, joilla automatisointi toteutetaan.....	13
3.2 Komponenttien valinta.....	15
4 SÄHKÖSUUNNITTELU.....	17
4.1 Lähtökohdat ja vaatimukset.....	17
4.2 Suunnittelu.....	17
5 OHJELMAT.....	19
5.1 Logiikkaohjelma.....	19
5.2 Hallintapaneelin ohjelma.....	21
6 YHTEENVETO.....	26
LÄHDELUETTELO.....	27
LIITELUETTELO.....	28

## 1 JOHDANTO

Idea tämän opinnäytetyön aiheesta on syntynyt jo useampia vuosia sitten, kun Kari Mantere alkoi suunnitella kotiinsa Ilmajoen Koskenkorvalle uutta hallia, jonka yhteyteen tulisi uusi talon ja verstaan lämmitysjärjestelmä. Jo silloin mietittiin, olisiko siinä opinnäytetyölle sopiva aihe. Opiskeluvuosien kuluessa suunnitelmat vahvistuivat ja lämmityskattilan valmistus aloitettiin syksyllä 2009 Insinööritoimisto R. Mäki-Kyyny Oy:n konepajalla Kauhajoella.

Kun kattilan toiminnot ja vaadittavat ominaisuudet saatiin selville, voitiin aloittaa järjestelmän automaatio suunnittelu. Järjestelmän monipuolisuus vastaaviin järjestelmiin verrattuna johti siihen, että automatisointi päätettiin tehdä ohjelmoitavaa logiikkaa käyttäen. Tulevaisuuden tarpeita varten järjestelmään jätettiin laajennusvaraa sen varalle, että ohjausjärjestelmää halutaan myöhemmin kehittää. Järjestelmän ohjaukseen valittu logiikka on laajennettavissa laajennusmoduulien avulla, joten laajennus on helppoa.

Kattilan tehon säätö tapahtuu lämpötilan perusteella. Ohjausjärjestelmässä on kolme tehoasetusta, millä pyritään parempaan polttoaineen palamiseen jatkuvan polton ansiosta. Perinteinen järjestelmä ohjautuu termostaatin avulla ja kytkeytyy lämpötilan noustessa vireelle, jolloin polttoaineen palaminen on epätäydellistä.

## 2 LAITTEISTO

### 2.1 Stokeripolttimet

Stokeripoltin on Suomessa varsinkin maaseudulla melko yleisesti käytetty lämmitysjärjestelmä. Polttimelle käyvät polttoaineeksi lähes kaikki kiinteät polttoaineet. Yleisimmin polttoaineena käytetään turvetta tai haketta, mutta muun muassa pelletti, vilja, sahanpuru sekä ruokohelpi sekoitettuna esimerkiksi hakkeeseen käyvät polttimelle varsin mainiosti.

Stokeripoltin koostuu yleensä polttoainesäiliöstä, polttimesta sekä lämmityskattilasta. Polttoainetta siirretään säiliöstä polttimeen ruuvimavulla. Polttimeen puhalletaan lisäksi ilmaa puhaltimen avustuksella. Stokeripoltin on aina ohjattu automatiikalla, joka säätelee polttoaineen sekä ilman syöttöä palopäähän kattilan lämpötilan mukaan. Kun lämpötila kattilassa nousee tarpeeksi, kytkeytyy poltin vireelle, jolloin ilmaa ei puhalleta eikä syöttöruuvi käy harvemmin, jotta palo ei etene syöttöputkea pitkin polttoainesäiliöön. Kun lämpötila kattilassa vireellä ollessa laskee, kytkeytyy puhallin taas päälle ja syöttöruuvi alkaa käydä tiheämmällä tahdilla.

Tunnettuja suomalaisia stokeripolttimien ja -kattiloiden valmistajia ovat Säätotuli Oy ([www.saatotuli.fi](http://www.saatotuli.fi)), Veljekset Ala-Talkkari Oy ([www.ala-talkkari.fi](http://www.ala-talkkari.fi)), Ariterm Oy ([www.ariterm.fi](http://www.ariterm.fi)), Biofire Oy ([www.biofire.fi](http://www.biofire.fi)), Laatukattila Oy ([www.laka.fi](http://www.laka.fi)) sekä Megakone Oy ([www.megakone.fi](http://www.megakone.fi)). Kaikkien valmistajien laitteistot ovat pääpiirteittäin hyvin samanlaisia. Eroja valmistajien ratkaisuisissa on lähinnä polttimen rakenteessa sekä kattilan sisäisessä rakenteessa.

### 2.2 Laitteiston esittely

#### 2.2.1 Insinööritoimisto R. Mäki-Kyyny Oy

Insinööritoimisto R. Mäki-Kyyny Oy on Kauhajoella toimiva konepajayritys, joka suunnittelee ja valmistaa koneita pääasiassa turvetuotantoon. Vuosituhannen vaihteessa toimintaa laajennettiin toteuttamalla ensimmäinen lämpölaitosprojekti Kurikkaan Beam-Net Oy:lle. Laitoksesta saadut kokemukset olivat positiivisia, joten päätettiin perustaa yritys nimeltä Helppo Lämpö Oy

(<http://kauhajokinyt.fi/helppolampo/>). Helppo Lämmön konseptina on myydä asiakkaalle valmista lämpöenergiaa. Helppo Lämpö valmistaa alihankintana lämpölaitoksen, pystyttää sen asiakkaan tontille sekä huolehtii laitoksen käytönaikaisesta huollosta ja polttoaineen hankinnasta. Asiakas maksaa vain Helppo Lämmön tuottamasta energiasta megawattituntimittarin mukaan. /1/



**KUVA 1.** Helppo Lämpö Oy:n lämpölaitos Ylihärmässä /1/

### 2.2.2 Automatisoitavan kattilan esittely

Automisoidavassa kattilassa on hyödynnetty samoja toimivaksi havaittuja rakenteita joita on käytetty myös yrityksen valmistamissa isommissa kattiloissa. Tämän johdosta kattilan yleinen rakenne poikkeakin aika paljon siitä, mitä tämän kokoluokan stokeripolttimissa yleensä käytetään. Merkittävin rakenteellinen ero on liikkuva arina, jonka päällä polttoaine poltetaan. Käytäntö on vuosien saatossa osoittanut, että pienissä kattiloissa yleisesti käytössä oleva putkimallinen palopää vaatii jatkuvaa huoltoa, koska palaturpeen sisältämä hiekka sulaa ja muodostaa kuonaa, joka ei kulkeudu palopäästä eteenpäin. Liikkuvalla arinalla varustetussa kattilassa kuona siirtyy hiljalleen tuhkatilaan, joten käyttäjän ei tarvitse joka päivä käydä puhdistamassa poltinta erikseen. Toinen merkittävä ero tässä kattilassa on että polttoaine siirtyy varastosta asti automaattisesti polttoon, jolloin käyttäjän ei tarvitse huolehtia erillisen polttoainesäiliön jatkuvasta täyttämisestä ja polttoaineen riittämisestä.



## 2.3 Toiminnan kuvaus



**KUVA 2.** Automatisoitava kattila ilman lämpöeristeitä

Polttoaine syötetään ruuvin avulla varistorakennuksesta syöttölaatikkoon, joka on merkitty kuvaan 2 numerolla 1. Laatikon sisällä syöttökierukan yläpuolella on levy, joka liikkuu syöttölaatikossa olevan polttoainemäärän mukaan. Tämän levyn avulla tunnistetaan syöttölaatikossa olevan polttoaineen määrä. Kun polttoaineen pinta laskee, pääsee laatikon reunalla oleva levy kääntymään kohti laatikon keskiosaa, jolloin tiedetään että laatikkoon pitää ottaa lisää polttoainetta varastosta. Syöttölaatikon pohjalta lähtee syöttöruuvi, joka annostelee polttoainetta tulipesään. Syöttöruuvi pyörittää samalla syöttölaatikon pohjalla olevaa kiekkoa, jonka tehtävänä on sekoittaa syöttölaatikossa olevaa polttoainetta ja siten estää laatikossa olevan polttoainekasan holvautuminen eli tyhjän tilan muodostuminen polttoainekasan alle. Kun polttoainekasaa sekoitetaan aina syöttöruuvin pyöriessä, on polttoaineen saanti syöttöruuville taattu.



**KUVA 3.** Polttoaineen syöttölaatikko

Varaston kierukka on eristetty syöttölaatikosta metallisella luukulla, joka suljetaan paineakusta purkautuvan veden avulla sylinteriä käyttäen siinä tilanteessa, jos palaminen etenee syöttöruuvia pitkin syöttölaatikkoon (niin sanottu takapalo). Tällöin paineakun ylimääräinen vesi ruiskutetaan syöttölaatikkoon, että palo saadaan sammutettua. Metallinen eristysluukku ja luukun sulkeva sylinteri näkyvät kuvan 3 yläreunassa. Eristysluukun sulkeutumisen tarkoitus on eristää syöttölaatikko ja polttoainevarastoon lähtevä ruuvikuljetin toisistaan ja siten estää tehokkaasti palon eteneminen varastoon.

Sammutusjärjestelmä toimii täysin itsenäisesti ilman sähköä kapillaaritermostaattiohjatulla venttiilillä, joka aukaisee vesilinjan sylinteriin ja syöttölaatikkoon paineakusta, joka on ladattu täyteen vettä. Venttiilin kapillaaritermostaatin anturi sijoitetaan syöttölaatikon kylkeen, jolloin sammutusjärjestelmä laukeaa laatikon seinän lämmitessä tarpeeksi.

Järjestelmässä käytetään ladattua paineakkua, koska se on vikasietoinen vesiverkon paineen häviämislle, ja paineakun koon avulla pystytään määrittelemään sopiva sammutusveden määrä. Jos järjestelmä olisi kytketty suoraan vesijohtoverkkoon, muodostuisi ongelmaksi vesimäärän sopiva annostelu.



**KUVA 4.** Polttoaineen syöttöruuvi syöttölaatikon sisällä

Polttoaine annostellaan arinan päälle syöttöruuvien avulla, joka on merkitty kuvaan 2 numerolla 2. Syöttöruuvia pyörittävän moottorin käyntiaikaa jaksottelemalla määritellään polttoaineen syöttönopeus. Ruuvi on pyöreän putken sisällä, koska palo etenee huomattavasti heikommin väärään suuntaan pyöreässä syöttöputkessa kuin neliskulmaisessa putkessa.

Tulipesä on merkitty kuvaan 2 numerolla 3. Tulipesän pohjalla on 2-portainen valuraudasta valmistettu arina, josta ylempi porras liikkuu edestakaisin siirtäen tuhkaa ja kuonaa eteenpäin. Ensiöilma puhalletaan arinan yläosan alle, josta se pääsee hiilokseen arinaraudoissa olevista polttoaineen kulkusuuntaan suunnatuista ilmarei'istä. Toisioilma puhalletaan arinan alemman osan alle. Toisioilman tehtävä on polttaa loppu polttoaine arinan loppuosan päällä sekä antaa lisäilmaa kaasuuntuneen polttoaineen palamiseen. Ensiö- ja toisioilman suhdetta säädetään ilmakavassa olevalla läpällä. Paloilman kokonaismäärää säädetään taajuusmuuttajan avulla muuttamalla paloilmapuhaltimen pyörimisnopeutta.





**KUVA 5.** Kattilan konvektio-osan päällystä

Kattilan konvektio-osa on merkitty kuvaan 2 numerolla 4. Konvektio-osassa tapahtuu suurin osa savukaasujen lämpöenergian talteenotosta. Konvektio-osa on rakennettu paksuseinäisistä putkista, joiden sisällä kulkevat kuumat savukaasut. Putkien ulkopinnoilta lämpöenergia siirtyy kattilassa kiertävään veteen.

Kuumat savukaasut etenevät tulipesää pitkin kattilan yläosaan, josta ne jatkavat matkaa konvektio-osan ensimmäisen puolen läpi alas. Konvektio-osan alla on erillinen tuhkatila, johon laskeutuu savukaasujen mukana kulkeutunutta lentotuhkaa. Savukaasut jatkavat matkaansa konvektio-osan toista puolta pitkin ylöspäin, minkä jälkeen ne poistuvat kattilasta kanavaa pitkin savukaasupuhaltimelle.

### 3 KATTILAN AUTOMATISOINTI

#### 3.1 Laitteet, joilla automatisointi toteutetaan

##### Ohjelmoitava logiikka

Kattilan automatisointi toteutetaan logiikkaohjauksella. Logiikkana projektissa käytetään Mitsubishi FX3U -logiikkaa, joka sijoittuu Mitsubishiin tuoteskaalassa keskivaiheille. FX3U luokitellaan kompaktilogiikaksi, mutta se on silti suhteellisen hyvin laajennettavissa lisämoduulien avulla.



