

Tampereen ammattikorkeakoulu, ylempi AMK-tutkinto
Automaatioteknologian koulutusohjelma

Jorma Nieminen

Opinnäytetyö

Hakeaseman automatisointi

Työn ohjaaja
Työn tilaaja
Tampere

automaatiotekniikan lehtori Jukka Falkman
Metsäliitto Osuuskunta, tehdaspäällikkö Veli-Matti Puuska
6/2010

Tekijä	Jorma Nieminen
Työn nimi	Hakeaseman automatisointi
Sivumäärä	87
Työn valmistuminen	06/2010
Työn ohjaaja	Jukka Falkman
Työn tilaaja	Metsäliitto Osuuskunta Kyrön Saha

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä suunniteltiin ja toteutettiin Metsäliiton Puutuoteteollisuuden Kyrön Sahalle hakeaseman automatisointi. Työn tarkoituksena oli saada modernisoitua hakeasema ja siten varmennettua ja tehostettua sen toimintaa. Työ sisälsi sähkö- ja automaatio-suunnittelua, ohjelmointia ja laitteiston rakentamista.

Hakeasemalla tasaamolta tulevat tasauspätkät haketetaan. Hakeasema koostuu yhdeksästä oikosulkumoottorilla käytettävästä laitteesta. Automaatiikka ohjaa muun muassa kuljettimia, hakkuria, seulaa ja purupuhallinta.

Automatisointia ei haluttu toteuttaa yksinkertaisimmalla ja perinteisimmällä tavalla, vaan työhön haluttiin moderneja ratkaisuja. Näin ollen laitteistoksi valittiin Siemensin Multi Panel 177 ja Profibus-väylällä hajautetut I/O-kortit. Multi Panel sisältää WindowsCE-käyttöjärjestelmän. Siitä pystytään tekemään soft-PLC käyttämällä WinAC MP 2008 -ohjelmaa.

Jotta laitteistoa pystyttiin ohjelmoimaan, tarvittiin lisäksi STEP 7 -ohjelma, logiikkaohjelman tekemiseen sekä WinCC flexible 2008 standard -ohjelma HMI-paneelin ohjelmointiin. Työssä esitellään ohjelmien rakenne lyhyesti. Tarkemmin tutustutaan ohjelmilla tehtyihin sovelluksiin ja niiden tärkeimpiin ominaisuuksiin.

Keskuksen sähkösuunnittelussa piti laskea muun muassa kaapelien kuormitettavuuksia sekä etukojeiden mitoitus. Tilaa säästävään toteutusratkaisuun päästiin Rittalin RiLine60-virtakiskoston avulla. Siinä kahvasulakelähdöt ja moottorinsuojat pystytään sijoittamaan suoraan kiskon päälle.

Projektin tuloksena voidaan soft-PLC:tä suositella erilaisiin automaatio projekteihin. Se on erittäin kustannustehokas ja monipuolinen toteutustapa. Toteutettua järjestelmää tullaan käyttämään Kyrön Sahalla myös sähköasentajien logiikkakoulutukseen.

Avainsanat

PLC, sähköautomaatio, WinCC, STEP 7, soft-PLC

Writer	Jorma Nieminen
Thesis	Automation of woodchip station
Pages	87
Completion	06/2010
Thesis Supervisor	Jukka Falkman
Co-operating Company	Metsäliitto Osuuskunta Puutuoteteollisuus Kyrön Saha

ABSTRACT

In this diploma work woodchip stations automation was designed and built at Kyrö sawmill which is part of Metsäliitto group. The initial idea was to ensure the functionality and increase efficiency by modernizing the woodchip station. Diploma work included electrical and automation designing, programming and building the equipment.

Woodchip station produces woodchip of the oddments from saw timber's trimming process. It is composed of nine electric motor driven devices. Automation controls conveyors, chopper, riddle and sawdust blower.

Target was to build the automation through modern solutions, instead of the most simple and traditional way. Based on this thought the equipment consisted of Siemens Multi Panel 177 including WindowsCE-operating system and I/O-cards decentralized by Profibus-fieldbus. With WinAC MP 2008 -software the Multi Panel was transformed to soft-PLC.

In addition to the above STEP 7 -program was needed to create logic program. Programming HMI-panel required WinCC flexible 2008 standard -software. In this diploma work the structure of the programs is shortly introduced. The applications built with the programs are described in more detail as well as their most important features.

Designing the electrical power center required load calculations of cables and measurements of circuit breakers. Rittal RiLine60 -conductor rail saves space in electrical power center. Fuse holders and circuit breakers were able to be placed on the conductor rail.

This project proved soft-PLC suitable for various automation projects. It is cost effective and offers many different solution possibilities. This solution created will also be used for logic programming training of electricians at Kyrö sawmill.

Keywords

PLC, automation, WinCC, STEP 7, soft-PLC

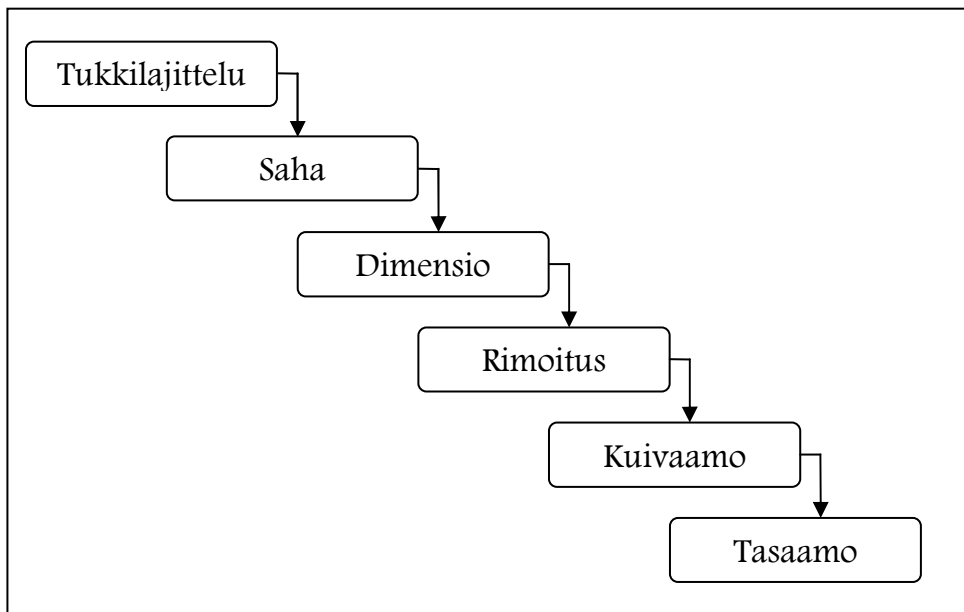
Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
2	Metsäliitto-konserni	8
2.1	Metsäliiton Puunhankinta.....	8
2.2	Metsäliiton Puutuoteteollisuus	8
2.3	Oy Metsä-Botnia Ab	9
2.4	M-real Oyj.....	9
2.5	Metsä Tissue Oyj	10
3	Hakeaseman prosessin kuvaus	11
3.1	Hihnakuuljetin.....	12
3.2	Tärykuuljetin	12
3.3	Hakkuri.....	13
3.4	Kolakuljetin.....	14
3.5	Seula.....	15
3.6	Ruuvikuuljetin.....	16
3.7	Sulkusyötin.....	16
3.8	Purupuhallin	17
4	Sähkö- ja automaatiokomponentit	18
4.1	Multi Panel 177	18
4.1.1	WinCC flexible 2008	19
4.1.2	WinAC MP 2008	20
4.1.3	STEP7	20
4.2	Hajautettu I/O.....	21
4.3	Profibus-väylä	22
4.4	Moottorikeskus ja hajautusyksiköt.....	24
4.4.1	Moottorikeskus.....	24
4.4.2	Ohjauspulpetti OP1	26
4.4.3	Hakeaseman hajautusyksikkö	26
4.4.4	Tasaamon ohjauspulpetti OP2	27
5	Sähkösuunnittelu	28
5.1	Standardit	28
5.2	Laskelmat	29

5.2.1	Kaapelin kuormitettavuus	29
5.2.2	Keskuksen nimellisvirta	33
5.2.3	Kaapelin ylivirtasuojaus	34
6	STEP 7-ohjelma	36
6.1	Ohjelmalohkot	36
6.2	Pyörintävahti FB501	37
6.3	Start ja stop FB500	38
6.4	Laitteen ohjaus	40
6.5	UDT	42
6.6	Datablock	43
6.7	Linjan automaattiohjaus	45
7	Multi Panel käyttöliittymänä	49
7.1	Etusivu	49
7.2	Käsiäjo	50
7.3	Hälytykset	51
7.4	I/O-välilehti	52
7.4.1	Kenttä I/O	52
7.4.2	Keskuksen I/O	53
7.4.3	Tasaamon I/O	53
7.4.4	Pyörintävahdit	54
7.5	WinAC	55
8	Sähköpiirustukset	56
8.1	Keskuksen rakennepiirustus	56
8.2	Ohjausjännitte ja hätä-seis -piirin piirikaavio	57
8.3	Jännitteenjaon piirikaaviot	58
8.4	Moottorinohjauksen pää- ja ohjauspiirikaavio	59
8.5	Logiikan kytkentä- ja ohjauspiirikaavio	61
9	Yhteenveto	62
	Lähteet	64
	Liitteet	65
	Liite 1: Sähköpiirustukset, sähkökeskus	65
	Liite 2: Sähköpiirustukset, logiikan tulot ja lähdöt	78

1 Johdanto

Kyrön Saha on yksi Metsäliitto Osuuskunnan sahoista. Kyrön Sahan tehtävänä on sahata mäntytukista lautta ja lankkua, asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Sahan varsinainen jalostava toiminta muodostuu kuvan 1 osoittamista prosessin osista.



Kuva 1: Sahan jalostavan toiminnan prosessikaavio

Tässä työssä automatisoidaan tasaamon hakeasema. Automatisointi tehdään, jotta pystytään tehostamaan tasaamon prosessia. Nykyisessä järjestelmässä ei ole mitään automaatiikkaa. Automatisointi vaikuttaa merkittävästi vikatilanteiden tunnistamiseen, sillä nykyisin ne tunnistetaan normaalisti vasta, kun vahinkoa on jo ehtinyt tapahtua. Sen seurauksena laitteiston kunnostaminen voi kestää kauan. Automatisoinnin ansiosta toimintahäiriöt voidaan tunnistaa ennen kuin mitään vahinkoa on tapahtunut.

Tämä automatisointiprojekti tulee toimimaan myös tärkeänä opetusvälineenä tehtaalla. Tarkoituksena on ruveta kouluttamaan sähköasentajille logiikkaohjelmointia sekä prosessin diagnosointia STEP 7 -ohjelmiston avulla. Sähköasentajien tutustuminen logiikkaohjelmointiin aloitetaan tämän automatisoinnin avulla.

Hakeaseman automatiikka rakentuu Siemensin *Multi Panel 177*:n ympärille. Siihen liitetään *Profibus*-väylän avulla kolme I/O-hajautusyksikköä. Yksi yksiköistä sijoitetaan moottorikeskukseen, toinen anturointeja varten keskeiselle paikalle hakeasemaa ja kolmas tasaamolle kauko-ohjausta varten. Paneelin kosketusnäyttö toimii käyttöliittymänä. Paneeli toimii myös logiikan CPU:na (center processing unit). Hakeaseman vanhan moottorikeskuksen tilalle tehdään uusi moottorikeskus. Se sijoitetaan samaan paikkaan, jotta pystytään helposti käyttämään vanhoja moottorikaapeleita.

2 Metsäliitto-konserni

Metsäliitto on yksi maailman suurimmista metsäteollisuuskonserneista. Se koostuu viidestä liiketoiminta-alueesta, joita ovat puunhankinta, puutuote-, sellu-, kartonki- ja paperiteollisuus sekä pehmo- ja ruoanlaittopaperit. Konsernin liikevaihto vuonna 2009 oli 5 miljardia euroa ja siellä työskentelee 14 000 henkilöä. Tuotantoa sekä myyntikontto-reita konsernilla on noin 30 maassa. Sen emoyritys on Metsäliitto Osuuskunta, jonka omistavat noin 130 000 suomalaista metsänomistajajäsentä. (Metsäliitto-konserni, Vuosikertomus 2009, 30)

2.1 Metsäliiton Puunhankinta

Metsäliitto Osuuskunnan tärkein jäsenpalvelu on puukauppa. Metsäliitto hankkii vuosittain 24 miljoonaa kuutiometriä puuta. Valtaosa puusta hankitaan Metsäliiton omistajajäseniltä. Vuonna 2009 puunhankinnan liikevaihto oli 1,1 miljardia euroa. Työntekijöitä puunhankinnassa on noin 950. (Vuosikertomus 2009, 12)

2.2 Metsäliiton Puutuoteteollisuus

Metsäliiton Puutuoteteollisuus valmistaa Finnforest-tuotteita. Erityisesti keskitytään asiakkaiden kanssa yhteistyössä kehitettyihin ratkaisuihin teollisessa rakentamisessa, kuljetusvälineteollisuudessa sekä kodin ja asumisen tarpeissa. Puutuoteteollisuuden liikevaihto oli 0,8 miljardia euroa, ja se työllisti noin 3 800 henkilöä vuonna 2009. (Vuosikertomus 2009, 14)

Kyrön Saha on yksi Metsäliiton Puutuoteteollisuuden Suomessa sijaitsevista sahoista. Suomessa Metsäliitolla toimii tällä hetkellä yhteensä seitsemän sahaa. Teuvan ja Soinlahden sahojen toiminta lopetettiin vuoden 2008 aikana. Kyröskosken saha lopetettiin 2009. Kyrössä sahataan ainoastaan mäntytukkia. Tukkia käytettiin vuonna 2009 360 000 kuutiota. Valmista puutuotetta saatiin 166 000 kuutiota. Liikevaihto vuonna 2009 oli noin 38 miljoonaa euroa ja saha työllisti 80 henkilöä.

Puutuoteteollisuudella on merkittävä rooli myös Metsä-Botnian, M-Realin sekä Metsä Tissuen toiminnassa. Puutuoteteollisuus toimittaa haketta sellutehtaille. Sellutehtaat taas toimittavat sellua kartonki-, paperi- ja pehmopaperitehtaille.

2.3 Oy Metsä-Botnia Ab

Metsä-Botnia on Euroopan toiseksi suurin sellun valmistaja. Sen päätuotteet ovat valkaistu havu-koivu- ja eukalyptussellu. Niistä valmistetaan paperia sekä kartonkia. Metsä-Botnian liikevaihto vuonna 2009 oli 0,9 miljardia euroa ja siellä työskenteli noin 1 100 henkilöä. (Vuosikertomus 2009, 16)

2.4 M-real Oyj

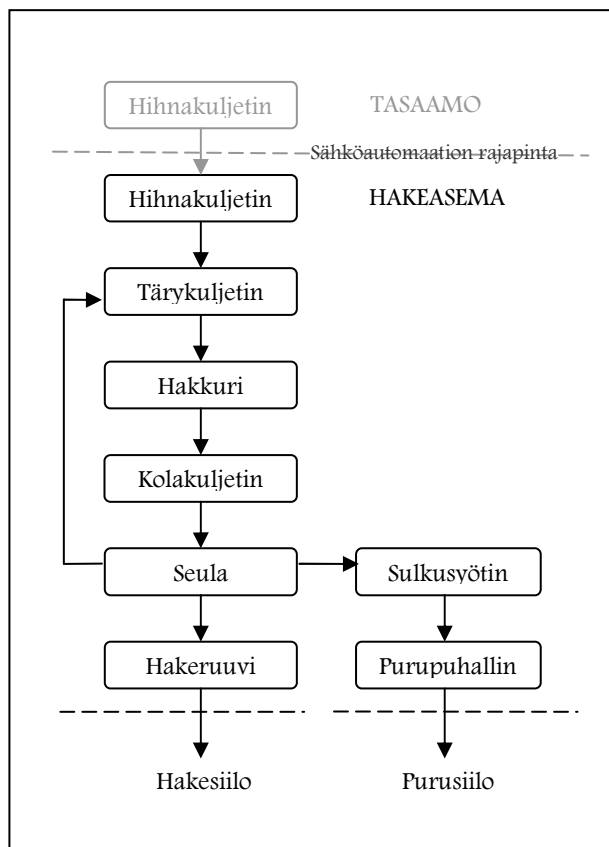
M-real on Euroopan johtava kartongin valmistaja ja merkittävä paperin tuottaja. Sen tuotteita ovat laadukkaat kartongit sekä paperit kuluttajapakkauksiin sekä mainonnan tarpeisiin. Maailmanlaajuinen myyntiverkosto palvelee merkkituotevalmistajia, kustantamaita, painotaloja, tukkureita ja toimistotarvikealan yrityksiä. Vuonna 2009 yhtiön liikevaihto oli 2,4 miljardia euroa ja se työllisti noin 4 900 henkilöä. (Vuosikertomus 2009, 18)

2.5 Metsä Tissue Oyj

Metsä Tissue on maailman johtava ruoanlaittopapereiden valmistaja sekä Euroopan neljänneksi suurin pehmopaperituotteiden valmistaja. Sen tunnetuimpia tuotemerkkejä ovat Lambi ja Serla. Yhtiö kehittää, valmistaa ja markkinoi pehmopaperituotteita sekä ruoanlaittopapereita. Sen kohderyhmiä ovat niin kotitaloudet kuin teollisuuskin. Vuonna 2009 yhtiön liikevaihto oli 0,9 miljardia euroa, ja se työllisti noin 3 150 henkilöä. (Vuosikertomus 2009, 20)

3 Hakeaseman prosessin kuvaus

Tasaamon prosessissa puutavara katkotaan määrämittäiseksi trimmerillä, jossa on teriä 30 senttimetrin välein. Näin puutavara pystytään katkomaan 30 senttimetrin välein oleviin mittoihin. Tämän katkonnan seurauksena jää tasauspätkiä, jotka putoavat tasaamon hihnakuuljetimelle. Tämä hihna on viimeinen tasaamon automatiikan kuljetin ennen kuvan 2 sähköautomaation rajapintaa. Tästä rajapinnasta eteenpäin kaikki laitteet kuuluvat hakeaseman järjestelmään.



Kuva 2: Hakeaseman prosessikaavio

3.1 Hihnakuuljetin

Hakeaseman hihnakuuljetin kuljettaa tasauspätkät tärykuljettimelle. Hihnakuuljetinta käyttää 4 kW:n moottori, jolta voima siirretään kiilahihnojen välityksellä tappivaihteelle, joka pyörittää hihnan vetopyörää. Hihnakuuljettimen käyntitieto saadaan taittopyörään sijoitetusta pyörintävahdistista, josta tieto vietään automatiikkaan. On olennaista, että pyörintävahdi sijoitetaan taittopyörään eikä vetopyörään. Näin pystytään tunnistamaan tilanne, jossa vetopyörä pyörisi tyhjää eikä liikuttaisikaan tasauspätkiä eteenpäin. Kuvassa 3 on esimerkki hihnakuuljettimesta.

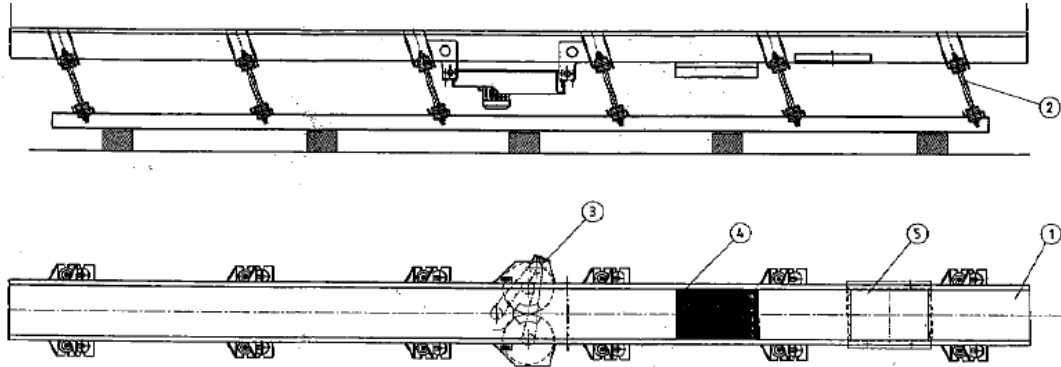


Kuva 3: Hihnakuuljetin (www.nordautomation.fi)

3.2 Tärykuljetin

Tärykuljetin kuljettaa tasauspätkät sekä seuralta tulevan ylisuuren jakeen hakkurille. Tärykuljetin on kiinnitetty joustavasti kuljettimen runkoon. Jousto on toteutettu tankojen avulla, joiden päissä on kumityyny (Kuva 4, numero 2). Kuvan 4 kuljettimessa on kiinni vauhtipyörät (numero 3), joita sähkömoottori pyörittää hihnan välityksellä. Vauhtipyörän liike-energia aiheuttaa kuljettimelle eteen ja taaksepäin menevän liikkeen. Taaksepäin menevä liike on niin nopea että lepokitka murtuu. Eteenpäin menevässä liikkeessä lepokitka säilyy. Näin puutavara saadaan liikkumaan eteenpäin.

Tärykuljettimen toimintaa seurataan pyörintävahdin avulla. Pyörintävähti sijoitetaan seuraamaan vauhtipyörää. Näin pystytään tunnistamaan hihnojen katkeaminen. Jos seurattaisiin ainoastaan kontaktorin tilaa, ei hihnojen katkeamista pystyttäisi tunnistamaan.

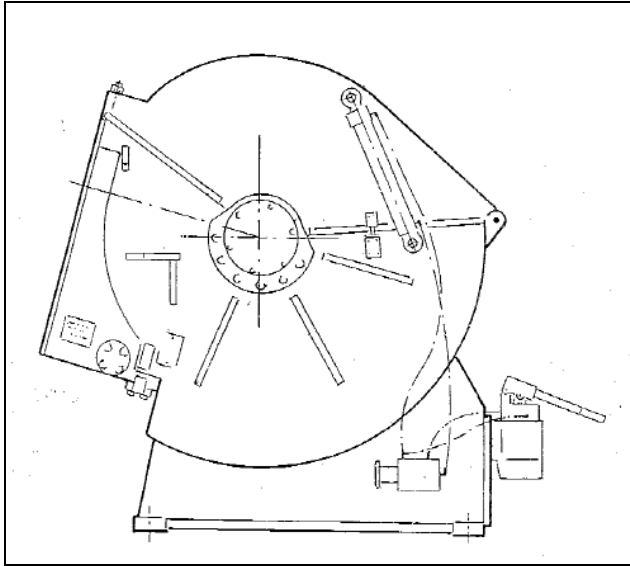


Kuva 4: Tärykuljetin (Lehtonen 2005)

3.3 Hakkuri

Hakkurissa (kuva 5) tasauspätkät haketetaan. Laitteiston hakkuri on tyypiltään rumpuhakkuri. Sen rungon sisällä pyörii rumpu, jossa terät ovat. Rumpua pyörittää kiilahihnojen välityksellä 55 kW:n sähkömoottori. Rumpuhakkurin kitaan syötetään puutavaraa ja hakkurista ulos tulee haketta.

