



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# KUORIMOLINJAN SÄHKÖISTYS JA AUTO- MATISOINTI

Johannes Peurala

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2016  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka

PEURALA, JOHANNES:  
Kuorimolinjan sähköistys ja automatisointi

Opinnäytetyö 99 sivua, joista liitteitä 55 sivua  
Huhtikuu 2016

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli asiakkaana olevan sahayrityksen kuorimolinjan sähköistyksen ja automatisoinnin suunnittelu, toteutus ja käyttöönotto. Kaikki opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin. Kyseisen sahayrityksen sahall tukit sahattiin ennen kuorineen. Tämän opinnäytetyön jälkeen tukkien sahaus voitiin tehdä tukit kuorittuina, ja sen ansiosta sahauksen sivutuotteet saatiin paremmin hyödynnettyä.

Kuorimolinjan automatisointi toteutettiin asiakkaan toiminnankuvauksen mukaisesti ja saatiin toimimaan asiakkaan haluamalla tavalla. Työn ensimmäisenä vaiheena oli kuorimolinjan prosessiin tutustuminen. Seuraavaksi suunniteltiin sähköistys ja automatisointi, jonka jälkeen tehtiin asennustyöt. Lopuksi kuorimolinjalle tehtiin toimintakokeet ja käyttöönotto. Kuorimolinjan ohjaus toteutettiin Siemensin ohjelmoitavalla logiikalla. Säädettyjä sähkömoottorikäyttöjä linjalle tuli viisi ja suoria käyttöjä kuusi. Logiikkaan liitetyt, koneiden toimintaa ohjaavat anturoinnit toteutettiin raja-antureilla ja valokennoilla.

Työn perusteella voidaan todeta, että ohjelmoitava logiikka soveltuu hyvin sahateollisuuden prosessien automatisointiin ja ohjaamiseen. Ohjelmoitavalla logiikalla ohjatun prosessin toimintaa on helppo myöhemmin muokata tai muuttaa, koska silloin ei tarvitse kuin liittää tietokone logiikkaan ja muokata logiikan ohjelmaa. Taajuusmuuttajien avulla saadaan helposti säädettyä koneet pyörimään haluttua nopeutta ja taajuusmuuttajien ohjaaminen ohjelmoitavan logiikan avulla onnistuu vaivattomasti.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme Electrical Engineering  
Option of Electrical Power Engineering

PEURALA, JOHANNES:

The Electrification and Automatization of Debarking Plant Line

Bachelor's thesis 99 pages, appendices 55 pages

April 2016

---

The purpose of this bachelor's thesis was to plan the electrification, the automatization, the implementation and the commissioning to the client's sawmill company's debarking plant line. Logs are sawing with their barks in the client's sawmill but after this thesis it could be possible to saw logs without barks and to better utilized byproducts.

The Automatization of the debarking plant line was implemented in accordance with the client's description of the operation. The operation of the debarking plant line was customized according to the client's specifications. The first part of the project was to get acquainted with debarking plant line's process. The next part was to plan the electrification and the automatization, and then the physical installations. Finally the commissioning was done to the debarking plant line. Controlling the debarking plant line was implemented by Siemens's programmable logic controller. There were five controlled electric motor usages and six direct operations in the debarking plant line. The PLC usages are controlled by sensors. The sensors are either border or light sensors.

It can be stated that programmable logic controller is suitable for sawmill industry processes' automatization and controlling. A process which is controlled by a PLC is easy to edit later by connecting a computer to the PLC to edit the program. Using AC drives, the machines can be adjusted to a desired rotational speed and controlling AC drives with PLC can be done effortlessly.

---

Key words: sawmill, debarking plant, electricity, automatization, programmable logic controller

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	KUORIMOLINJA.....	8
2.1	Kuorimolinjan osat .....	8
2.2	Kuorimolinjan toiminnankuvaus, sahausprosessin uusi osa.....	14
2.3	Kuorimolinjan oikosulkumoottorit .....	16
3	SUUNNITTELU .....	18
3.1	Piirustukset.....	18
3.2	Verkostolaskenta.....	19
3.2.1	Tehon mitoitus .....	19
3.2.2	Oikosulkuvirta.....	22
3.2.3	Jännitteen alenema .....	24
3.3	Ohjelmoitava logiikka.....	27
4	KESKUS .....	29
4.1	Jakelujärjestelmät.....	30
4.2	Moottorilähtöjen etukojeet.....	31
4.2.1	Sulakkeet .....	34
4.2.2	Kontaktorit .....	34
4.2.3	Ylikuormitussuojat.....	35
4.3	Ohjelmoitava logiikka.....	35
5	MUUT KOMPONENTIT .....	37
5.1	Kaapelit.....	37
5.2	Taajuusmuuttajat.....	37
5.3	Turvakytkimet ja hätäpysäytys .....	38
5.4	Anturit .....	40
5.5	Ohjauspaikat .....	40
6	KÄYTTÖÖNOTTO .....	41
6.1	Käyttöönottotarkastukset .....	41
6.2	Toimintakokeet .....	41
7	POHDINTA.....	43
	LÄHTEET .....	44
	LIITTEET .....	45
	Liite 1. Keskuksen pääkaavio.....	45
	Liite 2. Keskuksen piirikaavio.....	51
	Liite 3. Ohjauspaikkojen piirikaaviot.....	76
	Liite 4. 750rpm oikosulkumoottorien tekniset tiedot (Siemens).....	78

Liite 5. Oikosulkumoottorien tehokertoimet käynnistyksessä (ABB:n TTT-käsikirja) .....	79
Liite 6. Logiikan I/O luettelo.....	80
Liite 7. Logiikan ohjelma .....	83
Liite 8. Moottorilähtöjen kojevalintataulukko (ABB:n TTT-käsikirja) .....	99

**LYHENTEET JA TERMIT**

CADS	tietokoneohjelma sähköpiirustusten tekemiseen
CPU	Central Processing Unit
EMC	Electromagnetic Compatibility
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka
TIA Portal	Totally Integrated Automation, Siemensin automaatio suunnitteluohjelma

## 1 JOHDANTO

Sahalaitoksissa tukkien sahauksesta syntyvillä sivutuotteilla on tärkeä merkitys sahayri-  
tysten taloudessa. Kuorimolinjalla olevan kuorimokoneen tarkoitus on poistaa tukeista  
kuoret, jonka jälkeen tukit voidaan sahata sahatavaraksi. Jos tukit sahataan kuorineen,  
niin sivutuotteiden laatu ja käytettävyys heikkenevät.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Hietasen Saha Oy:n kuorimolinjan sähköistykseen ja  
automatisointiin liittyvät vaiheet. Hietasen Saha Oy on tilannut tämän projektin Sata-  
kunnan Sähköasennus Oy:ltä, joka on tämän opinnäytetyön toimeksiantaja. Hietasen  
Saha Oy:n sahalaiteksella ei ole ennen ollut kuorimolinjaa ja tukit on sahattu kuorineen.  
Kuorimolinjan hankkimista voidaan pitää merkittävänä investointina, koska kuorimolin-  
jan valmistumisen jälkeen saadaan sahauksen sivutuotteet hyödynnettyä paremmin kuin  
ennen.

Työn tavoitteena on, että kuorimolinjan toiminta saadaan täysin automatisoitua niin, että  
kuorimolinjalla ei tarvitse olla henkilöitä ohjaamassa ja valvomassa prosessia. Tässä  
opinnäytetyössä käsiteltäviä osa-alueita ovat kuorimolinja ja sen koneiden toiminta,  
kuorimolinjan sähköistuksen ja automatisoinnin suunnittelu, komponenttien valinta ja  
mitoitus, projektin toteutus sekä käyttöönotto.

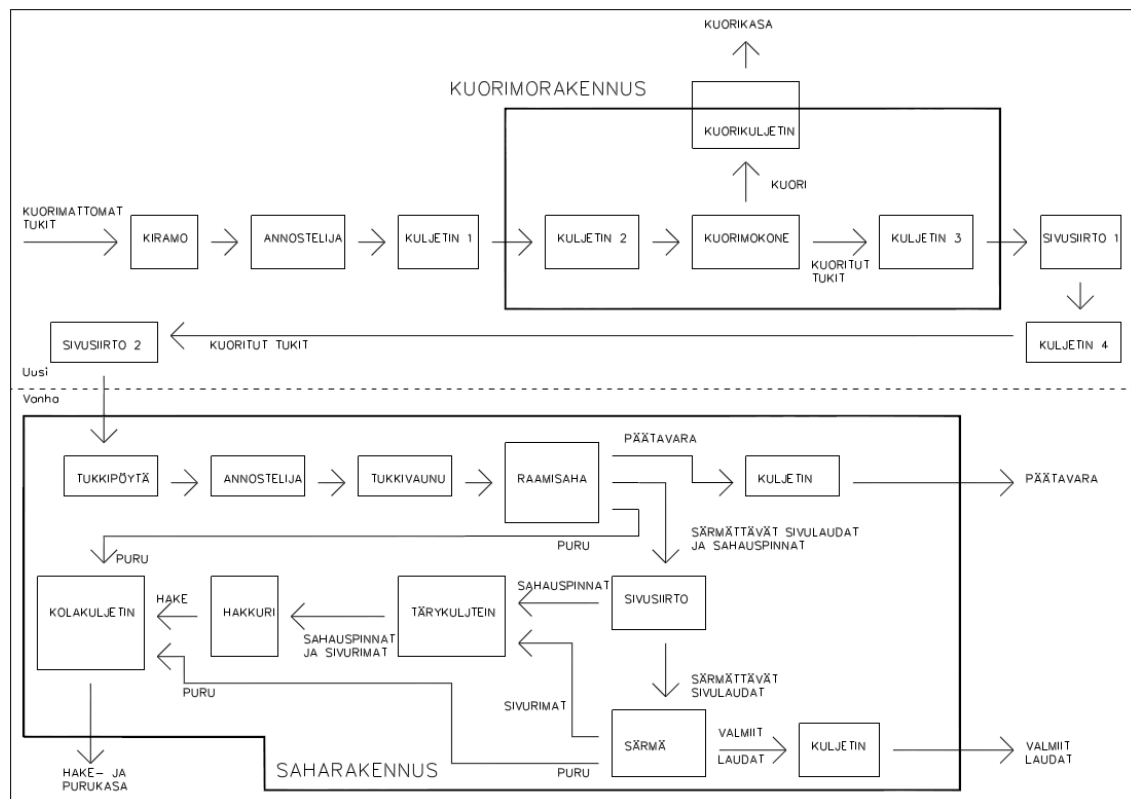
## 2 KUORIMOLINJA

Tukkien sahauksesta syntyviä sivutuotteita ovat hake, puru ja kuori. Puru käytetään selu- ja hioketeollisuudessa, lastulevy- sekä kuitulevyteollisuudessa ja myös energian lähteenä. Hake menee kemiallisen metsäteollisuuden raaka-aineeksi. Kuoren käyttökohde on yleisimmin polttaminen ja sen lämpöarvo riippuu kuoren kosteudesta. Sivutuotteiden osuudet kuorellisen tukin tilavuudesta ovat noin 30 %:a haketta, 12 %:a purua ja 12 %:a kuorta. Sahauksen sivutuotteiden arvo on 12–17%:a sahalaitosten kokonaistuotosta, joten niillä on varteenotettava merkitys sahayritysten taloudessa. Tukkien kuoriminen vähentää myös sahojen terien vaurioitumista, koska kuorinnassa tukkien pinnalta poistuu haitallinen aines kuten hiekka. (Kuikka & Kunelius 2002, 50–51, 64–65; Koponen 2002, 33.)

### 2.1 Kuorimolinjan osat

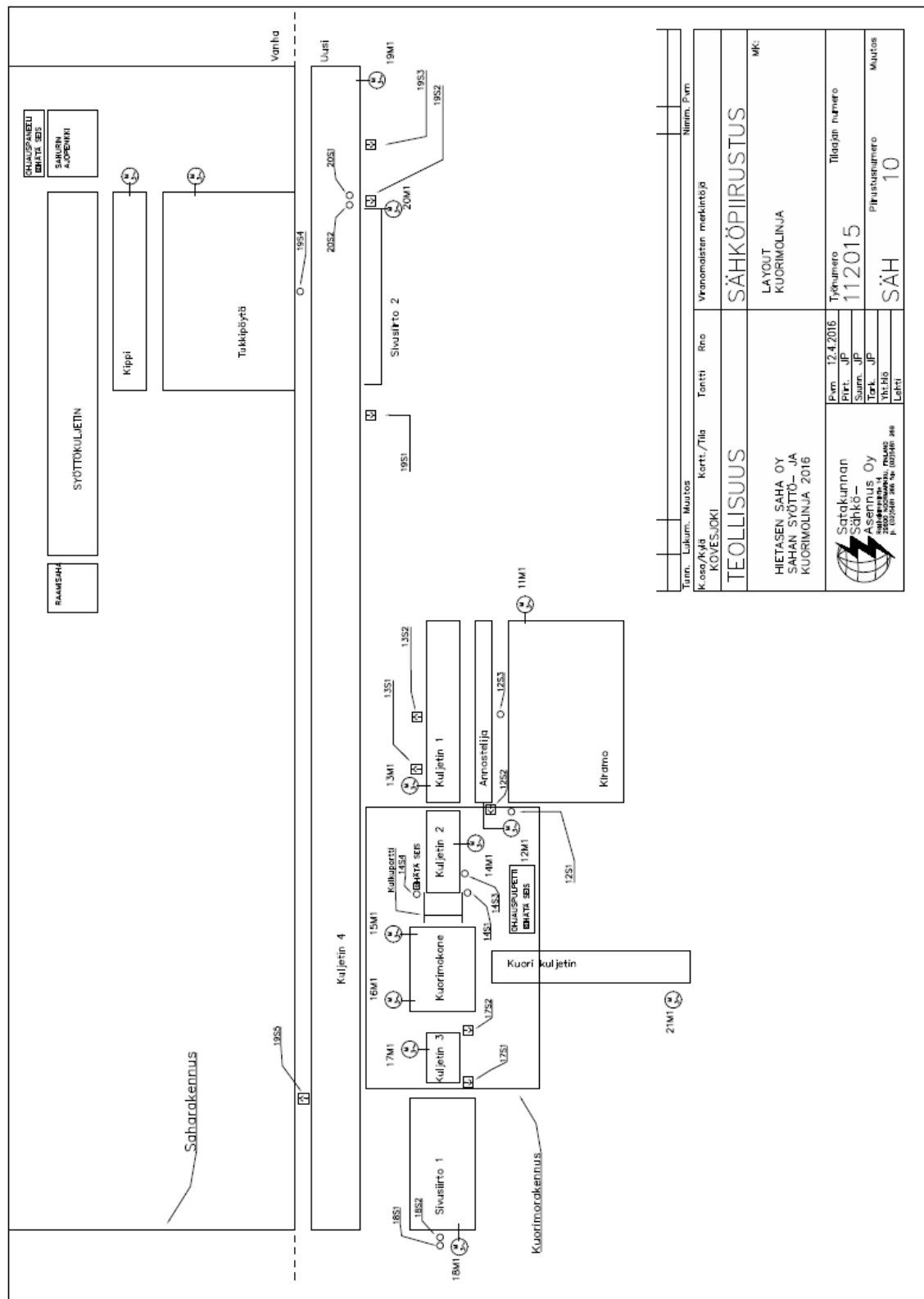
Tämän projektin ensimmäisenä vaiheena oli tutustuminen kuorimolinjan prosessiin ja sen koneisiin. Tässä luvussa esitellään kuorimolinjan koneet ja niiden käyttötarkoitukset sekä kuorimolinjan toiminta lohkokaavio muodossa. Kuvassa KUVA 1 on esitetty Hietasen Saha Oy:n kuorimon ja sahan prosessin lohkokaavio. Ensimmäisellä kerralla, kun kävin sahalla, hahmottelin paperille layout piirustuksen kuorimolinjasta. Sen jälkeen piirsin layoutin puhtaaksi tietokoneella, joka on esitetty kuvassa KUVA 2.