**KUVA 6.** Ohjelmoitava logiikka Mitsubishi FX3U /2/

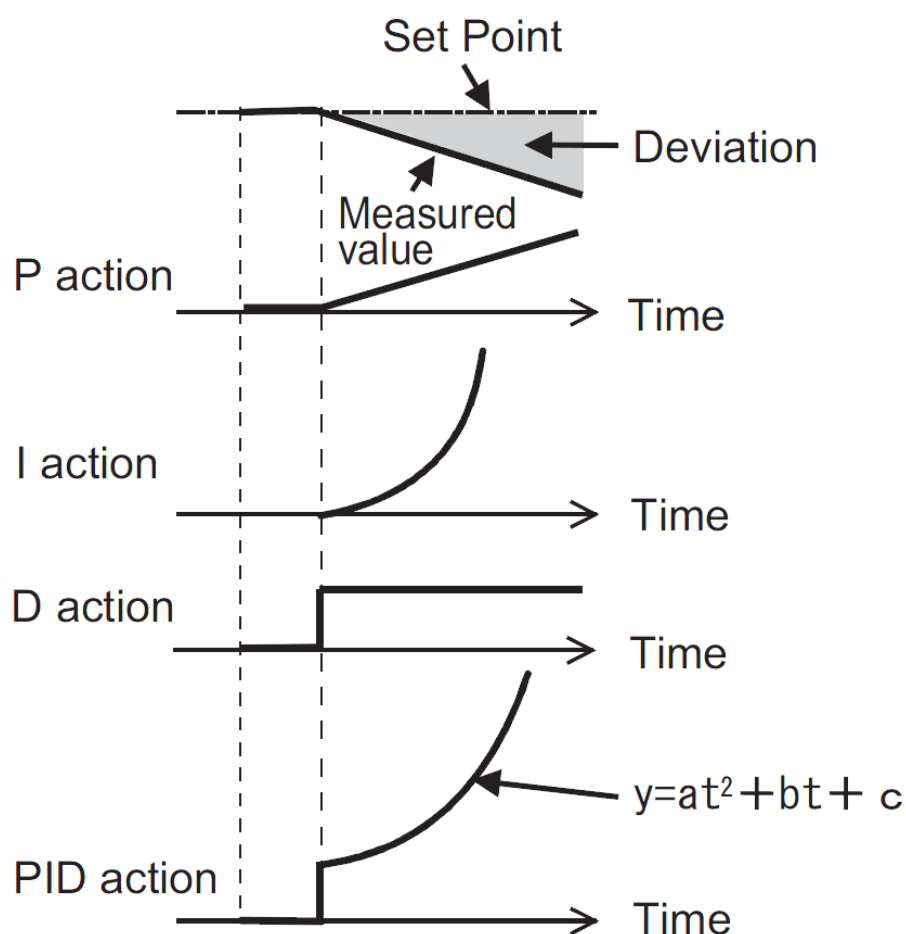
Koska logiikassa itsessään ei ole näyttöä eikä näppäimiä, toteutetaan käyttöliittymä 5,7” kosketusnäyttöä käyttäen. Käyttäjä pystyy seuraamaan näyttöpaneelilta kattilan toimintaa ja muokkaamaan sen kautta helposti polttoaineen syöttöön ja muuhun kattilan toimintaan liittyviä asetuksia. Kuvakkeet ovat näytön suuren koon ansiosta helposti luettavissa, ja käyttöliittymästä pyrittiin tekemään muutenkin mahdollisimman selkeä ja helposti ymmärrettävä.

##### Taajuusmuuttajat

Automatisoinnin kannalta merkittävässä osassa laitteistoa ovat myös taajuusmuuttajat, joilla ohjataan paloilmapuhallinta ja savukaasupuhallinta. Koska kattilaa pitää pystyä ajamaan eri tehoilla, vaaditaan puhaltimilta säädettävää nopeutta.

Paloilmapuhaltimen pyörimisnopeudella säädetään arinan alle puhallettavan ilman määrä. Taajuusmuuttajaan on parametroitu kaksi eri pyörimisnopeutta eri tehoille. Logiikka ohjaa taajuusmuuttajaa kattilan lämpötilan mukaan.

Savukaasupuhallinta ohjaavassa taajuusmuuttajassa on kytketty toimintaan sisäinen PID-säädin. Säädin säätää puhaltimen pyörimisnopeutta analogisen paineanturin tiedon perusteella niin, että kattilassa pysyy tasainen alipaine. Taajuusmuuttajaan syötetään parametrit, joiden mukaan säädin toimii. PID-säädin koostuu kolmesta eri osuudesta: proportionaali, integrointi ja derivointi. Proportionaalisäädössä eli suorassa säädössä puhaltimen nopeus riippuu suoraan mitatusta paineesta. Pelkässä P-säädössä on kuitenkin ongelmana säädön hitaus sekä pysyvä säätöpoikkeama asetusarvon ja todellisen paineen välillä, siksi P-säätöä usein parannetaan I- ja D-osilla. Säätimen integrointiosa ottaa huomioon myös säädössä syntyvän poikkeaman ja pyrkii korjaamaan sitä. Säätimelle annetaan integrointiaika, joka vaikuttaa siihen, miten nopeasti säädin muuttaa puhaltimen nopeutta oikean paineen aikaansaamiseksi. Säätimen derivointiosa muuttaa puhaltimen nopeutta paineen mitatun arvon muutosnopeuden perusteella. Jos kattilan paine lähtee nousemaan, D-termi reagoi siihen kaikkein nopeimmin, koska se lisää puhaltimen kierroksia välittömästi kun paineen mittausravossa havaitaan muutosta.



KUVA 7. PID-säätimen toiminta /3/

## 3.2 Komponenttien valinta

### Ohjelmoitava logiikka

Laitteiston komponenttivalinnoista vaikein oli sopivan logiikkaohjaimen valinta. Aluksi ohjausta harkittiin toteutettavaksi hankintahinnaltaan hyvin edullisella ohjelmoitavalla releellä, mutta vaatimuksien kasvaessa todettiin huomattavasti monipuolisemman kompaktilogiikan olevan järkevämpi ratkaisu laitteiston ohjaamiseen. Logiikaksi valittiin Mitsubishi FX3U-16MR-ES, jossa on 8 digitaalituloa sekä 8 relelähtöä, koska sellainen sattui olemaan 5,7” kosketusnäytön kanssa ylimääräisenä opiskelukaverillani suhteellisen edulliseen hintaan. Logiikkaa jouduttiin kuitenkin vielä laajentamaan laajennusyksiköllä, joka sisältää 4 digitaalituloa ja 4 relelähtöä.

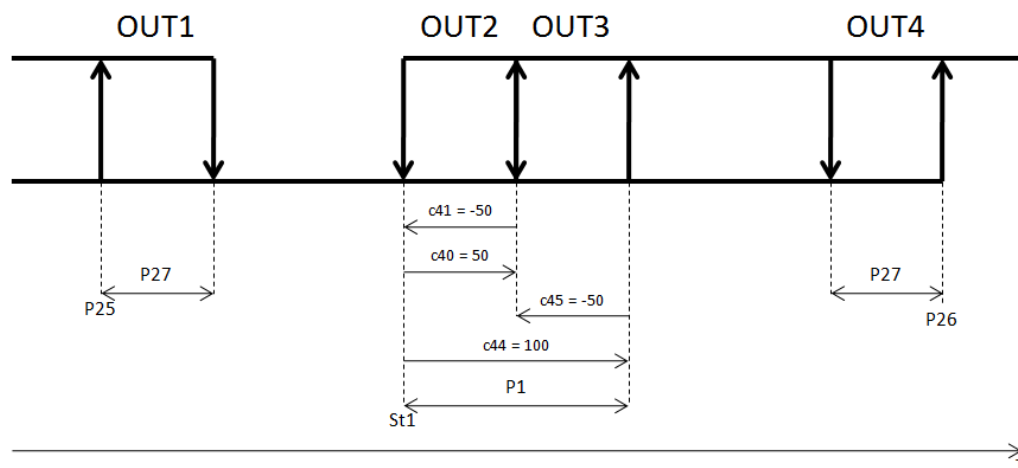
Kyseinen logiikka on kattilan ohjaukseen sopiva, koska sitä pystytään tarvittaessa jälkikäteen laajentamaan helposti. Jos järjestelmään tehdään muutoksia, pystytään logiikkaan lisäämään modulaarisia tulo- tai lähtöyksiköitä helposti ja nopeasti. Tulevaisuudessa järjestelmään tullaan myös todennäköisesti lisäämään GSM-modeemi, jonka välityksellä saadaan lähetettyä käyttäjälle vikailmoituksia. Modeemin lisääminen järjestelmään edellyttää sarjaliikennekortin asentamista logiikkaan; kortin avulla logiikka ja modeemi pystyvät vaihtamaan tietoa keskenään.

### Lämpötilan mittaus

Toinen vaikea valinta oli lämpötilan mittaukseen käytettävä tapa. Vaihtoehtoina olivat aluksi analoginen mittaus sekä termostaatilla toteutettu ratkaisu. Analogimittaus suljettiin pois kalliin hintansa takia; analoginen lämpötilalähetin sekä logiikkaan tarvittava laajennusyksikkö olisivat olleet turhan kalliita. Termostaatilla toteutettu ratkaisu olisi ollut halvempi, mutta vaihtoehto hylättiin huonojen säätömahdollisuuksien takia. 4-portaisessa termostaatissa, jota järjestelmään aluksi suunniteltiin, suurin mahdollinen säätöarvo portaiden väliin oli 2,5 celsiusasetta, joka on liian vähän. Lämpötilan mittaukseen löydettiin kuitenkin samassa hintaluokassa termostaatin kanssa oleva erillinen lämpötilakontrolleri, johon saa kytkettyä kaksi kappaletta PT1000-lämpöantureita. Kontrollerissa on neljä relelähtöä, jotka saa ohjelmoitua toimimaan eri toimintatavoilla.

Kontrollerin jokainen lähtö päätettiin parametroida erikseen, koska mikään valmiiksi sisäänrakennetuista toimintatavoista ei sopinut tarpeeksi hyvin kattilan ohjaamiseen. Kontrollerin lähdöt päätettiin laittaa toimimaan järjestyksessä lämpötilan noustessa. OUT1 antaa hälytyksen alilämmöstä ja OUT4 antaa hälytyksen ylitämmöstä. Parametrit P25 ja P26 määrittävät hälytyksien aktivoitumispisteen ja P27 määrittää hystereesin hälytyksille. Kattilan varsinaista toimintaa ohjataan lähdöillä OUT2 ja OUT3. Asetusarvolla St1 määritellään kattilan tavoitelämpötila. Parametrilla P1 määritellään lämpötila-alueen leveys, jolla lähdöt OUT2 ja OUT3 kytkeytyvät. Parametrit c40 ja c44 määrittävät lämpötilat, joissa lähdöt OUT2 ja OUT3 kytkeytyvät päälle (prosentteina parametrin P1 arvosta). Parametreilla c41 ja c45 määritellään lähtöjen OUT2 ja OUT3 hystereesi (prosentteina parametrin P1 arvosta). /4/

Kattilaa ajetaan suurella teholla, jos lämpö on niin korkealla, että alilämpöhälytys ei ole päällä, mutta niin matalalla, että kontrollerin lähtö OUT2 ei ole vielä päällä. Kattilaa ajetaan pienellä teholla, kun OUT2 on päällä, mutta OUT3 ei ole päällä. Jos kattilan lämpötila nousee vielä pienelläkin teholla ja OUT3 kytkeytyy päälle, siirtyy kattila kytteholle.



**KUVA 8.** Carel- lämpötilaohjaimen lähtöjen toiminta



## Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajien valinta oli suhteellisen helppo toimenpide. Erityisenä vaatimuksena taajuusmuuttajille oli vain PID-säätimen sisältyminen ominaisuuksiin. Valinta kohdistui Mitsubishi Electricin FR-D720S -sarjan laitteisiin, koska valmistajan taajuusmuuttajat ovat jossain määrin ennestään tuttuja. Vaikka FR-D720S on Mitsubishi Electricin taajuusmuuttajavalikoimasta halvin vaihtoehto, ovat sen ominaisuudet silti yllättävän kattavat. FR-D720S on 1-vaihesähköllä toimiva taajuusmuuttaja, joten se syöttää moottorillekin vain 230 V jännitteen. Siitä johtuen moottori kytketään kolmiokytkennällä taajuusmuuttajaan, vaikka se kytkettäisiin tähtikytkennällä verkkojännitteeseen. /5/

## 4 SÄHKÖSUUNNITTELU

### 4.1 Lähtökohdat ja vaatimukset

Sähkösuunnittelun kannalta vaatimukset ja lähtökohdat oli selvitetty jo automaatio suunnitelmia tehtäessä. Kattilan sähkökeskuksen rakenne on suhteellisen yksinkertainen, koska logiikka ohjaa moottorilähtöjä suoraan. Moottorilähdöt mitoitettiin laitteistoon asennettujen moottoreiden koon mukaan.