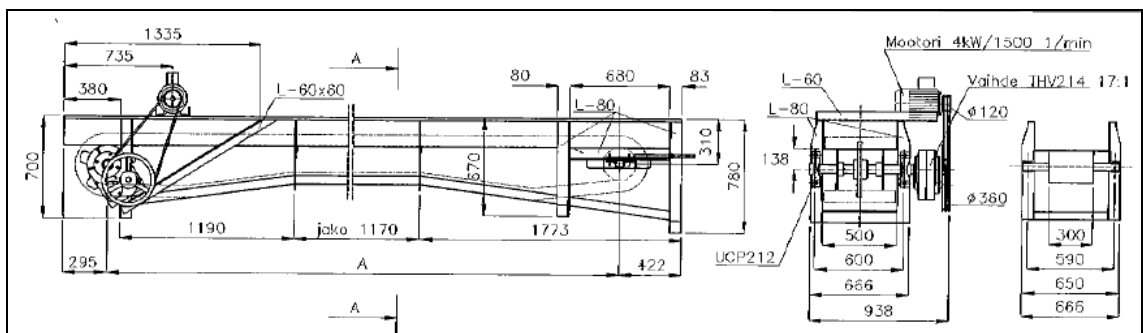
Hakkurin toimintaa seurataan nollanopeusreleen avulla. Se seuraa moottorikaapeleiden virtoja, joista pystytään tunnistamaan pyöriikö terärumpu vai ei. Turvallisuuden takia nollanopeusrele rajoittaa teräluukun aukeamista. Hydraulinen teräluukku ei saa hydraulista painetta ennen kuin terät ovat täysin pysähtyneet.



Kuva 5: Rumpuhakkuri (Ahlström Oy, 1)

3.4 Kolakuljetin

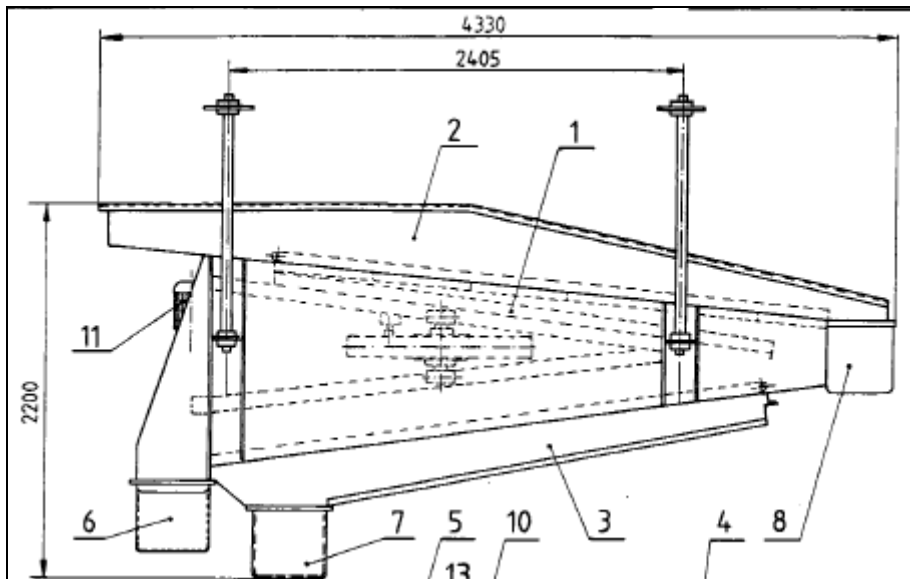
Kolakuljetin siirtää hakkeen seulalle. Sen voimanlähteenä toimii 5,5 kW:n sähkömootori, josta voima siirretään kiilahihnojen välityksellä tappivaihteelle, joka pyörittää kolaketjua. Kolakuljettimen käyminen todennetaan kuljettimen rungon pohjassa olevalla induktiivisella anturilla, joka seuraa sitä, meneekö kolia jatkuvasti anturin ohitse. Kuvasa 6 nähdään esimerkki kolakuljettimesta.



Kuva 6: Kolakuljetin (Metsä Serla, Kyrön Saha)

3.5 Seula

Seulan tehtävänä on lajitella hakkurista tuleva puutavara. Se ripustetaan ylhäältä tankojen avulla. Näiden päissä on joustavat kumityynyt. Sähkömoottori pyörittää hihnojen välityksellä seulan keskellä olevaa vauhtipyörää, joka heiluttaa koko seulaa. Seulan sisällä on kahdessa tasossa seulontaverkot. Isoin jae ohjautuu (kuva 7) kanavaan numero kahdeksaa pitkin ulos seulasta. Hake ohjautuu kanavaan kuusi ja puru kanavaan seitsemän. Seulan toimintaa seurataan induktiivisella anturilla, joka seuraa seulan heilumista. Näin pystytään tunnistamaan seulan toimiminen sekä hihnojen katkeaminen.



Kuva 7: Seula (Tähkä Oy)

3.6 Ruuvikuljetin

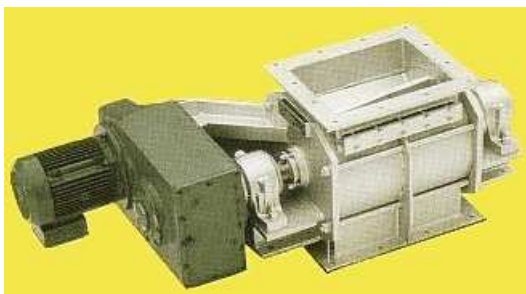
Ruuvikuljetin nostaa seualta tulevan hakkeen hakesiiloon. Ruuvikuljettimella pystytään toteuttamaan jyrkkiäkin siirtoja. Sen pyörimistä seurataan induktiivisella anturilla, joka asennetaan akselin päähän. Kuvassa 8 on esimerkki ruuvikuljettimesta.



Kuva 8: Ruuvikuljetin (www.forsfood.fi)

3.7 Sulkusyötin

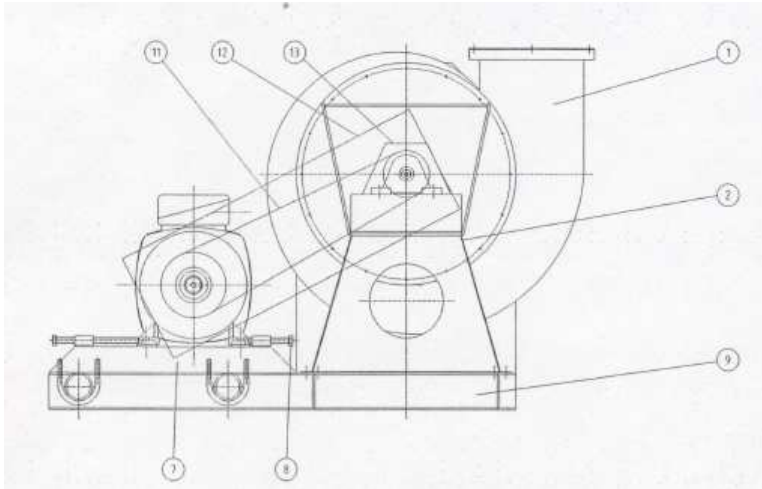
Sulkusyötin syöttää seualta putoavaa purua tasaisesti puruputkeen. Sulkusyöttimen pyörimistä seurataan induktiivisella anturilla, joka seuraa akselin päähän laitettua metallista levyä. Kuvassa 9 on esimerkki sulkusyöttimestä.



Kuva 9: Sulkusyötin (www.kotera.com/sulkusyottimet.htm)

3.8 Purupuhallin

Purupuhaltimen tehtävänä on siirtää puru putkistoa pitkin purusyklonin läpi purusiiloon. Purupuhallinta pyörittää kiilahihnojen välityksellä 30 kW:n sähkömoottori. Kuvassa 10 on esimerkki purupuhaltimesta.



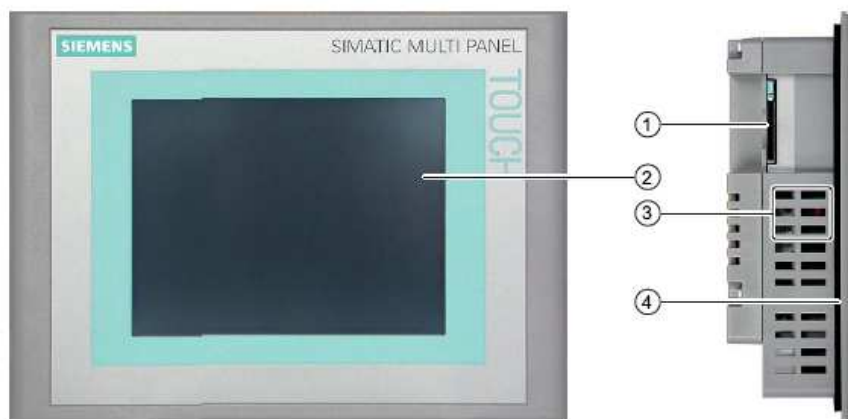
Kuva 10: Purupuhallin (Fanmet Oy,1)

4 Sähkö- ja automaatiokomponentit

Hakeaseman vanhoista sähköosista hyödynnetään sähkömoottorit, niiden turvakytkimet sekä moottorikaapelit, mutta moottorikeskus uusitaan kokonaan. Uutena järjestelmään tulevat kaikki automaatiokomponentit, joita ovat *Multi Panel*, hajautettu I/O sekä anturoinnit.

4.1 Multi Panel 177

Multi Panel 177 on Siemensin tuote. Normaalin kosketuspaneelin ominaisuuksien lisäksi sitä pystytään myös käyttämään logiikkana. *Multi Panel 177*:ssä on 5,7 tuuman kosketusnäyttö. Kuvassa 11 kosketusnäyttö on merkitty numerolla kaksi.



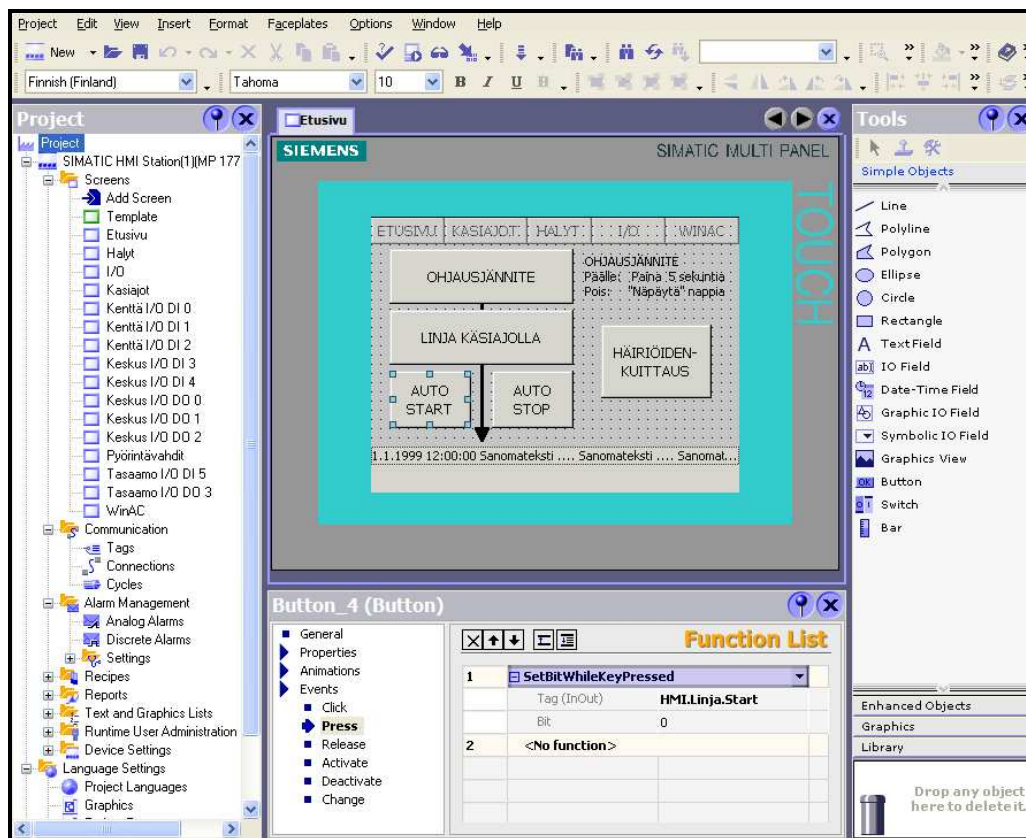
Kuva 11: Siemens Multi Panel 177 (MP 177... 2008, 16)

Logiikkana *MP 177* on verrattavissa Siemensin 313 ja 314 CPU:ihin. *MP* on edullinen sekä tilaa säästävä ratkaisu, sillä samaan tilaan, jonka kosketusnäyttö tarvitsisi, saadaan tässä myös logiikka. Logiikan I/O liitetään MP:hen *Profibus DP* -väylän avulla. (SIMATIC WinAC 2008)

4.1.1 WinCC flexible 2008

WinCC flexible 2008 on Siemensin ohjelma, jolla muun muassa luodaan sovelluksia Siemensin HMI-laitteisiin. *WinCC* toimii *Windows*-käyttöjärjestelmässä. *WinCC*:llä tehdään paneelin ulkoasu sekä kaikki sen toiminnallisuudet. Siemensin yksinkertaisimmissa paneeleissa on paneelin ulkoasu rajattu (voit luoda esimerkiksi valmiille painikkeille ja tekstiriveille toimintoja). Sen sijaan MP-paneeleissa voit luoda näytön sisällön sellaiseksi kuin haluat. Näyttöön voidaan luoda useita välilehtiä sekä erilaisia graafisia osoittimia ja kontrolleja. (SIMATIC WinCC)

Kuvassa 12 on *WinCC*:n editori. Vasemmasta reunasta löytyvät projektin hallintaan liittyvät sivut. Kaaviot aukeavat keskelle editoria. Kuvassa 12 on auki luodun sovelluksen etusivu. Alhaalla keskellä on ikkuna, jossa määritellään sovelluksen graafisille elementeille toiminnallisuudet. Kuviossa on avoinna *AUTO START* -napin painamisen määrittökset. Oikeassa reunassa on työkalut. Sieltä pystyt esimerkiksi valitsemaan painikkeen, ja raahaamaan sen sovelluksen halutulle näytölle.



Kuva 12: WinCC:n editori

4.1.2 WinAC MP 2008

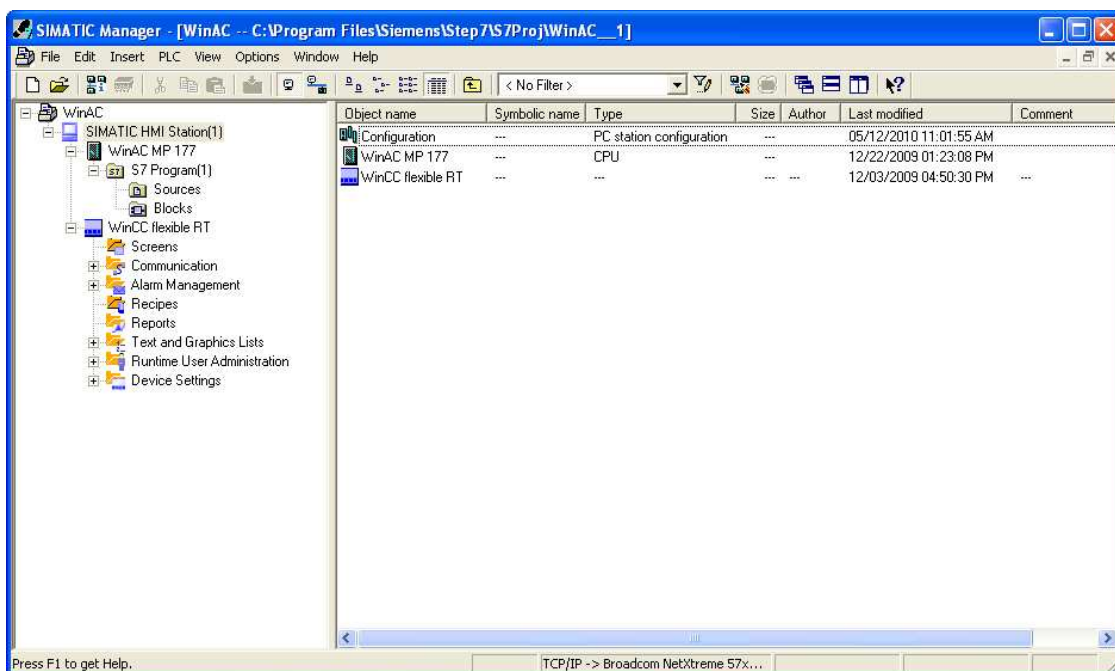
WinAC MP 2008 on Siemensin ohjelma, jolla tehdään soft-PLC. *WinAC* toimii Windows-käyttöjärjestelmissä. Soft-PLC on sovellus, jossa ei ole perinteistä PLC:tä, mutta kuitenkin se toimii kuten perinteinen PLC. Perinteisellä PLC:llä tarkoitetaan ratkaisua, jossa on CPU ja siihen liittyvät I/O:t.

Tässä projektissa soft-PLC luotiin seuraavalla tavalla. Projektissa on käytössä *MP 177*, jossa on *WindowsCE*-käyttöjärjestelmä. Lisäksi hankittiin *WinAC MP 2008*, joka ladattiin PC:lle. Siltä *WinAC* siirrettiin *WinCC*-ohjelmalla *Multi Panelille*. Näin saatiin luotua soft-PLC. Nyt *MP 177*:ää pystytään käyttämään kuin perinteistä logiikkaa.

4.1.3 STEP7

STEP7 on Siemensin ohjelma, jota yleisimmin käytetään Siemensin logiikkojen konfiguroimiseen sekä ohjelmointiin. Mutta sitä käytetään myös *SIMATIC*in sulautetun automaation sekä PC-pohjaisen automaation luomiseen. *STEP7* on myös maailman tunnetuin sekä eniten käytetty teollisen automaation ohjelmisto. (*SIMATIC Controller software*)

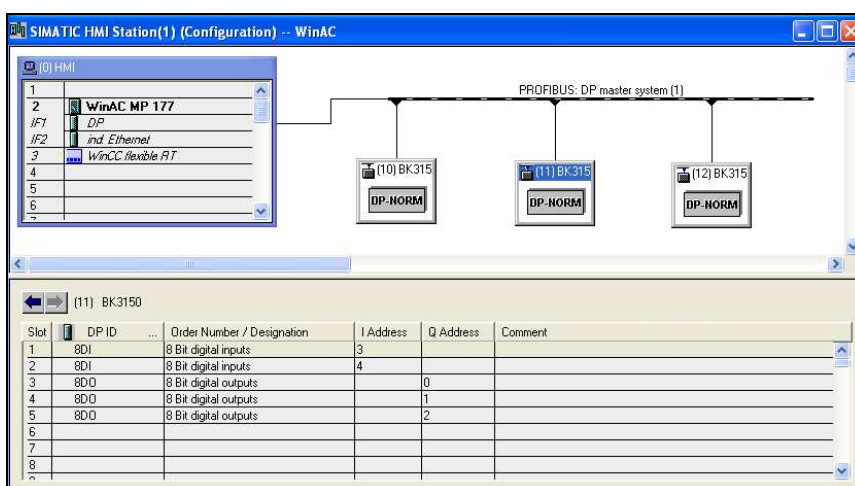
STEP 7:n ohjelmointi ja projektin hallinta tapahtuu *Simatic Managerilla*. Kuvassa 13 on sen editori. Editorin vasemmasta ikkunasta löytyy projektin sisältö. Kuvassa on auki *WinAC*:ksi nimetty projekti, jossa on myös *WinAC MP 177* ja sen sisältö. Lisäksi siellä on *WinCC flexible RT* ja sen sisältö. Oikeaan ikkunan aukeaa vasemmasta ikkunasta valitun rivin tarkemmat tiedot. *Simatic Managerin* kautta aukeavat kaikki projektissa tarvittavat ohjelmat ja sovellukset.



Kuva 13: STEP7:n Simatic Manager

4.2 Hajautettu I/O

Järjestelmän kaikki tulot ja lähdöt toteutetaan hajautetulla I/O:lla. Sillä pystytään logiikan tulo- ja lähtökortit viemään pois logiikan läheisyydestä. Logiikan I/O:ta voidaan hajauttaa usean eri väylän avulla. Näitä ovat esimerkiksi *Profibus* ja *Ethernet*. Tässä projektissa hajautus toteutetaan *Profibus DP:n* kanssa. Hajautus näkyy hyvin *Simatic Managerin* laitteistokonfiguraatiosta (Kuva 14).



Kuva 14: Laitteistokonfiguraatio

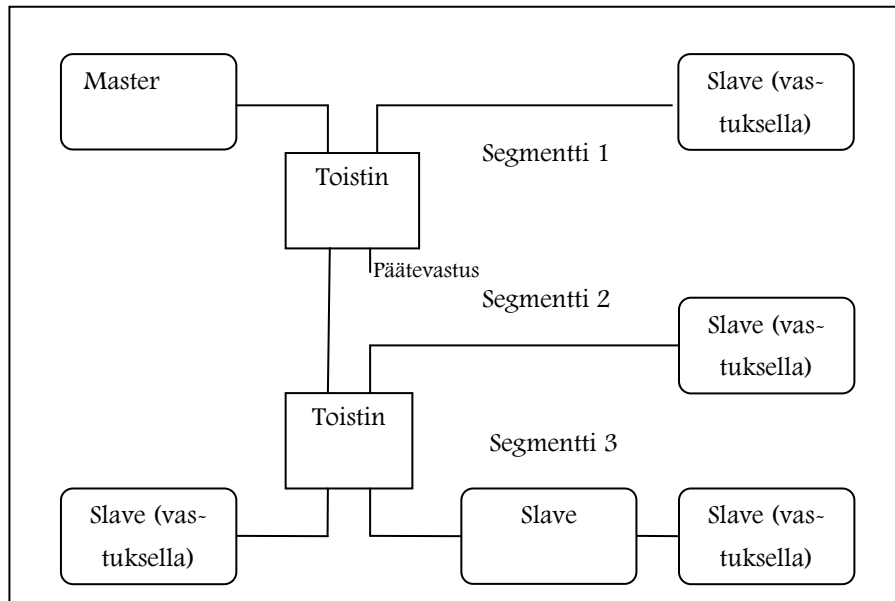
Kun I/O:ta hajautetaan *Profibus*-väylällä, voidaan käyttää eri valmistajien *Profibus* I/O-kortteja. Tässä projektissa käytetään *Beckhoffin* I/O:ta. *Beckhoffin* kortit valittiin, koska ne ovat hieman edullisempia kuin Siemensin vastaavat kortit. I/O-kortin hajauttamiseen tarvitaan *Profibus*-liitäntäkortti, tarvittavan kortin osoite valitaan mekaanisella valitsimella.