### KUVA 1. Sahan ja kuorimon prosessin lohkokaavio

Lohkokaavioon (KUVA 1) on merkitty prosessin uuden ja vanhan osan raja. Ennen kuorimolinjaa tukit tuotiin tukkikentältä suoraan saharakennuksen tukkipöydälle ja sahattiin kuorineen. Tukkien kuoret menivät tämän takia purun ja hakkeen kanssa samaan kasaan. Nyt kuorimolinjan toteutuksen jälkeen tukit tuodaan tukkikentältä kuorimolinjan ensimmäiselle koneelle eli kiramoon (KUVA 3) ja siitä tukit kulkeutuvat kuorimolinjaa pitkin kuorimokoneeseen (KUVA 6), joka kuorii tukit. Kuorimokoneesta kuoritut tukit jatkavat matkaa kuorimolinjaa pitkin ja saapuvat saharakennuksen tukkipöydälle. Kuorikuljetin (KUVA 6) kuljettaa tukkien kuoret omaan kasaan kuorimorakennuksen ulkopuolelle. Muut sivutuotteet eli hake ja puru menevät saharakennuksesta vielä yhteiseen kasaan. Tulevaisuudessa prosessia on tarkoitus muuttaa niin, että myös puru ja hake menevät omiin kasoihin, jolloin kaikki sivutuotteet saadaan hyödynnettyä mahdollisimman hyvin.



KUVA 2. Kuorimolinjan tasolayout

Tasolayoutiin (KUVA 2) on merkitty kuorimolinjan osat niille paikoille, missä ne todellisuudessa sijaitsevat. Piirustuksesta selviää kuorimolinjan koneiden, moottorien, anturien, ohjauspaikkojen ja hätä seis painikkeiden sijainnit. Kuvaan on merkitty myös prosessin uuden ja vanhan osan raja.

Hietasen Saha Oy:n sahan kuorimolinjalle tuli kymmenen konetta, jotka ovat kiramo, annostelija, neljä tukkikuljetinta, kuorimokone, kaksi sivusiirtoa ja kuorikuljetin. Kiramo (KUVA 3) on kone, johon tukkikentälle varastoidut tukit tuodaan kuormaajan avulla. Kiramon pyöriessä tukit tarttuvat kiramon ketjuihin kiinnitettyihin lapoihin, joita kiramossa on neljä. Lapojen mukana tukit nousevat kiramons seinämää ylöspäin ja kiramons päältä tukit vierivät annostelijalle.



KUVA 3. Kiramo siirtää tukit annostelijalle

Kiramons jälkeen seuraava kone on annostelija (KUVA 4). Annostelijans tehtävänä on siirtää kiramons tulevat tukit ensimmäiselle kuljettimelle. Annostelijans moottori pyörittää vaihteiston akseliin kiinnitettyä vartta, jonka toinen pää on kiinnitetty annostelijaan. Kun vaihteiston akseli pyöriää yhden kierroksen, niin varsi tekee yhden edestakaisen liikkeen. Varteen kiinnitetty annostelija kallistuu varren liikkeen ansiosta aluksi vasemmalle jolloin annostelijalla oleva tukki putoaa annostelijans vasemmalla puolella olevalle kuljettimelle ja sitten annostelija kallistuu takaisin oikealle.



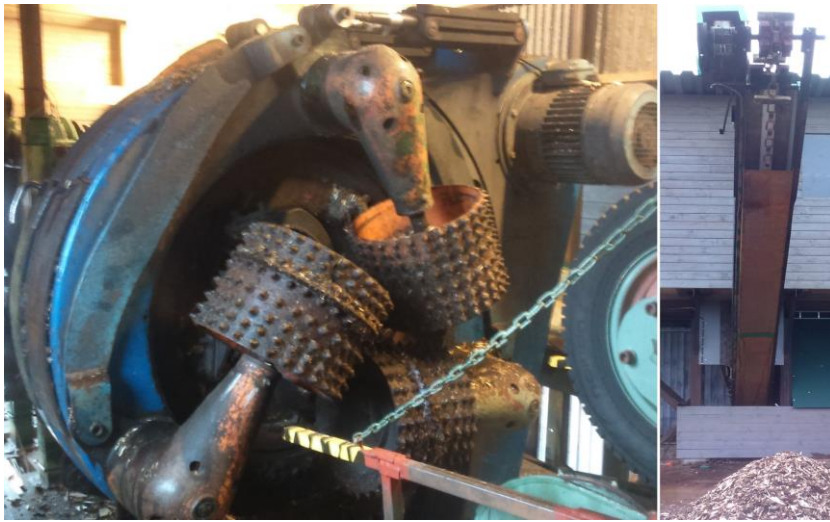
KUVA 4. Annostelija annostelee tukit kuljetin 1:lle

Annostelijan jälkeen on kaksi kuljetinta (KUVA 5). Ensimmäinen kuljetin kuljettaa annostelijalta tulleen tukin toiselle kuljettimelle. Toinen kuljetin kuljettaa tukin kuorimokoneeseen ja myös kohdistaa tukin kuorimokoneen keskelle.



KUVA 5. Vasemmalla kuljetin 1 ja oikealla kuljetin 2

Kuorimokone (KUVA 6) kuorii tukeista kuoren pois. Tukkien kuori putoaa kuorimokoneen alapuolella olevalle kuorikuljettimelle (KUVA 6), joka kuljettaa tukkien kuoret pois kuorimorakennuksesta. Kuorimokoneen merkki ja malli on Cambio 66 ja se on tyypiltään reikäroottorikuorimokone. Kuorimokoneessa on kaksi oikosulkumoottoria. Toinen moottori pyörittää piikikkäitä rullia, jotka näkyvät kuvassa KUVA 6. Rullien tehtävänä on tukin kuljettaminen kuorimokoneen läpi. Kuorimokoneen molemmilla puolilla on samanlaiset rullat. Toinen kuorimokoneen moottori pyörittää kuorintateriä, jotka ovat kuorimokoneen sisällä. Kuorintaterät pyörivät kuorimokoneen läpi syötetyn tukin ympäri ja kuorivat tukista kuoren pois.



KUVA 6. Vasemmalla kuorimokone, joka kuorii tukit ja oikealla kuorikuljetin, joka kuljettaa kuoret pois kuorimorakennuksesta

Kuorimokoneen jälkeen linjalla seuraava kone on kolmas kuljetin (KUVA 7), joka ottaa vastaan kuorimokoneesta tulevan tukin ja siirtää sen ensimmäiselle sivusiirrolle (KUVA 7). Sivusiirto toimii siten, että aluksi se kallistuu oikealle, jolloin tukki vierii sivusiirrolta pois neljännelle kuljettimelle. Kun tukki on kuljetin 4:lla, sivusiirto kallistuu vasemmalle takaisin keskiasentoonsa.



KUVA 7. Vasemmalla kuljetin 3 ja oikealla sivusiirto 1

Kuorimolinjan neljäs ja viimeinen kuljetin (KUVA 8) kuljettaa kuoritut tukit kohti saharakennusta. Kuljettimen päässä on toinen sivusiirto (KUVA 8), joka puskee tukit saharakennuksen sisällä olevalle tukkipöydälle.





KUVA 8. Vasemmalla kuljetin 4 ja oikealla sivusiirto 2

## 2.2 Kuorimolinjan toiminnankuvaus, sahausprosessin uusi osa

Tilaajan toiveena oli, että kuorimolinjan toiminta tulisi automatisoida, niin ettei kuorimolinjalla tarvitse olla henkilöitä töissä, vaan kuorimolinjan prosessia voidaan ohjata saharakennuksesta sahurin ajopenkistä. Valvontakameroiden avulla saadaan näköyhteys sahurin ajopenkistä kuorimolinjalle, jotta kuorimolinjan prosessia voidaan valvoa. Tarkoituksena on, että kun kuorimolinja painetaan käyntiin, niin kiramoon kuormatut tukit tulevat kuorimolinjan kautta saharakennukseen automaattisesti.

Kun kuorimokone käynnistetään kylmänä, niin kuorimokoneen kuljetinmoottorin on pyörittävä tietyn aikaa ennen kuin terämoottorin saa käynnistää. Kuljetinmoottorin pitää pyöriä niin kauan, kunnes koneen sisällä oleva voiteluöljy ehtii kiertää koneen joka paikassa. Öljyn riittävä kierto indikoituu sillä, että kuorimokoneen kyljessä olevasta reiästä alkaa valua öljyä, joka valuu takaisin koneen öljysäiliöön. Kun kuorimokoneen voiteluöljyn kierto on kunnossa, voidaan terämoottori käynnistää. Sen jälkeen voi linjan muut moottorit käynnistyä, jos niille asetetut ehdot täyttyvät. Kiramo pyörii silloin, kun annostelijassa on tilaa. Annostelija pyörii, kun kuljetin 1:llä on tilaa. Kuljetin 1 pyörii, kun sillä on tukki. Kuljettimet 2, 3 ja 4 voivat pyöriä koko ajan. Sivusiirrot 1 ja 2 liikkuvat silloin kun tukki on niiden kohdalla. Sivusiirto 2:n pitää siirtää tukit saharakennuksen tukkipöydälle niin, että tukkien latvapää tulee aina samalle kohdalle. Jos tukki on liian pitkä, niin on oltava takaraja jolloin sivusiirto 2 siirtää tukin siten, että tukin tyvipää ei mene liian pitkälle vaikka latvapää ei olisi vielä oikealla kohdalla. Kuorikuljettimen on pyörittävä aina, kun kuorimokoneen terämoottori on käynnissä.

Kuorimolinjaa tulee voida ohjata kahdesta paikasta, saharakennuksesta sahurin ajopenkkiin asennettavasta ohjauspaneelist ja kuorimorakennuksesta kuorimokoneen läheisyyteen tulevasta ohjauspulpetista. Näihin kahteen paikkaan tulee laittaa myös hätäseis painikkeet, jotka pysäyttävät koko kuorimolinjan. Ohjauspaikoista on voitava ajaa käsiajolla joitakin koneita. Esimerkiksi jos linjalla tulee jokin häiriö, kuten kaksi tukkia menee limittäin yhtä aikaa kuorimokoneeseen, niin voidaan käsiajoilla peruuttaa tukit pois linjalta. Käsiajot eteen- ja taaksepäin tulee kuorimokoneen kuljetinmoottorille ja kuljetin 2:lle ja käsiajot eteenpäin tulee kuljetin 1:lle, annostelijalle ja kiramolle. Kulku kuorimolinjan ohjauspulpetille tapahtuu kuljetin 2:n ja kuorimokoneen välistä. Turvallisuuden takia tähän kohtaan asennetaan portti, rajakytkimet ja kuittauspainike. Kun portti aukeaa, kuorimolinjan kuljettimet 1 ja 2 sekä kuorimokoneen kuljetinmoottori pysähtyvät ja ne voi käynnistää uudelleen, kun portti on kiinni ja kuittausnappia painetaan. Tämä toiminnankuvaus annettiin sahalla tämän projektin alussa logiikkaohjelman suunnittelua varten. Toiminnankuvaus kuitenkin muuttui vielä projektin varrella useaan otteeseen. Se ei ole yllättävää, kun kyseessä on eräänlainen prototyyppi projekti, koska tämän projektin kuorimolinjasta tulee miehittämätön ja täysin automatisoitu. Yleensä sahalaiteksissa on kuorimolinjalla henkilö töissä, joka ohjaa kuorimolinjaa tai valvoo sen prosessia, jos sen toimintaa on automatisoitu.