### 4.2 Suunnittelu

Sähkösuunnittelu tehtiin Kyndata CADS Planner Electric -ohjelmistolla. Suunnittelu aloitettiin piirtämällä keskuksen syöttö ja jännitteenjako ensimmäiselle lehdelle (Liite 1: Lehti 1/9).

Toiselle ja kolmannelle lehdelle piirrettiin taajuusmuuttajiin liittyvät kytkennät. Lehdelle 2 piirrettiin paloilmapuhallinta ohjaava taajuusmuuttaja ja siihen liittyvät kytkennät. Paloilmapuhallinta ohjataan logiikan lähdöillä Y10–Y12. STF-liittimeen annetaan taajuusmuuttalle käynnistyskäsky ja liittimiin RL ja RM annetaan tieto halutusta pyörimisnopeudesta. Lehdelle 3 piirrettiin savukaasupuhallinta ohjaavan taajuusmuuttajan kytkennät. Taajuusmuuttaja käynnistetään logiikan lähdöllä Y13. Taajuusmuuttajan liitin RL on parametroitu siirtämään taajuusmuuttaja PID-tilaan, jolloin taajuusmuuttaja säätää moottorin pyörimisnopeutta siihen kytketyn anturin B1 avulla. Anturi B1 on 4–20 mA lähtöviestiä antava analoginen painelähetin.

Anturi on kytketty suoraan taajuusmuuttajan omaan virtalähteeseen maahantuojan esimerkin mukaisesti. /5, 6/

Taajuusmuuttajien aiheuttamien sähkömagneettisten häiriöiden pienentämiseksi taajuusmuuttajat kytketään verkkojännitteeseen suodattimien kautta, ja moottorit kytketään taajuusmuuttajiin häiriösuojattua kaapelia käyttäen. Standardin SFS 6000 osa 4-44 määrittelee toimenpiteet EMIn (Electromagnetic interference, sähkömagneettinen häiriö) pienentämiseksi.

Käytetään taajuusmuuttajien ja moottorien välillä taajuusmuuttajan valmistajan ohjeiden mukaisia kaapeleita ja suodattimia. Kaapelin vaatimukset täyttyvät aina, kun käytetään 100 % peittäväällä suojalla varustettuja symmetrisiä monijohtimisia kaapeleita. (SFS 6000 4-44 kohta 444.4.2 f)

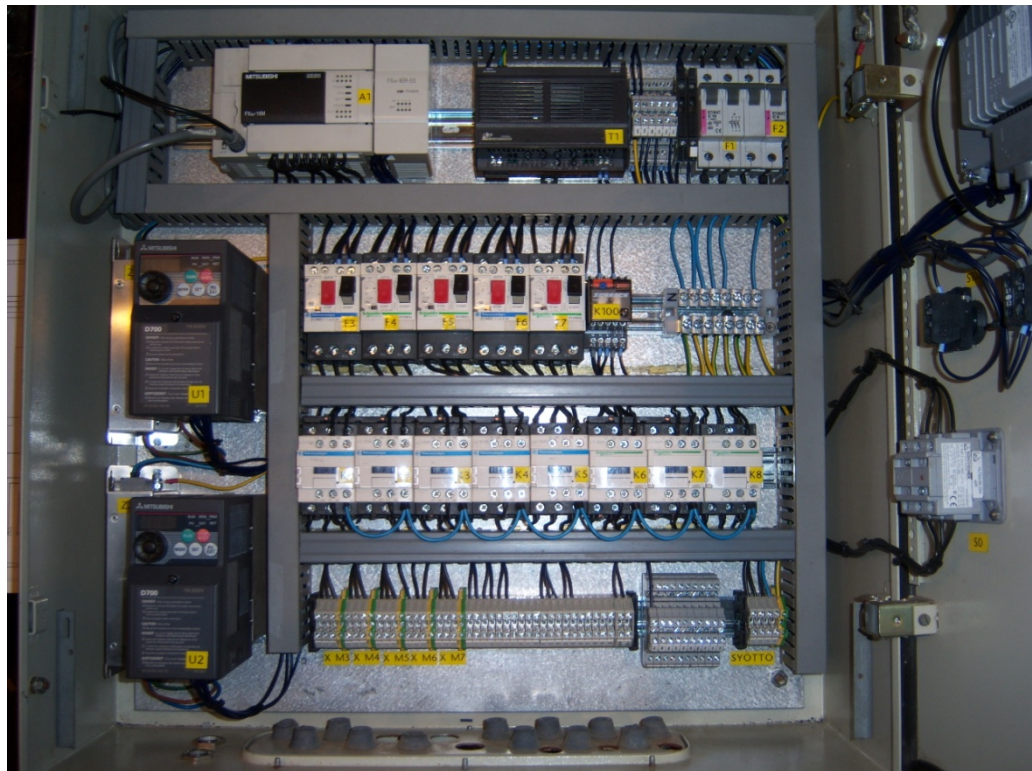
Sähkökuvien neljännelle ja viidennelle lehdelle piirrettiin loput moottorivirtapiirit. Ruuvikuljettimet on varustettu suunnanvaihdolla, joka toteutetaan kahdella kontaktorilla. Moottoria ohjaaviin kontaktoreihin liitettiin mekaaninen lukituskappale, joka estää molempien kontaktorien samanaikaisen toimimisen. Lisäksi kontaktorien ohjausjännite kierrätettiin toisen kontaktorin apukoskettimen kautta, joka estää molempien kontaktorien toimimisen yhtäaikaisesti. Jos molemmat kontaktorit pääsisivät toimimaan yhtäaikaisesti, seuraisi siitä oikosulku ja sulakkeen laukeaminen. Kukin moottori varustettiin moottorin virtaan mitoitettulla moottorinsuojakatkaisimella. Jos moottori jostakin syystä ylikuormittuu, estää moottorinsuojakatkaisija moottorin käämejä vaurioitumasta. /8/

Logiikka piirrettiin sähkökuvien lehdille 6 – 8. Helpomman luettavuuden aikaansaamiseksi logiikan kytkennät jaettiin kolmelle erilliselle sivulle. Piirtämisessä kiinitettiin huomiota havainnollisuuteen, ja kytkennät piirrettiin kuvaan samassa järjestyksessä kuin ne sijaitsevat logiikassakin. Kuvan yläreunaan piirrettiin logiikan tulot. Kuvasta selviävät tuloihin liitetyt laitteet ja niiden johdotus. Kuvan alareunaan piirrettiin logiikan lähtöihin liitetyt laitteet. (Liite 1: Lehti 6 – 9)

Lehdelle 9 piirrettiin lämpötilakontrollerin johdotus. Kytkennän helpottamiseksi kontrollerin liitännät piirrettiin kuvaan samassa järjestyksessä kuin ne ovat itse laitteessakin.

Kirjaintunnukset sähkökeskuksen kojeille annettiin standardin SFS-EN 61346-1 liitteen E mukaisesti. Kirjaintunnusten tarkoitus on yksilöidä laitteet niin, että ne voidaan tunnistaa helposti. Kirjaintunnus määräytyy kojeen tyyppin mukaan. Standardissa on annettu esimerkkejä kunkin kirjaintunnuksen laitteista. (Kuva 9)

Sähkökuvien tarkastuksen, sähkökeskuksen kokoonpanon ja tarkastusmittaukset suoritti alan ammattilainen.



**KUVA 9.** Sähkökeskuksen sisältö

## 5 OHJELMAT

### 5.1 Logiikkaohjelma

Mitsubishi Electricin ohjelmoitavien logiikkojen ohjelmoimiseen käytetään valmistajan omaa GX IEC Developer –nimistä ohjelmaa. Ohjelma perustuu IEC 61131-3 –standardiin, jossa määritellään ohjelmoitavien logiikkojen yleisessä käytössä olevat ohjelmointikielet. Ohjelmalla voidaan tehdä ohjelmakoodia

standardien määrittämissä muodoissa, jotka ovat käskylista (IL, Instruction List), tikapuukaavio (LD, Ladder Diagram), toimilohkokaavio (FBD, Function Block Diagram), sekvenssikaavio (SFC, Sequential Function Chart) sekä strukturoitu teksti (ST, Structured Text). /7/

Ohjelman tekeminen aloitettiin kirjoittamalla ohjelman globaalilistaan (Global Variable List) tiedot logiikan tuloista ja lähdöistä. Globaalilista sisältää tiedot ohjelmassa käytetyistä erikoisemmista ohjelmalohkoista, merkkereistä, rekistereistä sekä logiikan tuloista ja lähdöistä. Globaalilista helpottaa ohjelman tekemistä, koska muuttujat voidaan nimetä tunnisteella (Identifier), jota käytetään ohjelmoinnissa. Listaa täydennettiin jälkepäin tarpeellisilla muuttujilla, joita ohjelmaa tehdessä syntyi. (Liite 3)

Seuraavaksi ohjelmaan määriteltiin hallintapaneelilla olevat käsiajonapit ohjaamaan moottoreita. Hallintapaneeli ohjaa logiikan muistissa olevia merkkereitä, joiden perusteella ohjataan logiikan lähtöjä (Liite 2: Network 2 – 10). Hallintapaneelin käsiajonapit eivät kytke lähtöjä toimintaan, jos automaatti on kytketty päälle.

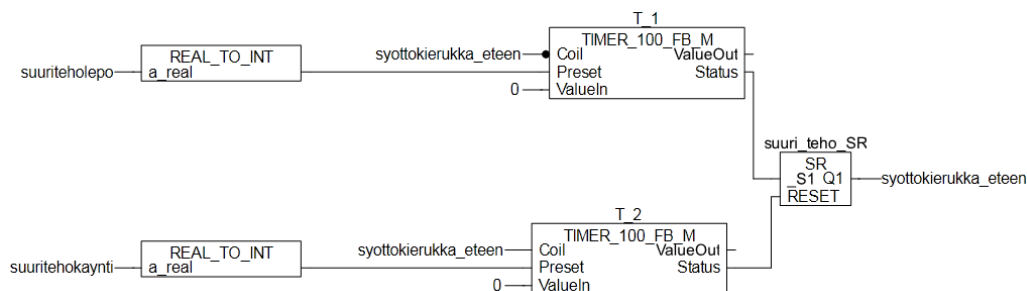
Hallintapaneelin avulla käyttäjä määrittää syöttöruuville käyntiajat. Niistä lasketaan logiikan avulla kullekin tehoasetukselle käyntiajasta prosenttiluku, joka ilmaisee, minkä verran ajasta syöttöruuvi käy kullakin teholla. Prosenttilukema näytetään käyttäjälle hallintapaneelilla asetusten yhteydessä. Prosenttilukeman tarkoituksena on helpottaa kattilan säätötoimenpiteitä. (Liite 2: Network 11 – 13) Prosenttilukema lasketaan kaavalla

$$\frac{T_1}{T_1 + T_2} \cdot 100 = P \%$$

jossa  $T_1$  on syöttöruuvin käyntiaika,  $T_2$  on syöttöruuvin lepoaika ja  $P$  on syöttöruuvin tehollinen käyntiaika prosentteina.

Logiikkaohjelmassa on syöttöruuvin ohjaukselle jokaiselle teholle oma ohjelmaosionsa, joka toimii muun ohjelman rinnalla vain silloin, kun varsinainen ohjelma käynnistää tehoalueeseen kuuluvan ohjelmaosion. Syöttöruuvia ohjaavassa ohjelmassa on kaksi ajastinta, jotka vuorottelevat syöttöruuvin käyntitahdin mukaisesti. Käyttäjä määrittelee hallintapaneelin avulla jokaiselle tehoalueelle käyntiajan ja lepoajan.