I/O-yksiköt hajautetaan kolmeen eri paikkaan. Yksi asennetaan moottorikeskukseen, toinen hakeasemalle keskeiseen paikkaan ja kolmas tasaamolle. Näin menetellen asennukset on helppo toteuttaa, kun selvittää vähemmällä työllä ja pienemmällä määrällä kaapeleita. Kaikki kentällä olevat anturoinnit johdotetaan kentällä olevaan hajautusyksikköön ja moottorilähtöjen kaapelit sen omaan hajautusyksikköön moottorikeskukseen. Kolmas hajautusyksikkö on tasaamolla, koska siellä on hakeaseman käyttöhenkilökunta. Näin ollen sieltä hoidetaan kaukokäynnistyksset.

4.3 Profibus-väylä

Profibus on maailman suosituin kenttäväylä automaatioteollisuudessa. Se kehitettiin kaksikymmentä vuotta sitten. Vuonna 1996 *Profibus* sai kansainvälisen standardisoinnin. *Profibus DP* on erityisesti optimoitu hajautettuihin I/O-sovelluksiin. *Profibus DP* sopii yksinkertaisista kuljetinjärjestelmistä ja kokoonpanolinjoista vaativiin robotisoihin. (Profibus for FA)

Profibus on avoin kenttäväylästandardi, joten se ei riipu mitenkään valmistajasta. *Profibus DP* perustuu RS485-tiedonsiirtotekniikkaan. *Profibus DP* -väylässä voi olla 126 liittyjää, joten sen osoitteisto on 0-125. Väylä voidaan jakaa enintään yhdeksään segmenttiin ja yhdessä segmentissä voi olla enintään 32 liittyjää, mukaan luettuna toistimet (Kuva 15). Useampia segmenttejä tehdään väylätoistimien avulla.



Kuva 15: Profibus DP -kenttäväylän kytkentäperiaate.

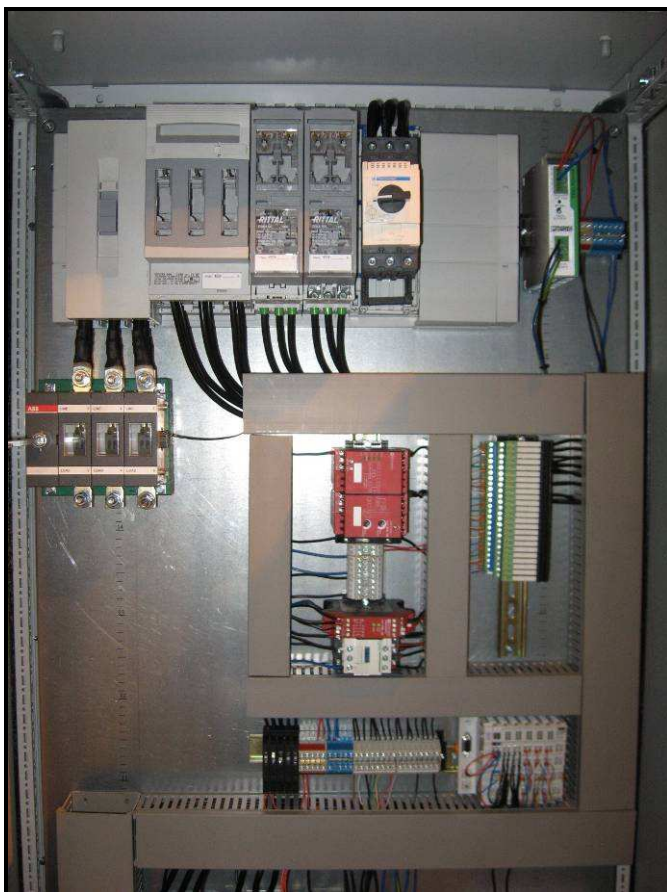
Profibus-väylän nopeudeksi voidaan valita 9,6 - 12 000 kbit/s, sen mukaan mihin se konfiguroidaan. Kaikki väylässä olevat laitteet käyttävät valittua siirtonopeutta. Segmenttien sallittu välikaapelipituus kierrettyllä parikaapelilla on 100 - 1000 metriä, sen mukaan mihin nopeuteen väylä konfiguroidaan. Jos väylän nopeus on 12 Mbit/s, saa kaapeli olla enintään 100-metrinen. *Profibus*-kaapeli on kierretty 2-johtiminen kaapeli, jossa on metallipalmikko häiriöiden estämiseksi. *Profibus*-kaapeli pitää maadoittaa jokaisen laitteen kohdalta. (Introduction to Profibus)

Profibus toimii kyselyperiaatteella. Väylässä on *Profibus*-master, joka kysyy orjilta tietoja. *Profibus*-väylä on siis deterministinen. Tietyin aikavälein master kysyy tietoa ja se tietää milloin slave siihen vastaa. Slaven vastausaika on laitekohtainen. Sen tiedon saa laitteen käyttöohjeesta tai GSD-tiedostosta. (Introduction to Profibus)

4.4 Moottorikeskus ja hajautusyksiköt

4.4.1 Moottorikeskus

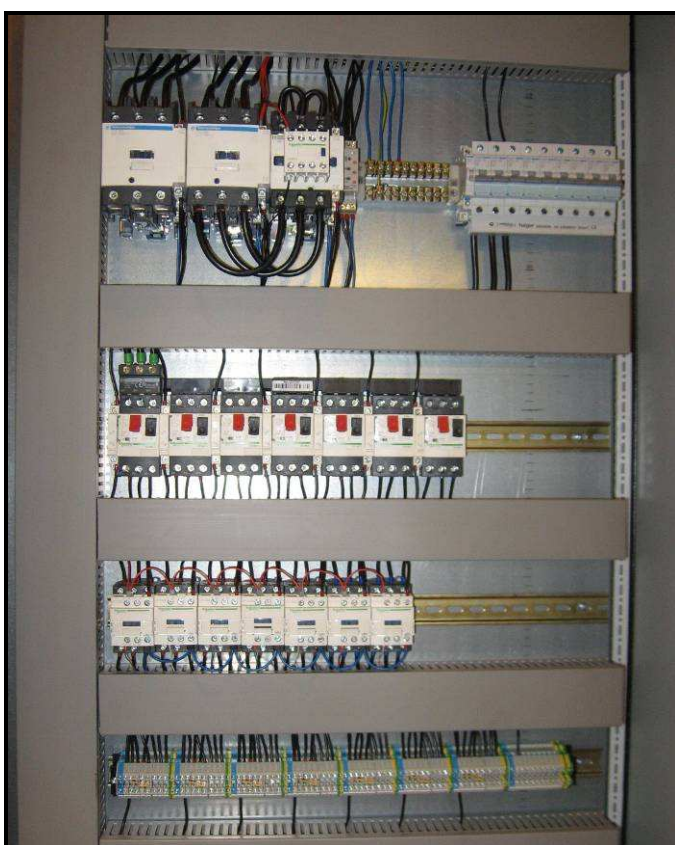
Moottorikeskus on tehty *Rittalin* valmistamaan kaksi metriä korkeaan ja 80 senttiä leveään kaappiin. Kuvassa 16 näkyy keskuksen yläosa. Kuvasta nähdään miten pieneen tilaan voidaan virtakiskosto sijoittaa. Sähkö tuodaan pääkytkimen kautta kiskostolle. Kiskostolta sähkö otetaan kiskon päälle asennettavilla kiskolähdöillä. Ensimmäisenä vasemmalta nähdään kolme kahvasulakelähtöä. Niiden oikealla puolella on moottorisuojalla toteutettu lähtö. Kiskostoon on mitoitettu hieman laajennusvaraa. Kiskon oikealle puolelle on sijoitettu 24 voltin muuntaja.



Kuva 16: Moottorikeskuksen yläosa

Kuvan 16 oikealla alareunassa on logiikan hajautusyksikkö. Sen yläpuolella on logiikan lähtöreleet. Ne ovat toteutettu tilan säästämiseksi vain 6mm:ä leveillä releillä. Logiikan vasemmalla puolella on 24 voltin jännitteenjako sekä logiikan lähtöjen riviliittimet. Punaiset komponentit ovat nollanopeusrele sekä turvarele. Niiden vieressä on ohjauskontaktori. Nollanopeusreleellä pystytään tunnistamaan moottorin pyöriminen. Tätä käytetään hakkurin moottorissa, koska hakkurin terät pyörivät vielä pitkään moottorin sammuttamisen jälkeen. Vasta kun terä on pysähtynyt, annetaan hydraulinen paine luukun ohjaussylinterille.

Kuvan 17 ylimmällä rivillä nähdään tähti-kolmiokäynnistyksen laitteet sekä 230 voltin sähköjakelun komponentit. Seuraavalla rivillä on pienien moottorilähtöjen moottorisuojakytkimet. Niiden alapuolella ovat moottorilähtöjen ohjauskontaktorit. Alimmaisena ovat moottorilähtöjen riviliitinkiskot.



Kuva 17: Moottorikeskuksen alaosa

4.4.2 Ohjauspulpetti OP1

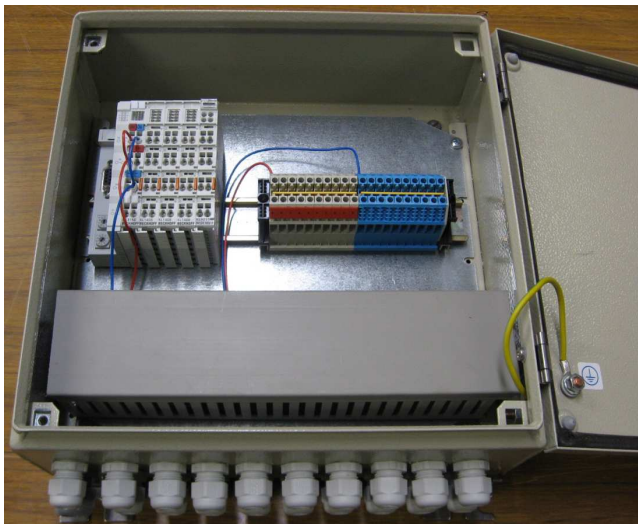
Ohjauspulpetti (OP1) asennetaan keskeiselle paikalle hakeasemalla. Ohjauspulpetin muovisen suojakannen alta löytyy *Siemensin Multi Panel* (Kuva 18). Muovinen suojakansi laitettiin suojaamaan kosketuspaneelia purulta. Ohjauspulpetista löytyy myös hätäkatkaisin sekä turvapiirin kuittausnappi. Olennaista kentälle sijoitettavissa laitteissa on, että ne merkitään hyvin.



Kuva 18: Ohjauspulpetti OP1

4.4.3 Hakeaseman hajautusyksikkö

Hakeaseman hajautusyksikkö sijoitetaan laitteisiin nähden keskeiselle paikalle. Laitteiden anturoinnit johdotetaan tähän koteloon (Kuva 19). Kotelossa on kolme 8-kanavaista digitaalitulokorttia. Tulot ovat pääasiassa turvakytkimien kärkitietoja sekä pyörintävah-teja varten.



Kuva 19: Hakeaseman hajautusyksikkö

4.4.4 Tasaamon ohjauspulpetti OP2

Tasaamon ohjauspulpetti on hakeaseman kauko-ohjausta varten. Pulpetista löytyy 8 digitaalituloa sekä 8 digitaalilähtöä. Normaalisti tasaamon työntekijät käynnistävät linjan täältä, joten ohjauspulpetissa on tarvittavat napit ja merkkivalot hakeaseman ohjaamista ja seuraamista varten. Pulpetista ovat ohjausjännite-, *AUTO-start* sekä *AUTO-stop*-painikkeet (Kuva 20). Näissä napeissa on merkkivalot, jotka kertovat linjan tilasta. Lisäksi pulpetissa on häiriövalo. Tämän hajautetusta I/O:sta ohjataan häiriösummeria ja annetaan käyntilupatietoa tasaamon automatiikalle.



Kuva 20: Tasaamon ohjauspulpetti

5 Sähkösuunnittelu

5.1 Standardit

Sähköturvallisuuslain (14.6.1996/410) 3. luvun 8. §:ssä sanotaan seuraavasti:

”Sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä saa tehdä seuraavilla edellytyksillä: — — käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset.” (SFS-käsikirja 600: Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus, 27).

Alan työtehtävien hoitaminen edellyttää siis, että käytössä on oltava vähintään SFS-käsikirja 600, Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus.

Sähköasennuksia tehtäessä on myös hyvä olla D1-käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Kirjan tarkoituksena on antaa lisäohjeita rakennusten sähköasennuksia koskevien turvallisuusvaatimusten sekä standardien soveltamisessa. D1-käsikirja noudattaa suurin piirtein samaa jaottelua kuin standardisarja SFS 6000. (D1-käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006, 3)

SFS-käsikirja 600 on sähkö- ja elektroniikka-alan standardisoimisjärjestö SESKO ry:n tekemä kirja. Kirja sisältää pienjännitesähköasennuksia koskevan standardisarjan SFS 6000 ja sähkötyöturvallisuutta käsittelevän standardin SFS 6002 sekä sähköasennusten rakentamisessa ja käytössä tarvittavat keskeiset säädökset. (SFS-käsikirja 600: Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus, 3)

5.2 Laskelmat

Kun tehdään sähköasennuksia, on kaapelit ja suojalaitteet mitoittava oikein. Ohjeet näihin mitoituksiin löytyvät muun muassa SFS-käsikirjasta 600 sekä D1-käsikirjasta. Mitoituslaskuja voidaan laskea monessa eri järjestyksessä. Tässä tapauksessa lasketaan ensin syöttökaapelin kuormitettavuus, koska syöttökaapeli on jo ennestään olemassa ja sitä pyritään asennuksessa hyödyntämään.

5.2.1 Kaapelin kuormitettavuus

Kaapelin kuormitettavuus on määritetty kaapelille sallitun suurimman lämpötilan mukaan. Kaapelille määritettyä suurinta jatkuvaa lämpötilaa ei saa ylittää, koska se voi aiheuttaa tulipalon. Ylilämpö heikentää myös kaapelin eristeiden kestävyyttä. Kuormitettavuuteen vaikuttavat johdinmateriaali, ympäristön lämpötila, asennustapa sekä muiden virtapiirien läheisyys. (D1 2006, 196)

Ensin määritetään kaapelin kuormitettavuus johtimen ja asennustavan perusteella (Taulukko 1). Kaapeli on tyypiltään AMCMK 3x120+45, joten siinä on vaihejohtimina 120 mm²n alumiini-kaapeli, joka asennetaan tikas-kaapelihyllylle. Asennustapa on taulukon sarake E. Kaapelin kuormitettavuudeksi (I_{max}) saadaan 225 A.

Taulukko 1: Kaapelien kuormitettavuudet (D1, 199)

Johtimen nimellispoikki- pinta (mm ²)	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A	C	D	E
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527
Alumiini				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

Seuraavaksi määritetään asennustavan mukaan korjauskerroin kuormitettavuudelle, kun on kyseessä toisiaan koskettava kaapeli (Taulukko 2). Valitaan taulukosta sijoitus sekä kaapelien lukumäärä. Tikas-kaapelihylyllä on kolme toisiaan koskettavaa kaapelia, joiden kertoimeksi saadaan (n_3) 0,82.

Taulukko 2: Korjauserroin kuormitettavuudelle (D1, 206)

Sijoitus (kaapelit koskettavat toisiaan)	Virtapiirien tai monijohdinkaapeleiden lukumäärä											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Nipussa ilmassa, pinnalla, upotettuna tai kotelon sisällä	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
Yhdessä kerroksessa seinällä, lattialla tai rei'ittämättömällä kaapelihyllyllä	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71			
Yhdessä kerroksessa kiinnitettynä suoraan puukaton alapuolelle	0,95	0,85	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
Yhdessä kerroksessa rei'itetyllä kaapelihyllyllä vaaka- tai pystysuunnassa	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
Yhdessä kerroksessa tikkailla, tuilla tai kiinnikkeillä	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Tämän jälkeen määritetään lämpötilan korjauserroin (k) (Taulukko 3). Kun ympäristön lämpötila on enintään 30 °C ja kaapeli on PVC-eristeinen, saadaan taulukosta lämpötilakerroin (k) 0,94.

Taulukko 3: Ympäristön lämpötilan vaikutus kuormitettavuuteen (D1, 205)

Ympäristön lämpötila °C	Korjauserroin johtimen eristeen mukaan	
	PVC	PEX ja EPR
10	1,15	1,11
15	1,10	1,07
20	1,05	1,04
25	1,00	1,00
30	0,94	0,96
35	0,88	0,92
40	0,82	0,88
45	0,75	0,84
50	0,67	0,79
55	0,58	0,73
60	0,47	0,68
65	—	0,62
70	—	0,56
75	—	0,48
80	—	0,39

Lasketaan kaapelin kuormitettavuus (I_{kuor}) kyseisellä asennustavalla ja ympäristön lämpötilalla.

AMCMK 3x120+45 kaapelin kuormitettavuus on

$$\begin{aligned} I_{kuor} &= I_{max} \times n_3 \times k_{30} \\ I_{kuor} &= 225A \times 0,82 \times 0,94 \\ I_{kuor} &\approx 173A \end{aligned} \tag{1}$$

jossa n on toisiaan koskettavien kaapelien kerroin ja k on lämpötilakerroin.

Seuraavassa luvussa tullaan huomaamaan, ettei olemassa olevan kaapelin kuormittavuus ole riittävä. Vanhaa kaapelia on ylikuormitettu ja nyt se vaihdetaan AMCMK 3x185+57-kaapeliin. Uuden kaapelin kuormitettavuudeksi saadaan laskettua edellä esitetyllä tavalla 229 ampeeria.

5.2.2 Keskuksen nimellisvirta

Kun aletaan suunnitella sähkökeskusta, pitää määrittää keskuksen nimellisvirta. Laskeetaan ensin kaikkien laitteiden nimellisvirrat yhteen. Taulukkoon 1 on kerätty kaikkien laitteiden tehot ja niiden nimellisvirrat. Nimellisvirtojen summaksi saadaan 207,8 ampeeria. Keskuksesta otetaan myös muutama 10 ampeerin sulakelähtö, ja valitaan keskuksen nimellisvirraksi 250 ampeeria.

Taulukko 4 Laitteiden tehot ja nimellisvirrat

LAITE	MOOTTORI	
	Teho (kW)	In (A)
HIHNAKULJETIN	4.0	8,8
TÄRYKULJETIN	4.0	8,8
HAKKURI	55	98,5
KOLAKULJETIN	4	8,8
SEULA	3	6,7
SULKUSYÖTTÄJÄ	0,75	2,1
HAKERUUVI	5,5	11,8
ROSKAKULJETIN	5,5	11,8
PURUPUHALLIN	30	50,5
SUMMA	103,8	207,8

Keskuksen nimellisvirran mukaan valitaan keskukselle 250 ampeerin pääkytkin. Virranjako keskuksessa toteutetaan *Rittal*in *RiLine60*-komponenteilla. Nimellisvirran perusteella valitaan 20x5 millimetrin kuparikisko, jonka vahvuus riittää 274 ampeeriin asti.

On tärkeää tietää oikosulkuvirta keskusta syöttävän kaapelin päässä, kun suunnitellaan keskuksen kiskostoa. Oikosulkuvirta vaikuttaa kiskoston sekä sen tuennan valintaan. Tässä tapauksessa vanhan kaapelin oikosulkuvirta mitattiin. Se oli noin 2000 ampeeria. Kiskosto suunniteltiin 12 000 ampeerin mukaan, joten se tulee varmasti riittämään.

5.2.3 Kaapelin ylivirtasuojaus

Ylivirtasuojauksella tarkoitetaan ylikuormitus- sekä oikosulkusuojausta. Kiinteän asennuksen ylikuormitussuojana toimivan suojalaitteen tarkoitus ei ole suojata liitettäviä kulutuskojeita. Ylikuormitussuojausta mitoitettaessa tulee ottaa huomioon suojalaitteiden nimellisvirran lisäksi erityyppisten suojalaitteiden erilaiset toiminta-arvot. (D1, 125 - 127)

Käytettäessä gG-sulaketta ylikuormitussuojana, käytetään taulukon 5 tietoja. Tällöin on tiedettävä kaapelin kuormitettavuus. Tässä tapauksessa kaapelin kuormitettavuus on 229 ampeeria. Otetaan taulukosta kohta, jossa johdon sallittu kuormitus on vähintään 221 ampeeria. Nyt voidaan lukea taulukosta 5, että voidaan käyttää maksimissaan 200 ampeerin gG-sulaketta ylikuormitussuojana.

Taulukko 5: Kaapelin suojaus gG-typin sulakkeella (D1, 129)

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta A	Johdon sallittu kuormitus vähintään A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379

Tässä työssä käytetään katkaisijaa sekä ylikuormitus- että oikosulkusuojana, joten releasettelun tulee olla enintään johdon kuormitettavuuden suuruinen. (D1, 126)

6 STEP 7-ohjelma

Kappaleessa käydään läpi *STEP 7* -ohjelmointiympäristöä. Lisäksi tutustutaan logiikkaohjelman rakenteeseen, sekä projektin tärkeimpiin ohjelmalohkoihin. Kappaleessa selviää tyypillisten moottoriohjauksen sekä linjan automaatiohjauksen toteuttamisen periaate.

6.1 Ohjelmalohkot

STEP 7-ohjelma koostuu ohjelmalohkoista. Kuvassa 21 on kaikki hakeaseman ohjauksessa tarvittavat ohjelmalohkot. *OBI* on pääohjelma, joka kutsuu kaikkia ohjelmassa tarvittuja lohkoja.

Object name	Symbolic name	Created in language	Size in the work memory	Type
OB1		FBD	512	Organization Block
FB1	Ohjausjännite	FBD	296	Function Block
FB2	Linjan tilan ohjaus	FBD	626	Function Block
FB3	Linjan automaatiohjaus	FBD	528	Function Block
FB4	Tasaamon lähtöjen ohjaus	FBD	224	Function Block
FB10	Hihnakuljetin	FBD	502	Function Block
FB20	Tärykuljetin	FBD	504	Function Block
FB30	Hakkuri	FBD	392	Function Block
FB40	Kolakuuljetin	FBD	494	Function Block
FB50	Seula	FBD	494	Function Block
FB60	Hakeruuvi	FBD	502	Function Block
FB70	Sulkusyötin	FBD	506	Function Block
FB80	Purupuhallin	FBD	458	Function Block
FB90	Siivoushihna	FBD	292	Function Block
FB500	StartStop	FBD	382	Function Block
FB501	Pyörintavahti	FBD	346	Function Block
DB1	FB1 instanssi	DB	38	Instance data block for FB 1
DB2	FB2 instanssi	DB	38	Instance data block for FB 2
DB3	FB3 instanssi	DB	38	Instance data block for FB 3
DB4	FB4 instanssi	DB	38	Instance data block for FB 4
DB10	FB10 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 10
DB20	FB20 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 20
DB30	FB30 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 30
DB40	FB40 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 40
DB50	FB50 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 50
DB60	FB60 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 60
DB70	FB70 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 70
DB80	FB80 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 80
DB90	FB90 instanssi	DB	194	Instance data block for FB 90
DB300	HMI	DB	54	Data Block
DB301	Halytukset	DB	42	Data Block
UDT1	LaiteKaskyt	STL	---	Data Type
UDT2	LaiteStatus	STL	---	Data Type
test	test	---	---	Variable Table
SFB3	TP	STL	---	System function block
SFB4	TON	STL	---	System function block
SFB5	TOF	STL	---	System function block

Kuva 21: Ohjelmalohkot

FB:t (*function block*) ovat toimintalohkoja, jotka käyttävät staattista muistia (Kuva 21). Staattinen muisti on paikallista muistia, jota hallitsee jokaiseen FB:hen linkitetty oma DB (*instance data block*).