Muutoksia projektin varrella oli mm. että taajuusmuuttajakäyttöjen määrä muuttui kahdesta viiteen, kuorimolinjan joidenkin koneiden toiminnan ehdot muuttuivat, käsiajojen määrä muuttui ja tarvittavien valokennojen ja raja-anturien määrä lähes kaksinkertaistui alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna. Koneiden toiminta muuttui siten, että annostelija ja kuljetin 1 toimivat vasta kun edellinen tukki on mennyt kuljetin 2:n läpi kuorimokoneeseen. Kuljetin 4 ei pyöri koko ajan vaan silloin kun saharakennuksen puolella on tukkipöydällä vapaata tilaa. Jos saharakennuksessa on tukkipöytä täynnä kuorittuja tukkeja riittävän kauan, niin kuorimolinjan muutkin kuljettimet pysähtyvät. Kuljetin 4:lle lisättiin käsiajo. Yksi hätäseis painike lisättiin kuljetin 2:n ja kuorimokoneen välisen kulkuportin kuittauspainikkeen viereen. Kuljetin 3:lle lisättiin toinen ajonopeus. Kun tukki on tullut pois kuorimokoneesta, kuljetin 3:n on kiihdytettävä nopeampaan ajonopeuteen. Kun tukki saapuu kuljetin 4:lle, kuljetin 3 palaa takaisin hitaampaan ajonopeuteen.

### 2.3 Kuorimolinjan oikosulkumoottorit

Kuorimolinjalla koneita pyörittäviä oikosulkumoottoreita on yhteensä 11 kappaletta. Kuorimolinjan oikosulkumoottorit tulivat kuorimolinjan koneiden mukana samasta paikasta, josta kuorimolinja hankittiin, joten oikosulkumoottorien mitoitus ei tässä työssä tarvinnut tehdä. Kuorimolinja oli ennen ollut käytössä Kurikka Timber Oy:llä Suolahdella. Kaikki moottorit ovat nimellisjännitteeltään 400V. Taulukossa TAULUKKO 1 on esitetty moottoreiden tekniset tiedot.

TAULUKKO 1. Kuorimolinjan oikosulkumoottorit

Kone	Pos	P (kW)	In (A)	n (rpm)	cosφ	φ (°)	Käynnistystapa
Kiramo	11M1	3,0	6,90	1440	0,81	35,9	Suora
Annostelija	12M1	4,0	9,40	940	0,80	36,9	Suora
Kuljetin 1	13M1	5,5	11,00	1430	0,86	30,7	Taajuusmuuttaja
Kuljetin 2	14M1	5,5	11,40	1440	0,83	33,9	Taajuusmuuttaja
Kuorimokone	15M1	5,5	12,00	985	0,82	34,9	Taajuusmuuttaja
Kuorimokone	16M1	30,0	58,00	1470	0,86	30,7	Tähtikolmio
Kuljetin 3	17M1	2,2	5,35	900	0,76	40,5	Taajuusmuuttaja
Sivusiirto 1	18M1	2,2	5,60	940	0,73	43,1	Taajuusmuuttaja
Kuljetin 4	19M1	11,0	25,00	720	0,77	39,6	Suora
Sivusiirto 2	20M1	2,2	5,60	940	0,73	43,1	Suora
Kuorikuljetin	21M1	2,2	4,90	1420	0,81	35,9	Suora

Kuorimolinjan moottoreiden tehot ovat 2,2 – 30 kW ja pyörimisnopeudet 750 – 1500 rpm. Taulukkoon TAULUKKO 1 on merkitty moottoreiden arvokilpien tiedot, joita ovat akseliteho, nimellisvirta ja – pyörimisnopeus sekä tehokerroin. Kilpiarvojen lisäksi taulukossa on koneen nimi jota moottori käyttää, moottorin positiotunnus, moottorin virran vaihesiirtokulma ja käynnistystapa.

Kuorimolinjan kuljettimien pyörimisnopeus oli aluksi liian nopea, koska linja oli ennen kuorinut tukkeja neljälle sahalinjalle, mutta uudessa käytössä kuoritaan vain yhdelle sahalinjalle. Pyörimisnopeuksia pienennettiin koneiden välityssuhteita muuttamalla, joka toteutettiin hammasrattaita ja kiilahihnapyöriä vaihtamalla. Näillä muutoksilla ei saatu linjan kuljettimia pyörimään täysin samaa nopeutta ja sen takia päätettiin kuljetin 2:n ja 3:n nopeus tehdä säädetyksi taajuusmuuttajakäyttöjen avulla. Projektin edetessä myös kuljetin 1:n, sivusiirto 1:n ja kuorimokoneen kuljetinmoottorin toiminta muutettiin taajuusmuuttajakäyttöiksi. Kuorimolinjan tehokkaimman moottorin eli kuorimoko-



neen teräsmoottorin (TAULUKKO 1) käynnistystapa toteutettiin tähtikolmio käynnistyksellä, koska se tuli edullisemmaksi kuin taajuusmuuttaja.

Säädetty käyttö taajuusmuuttajilla mahdollistaa moottorien pyörimisnopeuden portaattoman säädön. Taajuusmuuttajakäytöllä saavutettavia muita etuja ovat hihnojen luiston poistuminen, laakerit eivät kulu, pieni käynnistysvirta ja vaihteiston kulumisen vähentyminen. Suuri etu myös näiden lisäksi on, että taajuusmuuttajakäytössä ei oteta verkosta moottorin tarvitsemaa loistehoa vaan se tuotetaan taajuusmuuttajan jännitevälipiirin kondensaattorilla. Tähtikolmio käynnistykselläkin saavutetaan monia etuja verrattuna suoraan käynnistykseen. Etuja ovat vaihteiston ja laakerien kulumisen vähentyminen, hihnojen luiston vähentyminen ja käynnistysvirta on vain kolmasosa suoran käynnistytksen käynnistysvirrasta. Tähtikolmio käynnistyksessä on kuitenkin huomioitavaa, että käynnistysmomentti on kolmasosa suoran käynnistytksen käynnistysmomentista. Sen takia on varmistuttava siitä, että pienentynyt käynnistysmomentti riittää kuorman käynnistämiseen. (Hietalahti 2015)

### 3 SUUNNITTELU

Kun Hietasen Saha Oy:n toimitusjohtajan kanssa käytyjen palaverien jälkeen alkoi olla selvää, mistä tässä projektissa on kysymys ja miten he haluavat kuorimolinjan toimivan, päästiin aloittamaan projektin suunnitteluvaihe.

#### 3.1 Piirustukset

Ensimmäiseksi kuorimolinjasta tehtiin layout piirustus. Layoutiin on piirretty kuorimolinjan koneet ja niiden moottorit, ohjauspaikat ja kentälaitteet kuten valokennot ja raja-anturit. Aluksi piirustuksessa oli vain kuorimolinjan koneet ja moottorit. Suunnittelun ja projektin edetessä siihen lisättiin muutkin osat. Piirustus tehtiin CADS:in tasopiirustus sovelluksella. Tasolayout on esitetty kuvassa KUVA 2.

Hietasen Saha Oy oli hankkinut käytetyn kennokeskuksen, joka oli aikaisemmin ollut käytössä jollain toisella sahalla. Tarkempaa tietoa ei ollut, että millä sahalaiteksella keskus oli ennen ollut. Asiakkaan toivomuksena oli, että keskus muokattaisiin kuorimolinjan käyttöön. Keskukseen liittyviä piirustuksia tehtiin yhteensä kolme, joiden avulla pystyttiin rakentamaan keskuksen nykyiseen käyttöön sopivaksi. Keskuksen piirustukset ovat layout, pääkaavio ja piirikaavio.

Layoutista näkyy keskuksen mitat ja keskuksen eri osien sijainti. Piirustukseen merkityjä osia ovat mm. syöttökaapelin liitäntäpaikka, pääkytkimen, virranmittauksen, kennokohtaisten yksikkölähtöjen sijainti ja positio, logiikan, ohjausreleiden, logiikan tulojen ja lähtöjen riviliitinrimojen sijainnit. Keskuksen layout piirustus on esitetty kuvassa KUVA 11.

Pääkavioon on merkitty keskuksen tekniset tiedot, keskuksen kiskoston sähkönjakelu ja keskuksen sisäiset kiskostoon liitetyt kuormalaitteet kuten esimerkiksi 24VDC teholähde. Pääkaaviosta selviää keskuksen jokaisen lähdön ryhmänumero, nimi ja kaapeli, sulakekoko ja – tyyppi sekä muut lähdön komponentit kuten esimerkiksi kontaktorit. Pääkaavio on esitetty liitteessä 1.

Piirikaavioon on piirretty jokaisen moottorilähdön pää- ja ohjausvirtapiirien kytkennät ja komponentit sekä logiikan kytkennät ja siihen liitetyt toimilaitteet. Piirikaavio on esitetty liitteessä 2. Piirikaaviot tehtiin myös ohjauspaikoista, eli kuorimolinjalla olevasta ohjauspulpetista ja sahurin ajopenkin ohjauspaneelistä (Liite 3). Keskuksen ja ohjauspaikkojen piirustukset on piirretty CADS:in keskuskaaviot ja piirikaaviot sovelluksilla.

Projektin varrella ja asennustöiden yhteydessä piirustuksista tuli niin sanottuja ”punakynäversioita”, eli niihin merkittiin kynällä kaikki asennustöiden aikana tulleet muutokset. Projektin valmistuttua kuvat piirretään puhtaaksi CADS ohjelmalla ja niistä tehdään lopulliset versiot eli luovutuspiirustukset ja luovutetaan asiakkaana olevalle sahalle.

## 3.2 Verkostolaskenta

Suunnitteluvaiheen verkostolaskennan osia ovat tehon mitoitus, oikosulun ja jännitteen aleneman laskelmat. Ilman tarvittavien laskelmien tekemistä ei voida tehdä komponenttivalintoja perustellusti eikä voida varmistua syötön automaattisen poiskytkennän oikeasta toiminnasta.

### 3.2.1 Tehon mitoitus

Tehon mitoitusta tarvitaan kuorimolinjan keskuksen syötön sulakekoon ja kaapelin poikkipinta-alan määrittämiseen. Kuorimolinjan tehon mitoituksessa voidaan käyttää kuorimolinjalle asennettujen laitteiden tehoa eli oikosulkumoottoreiden nimellistehoja. Lasketaan kuorimolinjan verkosta ottama teho tilanteessa, jossa kaikki moottori toimivat nimelliskuormituksilla.

Kuorimolinjan virta osoitinmuodossa lasketaan seuraavasti

$$\begin{aligned} \underline{I} = & (I_{n11M1} \angle \varphi_{11M1}) + (I_{n12M1} \angle \varphi_{12M1}) + I_{nTm13M1} + I_{nTm14M1} + \\ & I_{nTm15M1} + (I_{n16M1} \angle \varphi_{16M1}) + I_{nTm17M1} + I_{nTm18M1} + \\ & (I_{n19M1} \angle \varphi_{19M1}) + (I_{n20M1} \angle \varphi_{20M1}) + (I_{n21M1} \angle \varphi_{21M1}) \end{aligned} \quad (1)$$

, jossa  $I_{nM}$  on moottorin nimellisvirta,  $\varphi_M$  on moottorin virran vaihesiirtokulma ja  $I_{nTmM}$  on moottoria ohjaavan taajuusmuuttajan verkosta ottama virta.

Moottoreiden nimellisvirrat ja vaihesiirtokulmat on esitetty taulukossa TAULUKKO 1 ja taajuusmuuttajien virrat on esitetty taulukossa TAULUKKO 3. Taajuusmuuttajien verkosta ottaman virran vaihesiirtokulma on nolla, koska moottorin loisteho tuotetaan taajuusmuuttajan jännitevälipiirin kondensaattorilla.

$$\underline{I} = (6,9\angle(35,9^\circ)A + (9,4\angle(36,9^\circ)A + 14,9A + 14,9A + \\ 14,9A + (58,0\angle(30,7^\circ)A + 7,3A + 7,3A + (25,0\angle(39,6^\circ)A + \\ (5,6\angle(43,1^\circ)A + (4,9\angle(35,9^\circ)A = (162\angle 22^\circ)A$$

Kuorimolinjan kokonaisvirraksi saadaan 162A kulmassa  $22^\circ$  tilanteessa, jossa linjan kaikki moottorit toimivat nimelliskuormalla. Virran avulla voidaan laskea kuorimolinjan verkosta ottama kokonaisteho seuraavasti

$$S = U * I * \sqrt{3} \quad (2)$$

, jossa  $U$  on verkon pääjännite ja  $I$  on kuorimolinjan kokonaisvirta.

$$S = 400V * 162A * \sqrt{3} = 112kVA$$

Pääkeskukselle kuorimonlinjan keskusta syöttävän kaapelin sulakkeeksi valittiin gG tyyppin 125A kahvasulake, koska on epätodennäköistä, että kaikki moottorit toimisivat yhtä aikaa nimelliskuormalla joten kuorimolinjan virta on suurimaan osan ajasta pienempi kuin edellä laskettu 162A. Koska kuljettimien välityssuhteita pienennettiin, niin se kasvattaa kuljettimien momenttia ja silloin oikosulkumoottoreiden ottama virta on pienempi, koska kuitenkin samanlaisia tukkeja kuljettimilla liikutetaan kuin ennenkin, jolloin kuormamomentin suuruus pysyy ennallaan. Esimerkiksi jos moottorin nimellismomentti on 10Nm ja välityssuhde työkoneeseen on 1:5, niin työkoneen momentti on 50Nm ja mikäli kuormamomentti on 50Nm, niin moottori toimii nimelliskuormalla ja ottaa nimellisen suuruisen virran. Jos välityssuhde muutetaan 1:10, niin työkoneen momentti on 100Nm. Jos kuormamomentti on sama 50Nm, niin moottorin akselilla vaikuttava kuormamomentti on 5Nm, jolloin moottorin ottama virta on pienempi kuin välityssuhteella 1:5.

125A gG tyyppin sulakkeelta vaadittu pienin mitattu oikosulkuvirran arvo 5,0 sekunnin toiminta-ajalla on 893,8A (D1-2012, 94). 125A gG tyyppin sulakkeen rajavirta on 1,6 kertaa sulakkeen nimellisvirta ja raja-aika on 2 tuntia (SFS-käsikirja 600–2,508). Se tarkoittaa sitä, että 125A gG sulaketta kuormitettaessa 200A:n virralla on sulakkeen toimittava viimeistään kahden tunnin kuluessa.

Sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta ylikuormitussuojauksessa lasketaan seuraavasti

$$I_n \leq \frac{1,45}{k} * I_z \quad (3)$$

, jossa  $k$  on sulakkeen ylemmän sulamisrajavirran ja sulakkeen nimellisvirran suhde ja  $I_z$  on johtimen jatkuva kuormitettavuus.

Seuraavaksi mitoitetaan kuorimolinjan keskusta syöttävä kaapeli. 125A sulakkeella johdon sallittu kuormitettavuus tulee olla vähintään 138A (D1-2012, 134).

Sitten määritetään kaapelin korjauskertoimet, jotka vastaavat kyseisiä asennusolosuhteita. Kaapeli asennetaan maahan. Oletetaan, että maan lämpötila on maksimissaan 25 °C, jolloin korjauskerroin on 0,93. Maaperä johon kaapeli kaivetaan, on kuivaa hiekkaa, jolloin korjauskerroin on 0,63. (D1-2012, 224)

Lasketaan, mikä on kaapelin todellisen kuormitettavuuden vähintään oltava kyseisillä korjauskertoimilla

$$I_z = \frac{I_j}{k_1 * k_2} \quad (4)$$

, jossa  $I_j$  on kaapelin vähimmäiskuormitettavuus sulakkeen nimellisvirran mukaan,  $k_1$  on maan lämpötilan korjauskerroin ja  $k_2$  on maaperän materiaalin korjauskerroin.

$$I_z = \frac{138A}{0,93 * 0,63} = 236A$$

Kaapelin todellisen kuormitettavuuden tulee olla siis vähintään 236A. Kyseisellä virral-  
la ja maa-asennuksella kaapelin poikkipinta on  $120\text{mm}^2$  alumiini, jonka kuormitetta-  
vuus on 255A (D1-2012, 217). Kuorimolinjan keskuksen syöttö toteutettiin AXMK  
4X120 kaapelilla.

Tarkistetaan vielä 125A:n sulakkeen soveltuvuus ylikuormitussuojaukseen kaavan 3  
avulla.

$$I_n \leq \frac{1,45}{1,6} * 236A = 214A$$

Näin ollen valittu 125A:n sulake soveltuu oikosulkusuojan lisäksi toimimaan ylikuormi-  
tussuojana.

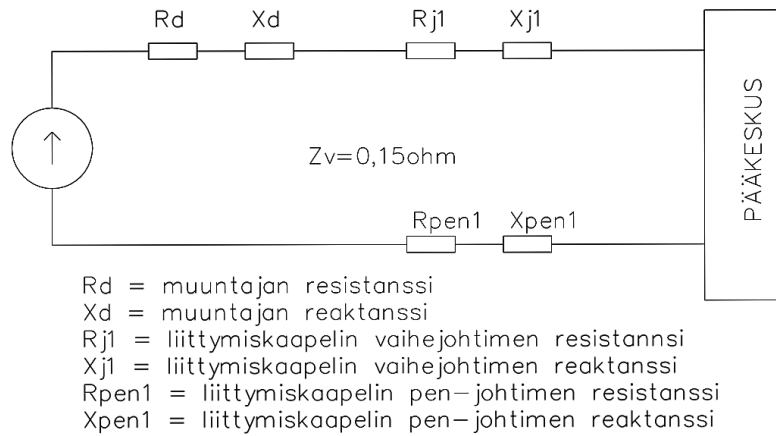
### 3.2.2 Oikosulkuvirta

Lasketaan suurin kolmivaiheinen oikosulkuvirta kuorimolinjan keskuksen kiskostossa.  
Oikosulkuvirran pitää olla vähintään yhtä suuri kuin, mikä on keskusta syöttävän sulak-  
keen vaadittu minimoikosulkuvirta. Suurin kolmivaiheinen oikosulkuvirta lasketaan  
seuraavalla kaavalla

$$I_{k3max} = \frac{c_{max} * U}{\sqrt{3} * [0,75 * Z_v + \sqrt{(l * r_j)^2 + (l * x_j)^2}]} \quad (5)$$

, jossa  $c_{max}$  on jännitekerroin,  $U$  on verkon pääjännite,  $z_v$  on syöttävän verkon impe-  
danssi,  $l$  on kaapelin pituus,  $r_j$  on kaapelin resistanssi  $\Omega/\text{km}$  ja  $x_j$  on kaapelin reaktanssi  
 $\Omega/\text{km}$ .

Syöttävän verkon impedanssi on mitattu pääkeskuksen lähdöstä, johon kuorimolinjan  
syöttö kytkettiin. Verkon impedanssin mittaamiseen käytettiin Fluke 1654B asennustes-  
teriä. Kuvassa KUVA 9 on esitetty asennustesterin mittaaman syöttävän verkon impe-  
danssiin sisältyvät resistanssit ja reaktanssit yksivaiheisen sijaiskytkennän avulla.



KUVA 9. Syöttävän verkon impedanssin osat

Syöttävän verkon impedanssiksi mitattiin  $0,15\Omega$ . Asennustesteri antaa impedanssin absoluuttisena lukuarvona eikä kulmamuotoa, joten verkon impedanssin resistanssin ja reaktanssin suhdetta ei tiedetä. Yleisesti muuntajissa reaktanssi on suurempi kuin resistanssi ja pienjänniteverkossa siirtoyhteyksien resistanssi on suurempi kuin reaktanssi. Kolmivaiheisessa oikosulkutilanteessa ei oteta huomioon pen – johtimen impedanssia, joten tehdään oletus, että verkon impedanssin arvosta puolet on muuntajassa ja puolet liittymiskaapelissa ja siksi kerrotaan verkon impedanssin arvo luvulla 0,75 kolmivaiheisen oikosulkuvirran laskennassa kaavassa 5.

Kaapelin pituus pääkeskukselta kuorimolinjan keskukselle on 15m.  $120\text{mm}^2$  alumiinin resistanssi on  $0,316 \Omega/\text{km}$  ja reaktanssi on  $0,080 \Omega/\text{km}$  (D1-2012, 96). Jännitekertoimen maksimi arvo 400V:n verkossa on 1,1 (SFS-käsikirja 600-2, 473). Lasketaan kolmivaiheinen oikosulkuvirta kuorimolinjan keskuksen kiskostossa kaavan 5 avulla.

$$I_{k3max} = \frac{1,1 * 400V}{\sqrt{3} * [0,75 * 0,15\Omega + \sqrt{(0,015\text{km} * 0,316 \frac{\Omega}{\text{km}})^2 + (0,015\text{km} * 0,080 \frac{\Omega}{\text{km}})^2}]} = 2026A$$

Yksivaiheinen oikosulkuvirta lasketaan seuraavasti

$$I_{k1min} = \frac{c_{min} * U}{\sqrt{3} * [Z_v + 2 * \sqrt{(l * r_j)^2 + (l * x_j)^2}]} \quad (6)$$

, jossa  $c_{min}$  on jännitekerroin,  $U$  on verkon pääjännite,  $z_v$  on syöttävän verkon impedanssi,  $l$  on kaapelin pituus,  $r_j$  on kaapelin resistanssi  $\Omega/\text{km}$  ja  $x_j$  on kaapelin reaktanssi

$\Omega/\text{km}$ . Jännitekertoimen minimiarvo  $c_{min}$  on 400V:n verkossa 0,95 (SFS-käsikirja 600-2, 473).

Lasketaan yksivaiheisen oikosulkuvirran minimi arvo kuorimolinjan keskuksen kiskostossa kaavan 6 avulla.

$$I_{k1min} = \frac{0,95 * 400V}{\sqrt{3} * [0,15\Omega + 2 * \sqrt{(0,015\text{km} * 0,316 \frac{\Omega}{\text{km}})^2 + (0,015\text{km} * 0,080 \frac{\Omega}{\text{km}})^2}] = 1248A$$

Kuorimolinjan keskuksen kiskostossa kolmivaiheinen maksimi oikosulkuvirta on 2026A ja yksivaiheinen minimi oikosulkuvirta on 1248A. Kolmivaiheisen oikosulkuvirran arvo ei ole täysin varmasti oikea, koska syöttävän verkon impedanssin jakaantumisesta ei ollut tarkkaa tietoa (KUVA 9). Yksivaiheisessa oikosulkutilanteessa oikosulkuvirta kulkee kaikkien mitatun syöttävän verkon impedanssiin sisältyvien komponenttien kautta, joten yksivaiheisen oikosulkuvirran minimi arvoa voidaan pitää luotettavana. 125A gG sulakkeelta vaadittu pienin mitattu oikosulkuvirran arvo on 893,8A ja lasketut kolmivaiheinen sekä yksivaiheinen oikosulkuvirta ylittävät sen, joten 125A gG sulake sopii kuorimolinjan oikosulkusuojaukseen.

### 3.2.3 Jännitteen alenema

Standardissa SFS-EN 50160 on määritetty, että pienjänniteverkoissa jännitteen vaihteluväli saa olla maksimissaan  $\pm 10\%$ :a. Suurin osa pienjänniteverkkoon liitettävistä laitteista on suunniteltu toimimaan tällä vaihteluvälillä. (SFS-käsikirja 600-2, 271)

Jännitteen alenema tarkoittaa jännitteen suuruuden pienentymistä verkon nimellisjännitteen tasosta. Jännitteen alenema on siirtoyhteyden syöttöpään ja kulutuspuolelta välillä olevan impedanssin yli oleva jännite, jonka kuormitusvirta aiheuttaa. Siirtoyhteyden impedanssi muodostuu muuntajista ja kaapeleista. (Hietalahti 2013,220)

Kuorimolinjan toiminnankuvauksen (luku 2.2) perusteella voidaan päätellä, että kuorimolinja ottaa suurimman virran silloin, kun kuljetin 4 käynnistyy ja linjan muut moottorit ovat käynnissä. Lasketaan kuorimolinjan ottama virta, kun kuljetin 4 käynnistyy ja



oletetaan, että linjan kaikki muut moottorit toimisivat nimelliskuormalla. Lasketaan kuorimolinjan virta seuraavalla tavalla

$$\begin{aligned}
 I_{max} = & (I_{n11M1} \angle \varphi_{11M1}) + (I_{n12M1} \angle \varphi_{12M1}) + I_{nTm13M1} + I_{nTm14M1} + \\
 & I_{nTm15M1} + (I_{n16M1} \angle \varphi_{16M1}) + I_{nTm17M1} + I_{nTm18M1} + \\
 & \frac{I_s}{I_n} * (I_{n19M1} \angle \cos^{-1}(\cos \varphi_{s19M1}) + (I_{n20M1} \angle \varphi_{20M1}) + \\
 & (I_{n21M1} \angle \varphi_{21M1}))
 \end{aligned} \tag{7}$$

, jossa  $I_{nM}$  on moottorin nimellisvirta,  $\varphi_M$  on moottorin virran vaihesiirtokulma,  $I_{nTmM}$  on moottoria ohjaavan taajuusmuuttajan verkosta ottama virta,  $\frac{I_s}{I_n}$  on moottorin käynnistysvirran suhde moottorin nimellisvirtaan nähden ja  $\cos \varphi_{sM}$  on moottorin tehokerroin käynnistystilanteessa.

Liitteessä 4 on 750rpm moottoreiden teknisiä tietoja ja sen mukaan 11kW:n moottorin käynnistysvirran suhde nimellisvirtaan on 5,0. Liitteessä 5 on esitetty oikosulkumoottoreiden tyypillisimpiä tehokertoimia käynnistystilanteessa ja sen mukaan koon 180 8-napaisen moottorin tehokerroin on käynnistyksessä 0,5. Lasketaan kuorimolinjan virta kaavan 7 avulla.

$$\begin{aligned}
 I_{max} = & (6,9 \angle (35,9^\circ) A + (9,4 \angle (36,9^\circ) A + 14,9 A + 14,9 A + \\
 & 14,9 A + (58,0 \angle (30,7^\circ) A + 7,3 A + 7,3 A + (5,0 * 25,0 \angle (\cos^{-1} 0,5)^\circ) A + \\
 & (5,6 \angle (43,1^\circ) A + (4,9 \angle (35,9^\circ) A = (247 \angle 39^\circ) A
 \end{aligned}$$

Kuorimolinjan ottama suurin virta on siis  $(247 \angle 39^\circ) A$ . Seuraavaksi lasketaan mikä on jännitteen alenema kuorimolinjan keskuksen kiskostossa tässä tilanteessa seuraavalla kaavalla

$$\Delta u = I_{max} * [0,75 * Z_v + \sqrt{(l * r_j)^2 + (l * x_j)^2}] \tag{8}$$

, jossa  $I_{max}$  on kuorimolinjan ottama suurin virta,  $Z_v$  on verkon impedanssi pääkeskuksella,  $l$  on kuorimolinjan keskuksen syöttökaapelin pituus,  $r_j$  on kaapelin resistanssi  $\Omega/\text{km}$  ja  $x_j$  on kaapelin reaktanssi  $\Omega/\text{km}$ .

Lasketaan jännitteen alenema kuorimolinjan keskuksen kiskostossa kaavan 8 avulla.

$$\Delta u = 247A * \left[ 0,75 * 0,15\Omega + \sqrt{\left(0,015km * 0,316 \frac{\Omega}{km}\right)^2 + \left(0,015km * 0,080 \frac{\Omega}{km}\right)^2} \right] = 29,0V$$

Suhteellinen jännitteen alenema kuorimolinjan keskuksen kiskostossa lasketaan seuraavasti

$$\Delta u_{\%} = \frac{\sqrt{3} * \Delta u}{U} * 100\% \quad (9)$$

, jossa  $\Delta u$  on jännitteen alenema ja  $U$  on verkon pääjännite.