Kun kattila toimii suurella teholla, ajastin  $T_1$  laskee ajan, joka on määritelty muuttujalla *suuriteholepo*. Kun aika on kulunut, ajastimen lähtö kytkeytyy päälle kytkien *suuri\_teho\_SR* –kiikun päälle. Kun *suuri\_teho\_SR* –kiikku kytkee syöttökierukan päälle, alkaa ajastin  $T_2$  laskea muuttujan *suuritehokaynti* määrittelemää käyntiaikaa. Kun määritelty käyntiaika tulee täyteen, resetoit ajastin  $T_2$  kiikun, jolloin syöttöruuvi pysähtyy. (Kuva 10)

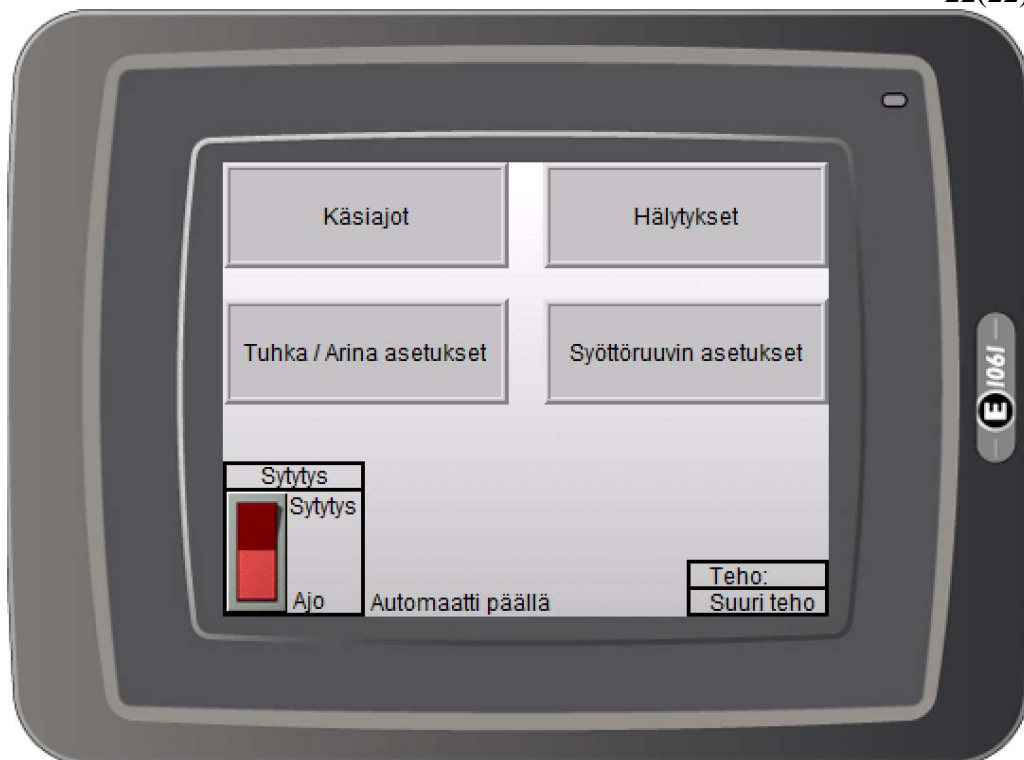


**KUVA 10.** Suuren tehon syöttöruuvien ohjaus

Logiikkaohjelma määrittelee lämpötilakontrollerin antaman tiedon mukaan syöttöruuville oikean käyntitahdin sekä ohjaa paloilmapuhaltimen taajuusmuuttajaa, jotta paloilman määrä olisi suhteessa syötettyyn polttoaineen määrään. Kun lämpötila nousee niin paljon, että kattila siirtyy kytteholle, sammutetaan paloilmapuhallin kokonaan, jotta lämpötila ei enää nousisi. Jos lämpötila nousee liikaa (lämpötilakontrollerin OUT4 kytkeytyy), antaa logiikka hallintapaneelille hälytyksen yلیلämmöstä. Jos kattila sammuu ja lämpö laskee liian alas (lämpötilakontrollerin OUT1 kytkeytyy), antaa logiikka hallintapaneelille hälytyksen alilämmöstä.

## 5.2 Hallintapaneelin ohjelma

Hallintapaneelin ohjelma tehtiin Mitsubishi Electricin omalla E-Designer 7 –ohjelmalla. E-Designer on tarkoitettu Mitsubishin E-sarjan operointipäätteiden ohjelmointiin. Ohjelma on monipuolinen ja helppokäyttöinen. Hallintapaneelin ohjelmassa viitataan suoraan logiikan osoitteisiin, joten yhteydenpito logiikan kanssa sujuu helposti. Ohjelmalle pitää määrittellä käytettävä kontrolleri ja yhteystapa, minkä jälkeen paneeli osaa ottaa automaattisesti yhteyden logiikkaan.



**KUVA 11.** Hallintapaneelin päävalikko

Hallintapaneelin ulkoasusta ja valikoista pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertaiset ja selkeät käyttää. Kaikki ylimääräiset hienoudet jätettiin pois, jotta säätöjen tekeminen olisi mahdollisimman selkeää ja helppoa. Päävalikossa on neljä suurta painiketta, joilla pääsee asetusvalikoihin, hälytyslistaan ja käsiajopaneeliin. Päävalikossa on myös valintakytkin kattilan sytytykselle. Sytytyskytkin ohittaa lämpötilakontrollerin antaman alilämpöhälytyksen, jolloin kattila alkaa toimia suurella tehoasetuksella ja kattila voidaan sytyttää (Liite 2: Network 15). Päävalikosta näkyy myös nopealla vilkaisulla kattilan senhetkinen tehoasetus sekä se, onko automaatti päällä vai onko logiikka käsiajotilassa.



**KUVA 12.** Hallintapaneelin käsiajovalikko

Hallintapaneelin käsiajovalikon avulla kattilan moottoreita pystytään ohjaamaan vikatilanteen sattuessa käsin. Kierukat on varustettu suunnanvaihdolla, jolloin niitä pystytään ajamaan myös taaksepäin, jos esimerkiksi polttoaineen mukana tullut kivi on jumittanut ruuvin. Käsiajonapit aktivoivat logiikasta merkkerin, joka on kytköksissä suoraan toimintoa vastaavaan logiikan lähdön ohjaukseen (Liite 2: Network 2 – 10). Käsiajovalikon napit toimivat vain, jos logiikassa ei ole automaatti päällä. Jos logiikassa on automaattiajo käynnissä, ei käsiajonapeilla ole vaikutusta lähtöjen toimintaan.



**KUVA 13.** Hallintapaneelin syöttöruuvien asetusvalikko

Syöttöruuvien asetusvalikossa käyttäjä määrittelee kattilan jokaiselle tehoasetukselle syöttöruuvien käyntiajat. Määriteltyjen aikojen perusteella logiikka jaksottelee syöttöruuvien käyntitahtia. Käyttäjä antaa paneelille ajan sekunneissa, mutta paneeli skaalaa arvon 10-kertaiseksi, koska logiikan ajastimelle annetaan aikatieto 100 millisekunnin jaksojen lukumääränä. Logiikalla myös lasketaan hallintapaneelille prosenttilukemat syöttöruuvien käyntiajoista helpottamaan kattilan tehon säätöä (Liite 2: Network 11 – 13). Prosenttilaskennan takia tiedot käyntiajoista siirtyvät logiikalle reaalitylukumuodossa. Jos prosenttilaskenta suoritettaisiin logiikalla kokonaislukuina, tulisi jakolaskun vastaukseksi pelkästään 0 tai 1 (0 % tai 100 %). Reaalitylukuja käytettäessä jakolaskun tulokseksi tulee desimaalityluku 0 ja 1 väliltä, joka kerrottuna luvulla 100 antaa halutun prosenttilukeman väliltä 0 – 100.





**KUVA 14.** Hallintapaneelin valikko tuhkaruuvien ja arinan asetuksille

Tuhkaruuvien ja arinan asetusvalikossa määritellään tuhkaruuvien ja arinan käyntitiheys suhteessa muihin toimintoihin. Tuhkaruuvien käynti on riippuvainen siitä, montako kertaa varastosta on otettu lisää polttoainetta syöttölaatikkoon, koska tuhkan määrä on riippuvainen suoraan polttoaineen määrästä. Tuhkaruuvien käyntiin liittyen käyttäjän pitää määrittellä, kuinka usein tuhkaruuvi käy suhteessa varastosta otettuun polttoainemäärään sekä kuinka kauan tuhkaruuvi käy kullakin käyntikerralla (Liite 2: Network 25).

Arinan liikemäärä määräytyy syöttöruuvien käyntitahdin mukaan. Käyttäjän määrittelemistä suuren tehon ja pienen tehon käyntiajoista lasketaan arinaa ohjaavalle laskurille laskuriarvo. Logiikkaohjelma laskee syöttökierukan käyntisyklejä, ja kun laskuriarvo tulee täyteen, liikuttaa ohjelma arinaa yhden edestakaisen liikkeen (Liite 2: Network 24).

Arinan liikutuksen tehtävä on liikuttaa arinan päällä olevaa polttoainetta ja tuhkaa hiljalleen eteenpäin ja estää ylimääräisen aineksen kertyminen arinan päälle. Jos arinaa ei liikutettaisi automaattisesti, käyttäjän pitäisi säännöllisesti puhdistaa arinan päältä ylimääräinen aines.

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella lämmityskattilan automaattinen ohjausjärjestelmä omakotitalon ja verstaan lämmitykseen. Työ eteni suunnitelmien mukaan, ja valmis automaatiolaitteisto jäi odottamaan kattilan asennusta, joten laitteistoa ei vielä päästy testaamaan käytännössä.

Ohjausjärjestelmään jätettiin tulevaisuuden tarpeita varten laajennusvaraa, joten järjestelmään on helppo lisätä tarpeen vaatiessa esimerkiksi GSM-modeemi akuitteja hälytyksiä varten.

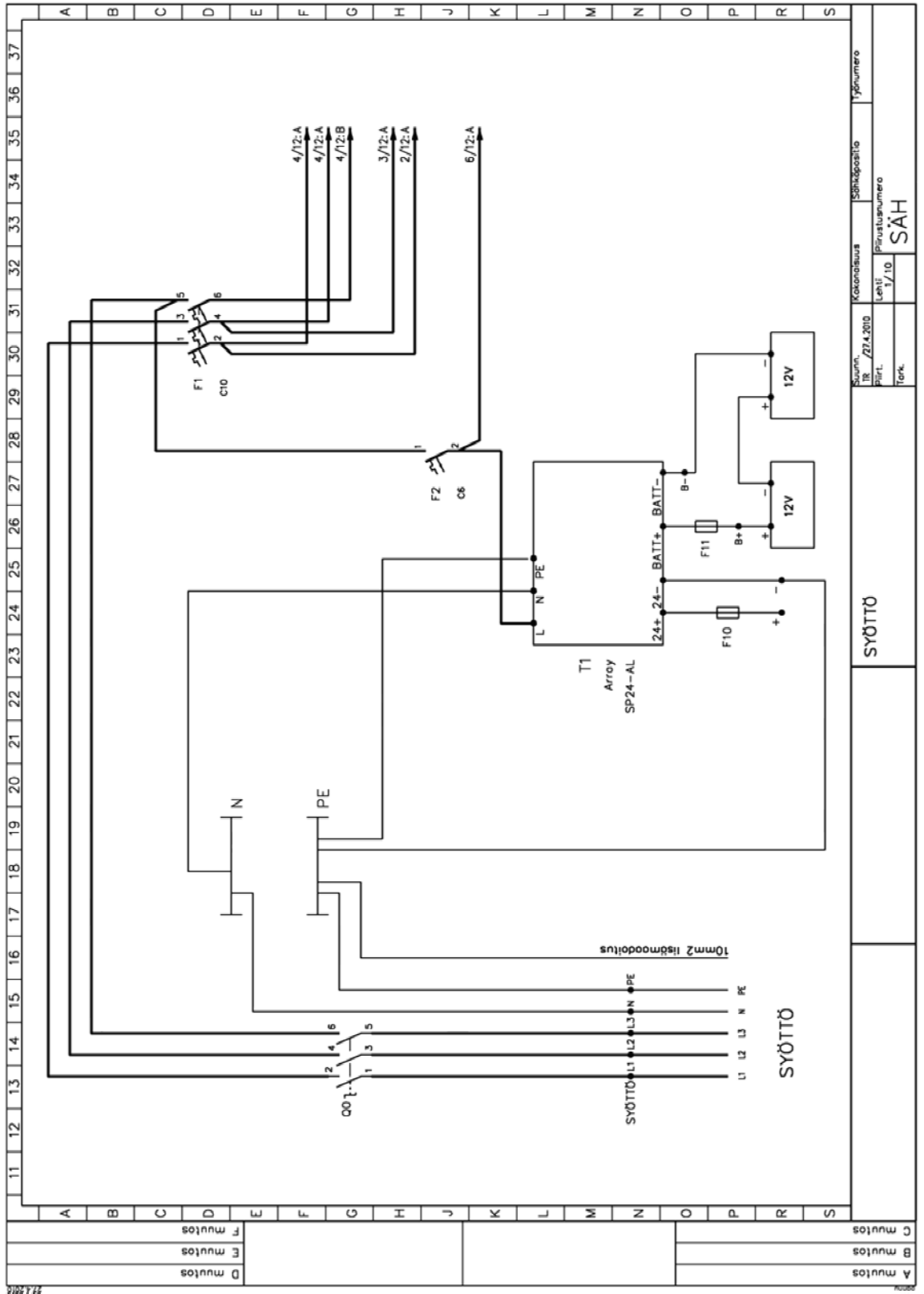
Työssä oli riittävästi haastetta ja se oli hyvin monipuolinen, koska siihen sisältyi ohjelmien tekemisen lisäksi sähkösuunnittelu ja komponenttien hankinta. Työn tekeminen antoi tarpeellisia valmiuksia automaattisten laitteiden suunnitteluun.