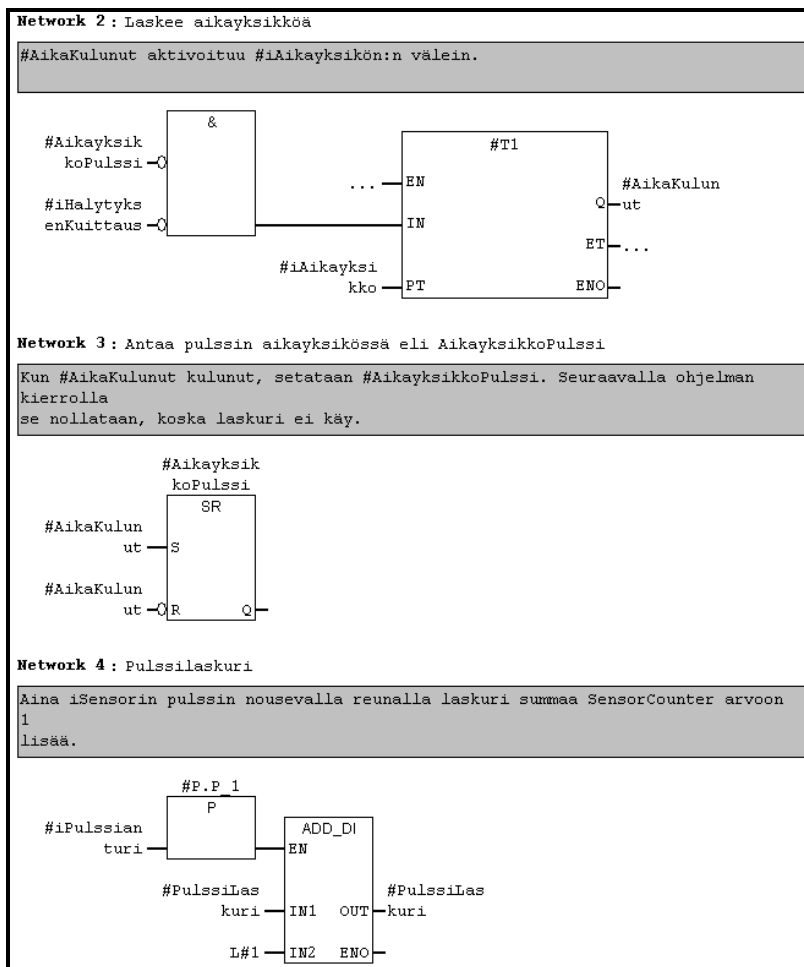
Kaikki lohkot on pyritty nimeämään mahdollisimman loogisesti (Kuva 21). Ohjelman yleiset toimintalohkot ovat numeroitu 1 - 4, laitekohtaiset ohjaukset ovat nimetty 10 - 90 ja monitoimilohkot (*Multi function call*) ovat 500 - 501. Jokainen *instance data block* on numeroitu sitä isännöivän FB:n mukaisesti.

DB:t 300 - 301 ovat globaaleja muuttujia, joita voidaan käyttää missä ohjelman osassa tahansa (Kuva 21). UDT 1 ja 2 ovat käyttäjän määrittämiä datatyyppejä (*user defined data type*). SFB:t ovat järjestelmän toimilohkoja, joita voidaan käyttää monitoimilohkoissa joita kutsutaan useaan kertaan ohjelman sisällä. Tässä tapauksessa kyseessä on erilaisia ajastimia.

6.2 Pyörintävahti FB501

Pyörintävahti on lohko, jota kutsutaan jokaisessa laitteen ohjauksessa, jossa halutaan seurata laitteen pyörimistä pyörintävahdin avulla. Tämä lohko toimii, kun käytetään pyörintävahtia, joka antaa pulsseja laitteen käydessä. Kuljetinsovelluksissa käytetään usein induktiivisia antureita, jotka seuraavat esimerkiksi akselin päähän kiinnitettyä metallin palasta.

Erilaiset laitteet pyörivät eri nopeudella, joten ne antavat eri määrän pulsseja tietyssä aikayksikössä. Jotta pystytään käyttämään samaa lohkoa jokaisella laitteella, pitää lohkoa tehdä tarpeeseen mukautuva. Tässä tapauksessa toteutus on tehty niin, että on luotu aikayksikköpulssi sen mukaan, millaisin aikavälein tullutta pulssimäärää halutaan tarkastella (Kuva 22).



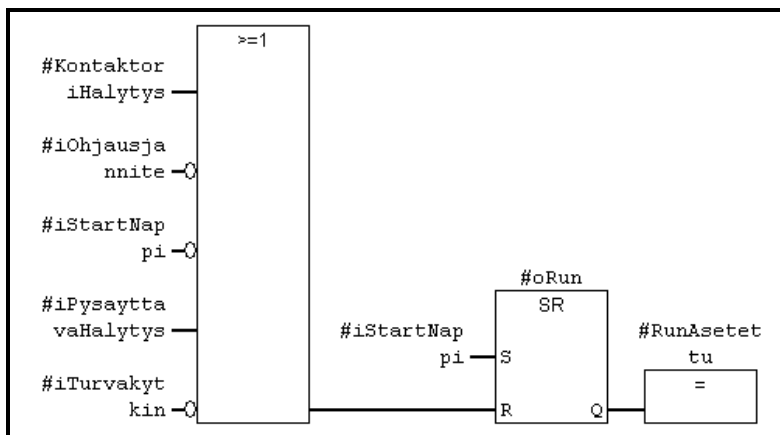
Kuva 22: Aikayksikköpulssin luominen

#iAikayksikkö on ulkopuolelta tuotu aika (Kuva 22). Pulssilaskurin sisältöä kasvatetaan yhdellä, jokaisella pulssianturin antamalla nousevalla reunalla. Tämän jälkeen verrataan tullutta pulssimäärää lohkon ulkopuolelta annettuun pulssimäärään. Jos pulsseja ei ole tullut riittävästi, asetetaan pyörintävahtihälytys päälle. Näitä toimintoja ei ole esitetty kuvassa.

6.3 Start ja stop FB500

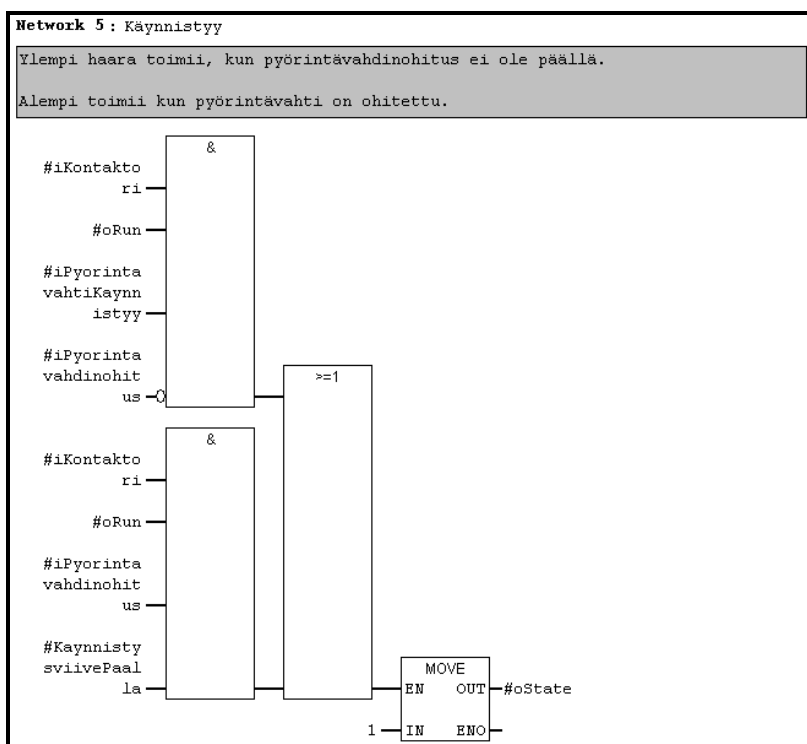
Start ja stop -lohkoa käytetään kaikissa laitteen ohjaukseen käytettävissä lohkoissa. Tämä lohko ohjaa suoraan laitetta ohjaavaa kontaktoria sekä antaa laitteen tilatiedon. Laitteen tila on joko seis, käynnistyy tai käy. Nämä tilat on ohjelmassa toteutettu numeroilla 0, 1 ja 2. Laitteilla on yhteisiä ominaisuuksia, jotka ohjaavat sen tilaa. Näitä ovat kon-

taktorin hälytys, ohjausjännite, start-nappi, pysäyttävä hälytys ja turvakytkin (Kuva 23). Ne määrittävät aina, voiko laite olla käynnissä.



Kuva 23: Run-tilan ohjaus

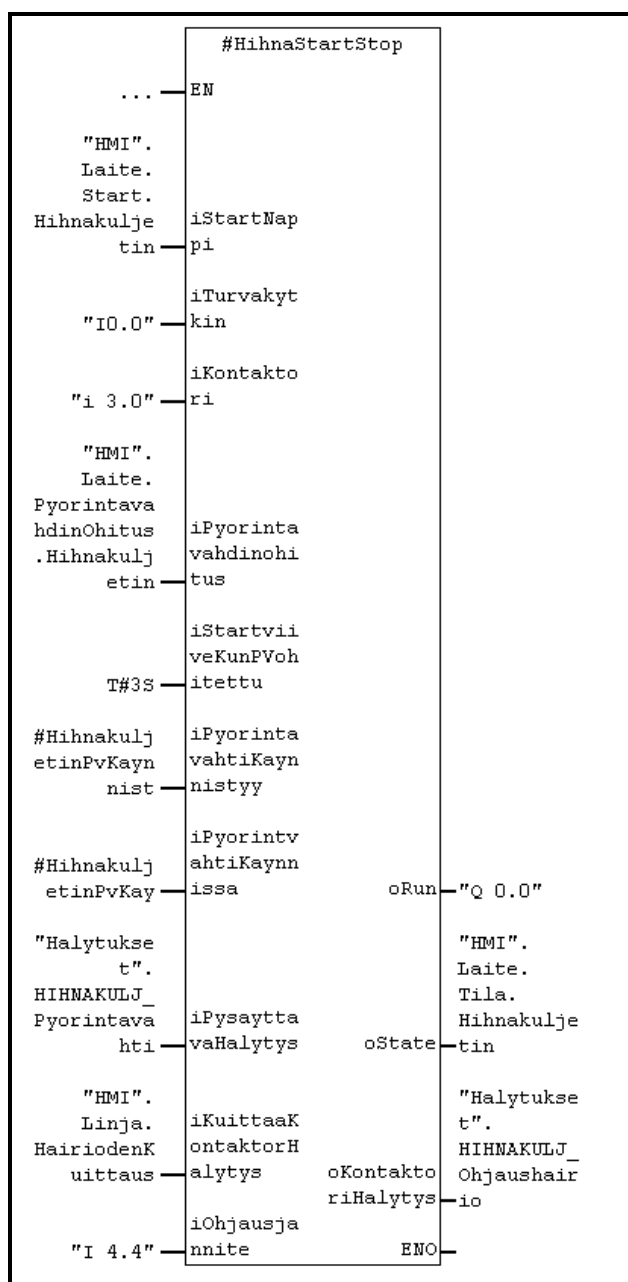
Lohko on tehty niin, että se toimii pyörintävahdin kanssa tai ilman sitä. Kuvassa 24 näkyy, miten laitteen tilaohjauksen periaate toimii. Jos kyseiset ehdot täyttyvät, kirjoitetaan laitteen tilaksi yksi. Jos laitteella ei ole pyörintävahdia, asetetaan lohkon ulkopuolelta pyörintävahdin ohitus käyttöön. Kuvassa on näytetty vain yhden tilan tekeminen.



Kuva 24: Laitteen tilatiedon tekeminen

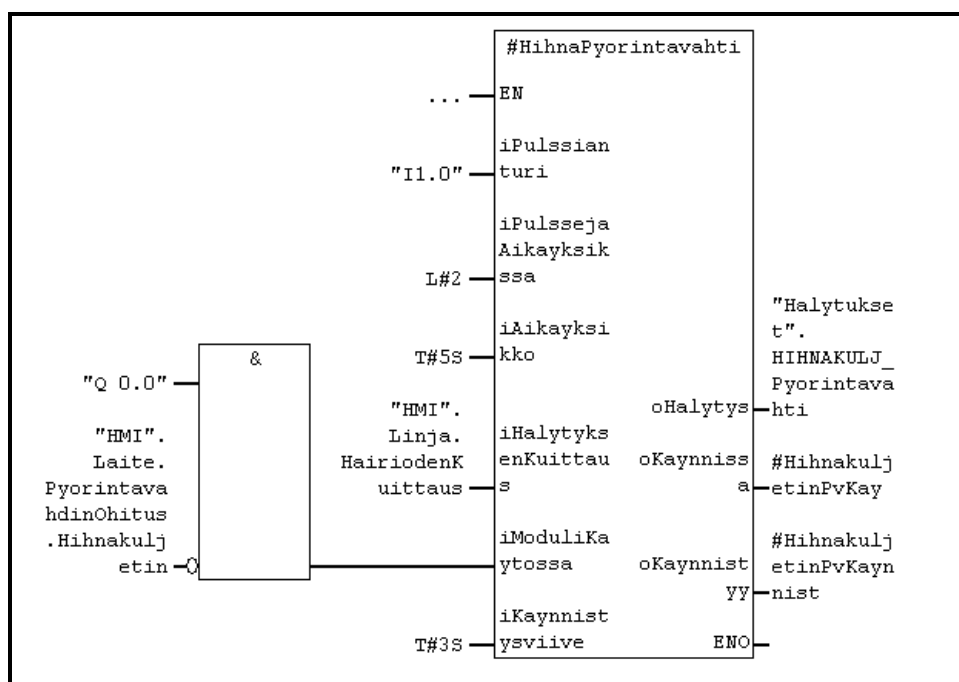
6.4 Laitteen ohjaus

Tässä luvussa käydään läpi yhden laitteen ohjauksen toimintalohko. Lohkossa käytetään aiemmin esiteltyjä toimintalohkoja, *Start ja stop* (FB500) sekä *Pyörintävahti*-(FB501). Lisäksi tarkastellaan muutamia laitteen ohjaukseen liittyviä toimintoja. Kuvasta 25 näkee, mitä tietoja esimerkiksi hihnakuuljetin tarvitsee. Lohkoon tuodaan tietoja myös pyörintävahdilta, koska tämä lohko luo laitteelle sen tilatiedon.



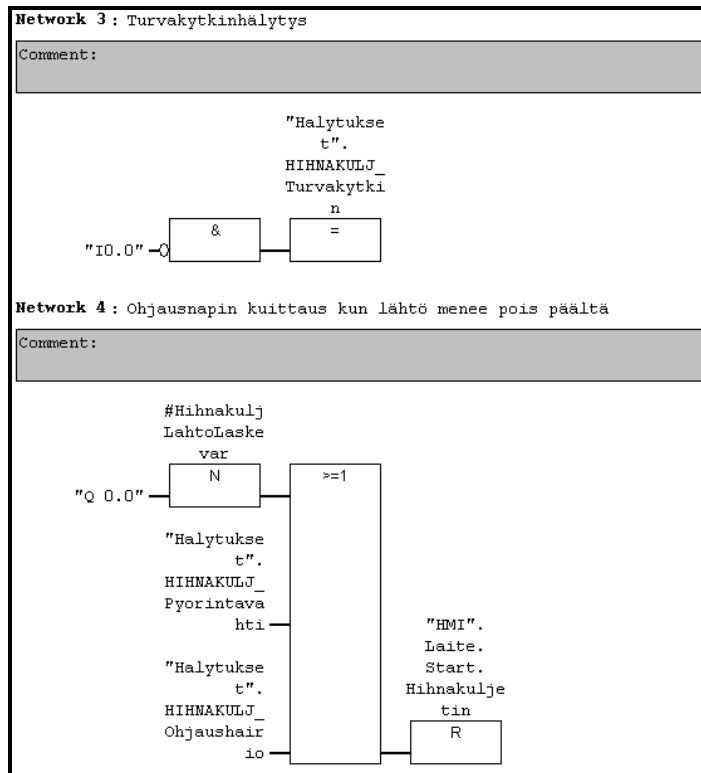
Kuva 25: Hihnakuuljetin start ja stop -lohko

Hihnakuljettimen pyörintävahtiin tarvitaan pulssianturin tulo (Kuva 26). Siihen pitää myös tehdä seuraavat määrittäykset. Montaako pulssia odotetaan aikayksikössä sekä aikayksikön pituus. Lisäksi tarvitaan häiriöiden kuittauksen ohjaus. Tässä tapauksessa se tulee globaalilta muuttujalta *HMI.Linja.HairioidenKuittaus*, joka on kuittaustieto *Multi Paneelilta*. Moduuli tarvitsee myös tiedon siitä, milloin se on käytössä. Moduuli on käytössä, kun pyörintävahdin ohitus ei ole toiminnassa ja hihnakuljettimen kontaktori on vetäneenä. Moduuliin määritetään käynnistysviive, jonka aikana käynnistyksen jälkeen pulsseja ei vielä odoteta.



Kuva 26: Hihnakuljettimen pyörintävahti

Hihnakuljettimen ohjaukseen kuuluu myös turvakytkimen hälytyksen tekeminen sekä HMI:n napin kuittaus, kun laite pysähtyy (Kuva 27).



Kuva 27: Turvakytkinhälytys ja napin ohjaus

6.5 UDT

UDT:t (*user defined data type*) ovat käyttäjän luomia datatyyppejä. Käyttäjä pystyy luomaan haluamansa datatyyppin. Jokaisella laitteen ohjausnapilla on UDT1:ssä varattu oma bitti (Kuva 28). Tässä sovelluksessa datatyyppejä käytetään esimerkiksi DB300:n sisällä. Siitä kerrotaan tarkemmin luvussa 6.6.

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Hihnakuljetin	BOOL	FALSE	
+0.1	Tarykuljetin	BOOL	FALSE	
+0.2	Hakkuri	BOOL	FALSE	
+0.3	Kolakuljetin	BOOL	FALSE	
+0.4	Seula	BOOL	FALSE	
+0.5	Hakeruuvi	BOOL	FALSE	
+0.6	Sulkusyotin	BOOL	FALSE	
+0.7	Purupuhallin	BOOL	FALSE	
+1.0	Siivoushihna	BOOL	FALSE	
=2.0		END_STRUCT		

Kuva 28: UDT1: Tilat

Kuvassa 29 on UDT2-*laitestatus*. UDT2:sta käytetään kuvaamaan laitteen tilatietoa. Laitteita on yhteensä 9, joten UDT koostuu yhdeksästä tavusta. Tavu on kahdeksan bitin heksadesimaali-luku. Ohjelmassa tähän tavuun syötetään laitteen tilan mukaan lukuja nollasta kolmeen.

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Hihnakuuljetin	BYTE	B#16#0	
+1.0	Tarykkuuljetin	BYTE	B#16#0	
+2.0	Hakkuri	BYTE	B#16#0	
+3.0	Kolakuuljetin	BYTE	B#16#0	
+4.0	Seula	BYTE	B#16#0	
+5.0	Hakeruovi	BYTE	B#16#0	
+6.0	Sulkusyotin	BYTE	B#16#0	
+7.0	Purupuhallin	BYTE	B#16#0	
+8.0	Siivousshihna	BYTE	B#16#0	
=10.0		END_STRUCT		

Kuva 29: UDT2: LaiteStatus

6.6 Datablock

Datablokit sisältävät globaaleita muuttujia. Kuvassa 30 on DB300 HMI, joka sisältää kaikki käyttöliittymän ja ohjelman välillä liikkuvan datan, lukuun ottamatta yksittäisiä häiriöitä, jotka ovat erikseen DB301:ssä. DB300:ssa on yhden struktuurin sisällä kolme eri struktuuria. *Linja*-struktuuri sisältää kaikki linjan käyttämiseen tarvittavat tiedot. *Laite*-struktuurissa on laitekohtaiset ohjaustiedot. Linjoissa on käytetty käyttäjän luomia datatyyppejä. Kombinaatiot ovat HMI:n näppäimistöltä tulevia näppäimien yhdistelmä-tietoja.