Lasketaan suhteellinen jännitteen alenema kaavan 9 avulla.

$$\Delta u_{\%} = \frac{\sqrt{3} * 29,0V}{400V} = 12,6\%$$

Suhteelliseksi jännitteen alenemaksi saadaan 12,6 %:a, mikä on enemmän kuin sallittu 10 %:a. On kuitenkin epätodennäköistä, että kaikki kuorimolinjan moottorit toimisivat yhtä aikaa nimelliskuormalla kun kuljetin 4 käynnistyy. Jos kuitenkin käy niin, että jännitteen alenema on usein yli 10 %:a, niin kuljetin 4:n moottorille on laitettava eri käynnistystapa kuin suora käynnistys. Muita käynnistystapoja ovat tähtikolmio käynnistys, pehmokäynnistin ja taajuusmuuttaja. Toinen vaihtoehto on, että verkkoyhtiön on vahvistettava verkkoaan. Verkon vahvistaminen tarkoittaa käytännössä muuntajan vaihtamista tehokkaampaan ja liittymiskaapelin vaihtamista suurempaan. Kuorimolinjan lisäksi sahalla on entuudestaan muuta kuormitusta. Sahalla on omaa sähköntuotantoa, joka toteutetaan 140kVA:n generaattorin avulla. Generaattorin ja sähköverkon rinnankäytön mahdollistavaa tahdistuslaitteistoa sahalla ei ole. Asiakkaan toivomuksena oli, että kuorimolinja toimisi yleisellä sähköverkolla ja saha toimisi generaattoriverkolla.

Hietasen Saha Oy:n sahaan kuuluu saharakennuksen lisäksi muita osia, jotka ovat höyläläämö ja lämpökäsittelylaitos. Niitä syötetään myös sahan pääkeskukselta yleisestä sähköverkosta. Tämän hetkinen tarkoitus on, että niitä ei käytetä yhtä aikaa kuorimolinjan kanssa vaan tukit kuoritaan ja sahataan ensin sahalla ja sitten ne viedään höyläläämön ja lämpökäsittelyyn. Jos tulevaisuudessa yrityksen toiminta kasvaa niin, että kaikkia saha-

laitoksen osia halutaan käyttää yhtä aikaa, niin silloin ainakin tulee verkkoyhtiön verkon vahvistaminen ajankohtaiseksi.

Koska tässä projektissa on kontaktorein ohjattuja moottorilähtöjä, niin liian suuri jännitteen alenema voi aiheuttaa sen, että kontaktorien vetokelojen jännite laskee liian alhaiseksi, jolloin kontaktorin kela ei vedä. Kontaktorin kelajännitteen suuruuden riittävyttä voidaan parantaa käyttämällä ohjauspiirissä apukontaktoreita, jotka ohjaavat pääkontaktoreita (Hietalahti 2013, 215). Tilanteissa, joissa automaatiojärjestelmä ohjaa prosessia on apukontaktorien käyttö järkevää, koska silloin automaatiojärjestelmän ei tarvitse syöttää pääkontaktorien vetokelojen tarvitsemaa tehoa. Apukontaktorien käyttö automaatiojärjestelmien yhteydessä on välttämätöntä, jos automaatiojärjestelmän lähtöjen jännite on erisuuruinen kuin pääkontaktorien tarvitsema kelajännite.

Tässä projektissa kuorimolinjan prosessin ohjaus toteutettiin ohjelmoitavalla logiikalla, jonka digitaalisten relelähtöjen jännite on 24VDC. Logiikan lähdöillä ohjataan apureleitä joiden kelajännite on 24VDC ja apureleiden koskettimien kautta ohjataan moottorien kontaktoreiden vetokeloille 230VAC jännite. Jännitteen aleneman ei pitäisi aiheuttaa ongelmia logiikalle ja 24VDC:n teholähteelle, koska logiikan käyttöjännite on 120–240 VAC ja teholähteen 100–240 VAC.

### **3.3 Ohjelmoitava logiikka**

Kuorimolinjan ohjelmoitavan logiikan ohjelman tekemiseen käytettiin Siemensin TIA Portal ohjelmaa. TIA Portal ohjelman käytöstä minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta. Aikaisemmin olin käyttänyt Siemensin SIMATIC Step7 ohjelmaa logiikoiden ohjelmoimiseen ja TIA Portal on siitä uudempi versio ja siihen on myös yhdistetty Siemensin muita ohjelmia Step7:n lisäksi. Mielestäni uusi TIA Portal oli paljon selkeämpi ja helpompi käyttää kuin vanha Step7. Logiikan ohjelman voi tehdä kolmella esitystavalla, jotka ovat käskylistä STL, toimintakaavio FBD ja kontaktikaavio LAD.

Kuorimolinjan ohjelman tekemiseen käytin kontaktikaaviota eli LAD:ia. Ohjelmassa käytettyjä logiikan toimintoja ovat AND ja OR piirit, SR-kiikku, erilaiset ajastimet sekä muistipaikat. CPU:n uudelleenkäynnistystavaksi laitoin warm restart. Se tarkoittaa, että logiikan käynnistyessä se menee run-tilaan ja nollaa kaikki tulot ja lähdöt. Eli esimer-

kiksi, jos kuorimolinjan ollessa käynnissä tulee sähkökatko ja logiikka sammuu, niin sähköjen palattua logiikkaan, se ei jatka toimintaansa siitä mihin se jäi vaan aloittaa ohjelman suorittamisen alusta ja kuorimolinja pitää käynnistää uudelleen ohjauspaikoista. Ohjelman rakenteen tein siten, että jokaisella käyttötilanteella on oma network. Esimerkiksi kulkuportin toiminnalla on oma network ja sen tila tallennetaan muistipaikkaan ja tallennettua tilaa on helppo käyttää muissa networkeissa. Jokaisen koneen toiminta on myös omissa networkeissaan. Selkeällä ohjelman rakenteella saa parannettua ohjelman luettavuutta. Kuorimolinjan logiikan I/O luettelo on esitetty liitteessä 6 ja ohjelma liitteessä 7.

## 4 KESKUS

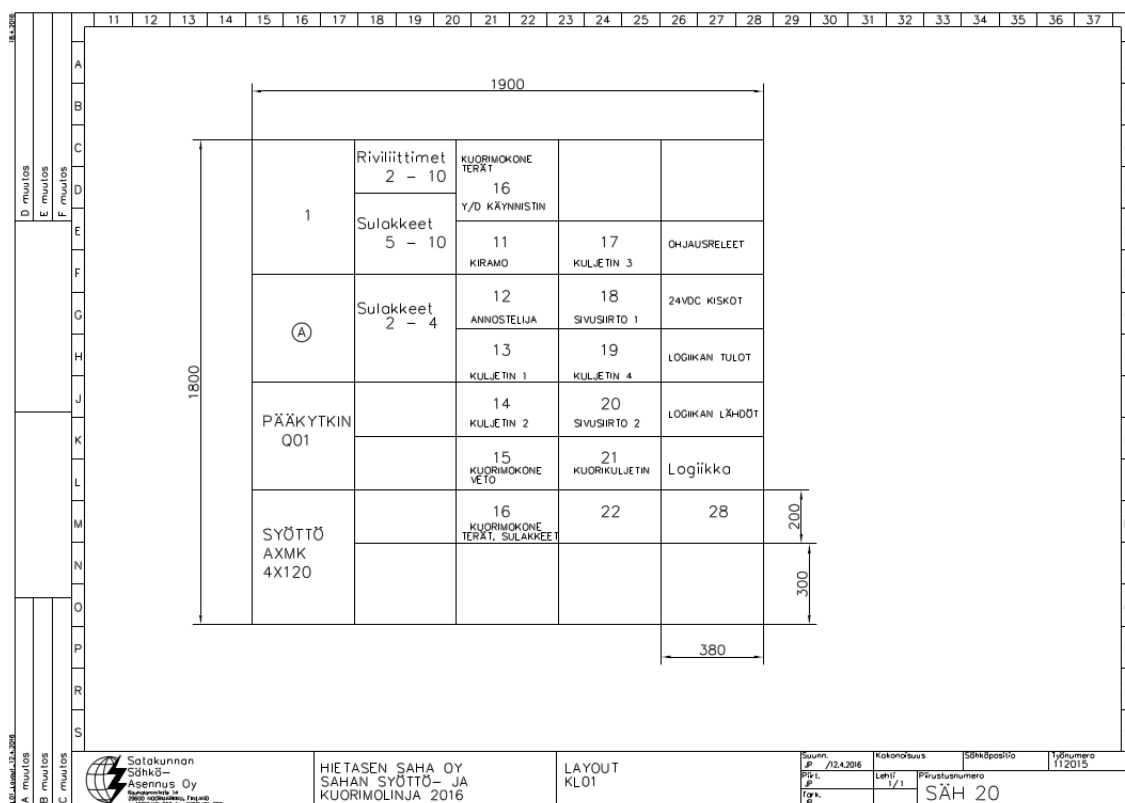
Käytetyn keskuksen valmistaja on UTU. Keskuksen arvokilpeen merkitty keskuksen nimellisvirta on 400A, joten se soveltuu hyvin kuorimolinjan käyttöön, koska luvussa 3.2.3 laskettiin, että kuorimolinjan suurin virta on 247A. Kuljetin 2:n alapuolelle rakennettiin sähkötila, johon keskus ja taajuusmuuttajat sijoitettiin. Standardissa SFS 6000-7-729 on määritelty sähkötilojen vaatimukset. Sähkötilassa on keskuksen avoimen oven ja seinän väliin jätävä vähintään 500mm:n vapaa tila ja sähkötilan uloskäyntioven pitää avautua ulospäin ja sen minimikoko on 700mm leveä ja 2000mm korkea (SFS-käsikirja 600-1, 532). Kuvassa KUVA 10 on keskus siinä kunnossa, jossa se oli ennen muokkaamista kuorimolinjan käyttöön.



KUVA 10. Keskus ennen rakentamista kuorimolinjan käyttöön

Kuvan KUVA 10 keskus oli purettu aikaisemmasta paikasta siten, että kaikki siihen liitetyt kaapelit oli katkaistu keskuksen ulkopuolelta, joten keskuksen sisällä oli vielä kaikki pää- ja ohjausjohdotukset. Kaikki muutkin vanhat komponentit kuten sulakkeet, kontaktorit, lämpö- ja ohjausreleet olivat vielä keskuksessa. Keskuksen ohjaukset oli toteutettu vanhanaikaisella langoitetulla relelogiikalla joten se sisälsi runsaasti ohjausjohdotuksia ja -releitä. Totesin, että viisainta on purkaa keskukselta kaikki komponentit ja johdotukset pois ja sen jälkeen rakentaa keskus niin sanotusti puhtaalta pöydältä. Keskuksen purkamisen jälkeen suunnittelin keskuksen sähkönjakelun rakenteen kuten, että mihin kennoon tulee kunkin moottorilähdön komponentit. Tämän jälkeen piirsin

keskukseen liittyvät piirustukset. Kun tarvittavat piirustukset oli tehty, niin pääsin aloittamaan keskuksen rakentamisen nykyiseen käyttötarkoitukseensa. Kuvassa KUVA 11 on esitetty keskuksen layout, josta näkyy keskuksen rakenne kuorimolinjan käyttöön rakennettuna.

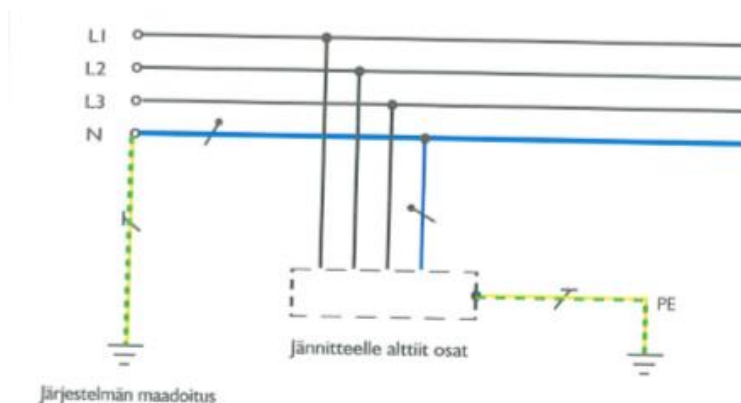


### KUVA 11. Keskuksen layout rakentamisen jälkeen

Keskuksen (KUVA 11) rakenne sopi hyvin tähän projektiin, koska siinä oli runsaasti kennokohtaisia yksikkölähtöjä. Yhteen kennoon sai hyvin sopimaan kaikki yhden moottorilähdön komponentit kuten sulakkeet, kontaktorit, ylikuormitusuojan, moottorikaapelin riviliittimet ja ohjausjohtojen riviliittimet. Keskuksen oikeanpuoleisimpiin kennoihin sijoitettiin automaatioon liittyvät komponentit kuten logiikka, ohjausreleet ja logiikkaan liitettyjen toimilaitteiden kaapeleiden riviliittimet.

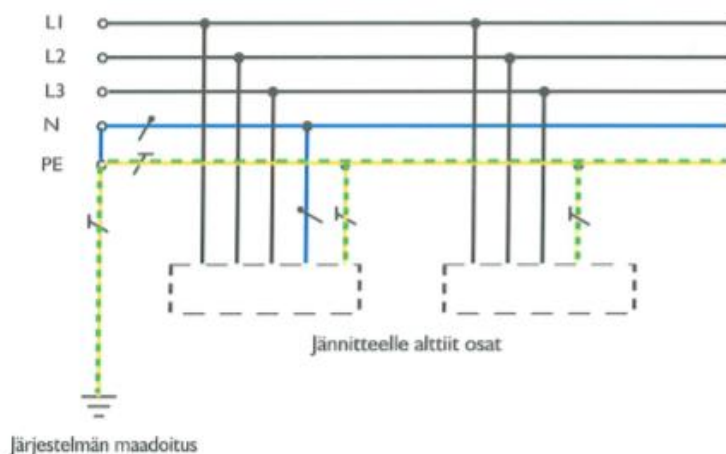
## 4.1 Jakelujärjestelmät

Keskukseen ei ollut merkitty sen valmistusvuotta, mutta se oli kuitenkin niin vanha, että sen kiskorakenteeseen kuului vaiheet ja nolla (3L+N). Suojamaa eli PE siis puuttui kokonaan. Kyseinen jakelujärjestelmä on nimeltään TT-järjestelmä (KUVA 12).