**LÄHDELUETTELO**

- 1 Helppo Lämpö Oy:n kotisivut (<http://kauhajokinyt.fi/helppolampo/>) (Viitattu 16.2.2010)
- 2 Mitsubishi-automation kotisivut ([http://www.mitsubishi-automation.com/products/compactplc\\_FX3U.html](http://www.mitsubishi-automation.com/products/compactplc_FX3U.html)) (Viitattu 12.3.2010)
- 3 Mitsubishi electric FR D/E/A/F700 Technical manual sivu 404: PID action overview
- 4 Carel ir33 Universale, electronic controller, User manual. (Saatavilla [http://www.carel.com/carelcom/web/download?nome\\_file=/carelcom/web/@extsrc/@eng/@catalogo/@documenti/@manuali/030220801.pdf](http://www.carel.com/carelcom/web/download?nome_file=/carelcom/web/@extsrc/@eng/@catalogo/@documenti/@manuali/030220801.pdf)) (Viitattu 24.3.2010)
- 5 Mitsubishi electric FR D/E/A/F700 Technical manual
- 6 Beijer Electronics: D700 TAAJUUSMUUTTAJA LYHYT KÄYTTÖOHJE PUHALLINKÄYTÖILLE, PUMPPUKÄYTÖILLE, PID-SÄÄTÖSOVELLUTUKSILLE. (Saatavilla [www.beijer.fi](http://www.beijer.fi) > help online > tuotteet > taajuusmuuttajat > FR-D700-sarja > ohjekirjat) (Viitattu 17.3.2010)
- 7 Heinonen Anu, Tutkintotyö, GX IEC DEVELOPER FX – OHJEKIRJA OHJELMOINTIIN JA OHJELMAN TESTAAMISEEN, TAMK 2006
- 8 Standardi SFS-EN 60204-1: KONETURVALLISUUS. KONEIDEN SÄHKÖLAITTEISTO. OSA 1: YLEISET VAATIMUKSET

**LIITELUETTELO**

- 1 Sähkökaavio
- 2 Logiikkaohjelma
- 3 Logiikkaohjelman muuttujalista (Global Variable List)

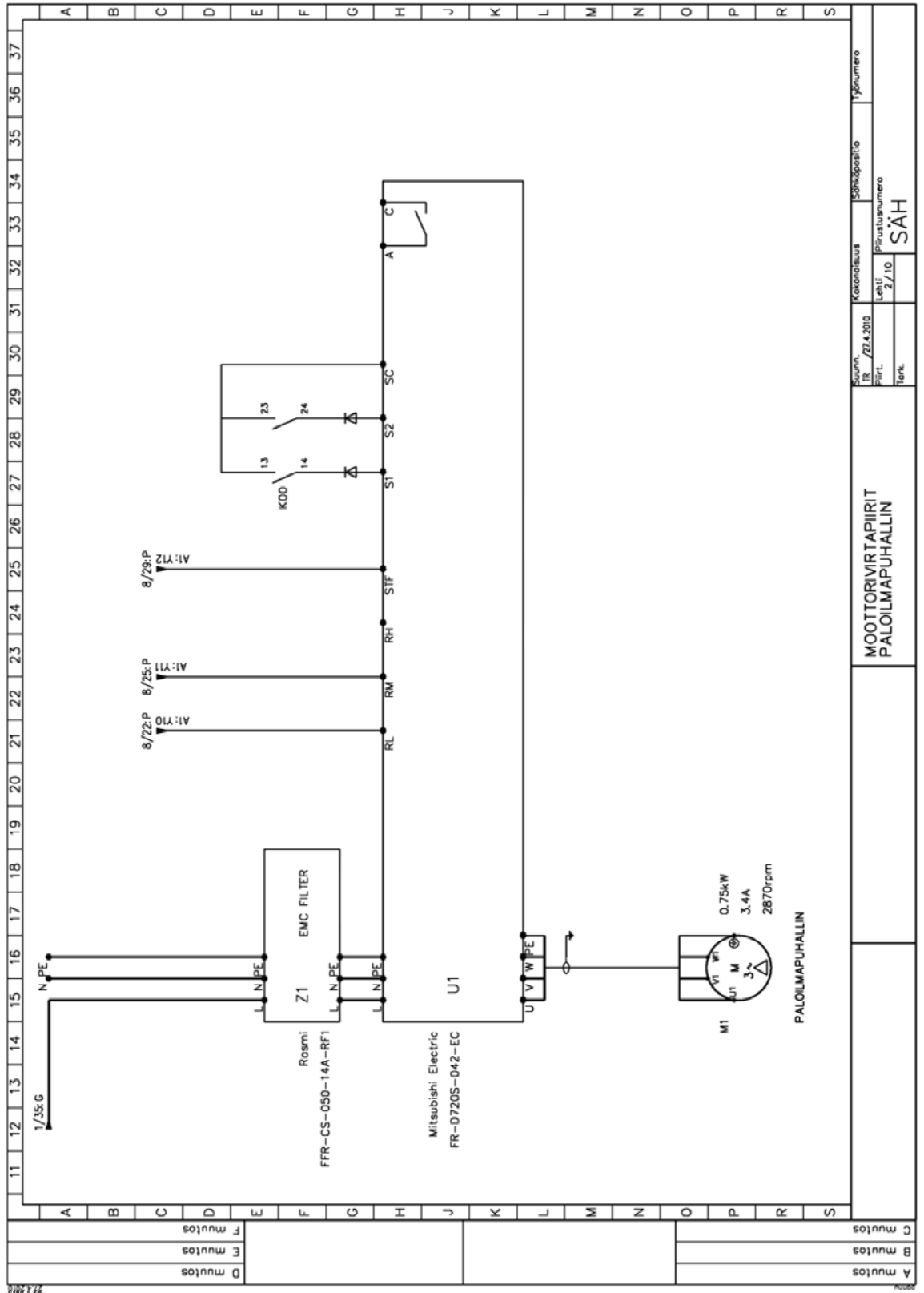


A mutoles		D mutoles	
B mutoles		E mutoles	
C mutoles		F mutoles	

SYÖTTÖ

SÄH

Proj. nro.	274.2010
Lehti	1/10
Proj. nro.	274.2010
Terä.	