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Linja	STRUCT		
+0.0	Tila	BYTE	B#16#0	Käynnistyy, Käy, Seis
+1.0	Start	BOOL	FALSE	
+1.1	Stop	BOOL	FALSE	
+1.2	HairiodenKuittaus	BOOL	FALSE	
+1.3	OhjausjanniteNappi	BOOL	FALSE	
+1.4	OhjausjannitteenTila	BOOL	FALSE	
+1.5	Kasi_Auto	BOOL	FALSE	
+1.6	PysayttavaHairio	BOOL	FALSE	
=2.0		END_STRUCT		
+2.0	Laite	STRUCT		
+0.0	Tila	"LaiteStatus"		
+10.0	Start	"LaiteKaskyt"		
+12.0	PyorintavahdinOhitus	"LaiteKaskyt"		
=14.0		END_STRUCT		
+16.0	Kombinaatiot	STRUCT		
+0.0	OhjausjanniteJaKasiajo	BOOL	FALSE	
+0.1	OhjausjanniteJaAutomaatt	BOOL	FALSE	
=2.0		END_STRUCT		
=18.0		END_STRUCT		

Kuva 30: DB300: HMI

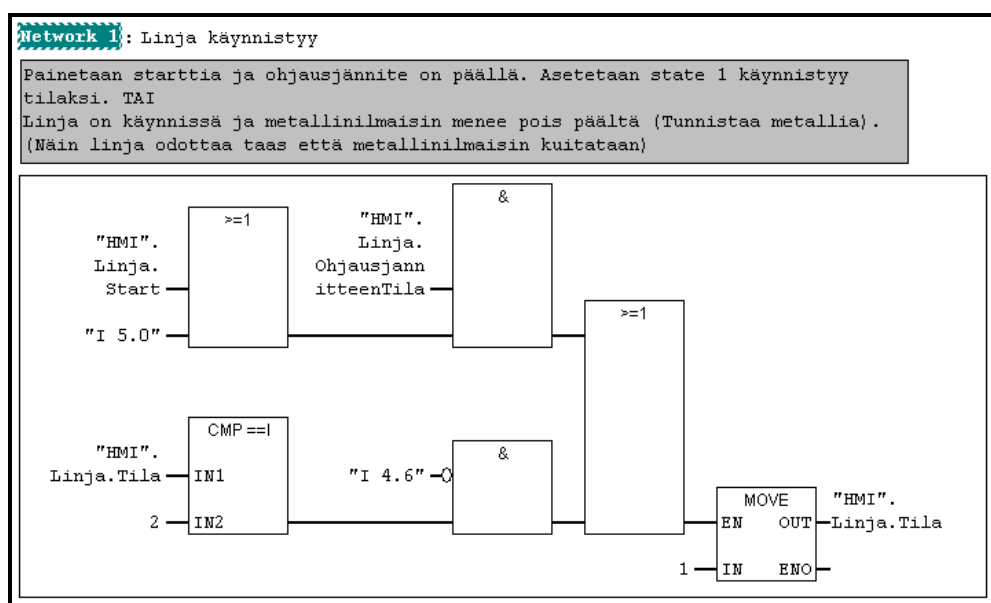
Kuvassa 31 on kahdeksan ensimmäistä bittiä DB301:n rakenteesta. DB301 on tehty häiriötietoja varten. DB:n kaksi ensimmäistä kaksoissanaa on varattu pysäyttävälle hälytyksille. Viimeinen kaksoissana on varattu häiriölle, jotka ilmoitetaan näytöllä, mutta eivät pysäytä koko linjaa. Sana on datatyyppi, jossa on 16 bittiä. Kaksoissanassa on näin ollen 32 bittiä. Jokaiselle häiriötiedolle on varattu oma bitti.

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	HAKKURI_ohjaushairio	BOOL	FALSE	
+0.1	KOLAKULJETIN_pvahti	BOOL	FALSE	
+0.2	KOLAKULJETIN_turvak	BOOL	FALSE	
+0.3	KOLAKULJETIN_ohjaush	BOOL	FALSE	
+0.4	SEULA_pyorintavahti	BOOL	FALSE	
+0.5	SEULA_turvakytkin	BOOL	FALSE	
+0.6	SEULA_ohjaushairio	BOOL	FALSE	
+0.7	HAKERUUWI_pyorintav	BOOL	FALSE	

Kuva 31: DB301: Hälytykset

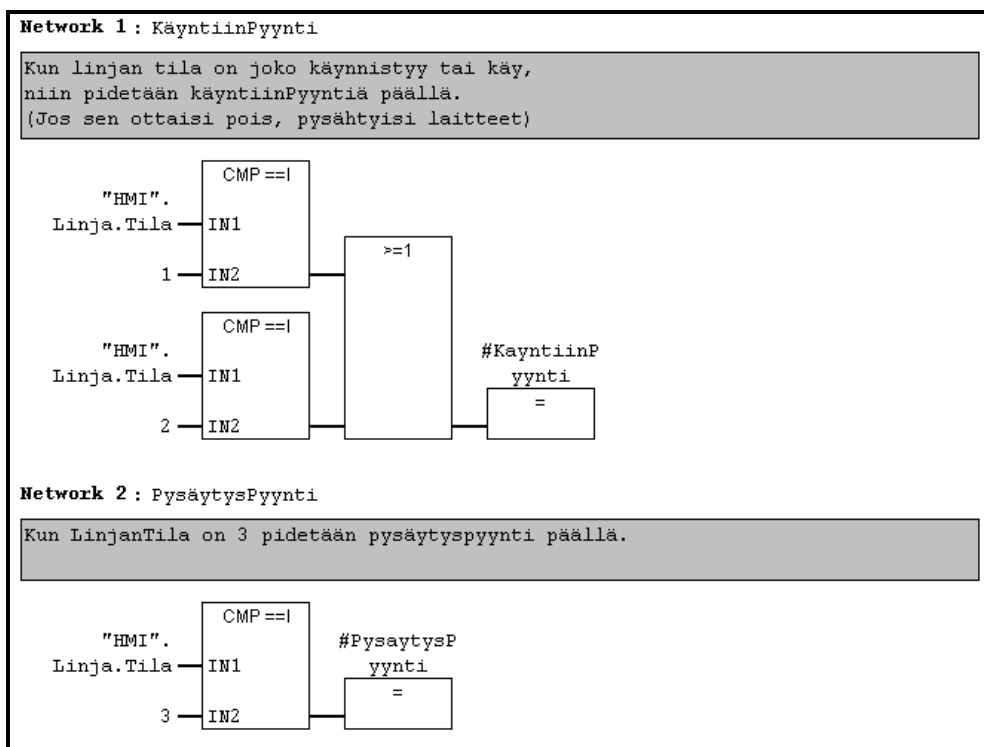
6.7 Linjan automaattiohjaus

Tässä luvussa tarkastellaan linjan automaattiohjauksen olennaisia toimintoja. Linjan automaattiohjaus perustuu muuttujaan ”*linjan.tila*”. Se asetetaan tilaksi ”käynnistyy”, kun ohjausjännite on käytössä ja linjan starttia painetaan (Kuva 32). Linjan startin voi painaa tasaamolta tai ohjauspaneelilta. Linja jää myös *käynnistyy*-tilaan jos metallinilmaisin tunnistaa metallia. Tärykuljetin ja hihnakuljetin jäävät odottamaan metallinilmaisimen kuittaamista. Kun metallinilmaisin (I 4.6) kuitataan, ne saavat taas luvan käynnistyä.



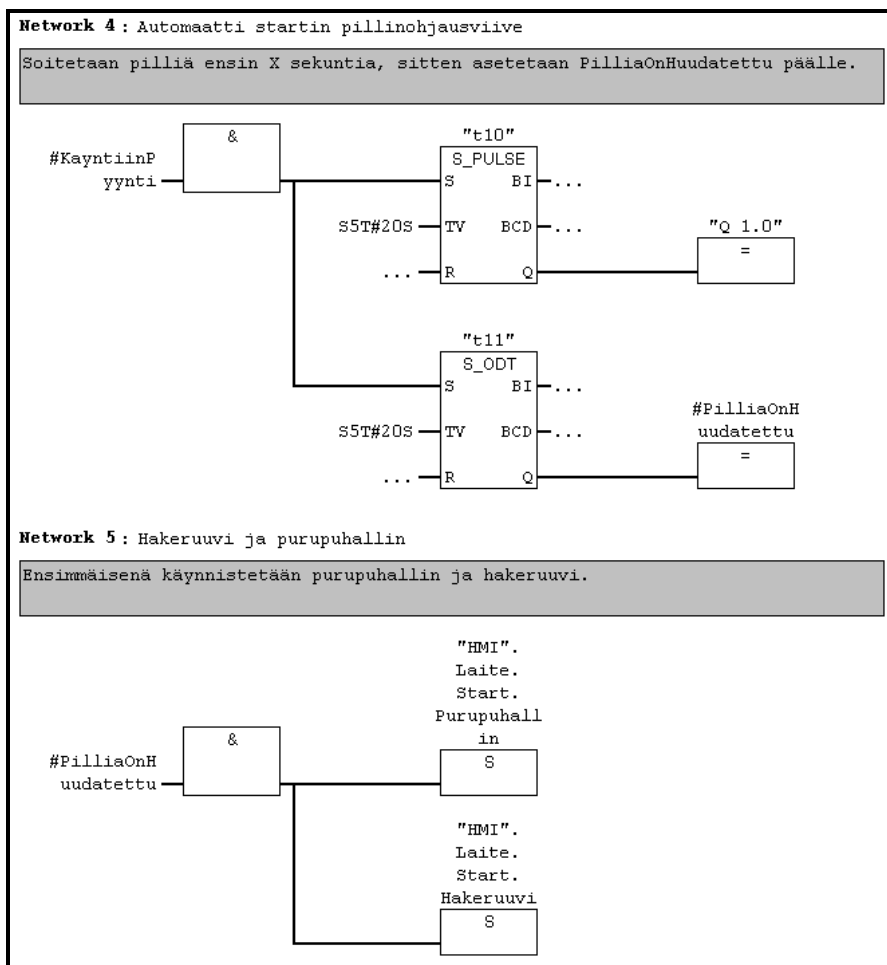
Kuva 32: Linjan asettaminen käynnistyy-tilaan

Linjan tilan perusteella ohjataan paikallisia muuttujia *KäyntiinPyynti* ja *PysäytysPyynti*. Nämä ohjaavat automaattikäynnistystä joko päälle tai pois päältä (Kuva 33).



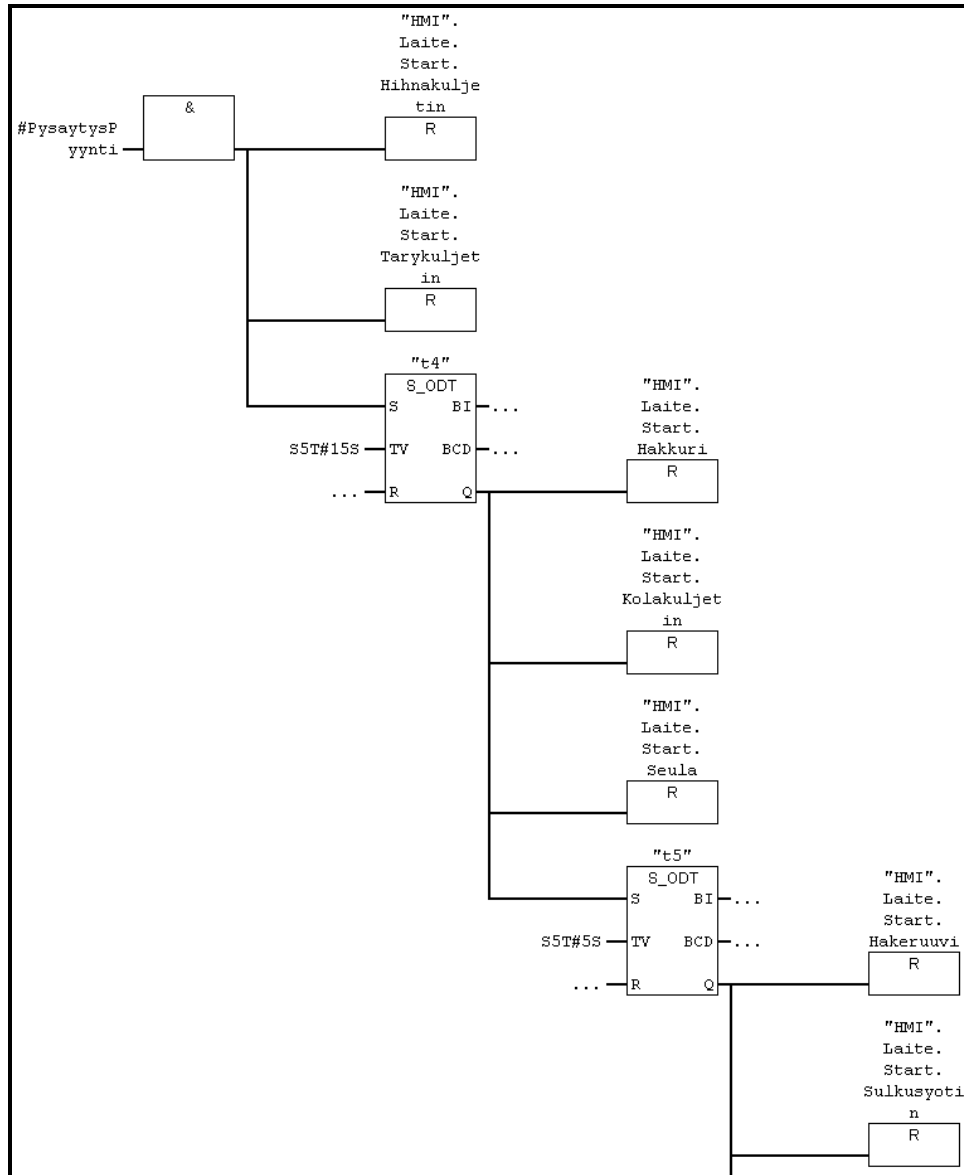
Kuva 33: Linjan tilan tulkitseminen

Laitteita aletaan käynnistää kun käynnistyksestä on ensin annettu varoitus. Varoitus annetaan summerilla ja vilkkuvalolla. Näiden ohjaus hoidetaan kahdella erilaisella ajastimella. Toinen ajastin menee aina tietyksi ajaksi päälle ja toinen menee päälle määrätyn viiveen jälkeen. Kuvassa 34 näkyy ohjauksen periaate. Automaattikäynnistyksessä ohjataan laitteen *start*-muuttujaa ja varsinainen laitteen kontaktorin ohjaus tapahtuu omassa laitteenohjauslohkossa.



Kuva 34: Automaattisen käynnistyksen alku

Linjan automaattinen pysäytys tapahtuu samalla periaatteella. Paikallinen muuttuja *PysäytysPyynti* nolaa tietystä järjestyksessä laitteen *start*-muuttujaa. Kuvassa 35 näkyy alku automaattisen pysäytyksen ohjauksesta.

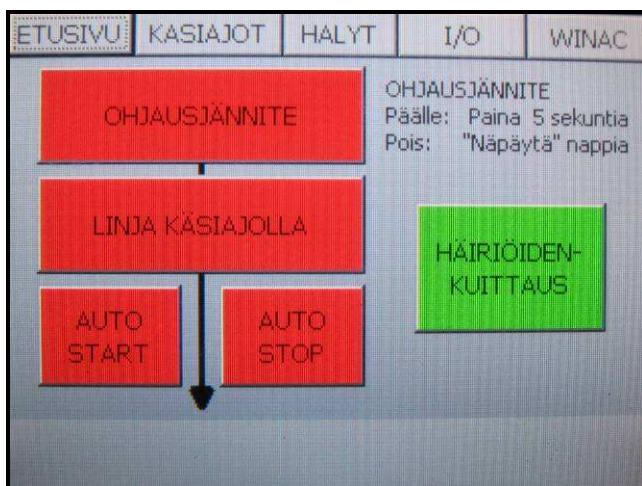


Kuva 35: Automaattisen pysäytyksen alku

7 Multi Panel käyttöliittymänä

7.1 Etusivu

Etusivu on oletuksena auki käyttöliittymässä (Kuva 36). Siinä voi tehdä tarvittavat ohjaukset, kun linjaa käytetään automaattiajolla. Linjaa käynnistettäessä pitää laittaa ohjausjännite käyttöön. Ohjausjännitenappia pitää painaa viisi sekuntia, jotta ohjaukset tulevat käyttöön. Summeri ja vilkkuvalo ovat aktiivisia silloin kun nappia painetaan. Näin ollen linjalla oleva henkilö havaitsee sen, että ohjausjännitteet tulevat käyttöön. Mikään laite ei kuitenkaan vielä käynnisty. Kun ohjausjännitteet ovat käytössä, sammuvat summeri ja vilkku. Samalla ohjausjännitenappi muuttuu vihreän väriseksi.



Kuva 36: Etusivu

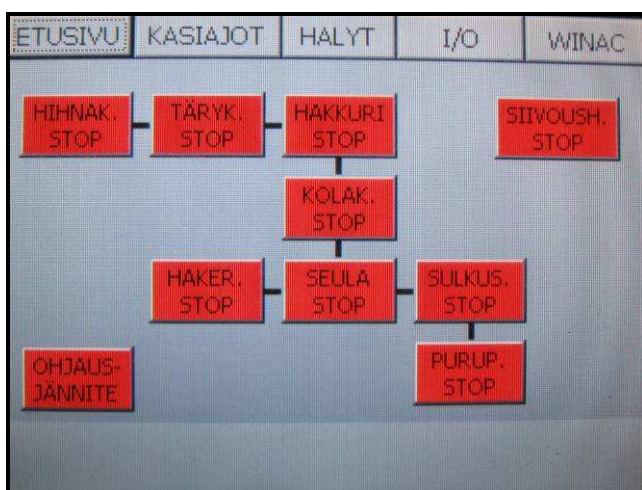
Seuraavasta napista valitaan se halutaanko linjaa ajaa käsi- vai automaattiajolla (Kuva 36). Kun nappia painetaan, vaihtuu sen väri vihreäksi ja siihen tulee teksti *LINJA AUTOMAATILLA*. Kun linja on valittu automaattiajolle, voidaan linja käynnistää *AUTO START* -napista. Kun linja aloittaa käynnistymisen, laitetaan ensimmäisenä summeri ja vilkku 20 sekunniksi päälle, varoittamaan käynnistymisestä. Kun linja käynnistyy vilkkuvat *AUTO START* ja *AUTO STOP* -valot vihreänä.

Linjan ollessa kokonaisuudessaan käynnissä, muuttuvat kyseisten nappien väri vihreäksi. *AUTO STOP* -napista voidaan linja pysäyttää hallitusti. Napit vilkkuvat punaisina, kun linjan pysähtyminen on käynnissä. Napit muuttuvat punaisiksi, kun linja on pysähtynyt.

HÄIRIÖIDEN KUITTAUS -napista voidaan kuitata kuitattavissa olevat häiriöt (Kuva 36). Kun jokin häiriö on päällä, vilkkuu nappi punaisena. Häiriön selitys ilmestyy tekstinä näytön alareunaan.

7.2 Käsiäjo

Käsiäjo-sivulla voidaan laitteita käynnistää vapaasti. Etusivulta pitää olla valittuna käsiäjo. Jos automaattiajo on valittuna, ei nappeja pysty painamaan. Ainoastaan siivoushihnaa pystyy käyttämään käsiäjolla linjan ollessa automaattiajolla. Siivoushihna on itsenäinen laite, eikä mikään laite ole siitä riippuvainen. Laitteita yhdistävä viiva kertoo niiden riippuvuuksista (Kuva 37). Tällä pyritään minimoimaan se, ettei käsiäjolla tehtäisi suurta vahinkoa. Laitteiden rajapinnat on helppo ajaa tukkoon, jos ei ole aivan varuiltaan siitä mitä käsiäjolla tekee. Automaattiajolla valvotaan, ettei yksikään laite käy, ellei sen edessä oleva laite ole käynnissä.

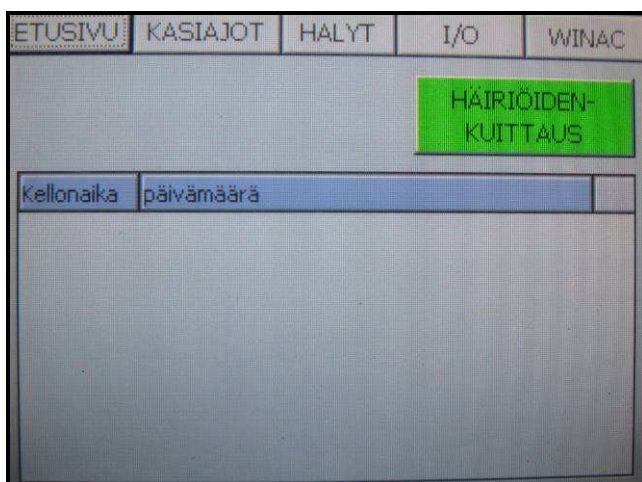


Kuva 37: Käsiäjo sivu

Vasemmassa alareunassa oleva ilmaisin kertoo, onko ohjausjännite päällä (Kuva 37). Ilmaisin on vihreä, silloin kun ohjausjännite on käytössä. Laitteiden käyttönapit toimivat vasta kun ohjausjännite on käytössä. Kun laite käynnistyy, vilkkuu osoitin vihreänä. Kun se on käynnistynyt, muuttuu osoitin kokonaan vihreäksi. Pysähtyessään laitteen osoitin vilkkuu punaisena. *Käsiajo*-sivun alareuna kertoo voimassa olevista hälytyksiä.

7.3 Hälytykset

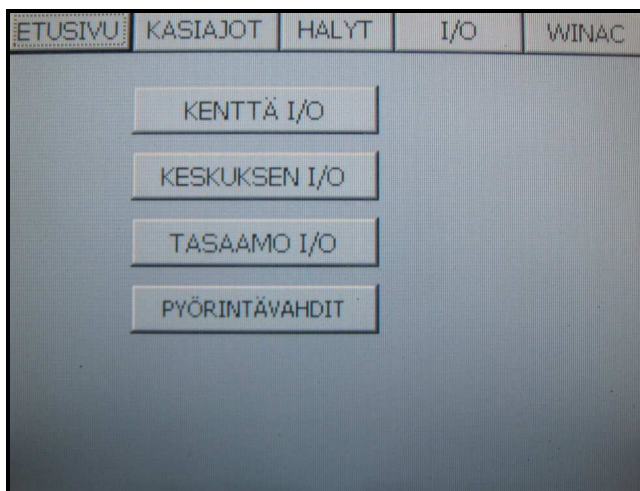
Hälytykset-sivulta näkee kaikki voimassa olevat hälytykset. Hälytyksen tiedoista näkee sen, mikä hälytys on kyseessä ja milloin kyseinen hälytys on tullut. Jos kyseessä on linjan pysäyttävä hälytys, vilkkuu häiriöiden kuittausnappi punaisena (Kuva 38).



Kuva 38: *Hälyt*-välilehti

7.4 I/O-välilehti

I/O-välilehdeltä pääsee katsomaan kaikkia hajautettujen tulo- ja lähtökorttien tiloja. Lisäksi sieltä voidaan siirtyä *pyörintävahdit*-välilehdelle (Kuva 39).



Kuva 39: I/O-välilehti

7.4.1 Kenttä I/O

Kenttä I/O -sivulta löytyy kolme välilehteä, DI 0, DI 1 ja DI 2. Tämä tarkoittaa, että kentälle asennetussa logiikan hajautusyksikössä on kolme digitaalista tulokorttia. Jokaisessa tulokortissa on kahdeksan kanavaa (0-7). Kuvassa 40 on avoinna DI 0 -välilehti. Sieltä pystyy katsomaan, mitä tuloja DI 0 -kortissa on ja mitkä ovat niiden tilat. Punainen väri kertoo että tulo ei ole aktiivinen ja vihreä osoittaa, että tulo on aktiivinen.

ETUSIVU		KASIAJOT	HALYT	I/O	WINAC
DI 0	DI 1	DI 2			
0.0	HIHNAKULJETTIMEN TURVAKYTKIN				
0.1	TÄRYKULJETTIMEN TURVAKYTKIN				
0.2	HAKERUUVIN TURVAKYTKIN				
0.3	KOLAKULJETTIMEN TURVAKYTKIN				
0.4	SEULAN TURVAKYTKIN				
0.5	SULKUSYÖTTIMEN TURVAKYTKIN				
0.6	SIIVOUSHIHAN TURVAKYTKIN				
0.7					

Kuva 40: Kenttä I/O -välilehti

7.4.2 Keskuksen I/O

Keskuksen I/O -sivulla on moottorikeskukseen hajautetut tulo- ja lähtökortit. Sivulta löytyy viisi välilehteä, kahden tulo- ja kolmen lähtökortin välilehdet. Kuvassa 41 on au-ki DI 3 -välilehti.