KUVA 12. TT-järjestelmä (D1-2012, 66)

TT-järjestelmää ei nykyään Suomessa käytetä, mutta se on yleinen Etelä-Euroopassa (D1-2012, 66). Keskukseen kiskorakennetta muutettiin lisäämällä PE kisko, jotta keskus vastaa Suomessa nykyään käytössä olevaa TN-S järjestelmää (KUVA 13).



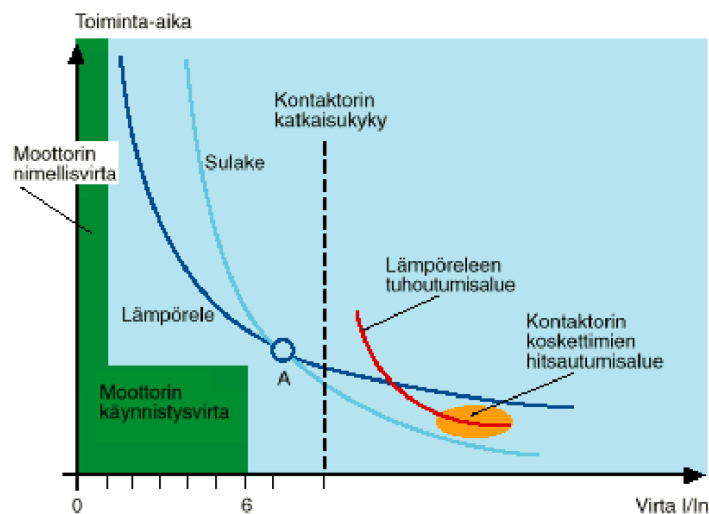
KUVA 13. TN-S-järjestelmä (D1-2012, 63)

Keskukseen tehtiin kuvan KUVA 13 mukainen N ja PE kiskojen yhdistys, koska keskusta syöttävän kaapelin johtimet ovat 3L+PEN (AXMK 4X120). N ja PE yhdistyksestä eteenpäin keskuksen kiskorakenne on 3L+N+PE.

## 4.2 Moottorilähtöjen etukojeet

Suoraan verkkoon kytketyissä oikosulkumoottoreissa moottorikäytön osia ovat oikosulkusuoja (sulake), tehon ohjaus (kontaktori), ylikuormitussuoja (ylikuormitusrele), turvakytin ja moottori (Hietalahti 2013, 151). Moottorinsuojakatkaisijaa käytettäessä ei tarvita erillistä oikosulku- ja ylikuormitussuojaa mikäli ne toiminnot ovat moottorin-

suojakatkaisijassa (Hietalahti 2013, 162). Kuvassa KUVA 14 on esitetty oikosulkumoottoreiden ylivirtasuojauksen toimintaperiaate.



KUVA 14. Moottorin ylivirtasuojaus (ABB:n TTT-käsikirja, 26)

Kuten kuvasta KUVA 14 näkyy, niin moottorin ylivirtasuojaus tulee toteuttaa niin, että moottorin nimellis- ja käynnistysvirta eivät osu lämpöreleen (ylikuormitussuoja) ja sulakkeen (oikosulkusuoja) toimintakäyrille. Lämpörele suojaa moottoria pidempikestoilta ylikuormituksilta ja sulake suojaa lyhytkestoilta ja suurivirtaisilta tilanteilta kuten oikosululta. Sulakkeen toimintakäyrän tulee olla lämpöreleen tuhoutumisalueen ja kontaktorin koskettimien hitsautumisalueen alapuolella. Kuvaan on myös merkitty kontaktorilta vaadittu virran katkaisukyky.

IEC 947-4-1 standardissa on erilaiset kuormalaitetyypit jaettu käyttöluokkiin. Vaihtosähkökäytöt ovat AC-käyttöluokkia ja tasasähkökäytöt ovat DC-käyttöluokkia. Käyttöluokkiin jako helpottaa laite- ja kojevalintaa. Oikosulkumoottorit kuuluvat käyttöluokkiin AC-3 ja AC-4. Käyttöluokkaan AC-3 kuuluvat oikosulkumoottorit joiden käyttötapaan kuuluu käynnistys ja pysäytys. AC-3 luokassa teho-ohjauksen toimilaitteelta vaadittu virran kytkentä- ja katkaisukyky on 10 ja 8 kertaa nimellisvirta. Käyttöluokkaan AC-4 kuuluvat oikosulkumoottorit joiden käyttötapaan kuuluu käynnistuksen ja pysäytyksen lisäksi suunnanvaihto. AC-4 luokassa teho-ohjauksen toimilaitteen virran kytkentä- ja katkaisukyky on 12 ja 10 kertaa nimellisvirta. (Hietalahti 2013, 155)



Kuorimolinjalla on molempia oikosulkumoottorien käyttöluokkia. Suorista moottorikäytöistä AC-3 luokkaan kuuluvat kiramo, annostelija, kuorimokoneen terämoottori, kuljetin 4 ja kuorikuljetin. AC-4 luokkaan kuuluu sivusiirto 2.

Standardeissa SFS-EN 60947-4-1 ja SFS-EN 60947-6-2 on määritelty kuormalaitteiden suojauksen koordinaatiot. Suojauksen koordinaatio määrittää miten kytkennän ajatellaan toimivan vikatilanteessa. Koordinaatioita on kolme, jotka ovat koordinaatio 1, koordinaatio 2 ja täydellinen koordinaatio. (Hietalahti 2013, 155–156)

Kuorimolinjan kuormalaitteiden suojauksen koordinaationa käytettiin tapaa koordinaatio 2. Koordinaatio 2 toimii seuraavasti: vikatilanteessa ei saa aiheutua vaaraa henkilöille eikä asennuksille, moottorikäynnistin ei saa tuhoutua, kontaktorin koskettimien hirtsaus on sallittua, mutta ne tulee olla irrotettavissa toisistaan, moottorikäynnistysen suoja-asetuksia ei tarvitse muuttaa, oikosulkuvian jälkeen sähköisen eristystason tulee säilyä ja moottorikäynnistimen on oltava toimintakuntoinen (Hietalahti 2013, 156).

Moottoreiden etukojeita valittaessa käytin apuna ABB:n TTT-käsikirjassa olevaa moottorilähtöjen kojevalintataulukkoa (Liite 8). Kojevalintataulukko on laadittu koordinaatiota 2 noudattaen. Taulukkoon TAULUKKO 2 on merkitty kuorimolinjan suorien moottorikäyttöjen etukojeet.

TAULUKKO 2. Moottorilähtöjen etukojeet

Kone	Pos	Sulake (A)	Kontaktori AC-3 teho (kW)	Lämpörele tyyppi
Kiramo	11M1	10gG	5,5	TA25DU
Annostelija	12M1	16gG	5,5	TA25DU
Kuorimokone terämoottori	16M1	80aM	3kpl. 18,5	TA75DU
Kuljetin 4	19M1	35gG	18,5	TA25DU
Sivusiirto 2	20M1	10gG	2kpl. 5,5	TA25DU
Kuorikuljetin	21M1	10gG	5,5	TA25DU

Taulukossa TAULUKKO 2 on esitetty keskukseen valitut ja asennetut etukojeet. Taulukkoon on merkitty koneen nimi, moottorin positio, moottoripiirin sulakkeen nimellisteho ja sulakkeen tyyppi, kontaktorien AC-3 käyttöluokan teho ja lämpöreleen tyyppi.

#### 4.2.1 Sulakkeet

Standardissa SFS-EN 60269-1 on sulakkeet jaoteltu eri katkaisualueisiin ja käyttöluokkiin, jotka ilmoitetaan kahden kirjaimen tunnuksella. Ensimmäinen kirjain ilmaisee sulakkeen katkaisualueen ja toinen kirjain ilmaisee sulakkeen käyttöluokan. Tyypin gG sulake on yleiskäyttöön tarkoitettu sulake, jonka katkaisukyky käsittää koko virta-alueen ja aM sulake on moottoripiirin suojaussulake, jonka katkaisukyky käsittää virran tietyn osa-alueen. (SFS-käsikirja 600-2, 510)

Keskuksessa oli aikaisemmin käytetty moottorilähtöjen yksikkölähdöissä sulakkeina tulppasulakkeita. Päätin käyttää samoja varokealustoja tulevassakin käytössä, koska kahvavarokealustat vievät enemmän tilaa ja niitä käyttämällä ei olisi saman moottorilähdön kaikkia etukojeita saatu mahtumaan samaan kennoon. Kuorimokoneen terämoottorille piti vaihtaa kahvavarokealustat, koska suurin tulppasulake koko on 63A ja kyseiselle moottorille tuli 80A aM sulakkeet. Tulppasulakkeita ei ole saatavilla aM-tyyppisenä, joten muiden moottorilähtöjen suojaukseen käytettiin gG-tyypin sulakkeita. Standardissa SFS-EN 60269-1 sanotaan gG-sulakkeiden käytöstä moottoripiireissä, että ”nykyään gG-sulakkeita käytetään usein moottoripiirin suojaukseen. Tämä on mahdollista, kun sulakkeet ovat ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne kestävät moottorin käynnistysvirran.” (SFS-käsikirja 600-2, 510). Taulukossa TAULUKKO 2 on esitetty kuorimo-  
linjan moottoreiden sulakkeet.

#### 4.2.2 Kontaktorit

Kuormalaitteiden kuten moottoreiden, tehon ohjaus toteutetaan kontaktoreiden avulla. Kontaktorin vetokelaa ohjaamalla saadaan kontaktorin pääkoskettimet kiinni ja auki. Kontaktorin on kyettävä ohjaamaan kuormalaitetta lukuisia kertoja päälle ja pois. Kontaktoreissa on ilmoitettu kuinka suurta tehoa niiden kautta voidaan ohjata AC-3 käyttöluokassa, mikäli kontaktori on soveltuva AC-3 luokkaan. (Hietalahti 2013, 172–173)

Usealle moottorille valittiin 5,5kW:n kontaktorit (TAULUKKO 2) vaikka moottorit ovat pienempitehoisia (TAULUKKO 1), koska 5,5kW:n kontaktori on yleinen koko ja niitä sattui olemaan hyllyssä runsaasti. Sivusiirto 2:lla on kaksi kontaktoria, koska sillä on suunnanvaihto. Moottorin teho on 2,2kW:a joten 5,5kW:n kontaktorien pitäisi riittää

tähän AC-4 käyttöön. Kuorimokoneen terämoottorilla on kolme kontaktoria tähtikolmio käynnistyksen takia. Vaikka moottorin teho on 30kW, niin käytettiin 18,5kW kontakteja, koska moottorin käydessä kolmiossa virta jakaantuu kahdelle kontaktorille. Yhden kontaktorin kautta kulkeva virta on moottorin verkosta ottama kokonaisvirta jaettuna  $\sqrt{3}$ :lla.

#### 4.2.3 Ylikuormitussuojat

Oikosulkumoottorin suojauksessa ylikuormitussuojan tarkoitus on estää moottorin kaapelin ja itse moottorin liiallinen ylikuormittuminen. Standardissa SFS-EN 60204-1 on määritelty, että yli 0,5kW:n moottoreilla on oltava ylilämpenemissuojaus. (D1-2012, 321–322)

Ylikuormitussuojan tulisi toimia siten että, 1,05ertainen asetteluvirta ei aiheuta laukaisua alle kahdessa tunnissa ja 1,5ertainen asetteluvirta aiheuttaa laukaisun alle kahdessa minuutissa (Hietalahti 2013, 163). Kuorimolinjan moottoreiden ylikuormitussuojina käytettiin lämpöreleitä, jotka liitettiin kontaktoreiden perään. Lämpöreleiden valintaan vaikuttaa se, että lämpöreleellä suojattavan moottorin nimellisvirta on osuttava lämpöreleen asetteluvirran alueelle. Lämpöreleiden asetteluvirroiksi asetettiin suojattavan moottorin nimellisvirta. Kontaktoreiden vetokelojen ohjauspiirit johdotettiin lämpöreleiden avautuvien koskettimien kautta, jolloin lämpöreleen laukaisu katkaisee kontaktorin vedon. Lämpöreleissä laukaisun kuittauksen voi asettaa automaattiseksi tai manuaaliseksi. Kuorimolinjan lämpöreleiden kuittaukset laitettiin manuaali asentoon, joka tarkoittaa sitä että lämpöreleen laukaisu pitää käydä kuittaamassa käsin lämpöreleeltä, jonka jälkeen lämpörele palautuu normaalitilaan. Tällaisissa kohteissa, jossa on pyöriviä koneita, niin lämpöreleiden automaattikuittaus voisi aiheuttaa vaaratilanteita. Käytettyjen lämpöreleiden tyypit on esitetty taulukossa TAULUKKO 2.

#### 4.3 Ohjelmoitava logiikka

Kuorimolinjan logiikaksi tuli Siemens S7-1200. Kyseinen logiikka valittiin, koska Siemensin mukaan sen sopivia käyttökohteita ovat mm. kuljetinjärjestelmät ja puunkäsittelykoneet (Siemens).

Logiikkalaitteistoon tuli yhteensä kolme komponenttia. Logiikkalaitteiston pääkomponentti on CPU, jonka malli on CPU 1212C. Siinä on 8 digitaalituloa, 6 relelähtöä ja 2 analogiatuloa. Muut komponentit ovat kaksi tulo- ja lähtöyksikköä. Ensimmäisen malli on SM 1223 DC/RLY, jossa on 16 digitaalituloa ja 16 relelähtöä. Toinen tulo- ja lähtöyksikkö on malliltaan SM 1223 DC, jossa on 16 digitaalituloa ja – lähtöä. Logiikkaan kytkettyjen tulojen ja lähtöjen määräksi tuli yhteensä 54.