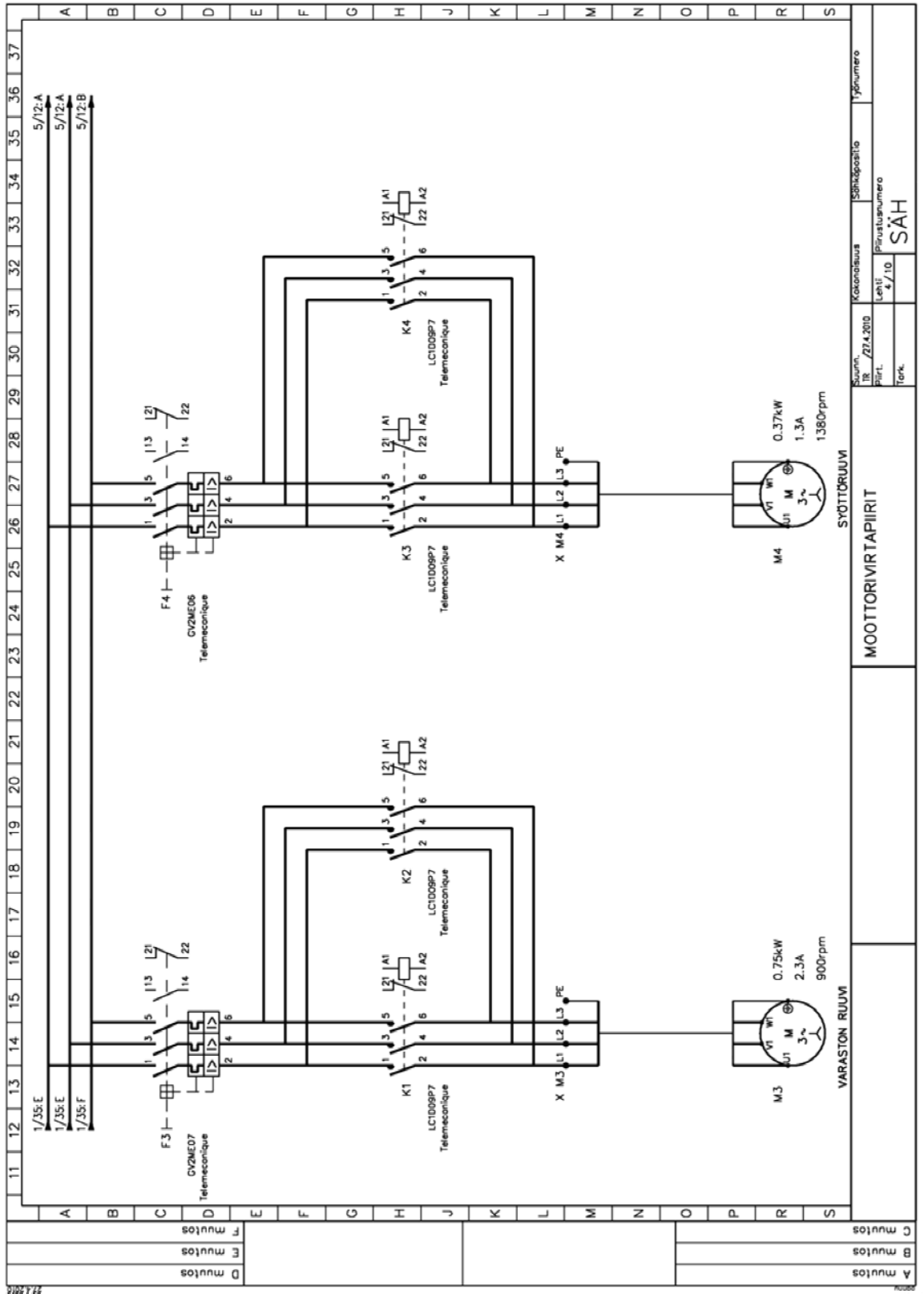


2742010

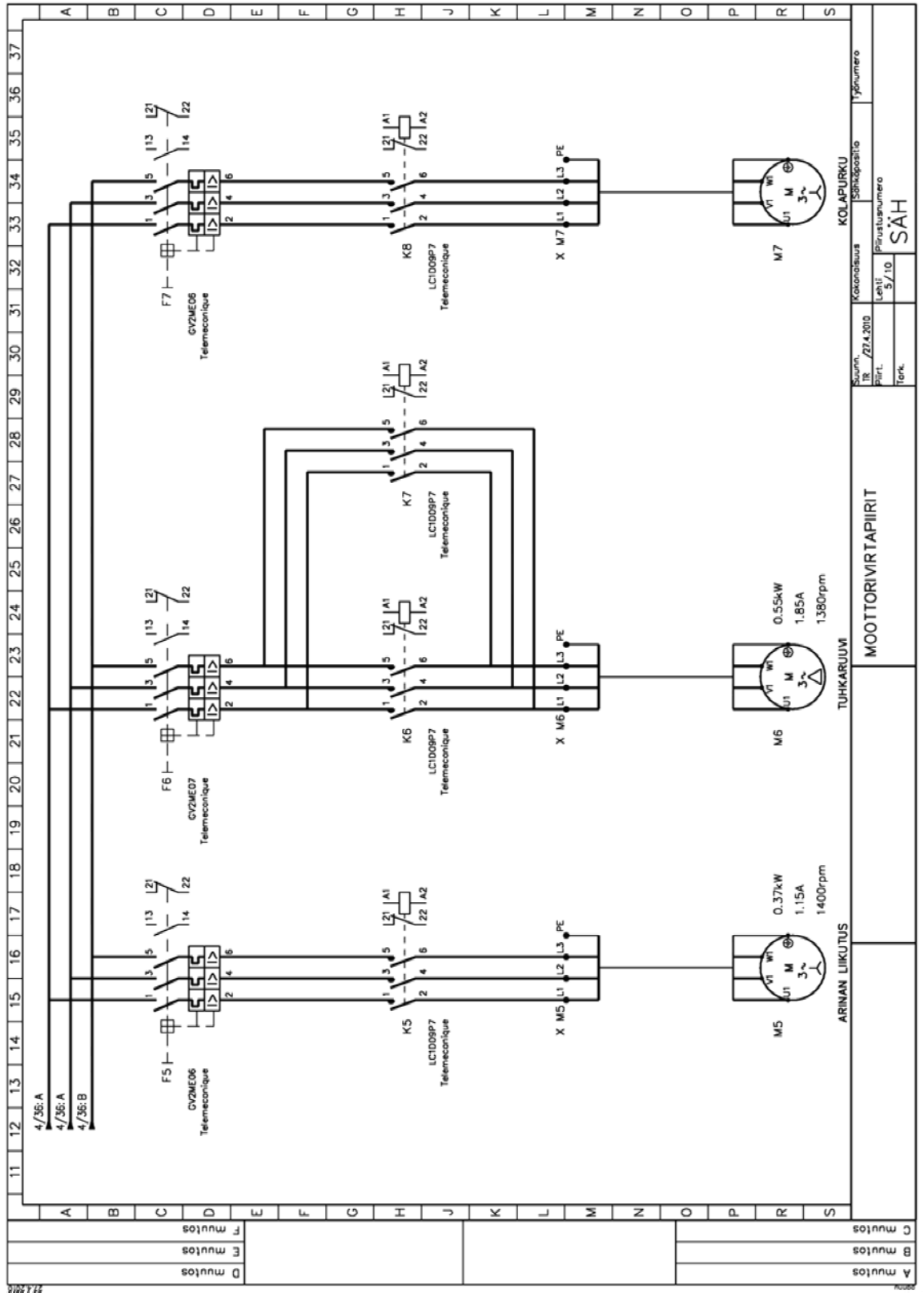
A	D muutos
B	E muutos
C	F muutos

A muutos		MOOTTORIVIRTAPIIRIT		Kokonaissiv.		Sivustositte		Työnumero	
B muutos		PALOIMAPUJALLIN		Suunn. /21.4.2010		Lehti		Päivänumero	
C muutos				Pirtt.		Z/10		SÄH	
				Tekn.					





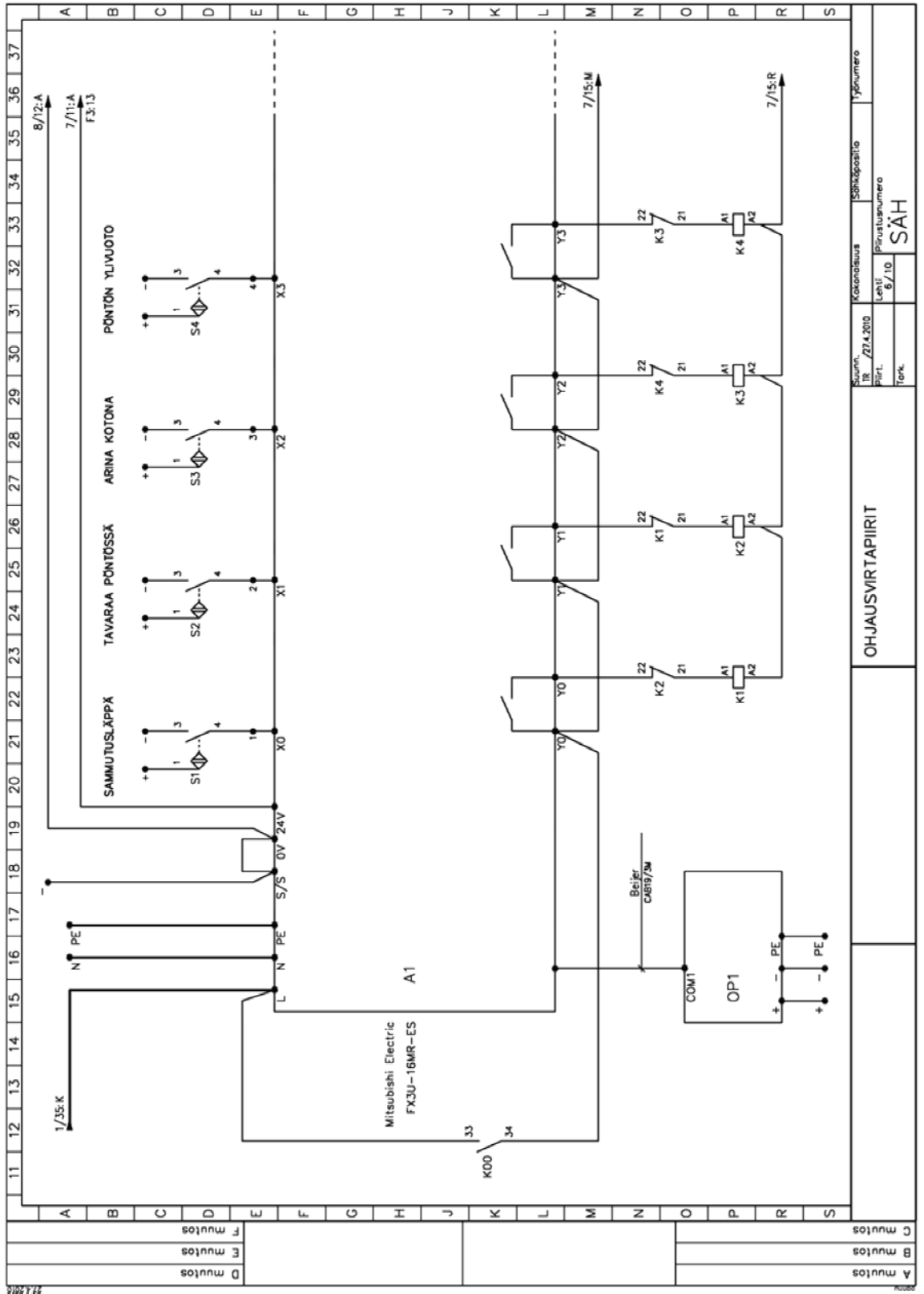




22.4.2010

D	D muutos	
E	E muutos	
F	F muutos	
C	C muutos	

A muutos		MOOTTORIVIRTAPIIRIT		KOLAPURKU	
B muutos		Suunn.		Kokonaiss	
C muutos		IR / 21.4.2010		Sisällysluettelo	
		Pirtt.		Lehti	
		Tark.		37/10	
				SAH	
				Ypönumero	

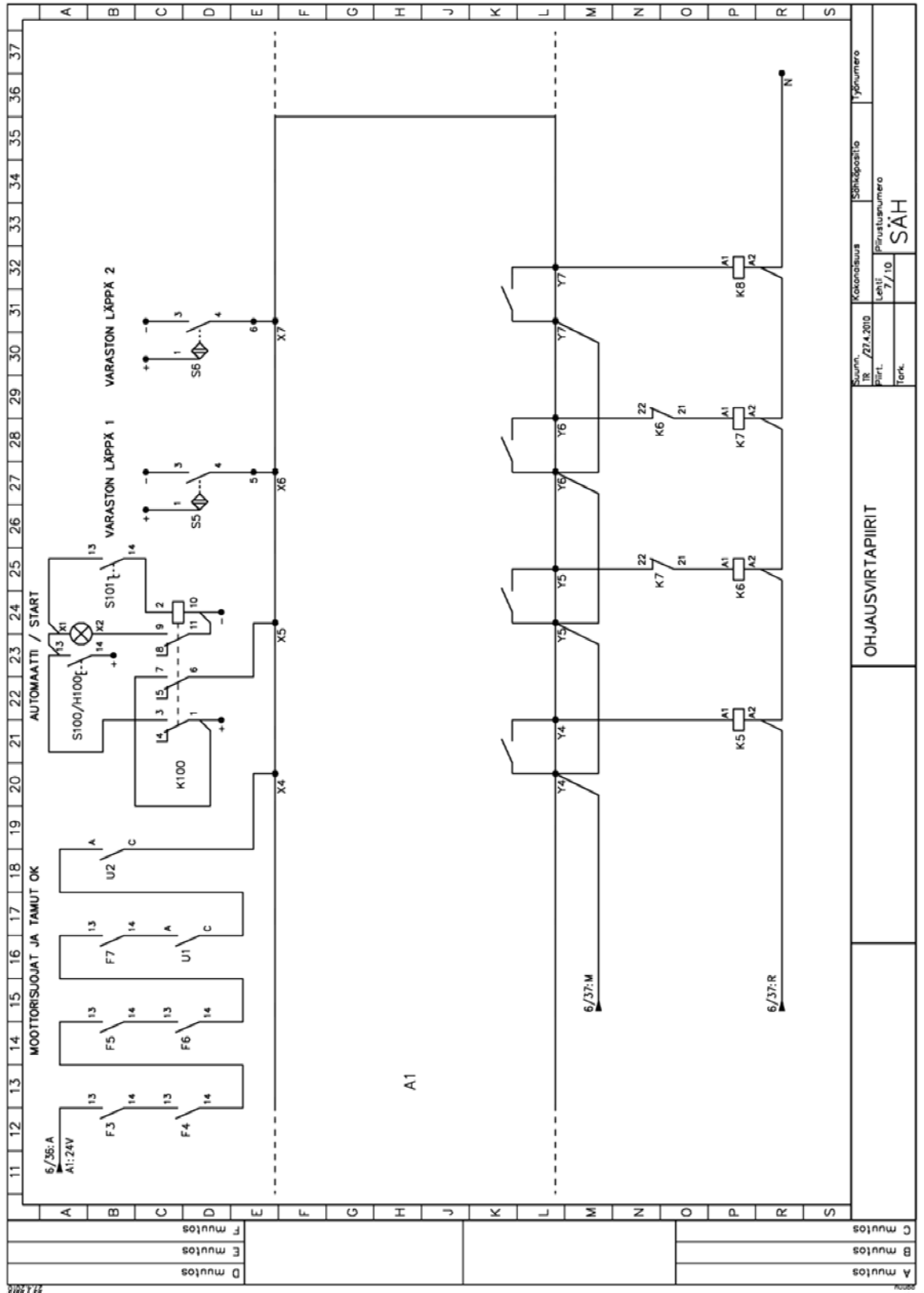


22.4.2010

D	muitos	
E	muitos	
F	muitos	

OHJAUSVIRTAPIIRIT

Suunn. / IR. / 21.4.2010	Kokonaus	Sähköpiiri	Yönumero
Piir. /	Lehti / 8 / 10	Perustuu numero	
Tekn. /	SÄH		