ETUSIVU	KASIAJOT	HALYT	I/O	WINAC
DI 3	DI 4	DO 0	DO 1	DO 2
3.0	HIHNAKULJETTIMEN KONTAKTORI KÄY-TIETO			
3.1	TÄRYKULJETTIMEN KONTAKTORIN KÄY-TIETO			
3.2	HAKKURIN KÄY-TIETO			
3.3	KOLAKULJETTIMEN KONTAKTORIN KÄY-TIETO			
3.4	SEULAN KONTAKTORIN KÄY-TIETO			
3.5	SULKUSYÖTTIMEN KONTAKTORIN KÄY-TIETO			
3.6	PURUPUHALTIMEN KONTAKTORIN KÄY-TIETO			
3.7	HAKERUUVIN KONTAKTORIN KÄY-TIETO			

Kuva 41: Keskuksen I/O-välilehti

7.4.3 Tasaamon I/O

Tasaamon I/O -sivulta löytyy kaksi välilehteä, DI 5 ja DO 3 tulo- ja lähtökortit (Kuva 42). Kyseessä oleva hajautusyksikkö on tasaamolla, josta linja normaalisti käynnistetään. Sieltä löytyvät tarvittavat napit linjan käyttämiseen automaattiajolla.

ETUSIVU	KASIAJOT	HALYT	I/O	WINAC
DI 5	DO 3			
5.0	AUTOMAATTI START-NAPPI			
5.1	AUTOMAATTI STOP-NAPPI			
5.2	OHJAUSJÄNNITE-NAPPI			
5.3	TRIMMERIN SPRINKLERI LAUENNUT = 0			
5.4				
5.5				
5.6				
5.7				

Kuva 42: Tasaamon I/O-välilehti

7.4.4 Pyörintävahdit

Pyörintävahdit-sivulta pystyy valitsemaan sen, ovatko laitteiden pyörintävahdit käytössä vai ohitettu (Kuva 43). Pyörintävahdien ohitus on tarpeellinen silloin, kun pyörintävahdin anturi on rikkoutunut ja linjaa halutaan kuitenkin käyttää. Näin linjaa pystytään ajamaan väliaikaisesti automaattiajolla, vaikkei ohjelma todellisuudessa tiedäkään onko laite käynnissä.

ETUSIVU	KASIAJOT	HÄLYT	I/O	WINAC
PYÖRINTAVAHDIT				
HIHNAKULJETIN			KÄYTÖSSÄ	
TÄRYKULJETIN			KÄYTÖSSÄ	
HAKKURI			OHITETTU	
KOLAKULJETIN			KÄYTÖSSÄ	
SEULA			KÄYTÖSSÄ	
SULKUSYÖTIN			KÄYTÖSSÄ	
HAKERUUVI			KÄYTÖSSÄ	

Kuva 43: Pyörintävahdit-välilehti

7.5 WinAC

WinAC-välilehdellä hallitaan *Multi Panelin* omia toimintoja (Kuva 44). Täältä voidaan esimerkiksi käynnistää ja pysäyttää logiikka. Voidaan myös seurata onko logiikassa sisäisiä, ulkoisia tai väylävikoja. Näistä vioista kertoo INTF, EXTF ja BUSF -merkkivalot. Voidaan myös valita miten WinAC MP käynnistyy. Lisäksi voidaan myös pakata tai purkaa ohjelmia, *Restore* ja *Archive* -napeista. Alhaalta nähdään myös WinAC MP:n versionumeron.



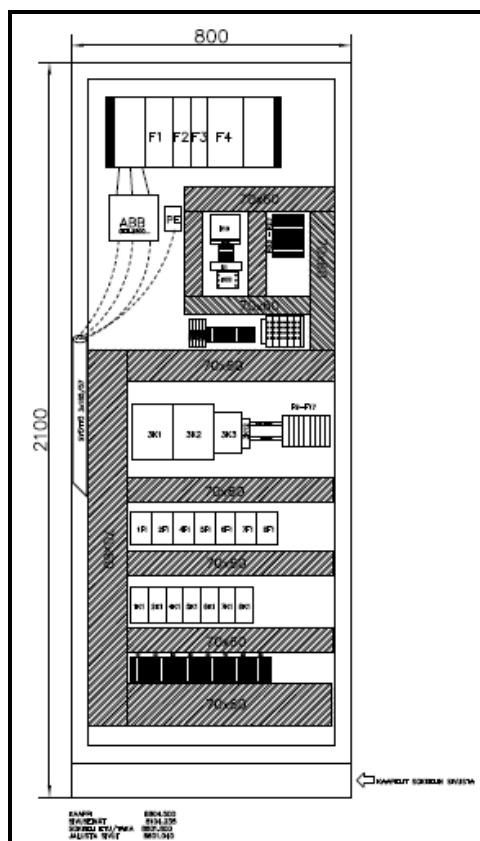
Kuva 44: WinAC-välilehti

8 Sähköpiirustukset

Luvussa käydään läpi esimerkkejä teollisuuden kappaletavara-automaatiassa tarvittavista sähköpiirustuksista. Kuvissa on piirustuksista otettu kuvankaappauksia kuvan tärkeimmistä kohdista. Kaikki kuvat löytyvät liitteistä 1 ja 2. Sähköpiirustuksissa on erityisen tärkeää, että komponentit nimetään loogisesti. Sekä se että piirustuksissa on riittävästi informaatiota.

8.1 Keskuksen rakennepiirustus

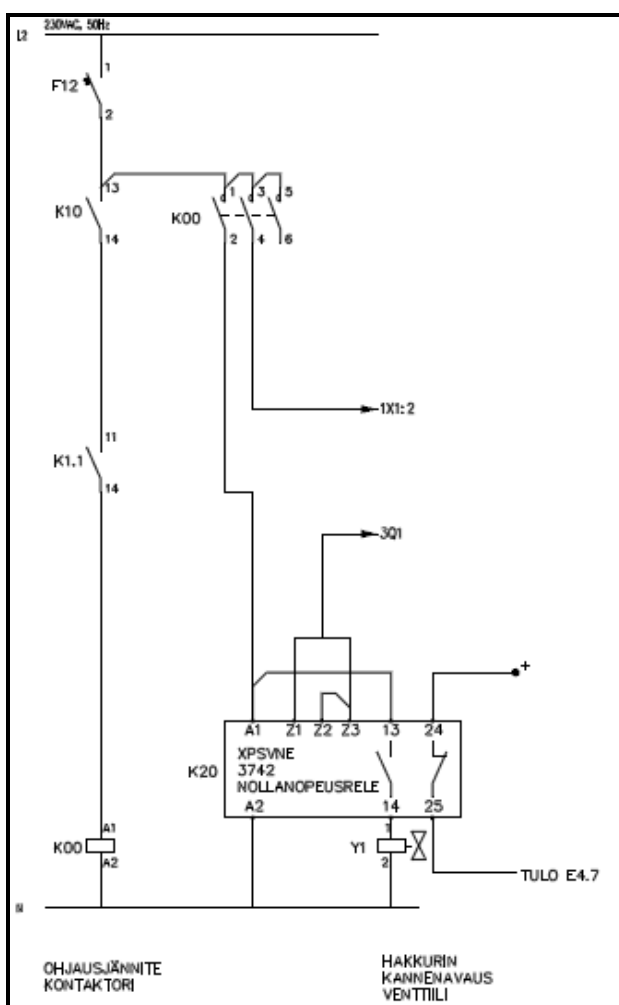
Keskuksen rakennepiirustuksesta selviää muun muassa keskuksen mitat ja komponenttien sijoittelu. Rakennepiirustus on erityisen hyvä suunnitteluvaiheessa. Siitä nähdään kaapelireitit ja miten paljon tilaa keskus vaatii (Kuva 45).



Kuva 45: Keskuksen rakennepiirustus

8.2 Ohjauksenjännitte ja hätä-seis -piirin piirikaavio

Ohjauksenjännitteen piirikaaviosta selviää, mitkä asiat vaikuttavat ohjauksenpiirin toimintaan (Kuva 46). Ohjauksenjännitteelle on oma automaattisulake F12. Ohjauksenjännittekontaktorille (K00) sähkö tuodaan *hätä-seis* -releen (K10) sekä logiikan apureleen (K1.1) kärjen läpi. Ohjauksenjännite on päällä, kun hätä-seis -piiri on ehjä ja logiikalla on ohjauksenjännitekäskey käyttöä. Ohjauksenjännittekontaktorin läpi jännite menee nolllanopeusreleelle sekä mootto-rien ohjauksille.



Kuva 46: Ohjauksenjännitte ja hätä-seis -piirin piirikaavio

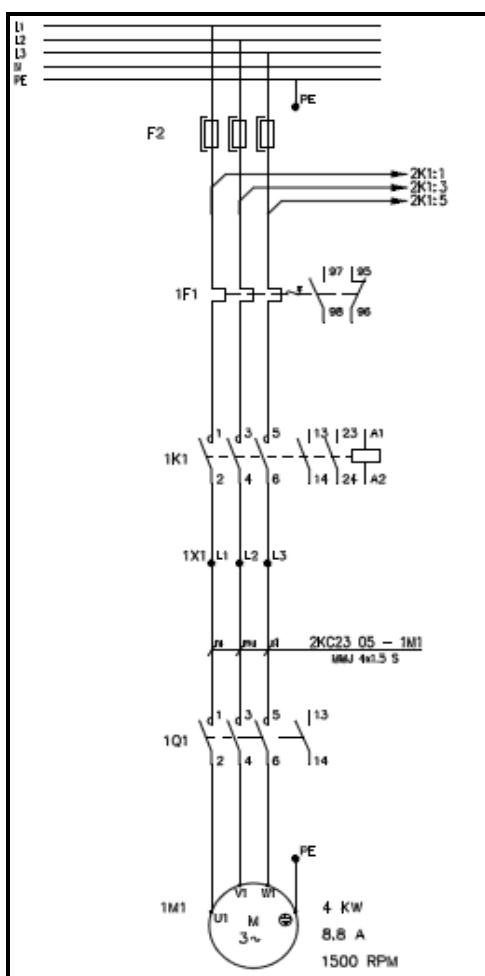
Hätä-seis -releen tila riippuu kolmesta hätäkatkaisijasta (Kuva 46). Hätäkatkaisijasta painettaessa rele laukeaa, eli sen ohjaamat kärjet aukeavat. Jotta rele saadaan uudestaan aktiiviseksi, pitää kaikki hätäkatkaisijoiden kärjet olla kiinni ja rele olla kuitattu napista OP1-S1. Releen tilasta menee tieto logiikan tuloon E4.7.

8.3 Jännitteenjaon piirikaaviot

Jännitteenjaon piirikaavioista selviää miten keskuksen sähkö on jaettu. Automaatiokeskuksissa löytyy tyypillisesti ns. heikko- sekä vahvasähkö. 24 VDC:a käytetään tyypillisesti logiikoissa ja 230/380 VAC:ta moottorinohjauksissa. Vaihtosähköpuolen piirikaaviosta selviää, miten sähkö tuodaan keskukselle ja miten se jaetaan kiskostolta eteenpäin (Liite 1). Tasajännitepuolen piirikaaviosta selviää, miten sähkö tuodaan muuntajalle ja miten se siitä jakaantuu eteenpäin (Liite 1).

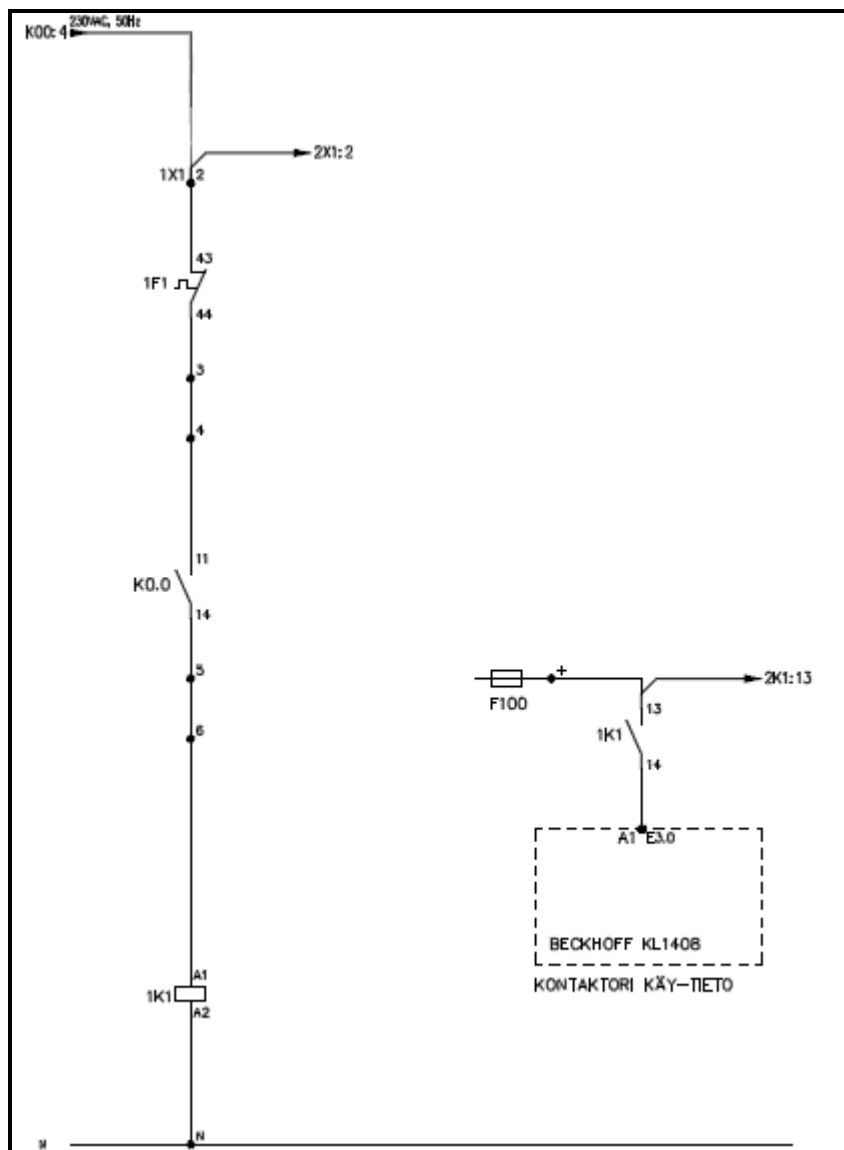
8.4 Moottorinohjauksen pää- ja ohjauspiirikaavio

Moottorinohjauksen pääkaaviosta selviää moottorin sähköistykseen toteutustapa. Kuvas-
ta 47 nähdään, miten sähkö on tuotu pienien moottorilähtöjen pääsulakkeelta (F2) moot-
torinsuojalle (1F1). Pääsulakkeiden tehtävänä on suojata syöttävät kaapelit oikosululta
moottorinsuojalle asti. Tästä eteenpäin moottorinsuoja hoitaa moottorin kaapeleiden yli-
kuormitus- sekä oikosulkusuojauksen. Moottorinsuoja suojaa myös moottoria ylikuor-
mitukselta. Sen jälkeen on moottorin ohjauskontaktori (1K1) ja turvakytkin (1Q1), jon-
ka jälkeen on moottori (1M1).



Kuva 47: Pätäkäljettimen pääkaavio

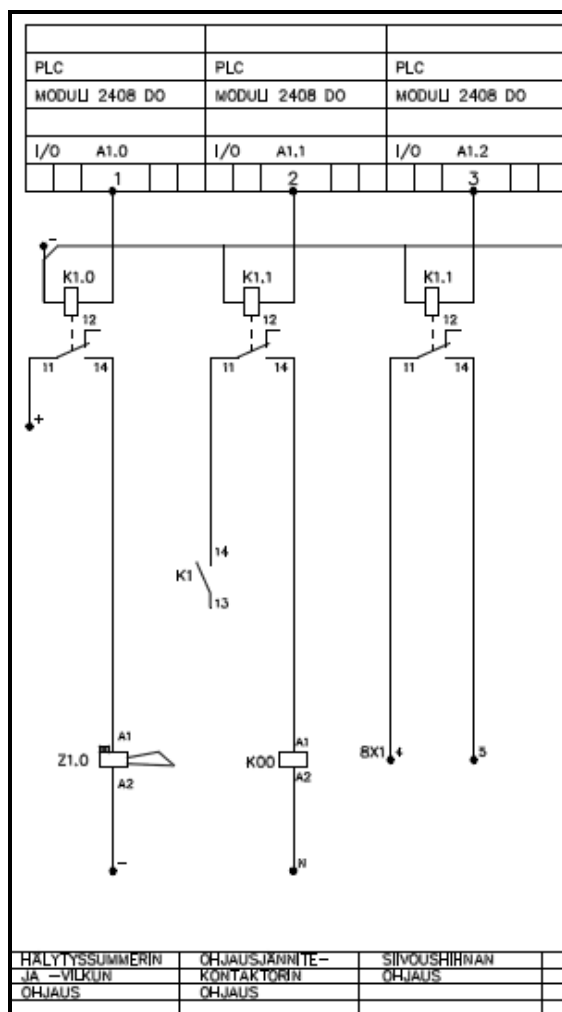
Moottorin ohjauspiirikaaviosta selviää millainen moottorin ohjauspiiri on. Tässä tapauksessa ohjataan moottorin ohjauskontaktoria (Kuva 48). Muita tyypillisiä oikosulkumoottoria ohjaavia komponentteja ovat esimerkiksi taajuusmuuttaja ja pehmokäynnistin. Ohjausjännite tuodaan sulakkeelta, riviliittimien kautta lämpöreleen avautuvalle kärkele. Sieltä jännite menee logiikan apureleen (K0.0) kautta kontaktorin kelalle. Apurelettä ohjaa logiikan lähtö A0.0. Ohjauspiirikaavioon on piirretty myös kontaktorilta logiikalle otettava kontaktorin käy-tieto (E3.0).



Kuva 48: Pätäkäljettimen ohjauspiirikaavio

8.5 Logiikan kytkentä- ja ohjauspiirikaavio

Logiikan kytkentä- ja ohjauspiirikaaviosta selviää logiikan tulojen sekä lähtöjen johdotus ja kytkentä. Kuvassa 49 on logiikan digitaalisten lähtöjen A1.0 - A1.3 kytkentä- ja ohjauspiirikaavio. Kuvasta selviää esimerkiksi hälytyssummerin ja -vilkun ohjauksen toteutustapa. Logiikan lähtö (A1.0) ohjaa välireleen (K1.0) välityksellä laitteelle menevää jännitettä.



Kuva 49: Logiikan lähdöt A1.0 - A1.2

9 Yhteenveto

Projekti on tähän mennessä onnistunut odotusten mukaisesti. Se on ollut yhtä haastava ja kiinnostava kuin odotinkin. Työ on ollut erittäin laaja-alainen. Se on sisältänyt sähkö- ja automaatio suunnittelua, ohjelmointia sekä laitteiston rakentamista.

Ensimmäisenä haasteena oli miettiä automatisoinnin toteutustapaa. Niitä on monia, mutta en halunnut ottaa projektiin tyypillisintä ja helpointa toteutustapaa. Se olisi ollut automatisoinnin toteuttaminen perinteisellä logiikalla, jossa kontrollit toteutettaisiin kytkimillä ja painonapeilla. Projektin toteutuksessa päädyinkin ratkaisuun, jonka älynä toimii soft-PLC. Automaatiolaitteistossa on kosketusnäyttöllinen paneeli sekä väylään liitettyjä hajautusyksiköitä.

Kun olin valinnut projektiin laitteiston, tiesin että tulen istumaan monia iltoja PC:n ääressä, harjoittelemassa minulle uusien ohjelmien käyttöä. Ensimmäisenä piti opetella se, miten saan *Multi Panelista* soft-PLC -ominaisuuden käyttöön. Siinä vaiheessa sain huomata, että vielä yksi sovelluslisenssi puuttui. Ei ollut Siemensin myyjäkään tiennyt, mitä kaikkea kyseisen sovelluksen tekemiseen tarvitaan. Tämän seurauksena tilasin *WinAC MP 2008* -lisenssin.

STEP 7 -ohjelman kanssa olin tehnyt koulussa muutaman harjoituksen, joten tiesin millainen ympäristö se on. *WinCC flexible 2008* oli minulle aivan uusi sovellus. Jo näiden kolmen ohjelman ja niiden tarvitsemien päivitysten asentaminen vei minulta useamman illan. Mutta niiden kanssa sovelluksen tekeminen se vasta aikaa vaatikin. Monta ylitsepääsemättömän tuntuista ongelmaa tuli projektin aikana ratkottua. Ne antavatkin niitä parhaimpia onnistumisen tunteita.

Sähkölaitteiston suunnittelussa tuli uutena asiana vastaa jännitteenjake lukiskoston suunnittelu ja mitoitus. Tästä aiheesta sai kyllä hyvin apua laitevalmistajalta. Keskuksen fyysisen mitoituksen kanssa sai todeta itsensä aloittelijaksi. Kun tulin valinneeksi 80 cm:ä leveän kaapin, tämän kokoiseen projektiin, piti laitteiden sijoittelussa olla todella huolellinen. Kaikki onneksi mahtui keskukseen, mutta laajennusvaraa ei juuri jäänyt.

Projektin käyttöönotto tapahtuu vasta sahan kesäseisokilla. Ohjelman toimintaa on kuitenkin simuloitu käyttöön tulevan laitteiston kanssa. Laitteistossa on ollut kiinni kaikki hajautusyksiköt. Näin ollen ohjelma on ohjannut kontaktoreita ja saanut niiltä käyntitietoja. Pyörintävahtejakin on simuloitu, asettamalla logiikan lähtö pulssilähdöksi. Perinpohjaisen simuloinnin johdosta, käyttöönotto tulisi onnistua ilman isompia yllätyksiä.

Projektin tuloksena pystyn vilpittömästi suosittelemaan soft-PLC:tä vaativampiinkin sovelluksiin. Se on ehdottomasti kustannustehokas ratkaisu. Kosketusnäyttöpaneelin käyttö myös pienemmissä sovelluksissa, antaa laajat mahdollisuudet diagnostiikkaan ja järjestelmän kontrolloimiseen.

Omat odotukseni projektilta täyttyivät. Olen saanut valmiudet kokonaisvaltaisen automatisointihankkeen toteuttamisen. Hankkeen tuloksena hakeasemalle saadaan moderni automatiikka. Se tulee parantamaan hakeaseman tuotantoa, mutta järjestelmää tullaan käyttämään myös omien sähköasentajien logiikkakoulutuksessa. Koulutusautomatiikkana se toimii erinomaisesti, koska tunnen kyseiset ohjelmat perin pohjin. Tarkoituksena on aloittaa koulutus linjan vian hakemisesta *STEP 7* -editorin avulla. Myöhemmin kun *STEP 7*-editorin käyttö on tuttua, jatketaan koulutusta ohjelmamuutosten tekemiseen.