## 5 MUUT KOMPONENTIT

### 5.1 Kaapelit

Kaapeleiden mitoitukseen liittyvät vaiheet käsiteltiin luvussa 3.2.1. Mitoituksen lisäksi kaapeleiden valinnassa on huomioitava tässä kohteessa EMC-vaikutukset, koska taajuusmuuttajat tuottavat EMC-häiriötä. Huomioon otettavia asioita taajuusmuuttajien kaapeloinnissa on, että pää- ja ohjauskaapelit on asennettava mahdollisimman kauas toisistaan ja niiden risteilyt on tehtävä 90° kulmassa ja ohjauskaapeleiden on oltava NOMAK- tai JAMAK-tyyppisiä. Teollisuusympäristöissä moottorikaapelin suositellaan olevan MCMK-tyyppistä ja moottorikaapelin läpiviennissä on käytettävä EMC-liitintä. (Hietalahti 2013, 89)

Kuorimolinjalla käytettiin suorien moottorilähtöjen ja taajuusmuuttajien syöttökaapeleina MCMK-tyypin kaapeleita. Taajuusmuuttajakäyttöjen moottorikaapeleina käytettiin MCMK-tyypin kaapeleita ja ohjauskaapeleina JAMAK-tyypin kaapeleita. Rajaantureiden ja ohjauspaikkojen kaapeleina käytettiin NOMAK-tyypin kaapeleita. Valokennojen kaapeleina käytettiin valmiita instrumentointikaapeleita, joissa oli toisessa päässä liitin, joka sopii valokennon liittimeen. MMJ-tyypin kaapeleita käytettiin hätäseis-piirissä, valaistuksessa ja pistorasioissa.

### 5.2 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajakäyttöisten moottoripiirien komponentit ovat sulake, taajuusmuuttaja, turvakytkin ja moottori. Sulake toimii oikosulkusuojana ja taajuusmuuttaja toteuttaa moottorin ylikuormitussuojauksen. Taulukossa TAULUKKO 3 on merkitty kuorimolinjalle valitut taajuusmuuttajat.

TAULUKKO 3. Kuorimolinjan taajuusmuuttajat

Kone	Pos.	sulake (A)	Taajuusmuuttaja	Teho (kW)	I <sub>in</sub> (A)	I <sub>out</sub> (A)
Kuljetin 1	M13.1	16	Vacon 20	5,5	14,9	12
Kuljetin 2	M14.1	16	Vacon 20	5,5	14,9	12
Kuorimokone	M15.1	16	Vacon 20	5,5	14,9	12
Kuljetin 3	M17.1	10	Vacon 20	2,2	7,3	5,6
Sivusiirto 1	M18.1	10	Vacon 20	2,2	7,3	5,6

Taulukossa TAULUKKO 3 on esitetty taajuusmuuttajakäytön kone, moottorin positio, sulake, taajuusmuuttajan merkki ja malli sekä taajuusmuuttajan teho, verkosta ottama virta ja ulostulovirta. Taajuusmuuttajan käyttöönotossa siihen asetetaan syötettävän moottorin tiedot kuten jännite, nimellistaajuus, -nopeus, -virta ja  $\cos\phi$ . Ilman näitä tietoja taajuusmuuttaja ei kykene ajamaan moottoria oikein.

Taajuusmuuttajassa on valmiita sovellustyyppiejä, sen mukaan minkälaisessa käytössä ohjattava moottori on. Sivusiirto 1:n sovellustyyppiksi valittiin perusasetus ja muiden koneiden sovellustyyppiksi kuljetinkäyttö. Ohjauksiin liittyviä parametrejä, joita säädettiin, jotta taajuusmuuttajan ohjaaminen ohjelmoitavalla logiikalla toimii, ovat kauko-ohjauspaikan 1 valinta, kauko-ohjauspaikan 1 taajuusohjeen valinta, esiasetettu nopeus 0 ja 1.

Taajuusmuuttajien ohjaus toteutettiin siten, että ohjelmoitava logiikka ohjaa releitä joiden koskettimien kautta ohjataan taajuusmuuttajalta tuleva 24V jännite taajuusmuuttajan digitaalituloihin joiden mukaan moottori käy eteen tai taakse. Taajuusmuuttajien nopeusohjeena on vakionopeus. Jokaiselle taajuusmuuttajalle asetettiin oma nopeutensa. Nopeudet säädettiin siten, että kuorimokoneen kuljetinmoottori liikuttaa tukkia 10 metriä minuutissa. Kuljettimien 1 ja 2 nopeudet säädettiin hieman hitaammaksi kuin kuorimokoneen kuljetinmoottorin nopeus. Kuljetin 3:lla on kaksi nopeutta. Silloin kun tukki on vielä kuorimokoneessa kuljetin 3 ajaa samaa nopeutta kuin kuorimokone. Tukin tultua pois kuorimokoneesta kuljetin 3 ajaa nopeampaa ajonopeutta. Taajuusmuuttajien ohjauksiin liittyvät piirikaaviot on esitetty liitteessä 2.

### 5.3 Turvakytkimet ja hätäpysäytys

#### Turvakytkimet

Valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta on annettu määräykset koneiden erottamisesta energianlähteistä ja hätäpysäytyksestä. Valtioneuvoston päätöksen 400/2008 kohdassa 1.6.3 on määrätty energialähteistä erottamisesta seuraavasti ”Koneessa on oltava laitteet, joilla se voidaan erottaa kaikista energialähteistä. Näiden erotuslaitteiden on oltava selvästi tunnistettavissa. Ne on voitava lukita, jos energialähteesseen uudelleen kytkeminen voi aiheuttaa vaaran henkilöille. Erotuslaitteet on voitava

lukita myös silloin, kun käyttäjä ei voi mistään sellaisesta paikasta, johon hänellä on pääsy, tarkistaa, että energiansyöttö on edelleen katkaistuna” (Finlex 400/2008, 1.6.3).

Turvakytkimen tarkoituksena on toteuttaa tämä kyseinen energialähteistä erottaminen. Kuorimolinjan jokainen moottori varustettiin turvakytkimellä ja ne sijoitettiin mahdollisimman näkyvälle paikalle ja lähelle moottoria jonka, virtapiirin se katkaisee. Turvakytkimen avulla voidaan varmistua, ettei kone lähde vahingossa käyntiin esimerkiksi tilanteessa, jossa koneelle ollaan tekemässä huoltotoimenpiteitä ja koneen käynnistyminen aiheuttaisi vaaratilanteen. Turvakytkimen valinnassa on otettava huomioon, että sen katkaisukyky on riittävä kyseille laitteelle, jonka virtapiiri sillä erotetaan. Turvakytkimiin on yleensä merkitty AC-3 käyttöluokan suurin teho tai virta johon ne soveltuvat käytettäväksi ja niiden perusteella kuorimolinjan turvakytkimet valittiin. Taajuusmuuttajakäytöissä turvakytkimen on oltava myös EMC yhteensopiva.

### **Hätäpysäytys**

Valtioneuvoston päätöksessä 400/2008 on koneiden hätäpysäytyksestä määrätty seuraavasti ” kun hätäpysäytyslaitteen aktiivinen käyttäminen, josta pysäytyskäsky seuraa, on lakannut, tämän käskyn on jättävä voimaan hätäpysäytyslaitteen lukkiutumisen avulla kunnes tämä lukitus vapautetaan erityisellä toimenpiteellä. Hätäpysäytyslaitteen lukkiutuminen ei saa olla mahdollista ilman, että aiheutuu pysäytyskäsky. Hätäpysäytyslaitteen vapauttaminen pysäytysasennon lukituksesta saa olla mahdollista vain tarkoituksellisella toimenpiteellä, eikä vapautuminen saa käynnistää konetta uudelleen vaan ainoastaan tehdä uudelleenkäynnistäminen mahdolliseksi.” (Finlex 400/2008, 1.2.4.3). Koneyhdistelmistä on valtioneuvoston päätöksessä hätäpysäytystä koskien määrätty, että ”jos useampi kone tai koneiden tietyt osat on suunniteltu toimimaan yhdessä, ne on suunniteltava ja rakennettava siten, että pysäytysohjaimet, hätäpysäytyslaitteet mukaan luettuina, pysäyttävät kyseessä olevan koneen lisäksi myös kaikki siihen yhteydessä olevat laitteet, jos niiden toiminnan jatkuminen voi aiheuttaa vaaraa.” (Finlex 400/2008, 1.2.4.4).

Kuorimolinjan hätäpysäytyksen toiminta toteutettiin näitä asetuksia noudattaen. Kuorimolinjan hätäpysäytykseen käytettäviä hätä seis painikkeita tuli kolme. Kaksi asennettiin kuorimolinjalle kuorimorakennukseen, joista toinen on ohjauspulpetissa ja toinen on kuorimolinjan kulkuportin toisella puolella. Näin ollen kuorimolinjan hätäpysäytys saadaan toteutettua kuorimolinjan kulkuportin molemmilta puolilta. Kolmas hätä seis pai-

nike tuli sahan puolelle kuorimolinjan ohjauspaneeliin. Hätä seis painikkeiden sijainnit on merkitty kuorimolinjan tasolayoutiin (KUVA 2). Hätä seis painikkeen painaminen pysäyttää kaikki kuorimolinjan koneet ja painikkeen vapauttamiseen jälkeen linja pitää käynnistää uudelleen. Hätäpysäytyksen piirikaavio on esitetty liitteessä 2.

#### **5.4 Anturit**

Kuorimolinjan toimintaa ohjaavina antureina käytettiin raja-antureita ja valokennoja. Kuorimolinjan mukana tuli sivusiirtojen akseleiden päässä olevat rajakotelot. Koteloiden sisällä on sivusiirron akselissa kiinni olevia säädettäviä kiekkoja, jotka liikkuvat sivusiirron mukana. Kiekkojen asentoa säätämällä vaikutetaan missä asennossa rajat ovat auki tai kiinni. Yhdessä rajakotelossa on neljä rajaa ja jokaisella rajalla on kaksi säädettävää kiekkoa. Muut tarvittavat raja-anturit tulivat sahan omasta varastosta. Valokennoiksi valittiin Datalogic S50-M18 mallin valokennot. Valokennojen suojausluokka on IP67, joten ne soveltuvat hyvin ulkokäyttöön. Niiden toimintaperiaate on kohteesta heijastava ja suurin tunnistusetäisyys on 700 mm. Annostelijan valokennoksi asennettiin aluksi sahan omassa varastossa ollut peilistä heijastava valokenno. Sen tunnistusetäisyys ei ollut riittävä annostelijan leveydelle ja se korvattiin annostelijan keskelle asennetulla raja-anturilla. Logiikkaan liitettiin yhteensä 9 raja-anturia ja 8 valokennoa. Antureiden sijainnit on esitetty tasolayoutissa (KUVA 2).

#### **5.5 Ohjauspaikat**

Kuorimolinjan ohjauspaikat ovat kuorimorakennuksessa kuljetin 2:n vieressä sijaitseva ohjauspulpetti ja saharakennuksessa sahurin ajopenkissä oleva ohjauspaneeli. Ohjauspulpetti oli tullut kuorimolinjan mukana ja se muokattiin nykyiseen käyttötarkoitukseen hyödyntämällä vanhoja komponentteja ja lisäämällä uusia. Ohjauspaneeli tehtiin kokonaan uusista osista. Ohjauspaikkojen komponenttien sijoittelu tehtiin niin, että käsiajojen painonappien järjestys mukailisi samaa järjestystä kuin niillä ohjattavat koneet sijaitsevat linjalla, jotta niiden käyttö olisi mahdollisimman helppoa. Komponentit ja toiminnot, jotka ohjauspaikkoihin tulivat, näkyvät liitteen 3 piirikaavioissa.



## 6 KÄYTTÖÖNOTTO

### 6.1 Käyttöönottotarkastukset

Kun kuorimolinjan sähköistyksen asennustyöt oli saatu valmiiksi, tehtiin sähkölaitteistolle käyttöönottotarkastukset. Käyttöönottotarkastukset on tehtävä riittävässä laajuudessa, jotta varmistutaan, ettei sähkölaitteisto aiheuta sähköturvallisuuslaissa määritettyä häiriötä tai vaaraa (D1-2012, 331). Standardissa SFS 6000-6 on määritetty mitä asioita käyttöönottotarkastuksiin kuuluu (SFS-käsikirja 600-1, 353–361). Käyttöönottotarkastuksen osia ovat aistinvarainen tarkastus, mittaukset ja toiminnalliset kokeet.

Aistinvaraisia tarkastuksia tehtiin koko asennustöiden ajan sekä niiden valmistumisen jälkeen. Mittaukset, jotka käyttöönottotarkastuksessa tehtiin olivat suojajohtimen jatkuvuus, eristysresistanssi, syötön automaattisen poiskytkennän toiminta, vikavirtapiirin impedanssi, lisäsuojaus, napaisuus ja kiertosuunnan tarkistus. Mittaukset tehtiin Fluke 1654B asennustesterillä. Jännitteen alenemaa kuorimolinjan keskuksesta mitattiin kuorimolinjan käyttöönoton yhteydessä Fluke CNX 3000 yleismittarin min toiminnolla joka, näyttää alimman mitatun jännitteen arvon. Sen avulla tiedetään mikä on kuorimolinjan keskuksen suurin jännitteen alenema, kun linja on käynnissä ja voidaan verrata sitä luvussa 3.2.3 laskettuun jännitteen alenemaan. Käyttöönoton aikana kuorimolinjan ottamaa virtaa mitattiin Metrix MX 355 pihtimittarilla. Toiminnalliset kokeet tehtiin kaikille kytkin-, käyttö- ja ohjauslaitteille. Toimintatestien tarkoituksena oli varmistua, että kaikki kuorimolinjan sähkölaitteiston osat on koottu, asennettu ja aseteltu standardien mukaisesti.