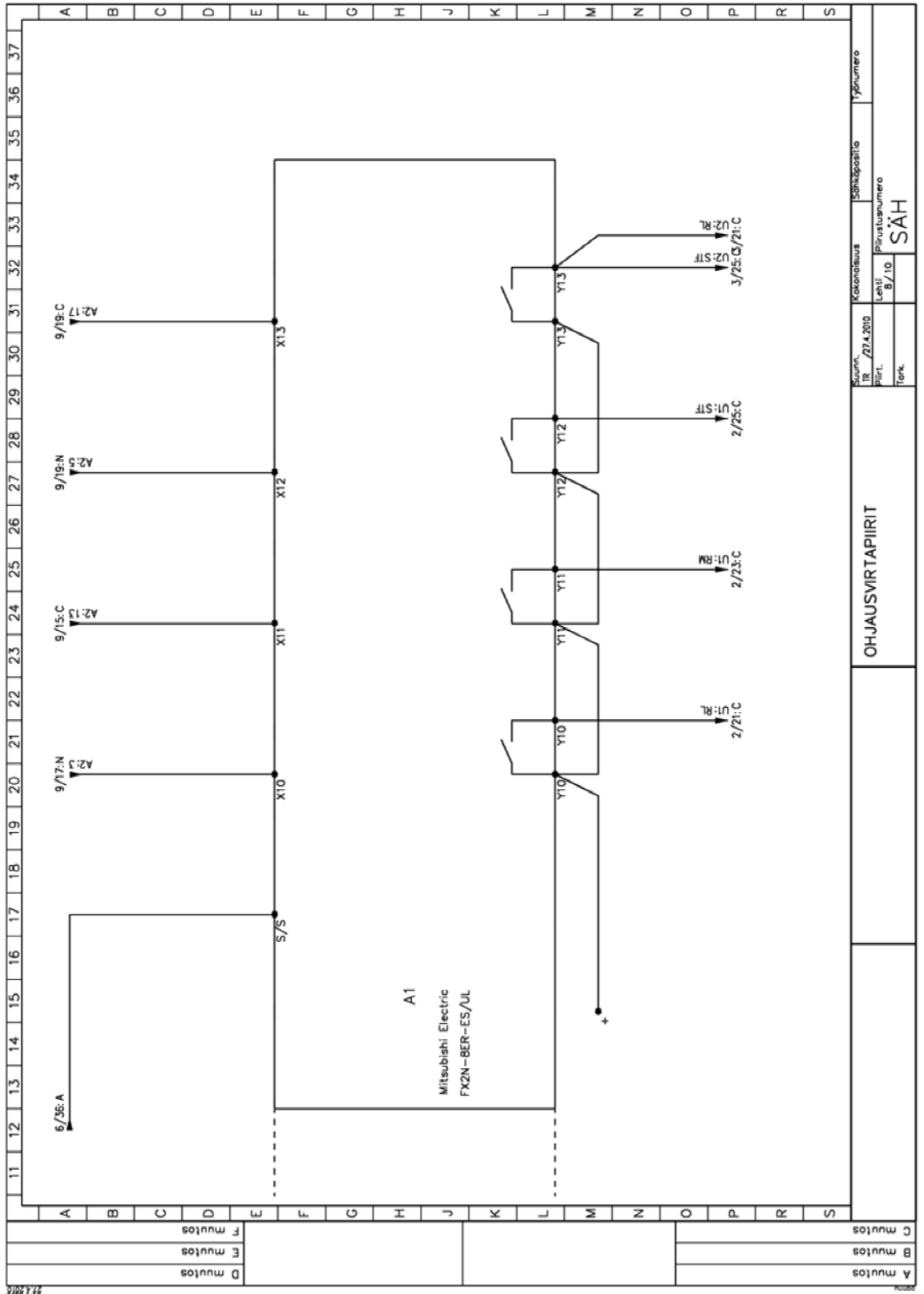


22.4.2010

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S	
A muutokset			B muutokset			C muutokset			D muutokset			E muutokset			F muutokset		

OHJAUSVIRTAPIIRIT

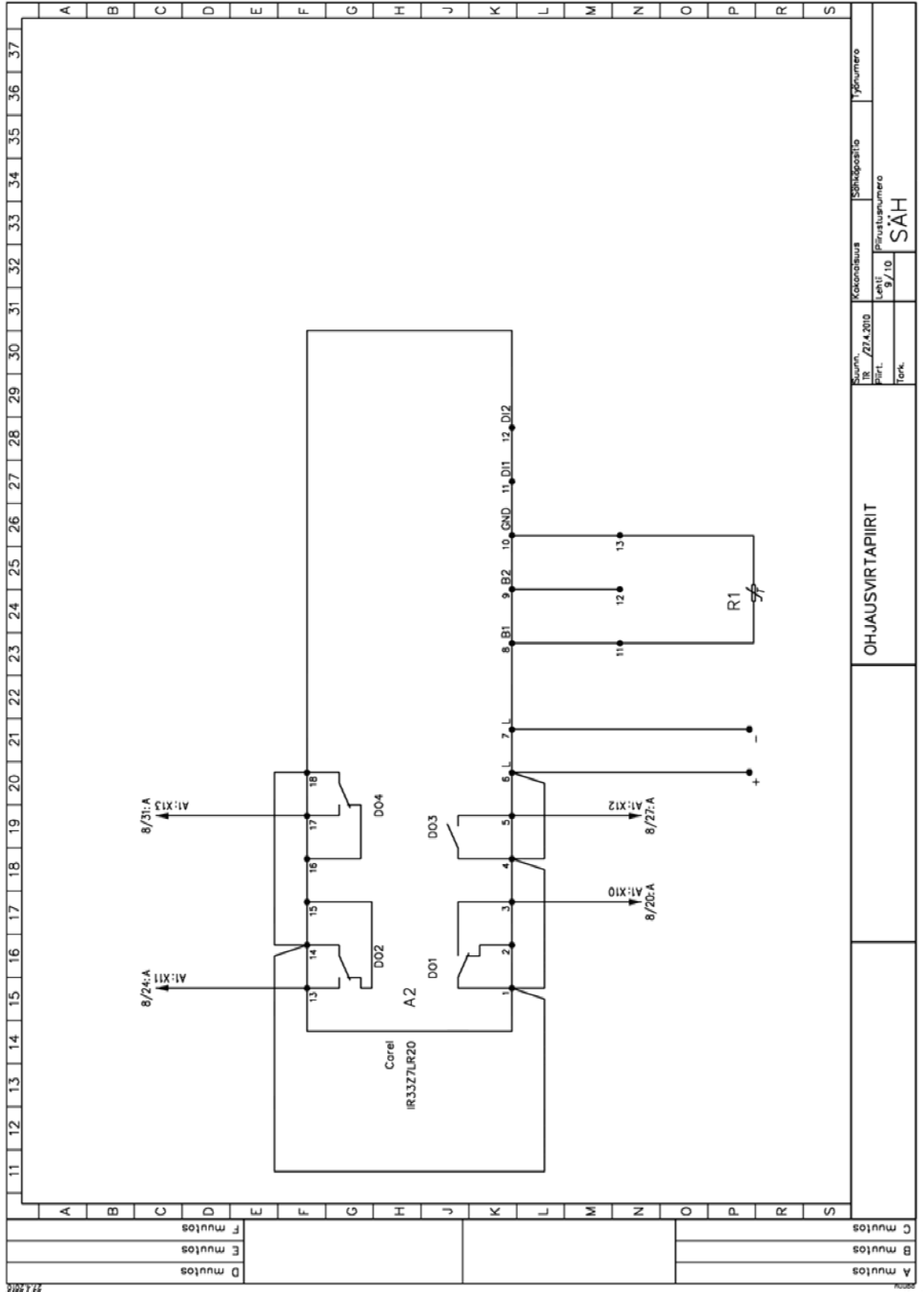
Suunn. / IR	Kokonaus	Sähköpiirite	Yhteysnumero
21.4.2010			
Lehti	Piirustuksen numero		
77/10			
Tekijä			
			SÄH



2742016

A	D muttos	
B	E muttos	
C	F muttos	

A muttos		OHJAUSVRTAPIIRIT		Kokonaiss Sijutuspaikka		Yönumero	
B muttos				Suunn. IR / 274.2016		Lehti B / 10	
C muttos				Terä.		SÄH	

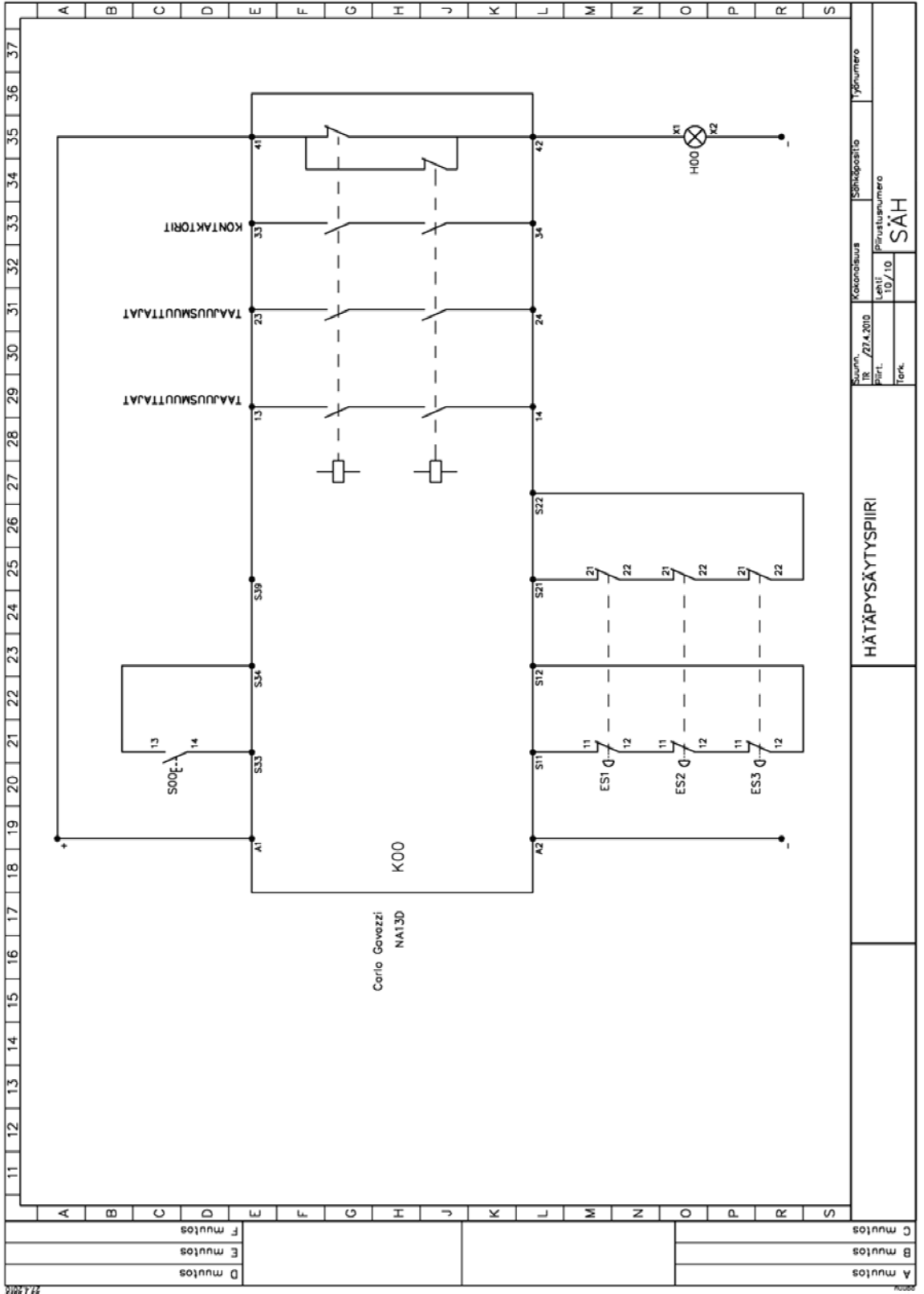


OHJAUSVIRTAPIIRIT

Suunn. nro.	IR_274.200	Kokonaus	Sisäosa	Yönumero
piirt.		Lehti	9/10	
Tekn.		SÄH		

A	A muutokset		
B	B muutokset		
C	C muutokset		
D	D muutokset		
E	E muutokset		
F	F muutokset		

274.200



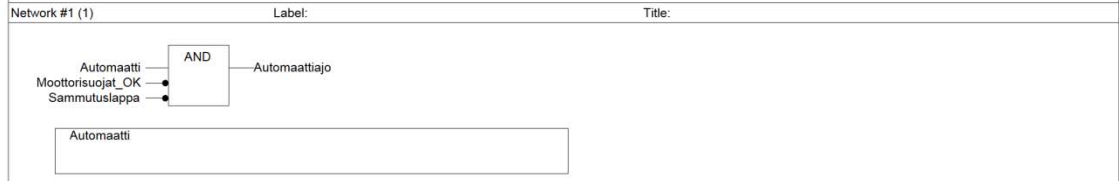
HÄTÄPYSÄYTYSPIIRI

Suunn. IR / 21.4.2010	Kokonaus	Sijainti	Yönumero
Terä.	Lehti 10 / 10	Perustusnumero	
<b>SÄH</b>			

21.4.2010

--	--	--

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#1**



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#2**



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#3**



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#4**



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#5**



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#6**



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#7**



Date	12.04.2010 12:10:45	f:\pannu
Drawn		MAIN_PRG [PRG] Body [FBD]
Appr.		Page: 1
Rev	Change	Date Name Rel.