Lähteet

Kirjallisuuslähteet

D1 käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006. Espoo: Tammer-Paino Oy.

Introduction to Profibus DP 2002. [online] [viitattu 4.1.2010]. Saatavissa:
http://www.automation.com/images/article/Profibus_Introduction_698A.doc

Metsäliitto-konserni Vuosikertomus 2009. Espoo: Lönnberg Print.

MP 177 (Win CC flexible) 08/2008, operating instructions. [pdf-tiedosto] [viitattu 20.12.2009] Saatavissa:
<http://support.automation.siemens.com/WW/livelink.exe?func=cslib.csinfo&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&objid=37217116&treeLang=en>

Profibus for FA 2009. [online] [viitattu 10.1.2010]. Saatavissa:
<http://www.profibus.com/technology/profibus/for-fa/>

SFS-käsikirja 600 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 2007. Helsinki: SFS.

SIMATIC Controller software 10/2009, brochure. [pdf-tiedosto] [viitattu 3.1.2010]. Saatavissa:
http://www.automation.siemens.com/infocenter/order_form.aspx?nodeKey=key_3110757&lang=en

SIMATIC WinAC MP 2008. [online] [viitattu 30.12.2009]. Saatavissa:
<http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/multi-panels/options/Pages/Default.aspx>

SIMATIC WinCC Flexcible 05/2009, brochure. [pdf-tiedosto] [viitattu 3.1.2010]. Saatavissa:
http://www.automation.siemens.com/infocenter/order_form.aspx?nodeKey=key_3110757&lang=en

Kuvalähteet

Hihnakuljetin [online] [viitattu 24.1.2010]. Saatavissa
http://www.nordautomation.fi/index.php?PAGE=42&NODE_ID=42&LANG=1

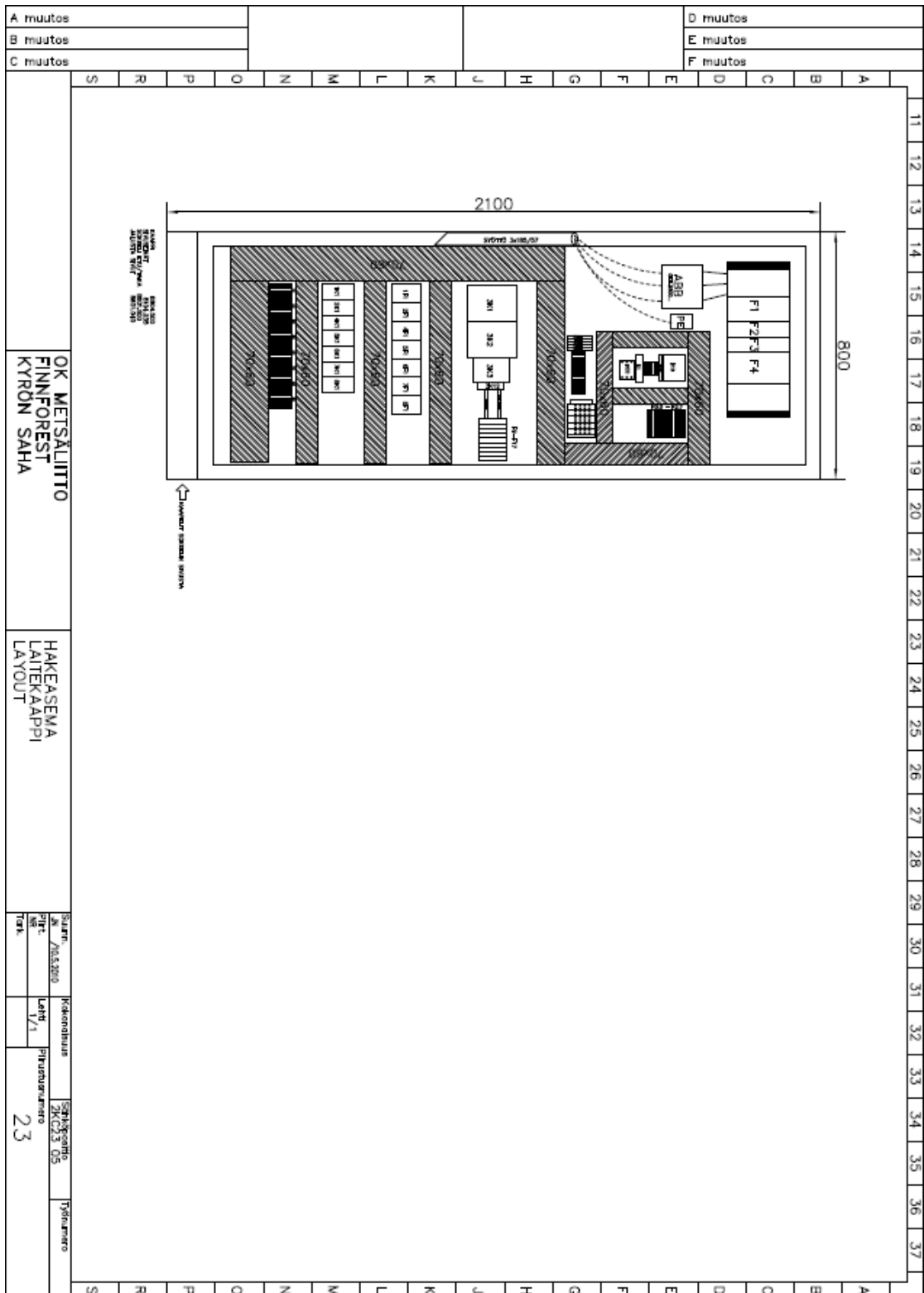
Ruuvikuljetin [online] [viitattu 24.1.2010]. Saatavissa: http://www.forsfood.fi/images/ruuvikuljetin_www.jpg

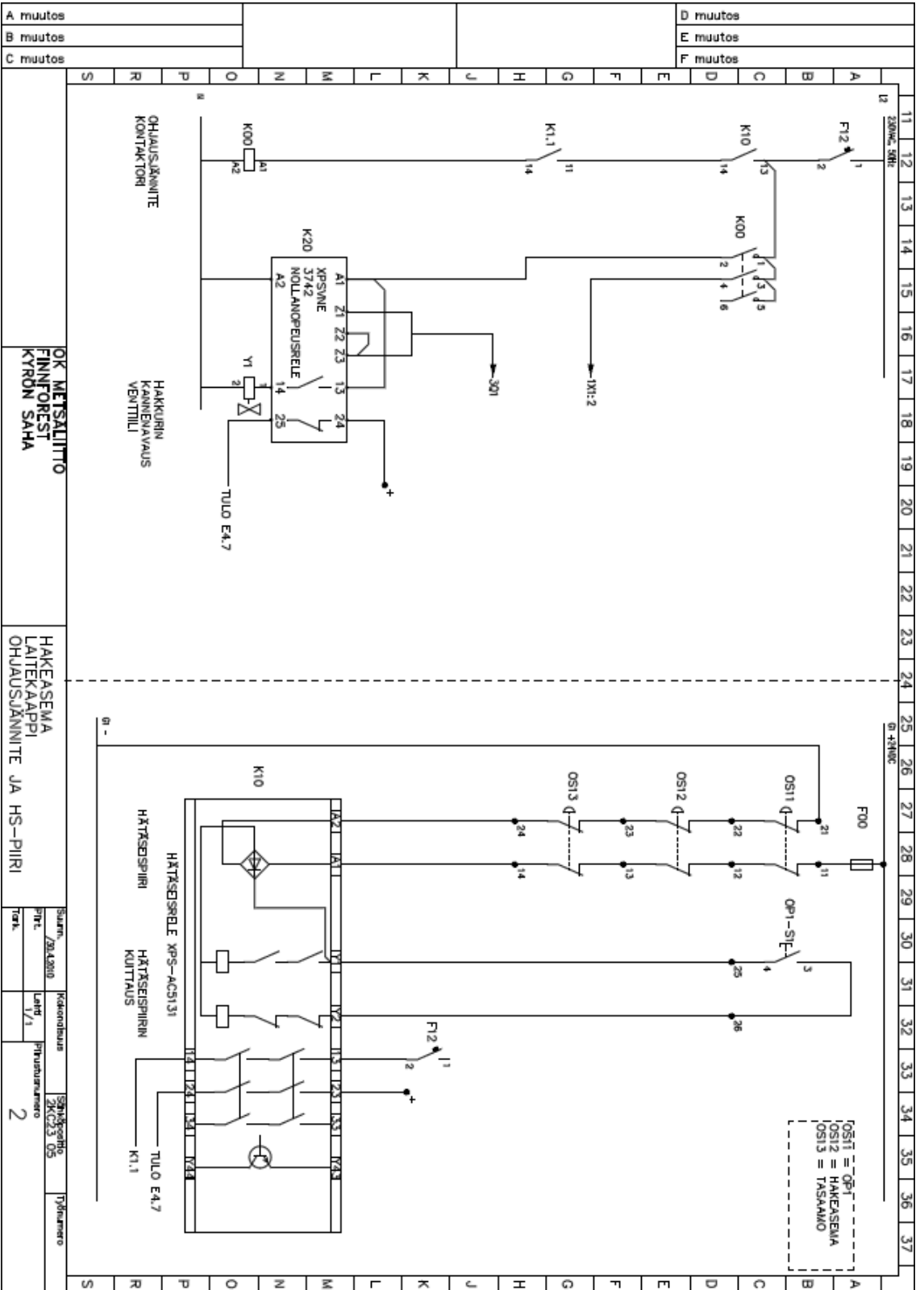
Sulkusyöttimet [online] [viitattu 24.1.2010] Saatavilla: <http://www.kotera.com/sulkusyottimet.htm>

Tärykuljetin 2009, Lehtonen Engineering Oy

Liitteet

Liite 1: Sähkopiirustukset, sähkökeskus





A muutos
B muutos
C muutos

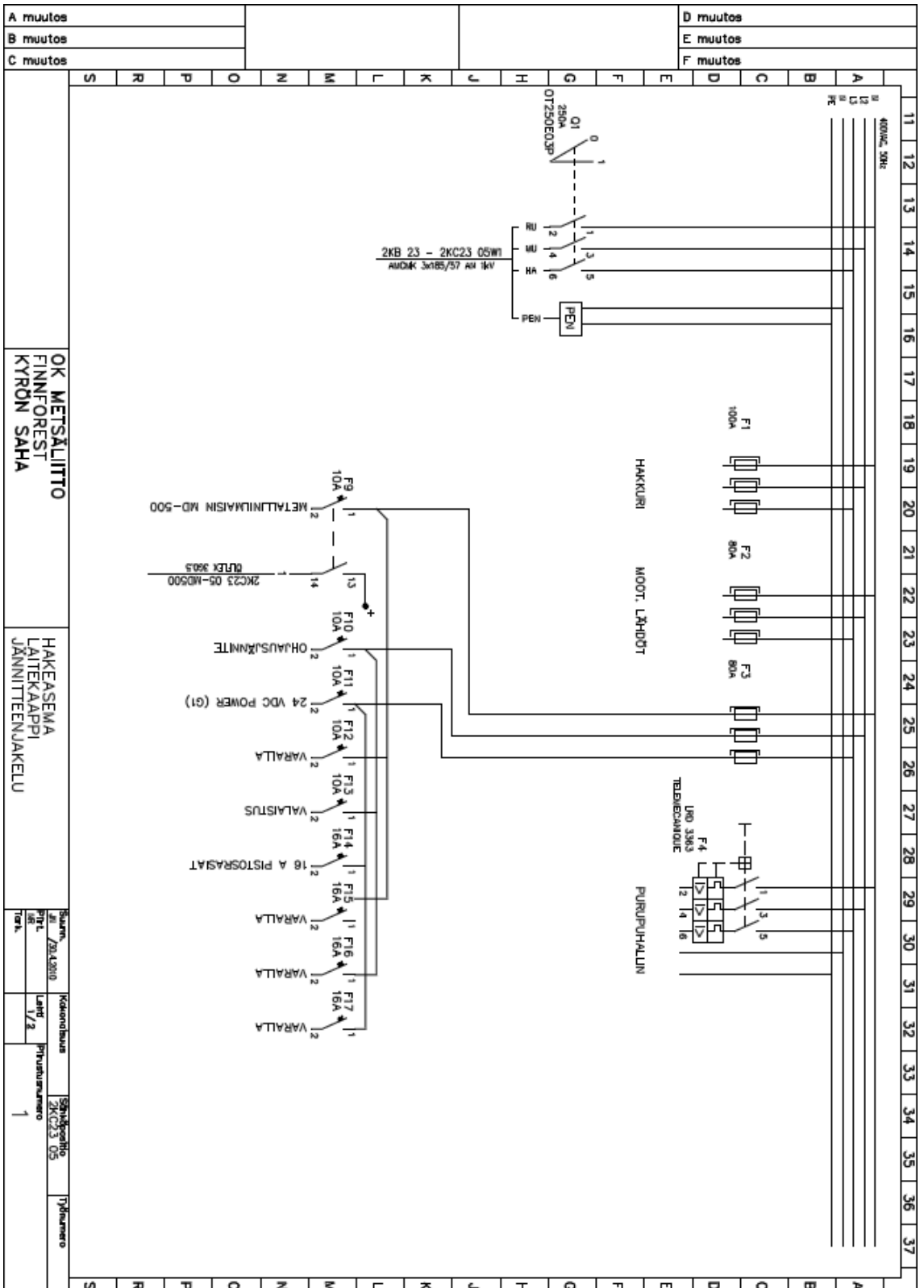
D muutos
E muutos
F muutos

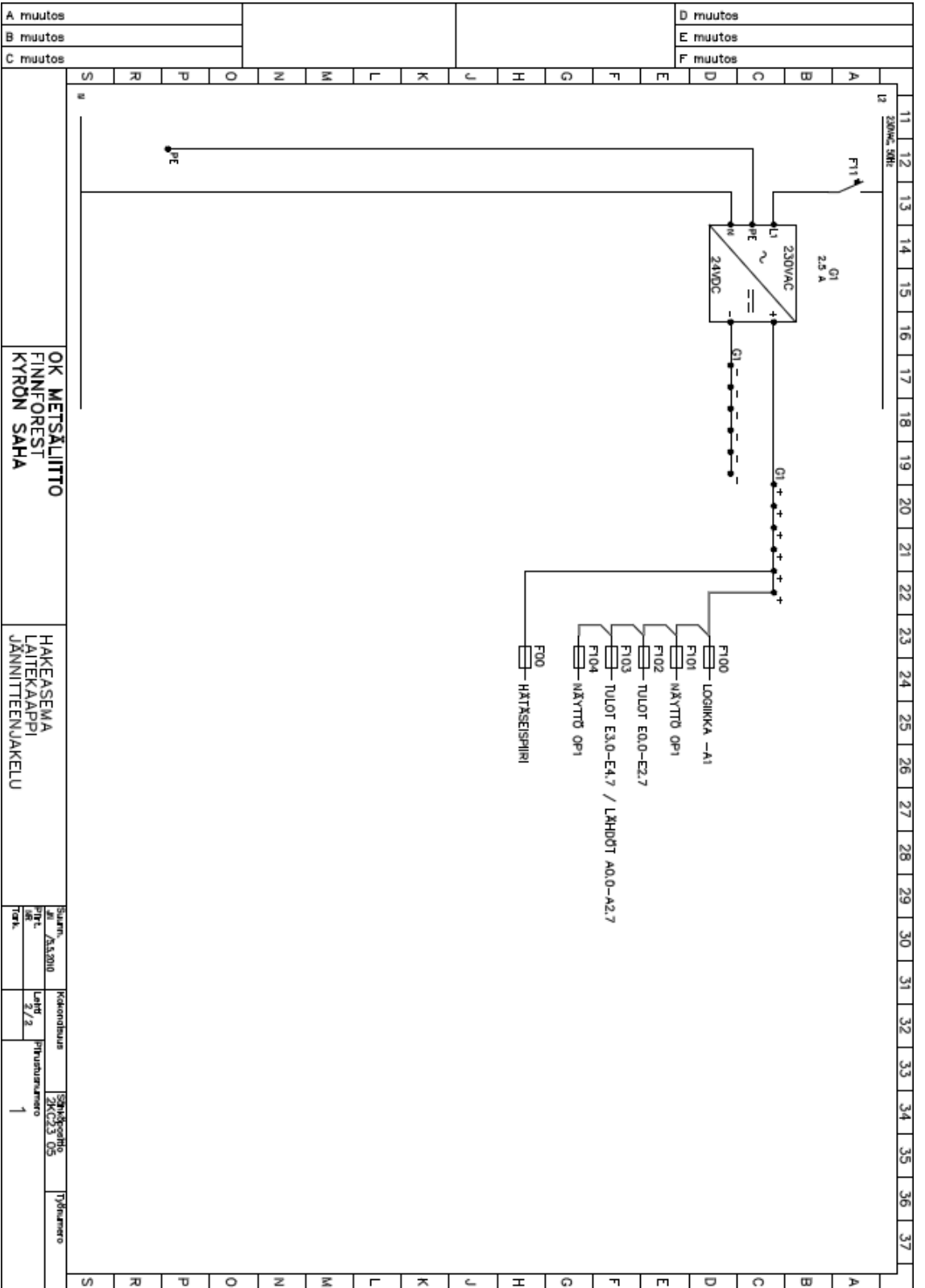
OK METSÄLITTO
FINNFOREST
KYRÖN SAHA

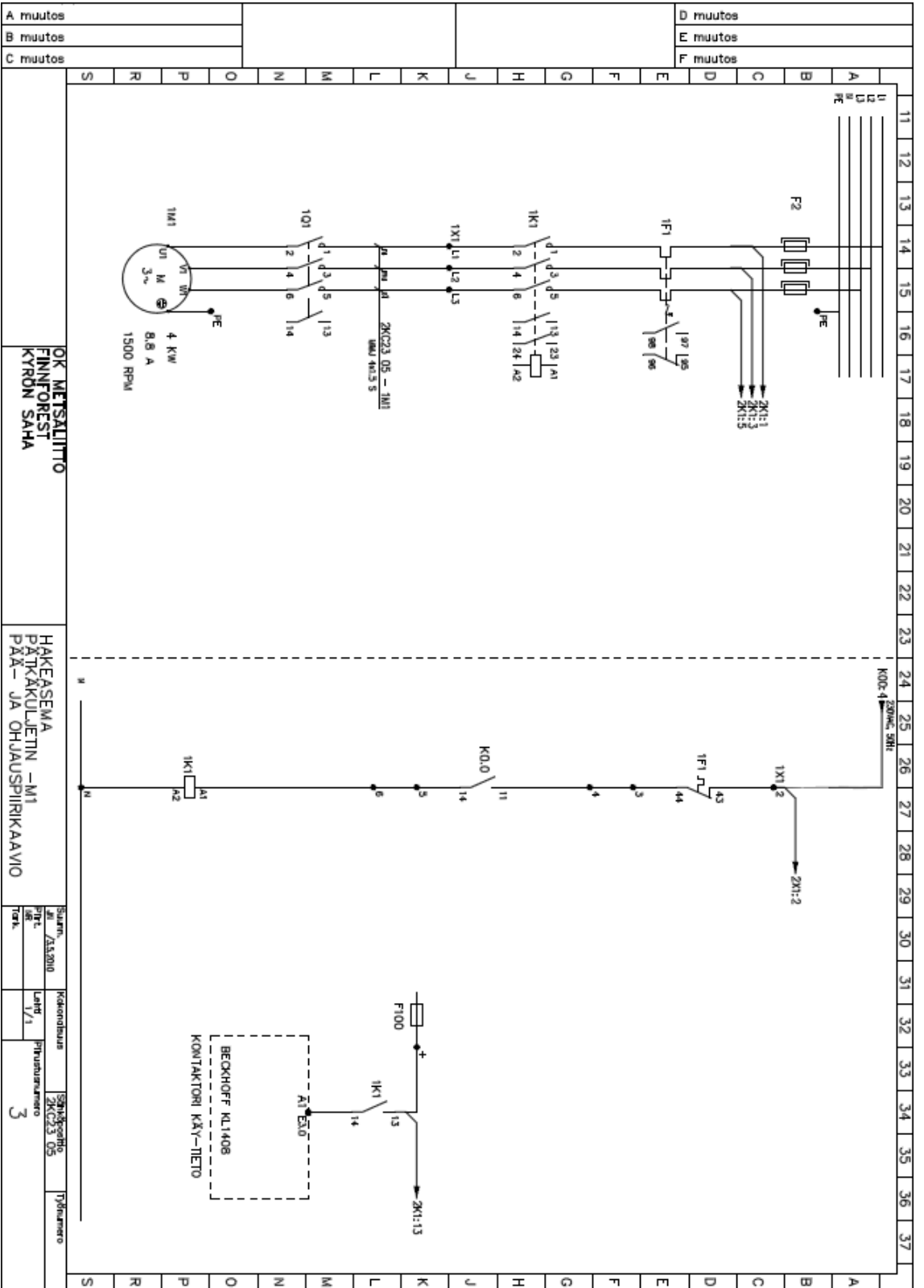
HAKEASEMA
LAITEKAAPPI
OHJAUSJÄNNITTE JA HS-PIIRI

Suunn.	28143810	Kokoonlaajuus	2	Yhteinen
Proj.		Laitte	1/1	
Tark.		Projektiinumero	ZK/C2.3_05	