--	--	--

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#8**

Network #8 (1) Label: Title:



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#9**

Network #9 (1) Label: Title:



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#10**

Network #10 (1) Label: Title:



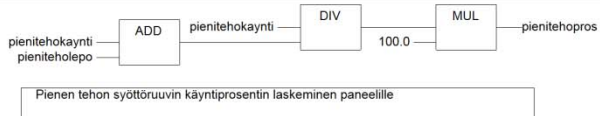
**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#11**

Network #11 (1) Label: Title:



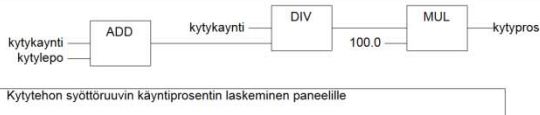
**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#12**

Network #12 (1) Label: Title:



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#13**

Network #13 (1) Label: Title:



**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#14**

Network #14 (1) Label: Title:

Lampo1 — Alilampo

Kun lämpö laskee liian alas, annetaan hälytys alilämmöstä  
Alilampo = M200

				Date	12.04.2010 12:10:45	f:\pannu
				Drawn		MAIN_PRG [PRG] Body [FBD] Network#8
				Appr.		Page: 2
Rev	Change	Date	Name	Rel.		



--	--	--

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#15**

Network #15 (1) Label: Title:

Kun lämpö on alhaalla niin käytetään suurinta tehoa

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#16**

Network #16 (1) Label: Title:

Kun lämpö nousee, pienennetään tehoa: Syttöruuvi pyöri pienemmällä tahdilla ja paloilmapuhallin menee pienemmälle nopeudelle

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#17**

Network #17 (1) Label: Title:

Kun Suuriteho tai Pieniteho on päällä, pyörii paloilmapuhallin

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#18**

Network #18 (1) Label: Title:

Automaatti — savukaasu\_run

Kun Automaatti on päällä, pyörii savukaasupuhallin

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#19**

Network #19 (1) Label: Title:

Jos lämpö nousee vielä pienemmälläkin teholla, menee pannu kytyteholle

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#20**

Network #20 (1) Label: Title:

Lampo4 — Ylilampo

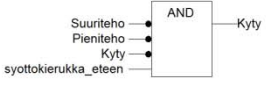
Kun lämpö nousee liikaa annetaan hälytys ylilämmöstä  
Ylilampo = M201

Date	12.04.2010 12:10:45	f:\pannu
Drawn		MAIN_PRG [PRG] Body [FBD] Network#15
Appr.		Page: 3
Rev	Change	Date
		Name
		Rel.

--	--	--

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#21**

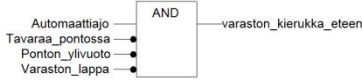
Network #21 (1) Label: Title:



Jos syöttökierukka jää pyörimään, vaikka mikään syöttöruuvia pyörittävä task ei ole päällä, pyöritetään Kytyä 1 logiikan sykki, jolloin bitti putoaa pois päältä

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#22**

Network #22 (1) Label: Title:



Syöttölaatikkoon otetaan tavaraa lisää niin kauan, kunnes pöntön läppä tunnistaa.  
Jos läpässä on vika, katkeaa tavaransyöttö syöttölaatikon vuotaessa yli.

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#23**

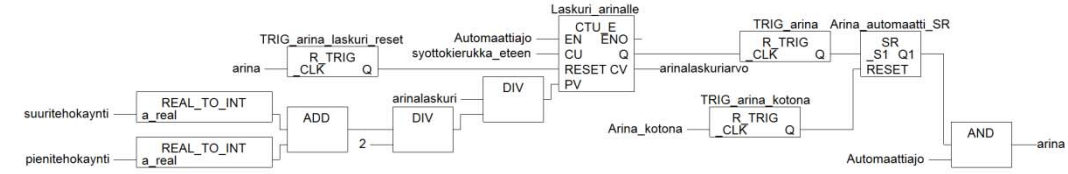
Network #23 (1) Label: Title:

Ponton\_ylivuoto ————— Ylivuotohaly

Jos syöttölaatikko vuotaa yli (laatikon läpässä häiriö), annetaan paneelille ylivuodosta hälytys.

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#24**

Network #24 (1) Label: Title:



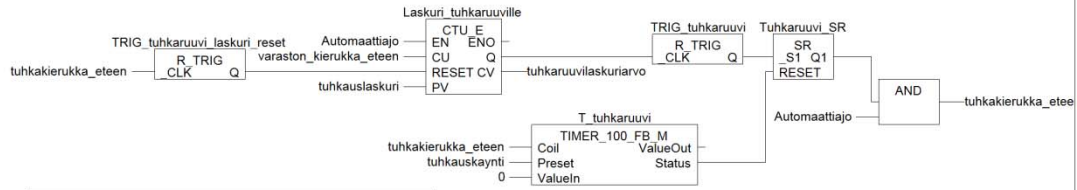
Arinan suuren ja pienen tehon käyntiajoista lasketaan karkea keskiarvo (INT) jolla jaetaan paneelilta annettu arinan käyntiaika. Tästä saadaan laskuriarvo (montako sekuntia syöttöruuvin pitää käydä arinan yhtä käyntiä varten)

Date	12.04.2010 12:10:45	f:\pannu	
Drawn		MAIN_PRG [PRG] Body [FBD] Network#2	
Appr.		1	
Rev	Change	Date Name Rel.	
			Page: 4

--	--	--

**MAIN\_PRG [PRG] Body [FBD] Network#25**

Network #25 (1) Label: Title:



Paneelilta annetaan arvot tuhkaruuiin käyntiajalle (tuhkausaynti) ja laskurille joka laskee varaston kierukan kayntisykleja (tuhkauslaskuri).

Laskuri\_tuhkaruuville laskee varaston kierukan kayntisykleja ja kun maaritelty arvo tuhkauslaskuri tulee tayteen, pyoritetaan tuhkakierukkaa ajastimen maarittelemä aika.

Tuhkakierukan kaynti nolaa laskurin.

				Date	12.04.2010 12:10:45	f:\pannu
				Drawn		MAIN_PRG [PRG] Body [FBD] Network#2
				Appr.		5
Rev	Change	Date	Name	Rel.		Page: 5

--	--	--

**Global Variable List**

	Class	Identifier	MIT-Addr.	IEC-Addr.	Type	Initial	Comment	Remark
0	VAR_GLOBAL	Arina_automaatti_SR			SR			
1	VAR_GLOBAL	Arina_SR			SR			
2	VAR_GLOBAL	kyty_teho_SR			SR			
3	VAR_GLOBAL	Laskuri_arinalle			CTU_E			
4	VAR_GLOBAL	Laskuri_tuhkaruuville			CTU_E			
5	VAR_GLOBAL	pieni_teho_SR			SR			
6	VAR_GLOBAL	suuri_teho_SR			SR			
7	VAR_GLOBAL	T_1			TIMER_100_F B_M			
8	VAR_GLOBAL	T_2			TIMER_100_F B_M			
9	VAR_GLOBAL	T_3			TIMER_100_F B_M			
10	VAR_GLOBAL	T_4			TIMER_100_F B_M			
11	VAR_GLOBAL	T_5			TIMER_100_F B_M			
12	VAR_GLOBAL	T_6			TIMER_100_F B_M			
13	VAR_GLOBAL	T_tuhkaruuvi			TIMER_100_F B_M			
14	VAR_GLOBAL	TRIG_arina			R_TRIG			
15	VAR_GLOBAL	TRIG_arina_kotona			R_TRIG			
16	VAR_GLOBAL	TRIG_arina_laskuri_reset			R_TRIG			
17	VAR_GLOBAL	TRIG_tuhkaruuvi			R_TRIG			
18	VAR_GLOBAL	TRIG_tuhkaruuvi_laskuri_reset			R_TRIG			
19	VAR_GLOBAL	Tuhkaruuvi_SR			SR			
20	VAR_GLOBAL	suuritehokaynti	D10	%MD0.10	REAL	0.0		
21	VAR_GLOBAL	suuriteholepo	D12	%MD0.12	REAL	0.0		
22	VAR_GLOBAL	pienitehokaynti	D14	%MD0.14	REAL	0.0		
23	VAR_GLOBAL	pieniteholepo	D16	%MD0.16	REAL	0.0		
24	VAR_GLOBAL	kytykaynti	D18	%MD0.18	REAL	0.0		
25	VAR_GLOBAL	kytylepo	D20	%MD0.20	REAL	0.0		
26	VAR_GLOBAL	suuritehopros	D22	%MD0.22	REAL	0.0		
27	VAR_GLOBAL	pienitehopros	D24	%MD0.24	REAL	0.0		
28	VAR_GLOBAL	kytypros	D26	%MD0.26	REAL	0.0		
29	VAR_GLOBAL	tuhkauslaskuri	D28	%MW0.28	INT	0		
30	VAR_GLOBAL	tuhkaus kaynti	D29	%MW0.29	INT	0		
31	VAR_GLOBAL	arinalaskuri	D30	%MW0.30	INT	0		
32	VAR_GLOBAL	arinalaskuriarvo	D40	%MW0.40	INT	0		
33	VAR_GLOBAL	tuhkaruuvilaskuriarvo	D41	%MW0.41	INT	0		
34	VAR_GLOBAL	suuriteholepo_plus_kaynti	D50	%MD0.50	REAL	0.0		
35	VAR_GLOBAL	suuritehokaynti_per_lepo_kaynti	D52	%MD0.52	REAL	0.0		
36	VAR_GLOBAL	pieniteholepo_plus_kaynti	D54	%MD0.54	REAL	0.0		
37	VAR_GLOBAL	pienitehokaynti_per_lepo_kaynti	D56	%MD0.56	REAL	0.0		
38	VAR_GLOBAL	kytylepo_plus_kaynti	D58	%MD0.58	REAL	0.0		
39	VAR_GLOBAL	kytykaynti_per_lepo_kaynti	D60	%MD0.60	REAL	0.0		
40	VAR_GLOBAL	Automaattiajo	M0	%MX0.0	BOOL	FALSE		
41	VAR_GLOBAL	Suuriteho	M2	%MX0.2	BOOL	FALSE		
42	VAR_GLOBAL	Pieniteho	M3	%MX0.3	BOOL	FALSE		
43	VAR_GLOBAL	Kyty	M4	%MX0.4	BOOL	FALSE		
44	VAR_GLOBAL	varaston_kierukka_kasijajo_eteen	M10	%MX0.10	BOOL	FALSE		
45	VAR_GLOBAL	varaston_kierukka_kasijajo_takse	M11	%MX0.11	BOOL	FALSE		
46	VAR_GLOBAL	syottokierukka_kasijajo_eteen	M12	%MX0.12	BOOL	FALSE		
47	VAR_GLOBAL	syottokierukka_kasijajo_takse	M13	%MX0.13	BOOL	FALSE		
48	VAR_GLOBAL	tuhkakierukka_kasijajo_eteen	M14	%MX0.14	BOOL	FALSE		
49	VAR_GLOBAL	tuhkakierukka_kasijajo_takse	M15	%MX0.15	BOOL	FALSE		
50	VAR_GLOBAL	arina_kasijajo	M16	%MX0.16	BOOL	FALSE		
51	VAR_GLOBAL	paloilmaphallin_kasijajo	M17	%MX0.17	BOOL	FALSE		
52	VAR_GLOBAL	savukaasupuhallin_kasijajo	M18	%MX0.18	BOOL	FALSE		
53	VAR_GLOBAL	Sytyty	M102	%MX0.102	BOOL	FALSE		
54	VAR_GLOBAL	Alilampo	M200	%MX0.200	BOOL	FALSE		
55	VAR_GLOBAL	Ylilampo	M201	%MX0.201	BOOL	FALSE		
56	VAR_GLOBAL	Ylivuotohaly	M202	%MX0.202	BOOL	FALSE		
57	VAR_GLOBAL	Sammutuslappa	X0	%IX0	BOOL	FALSE		
58	VAR_GLOBAL	Tavaraa_pontossa	X1	%IX1	BOOL	FALSE		
59	VAR_GLOBAL	Arina_kotona	X2	%IX2	BOOL	FALSE		
60	VAR_GLOBAL	Ponton_ylivuoto	X3	%IX3	BOOL	FALSE		
61	VAR_GLOBAL	Moottorisuojat_OK	X4	%IX4	BOOL	FALSE		
62	VAR_GLOBAL	Automaatti	X5	%IX5	BOOL	FALSE		
63	VAR_GLOBAL	Varaston_lappa	X6	%IX6	BOOL	FALSE		
64	VAR_GLOBAL	Varaston_lappa_2	X7	%IX7	BOOL	FALSE		
65	VAR_GLOBAL	Lampo1	X10	%IX8	BOOL	FALSE		

			Date		12.04.2010 12:12:04	f:\pannu
			Drawn			Global Variable List
			Appr.			Page: 1
Rev	Change	Date	Name	Rel.		