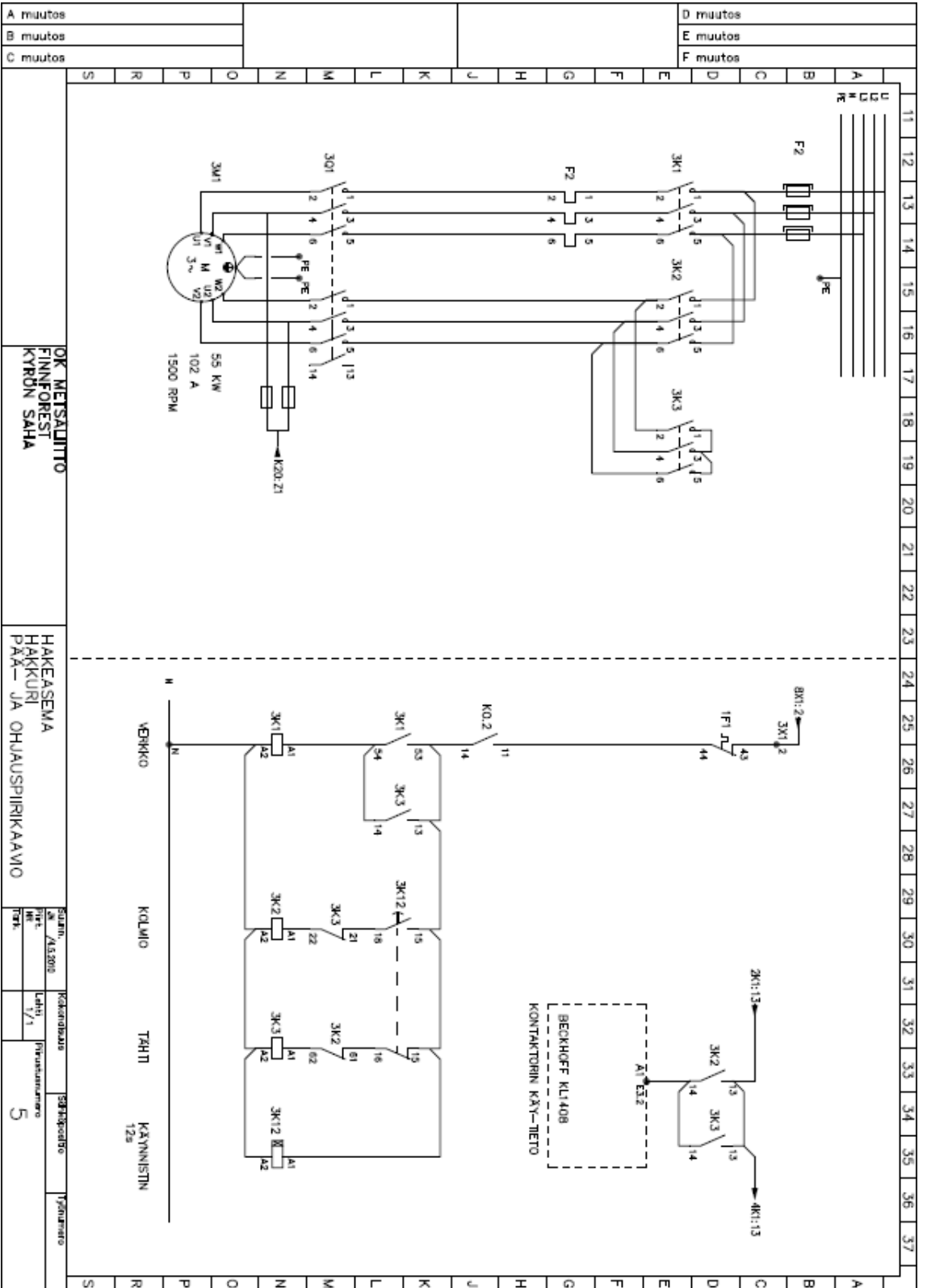
2

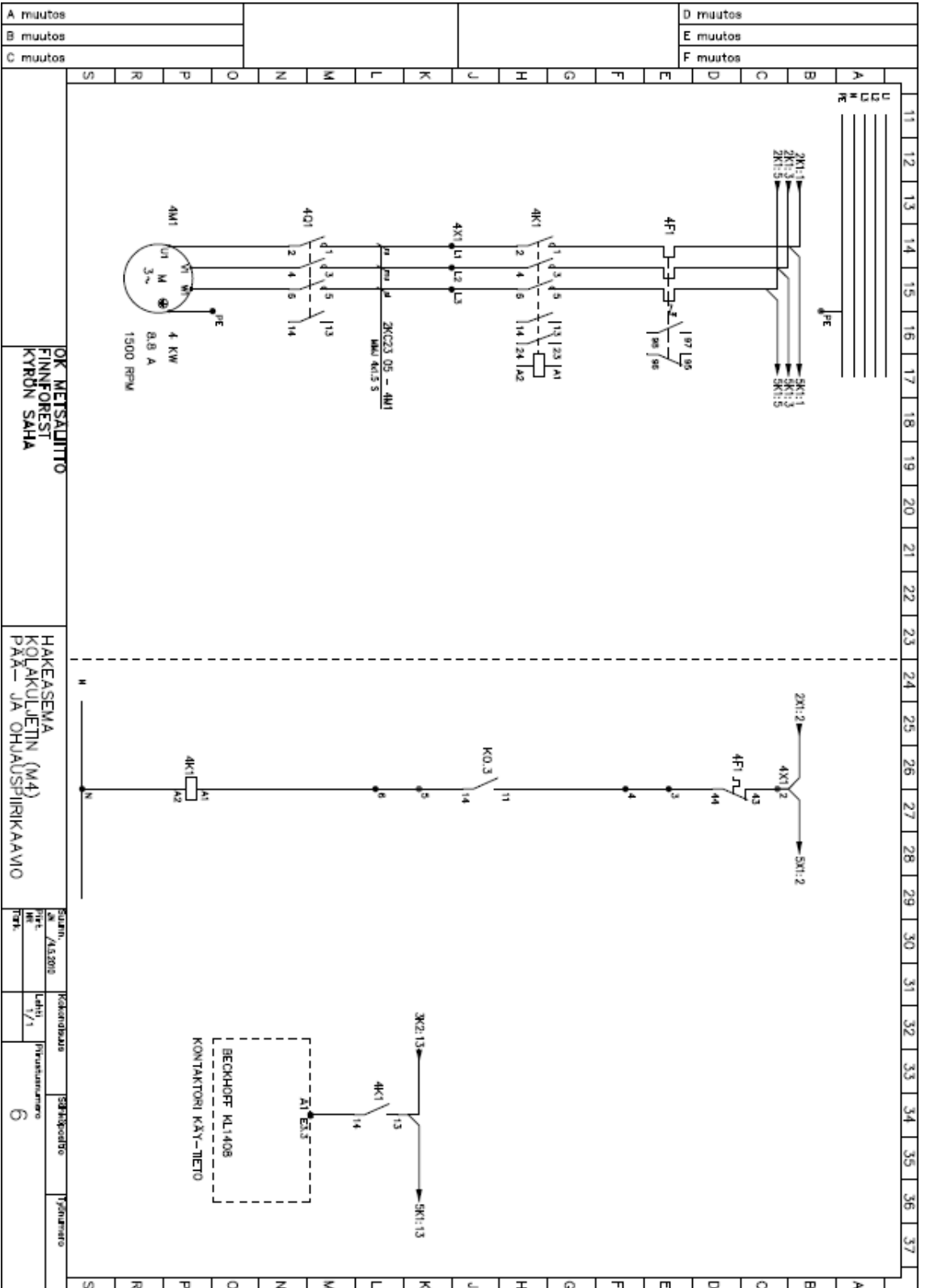


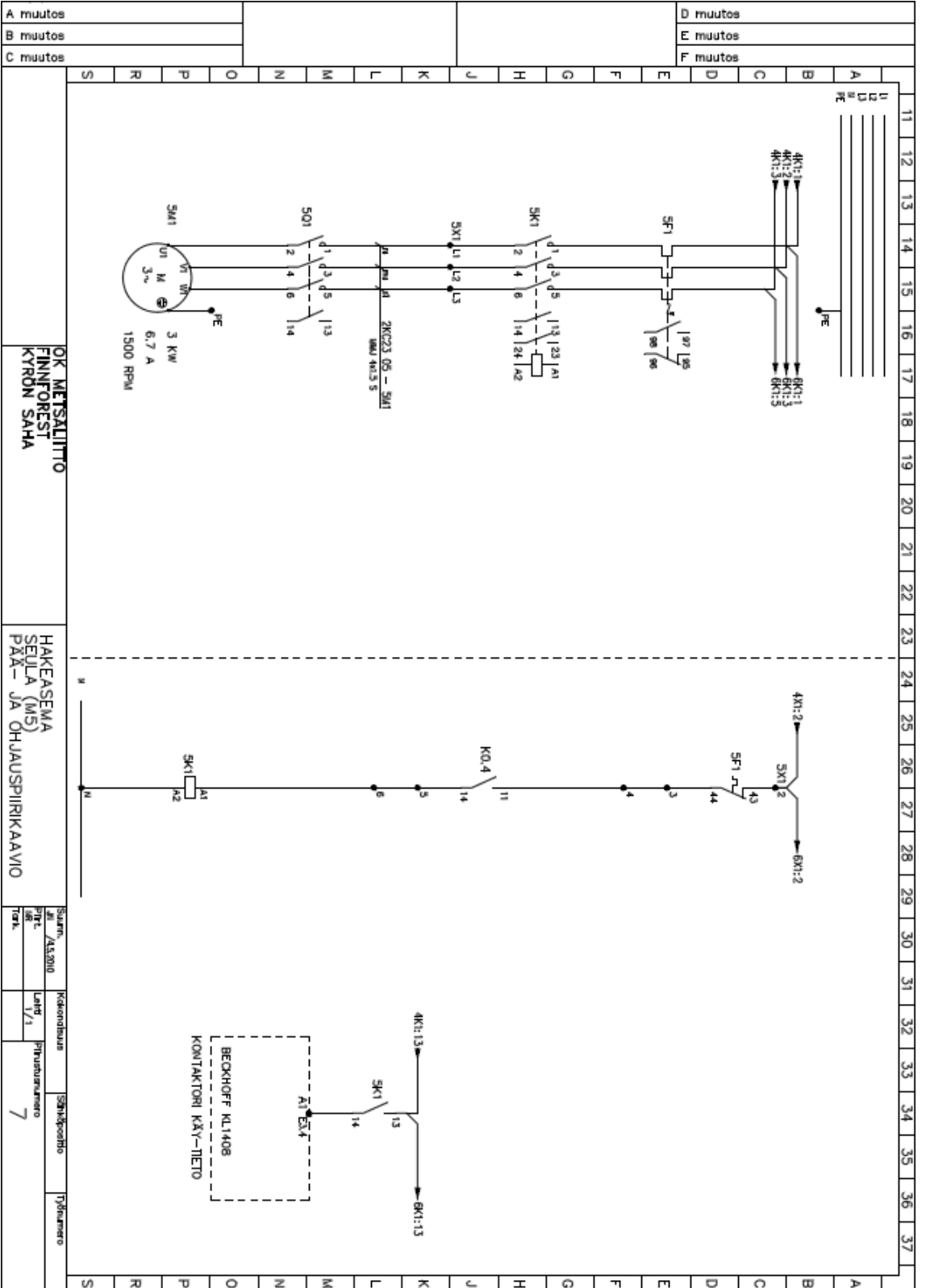


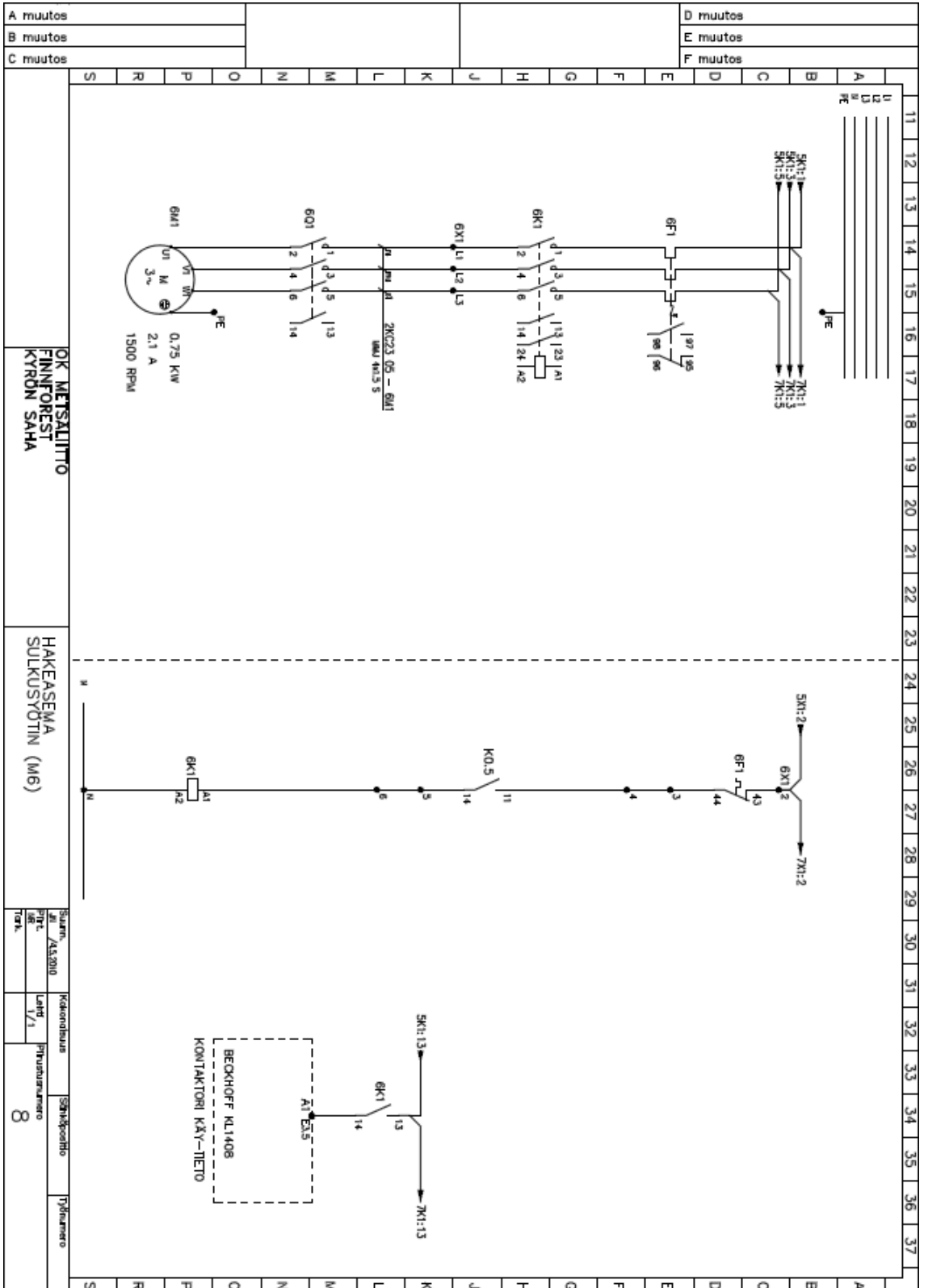


A muutos		D muutos	
B muutos		E muutos	
C muutos		F muutos	
OK METSÄLIIKTO FINNFOREST KYRÖN SAHA		HAKEASEMA PÄTKÄKULJETIN -M1 PÄÄ- JA OHJAUSPIIRIKAAVIO	
Suuri	13,900	Kokonaismäärä	3
M		Lehti	1/1
Tek.		Siirtokappale	2K1:3_05
		Prinssi numero	
		Dy-numero	









A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos

S	R	P	O	N	M	L	K	J	H	G	F	E	D	C	B	A	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
																	U	D	H	K																											

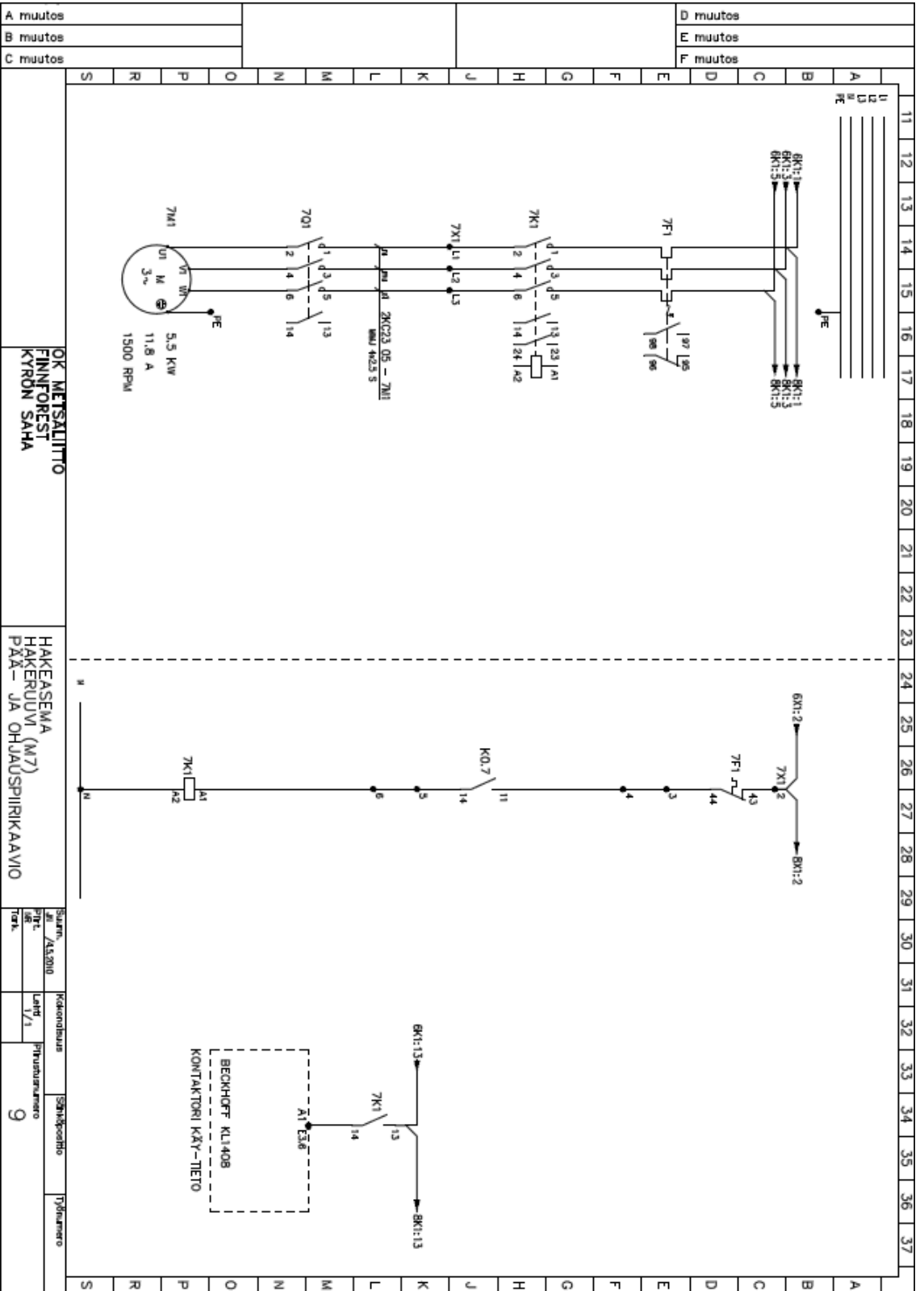
OK METSÄLIIKTO
FINNFOREST
KYRÖN SAHA

HAKKASEMA
SULKUSYÖTIN (M6)

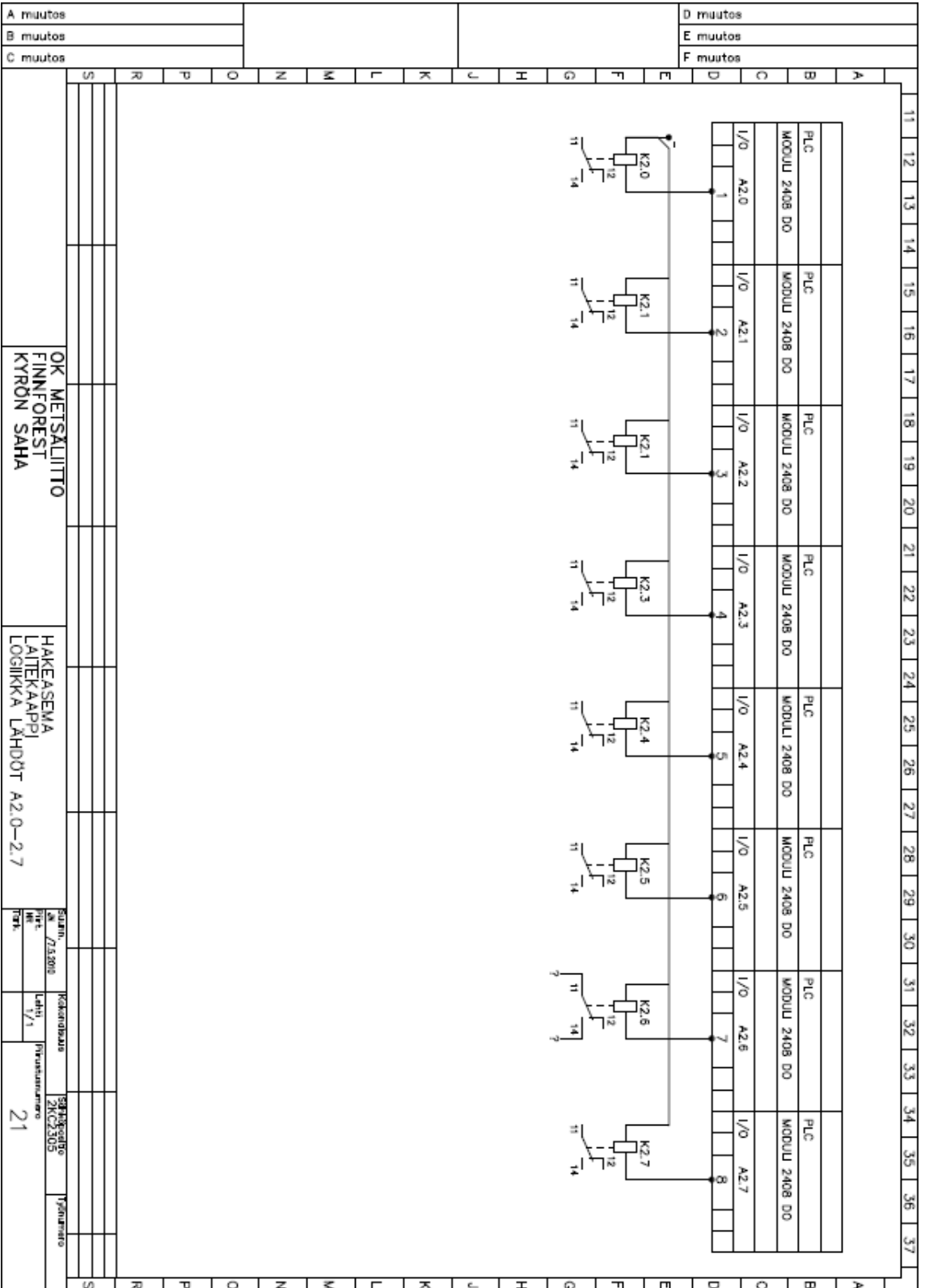
Suunn.	43.9/00
Mt.	
Tark.	

Kokonaissivu	Sivunpöytä	Dyönumero
Laitte	Prinssi	
7/1		

8



A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos
OK METSÄLIIKTO FINNFOREST KYRÖN SAHA	
HAKEASEMA (M7) HAKEARUUVI PÄÄ- JA OHJAUSPIIRIKAAVIO	
Suuren 1/1	Kokonaissuurus 1/1
1/1	1/1
9	
BECKHOFF KL1408 KONTAKTORI KÄY-TIETO	



OK METSÄLIIKTO
FINNFOREST
KYRÖN SAHA

HAKEASEMA
LAITEKAAPPI
LOGIIKKA LÄHDÖT A2.0-2.7

Suunn. 7/15.2016
Mk
Teh.

Kokonaus
Lohi 1/1

Projektiluokitus
2K2.205

Yhtymänumero
21