### 6.2 Toimintakokeet

Käyttöönottotarkastusten jälkeen päästiin aloittamaan kuorimolinjan toimintakokeet. Ensimmäiseksi ajettiin jokaista linjan konetta yksitellen, jotta varmistuttiin, että kaikki koneet toimivat oikealla tavalla. Suoria moottorilähtöjä ohjattiin kontaktorien keloilta ja säädettyjä käyttöjä taajuusmuuttajien käyttöpaneelist. Tässä vaiheessa selvisi, että kiramoon moottori on viallinen. Aluksi se toimi oikein, mutta hetken päästä se alkoi polttamaan kahden vaiheen sulakkeita. Ilmeisesti moottorin sisällä olevat eristeet olivat hau-

rastuneet ajan myötä, koska kyseessä oli vanha moottori. Kyseisen moottorin tilalle hankittiin uusi moottori.

Seuraavaksi ladattiin ohjelma logiikkaan. Sen jälkeen tehtiin logiikan I/O testaus, jossa käytiin läpi, että kaikkien logiikkaan kytkettyjen toimilaitteiden yhteys logiikkaan on kunnossa. Sen jälkeen kuorimolinja käynnistettiin logiikan kautta ensimmäisen kerran. Tässä vaiheessa testattiin ohjelman toimintaa raja-antureita ja valokennoja käsin ohjaamalla, jotta saatiin selville koneiden ja automaattiajon oikea toiminta sekä sivusiirtojen rajat säädettiin oikeille kohdille. Käsiajojen oikea toiminta testattiin myös tässä vaiheessa. Logiikan ohjelmassa havaittiin joitakin puutteita koneiden toimintaehtojen osalta ja ne korjattiin ohjelmaa muokkaamalla.

I/O testauksen jälkeen linjaa ajettiin ensimmäisen kerran tukkien kanssa. Annostelija ja kuljetin 1 eivät toimineet halutulla tavalla ja ohjelmaa joutui vielä muokkaamaan niiden osalta aika paljon. Kuljetin 3:n ja sivusiirto 1:n välissä oleva valokenno, joka ohjaa sivusiirto 1:n toimintaa ei tunnistanut tukkeja kunnolla ja sen paikkaa jouduttiin muuttamaan. Pienten tukkien kohdalla selvisi, että sivusiirto 1:n liike ei saanut pieniä tukkeja vierimään kuljetin 4:lle, koska tukin pää jäi hankaamaan kuljetin 3:n kuljetinrullaan. Todettiin, että kuljetin 3:lle tarvitaan nopeampi ajonopeus, jotta tukki menee sivusiirrosta pidemmälle, ettei sen pää jää kiinni kuljetin 3:seen. Kuorimokoneen ja kuljetin 3:n väliin lisättiin yksi valokenno. Tämän tehtävänä on tunnistaa, koska tukki on tullut pois kuorimokoneesta ja silloin kuljetin 3 kiihdyttää nopeampaan ajonopeuteensa.

Kuorimolinjan keskuksen vaihejännite laskee hetkellisesti alimmillaan 205 V:iin, kun kuorimokoneen terämoottori käynnistetään. Heti, kun kuorimokoneen terämoottorin vauhti alkaa kiihtyä, jännite nousee takaisin normaaliin 230 V:iin. Kuorimokoneen terämoottorin kiihtyminen pysähdyksistä nimelliseen pyörimisnopeuteen kestää noin 10 sekuntia. Virta, jonka kuorimolinja ottaa terämoottorin käynnistystilanteessa on suuruudeltaan noin 140 A. Kuorimolinjan ollessa normaalisti käynnissä eli tilanteessa, jossa linjalla kuoritaan tukkeja, kuorimolinjan ottama virtaa vaihtelee 40–60 A:n välillä. Alin mitattu vaihejännite kuorimolinjan ollessa normaalisti käynnissä on 217 V. Kuorimolinjan keskukselta mitattu yksivaiheinen oikosulkuvirta on 1,3kA. Näiden tulosten perusteella voidaan todeta, että verkostolaskennan laskut pitävät paikkansa riittävissä määrin.

## 7 POHDINTA

Työ oli erittäin opettavainen ja mielenkiintoinen. Projektin aikana sain laajalti kokemusta monista eri osa-alueista, koska pääsin viemään koko projektin alusta loppuun. Erityisesti kokemus lisääntyi automatisoinnista ja ohjelmoitavista logiikoista. Työssä tiivistyy hyvin, kuinka sähkövoimatekniikan avulla tuotettua työtä kuorimolinjalla ohjataan automaation avulla ja sen takia nykyaikana on sähköinsinöörin hyvä tietää asioita monemmista osa-alueista. Suunnittelun osalta opin uutena asiana TIA Portal ohjelman käytön ja kokemus CADS:in käytöstä ja erilaisten komponenttien mitoituksesta ja valinnasta lisääntyi huomattavasti. Asennustöiden osalta minulle uutta oli taajuusmuuttajien ja ohjelmoitavan logiikan asennus ja niihin liittyvät kytkennät. Yleisesti kokemusta sain projektin vetämisen osalta ja asiakkaan kanssa käytävästä kommunikoinnista sekä työmaan nokkamiehenä olemisesta.

Kuorimolinjan koeajojen ja testauksien perusteella voi todeta, että automaatiota ja logiikan ohjelmia ei toimistossa suunnittelemalla saa vielä välttämättä toimimaan oikein. Lopullisen viimeistelyn pystyy vasta tekemään paikan päällä, missä automatisoitava prosessi on ja sitä ajetaan käytännössä oikeassa käyttötarkoituksessaan. Käyttöönotto-vaiheen aikana ilmenneiden ongelmien ja puutteiden korjauksien jälkeen kuorimolinja saatiin toimimaan asiakkaan haluamalla tavalla. Tämän perusteella voidaan todeta, että työ onnistui ja tavoitteisiin päästiin.

## LÄHTEET

Kuikka, K. & Kunelius, K. 2002. Puutekniikka 2, Materiaalit. 3. painos. Keuruu: Ota-  
van Kirjapaino Oy.

Koponen, H. 2002. Puuteollisuus 4, Puulevytuotanto. 3. painos. Helsinki: Edita Oy.

Hietalahti, L. 2015. Teollisuuden sähkökäytöt opintojakso. Luentomateriaalit. Syksy  
2015. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere

Sähköinfo, 2012. D1-2012, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 21. painos. Hel-  
sinki: Painokurki Oy

Hietalahti, L. 2013. Teollisuuden sähkökäytöt. 1. painos. Vantaa: Hansaprint Oy.

Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2015. SFS-käsikirja 600-2 Oppilaitoksille, Sähkö-  
asennukset. Osa 2: Sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. 2. pai-  
nos. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

ABB, 2000. ABB:n TTT-käsikirja 2000–07

Siemens. S7-1200 ominaisuudet ja käyttökohteet. Luettu 5.4.2016.  
[http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaat  
iotekniikka/ohjelmoitavat\\_logiikat\\_simatic/s7\\_1200.htm](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaat_iotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/s7_1200.htm)

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. 12.6.2008/400. Luettu 5.4.2016.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400>

Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2012. SFS-käsikirja 600-1 Oppilaitoksille, Sähkö-  
asennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset 2012. 1. painos. Helsinki:  
Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

## LIITTEET

## Liite 1. Keskuksen pääkaavio

1 (6)

	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
A	A SÄHKÖTEKNILAISET TIEDOT																										
B	KESKUS																										
C	1. Nimellijännite $U_N$ 400 V 2. Järjitelijännite keskuksen $U_N$ % 3. Taajuus f 50 Hz 4. Nimellivirta $I_N$ 400 A 5. Oikosulkukestoisuus terminen $I_s$ kA dynaaminen $I_d$ kA SFS 154:n mukaan 6. Keskuksen häviöteho $P_h$ kW 7. Kiskot tai johtimet AC L1 L2 L3 N PE PEN 8. Kiskot tai johtimet DC L+ L- M PE 9. Ohjousjännite U V f Hz 10. Apujännite 1 S kVA 11. Apujännite 2 S kVA																										
D	E KAAPELOINTITIEDOT																										
E	1. Syöttö kaapeli kiskasto laji AXMK poikkipinta 120 pituus jännitehäviön laskemiseksi 15 m																										
F	C TUNNUSMERKINNÄT																										
G	1. Tunnusmerkin valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 2. Keskuksen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 3. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 4. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 5. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 6. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 7. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 8. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 9. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys)																										
H	D KALUSTETIEDOT																										
I	1. Keskuksen kalustus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 2. Keskuksen tyyppi kintä 3. Keskuksen tyyppi kintä 4. Keskuksen tyyppi kintä 5. Keskuksen tyyppi kintä																										
J	E KAAPELOINTITIEDOT																										
K	1. Syöttö kaapeli kiskasto laji AXMK poikkipinta 120 pituus jännitehäviön laskemiseksi 15 m																										
L	C TUNNUSMERKINNÄT																										
M	1. Tunnusmerkin valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 2. Keskuksen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 3. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 4. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 5. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 6. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 7. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 8. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 9. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys)																										
N	D KALUSTETIEDOT																										
O	1. Keskuksen kalustus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 2. Keskuksen tyyppi kintä 3. Keskuksen tyyppi kintä 4. Keskuksen tyyppi kintä 5. Keskuksen tyyppi kintä																										
P	E KAAPELOINTITIEDOT																										
Q	1. Syöttö kaapeli kiskasto laji AXMK poikkipinta 120 pituus jännitehäviön laskemiseksi 15 m																										
R	C TUNNUSMERKINNÄT																										
S	1. Tunnusmerkin valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 2. Keskuksen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 3. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 4. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 5. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 6. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 7. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 8. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys) 9. Keskuskojen tunnus valmistajan normaali erillinen ohje (sähköselitys)																										

[illegible]

12.4.2016											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						



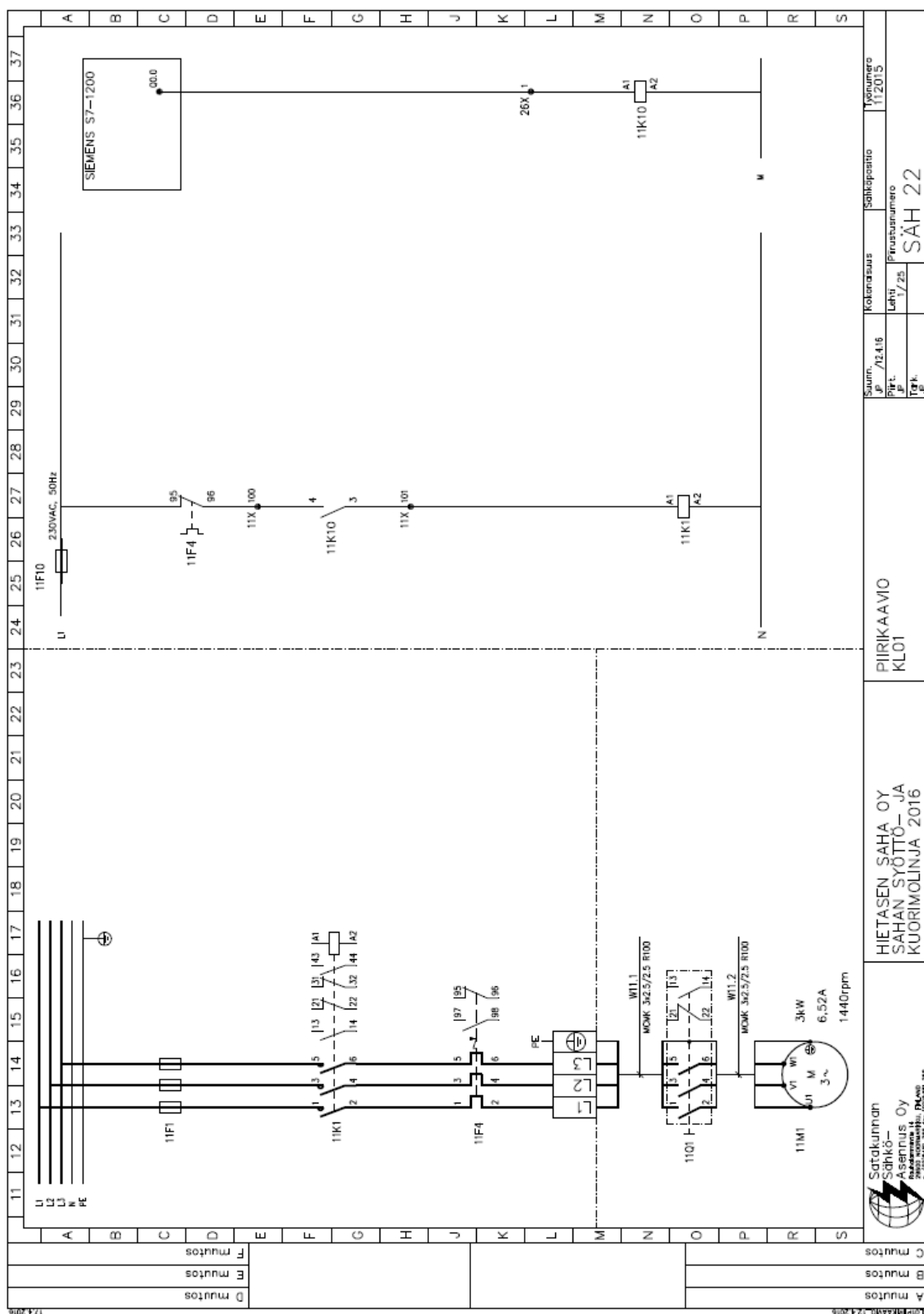


12.4.2016											11											12											13											14											15											16											17											18											19											20											21											22											23											24											25											26											27											28											29											30											31											32											33											34											35											36											37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							</										



## Liite 2. Keskuksen piirikaavio

1 (25)





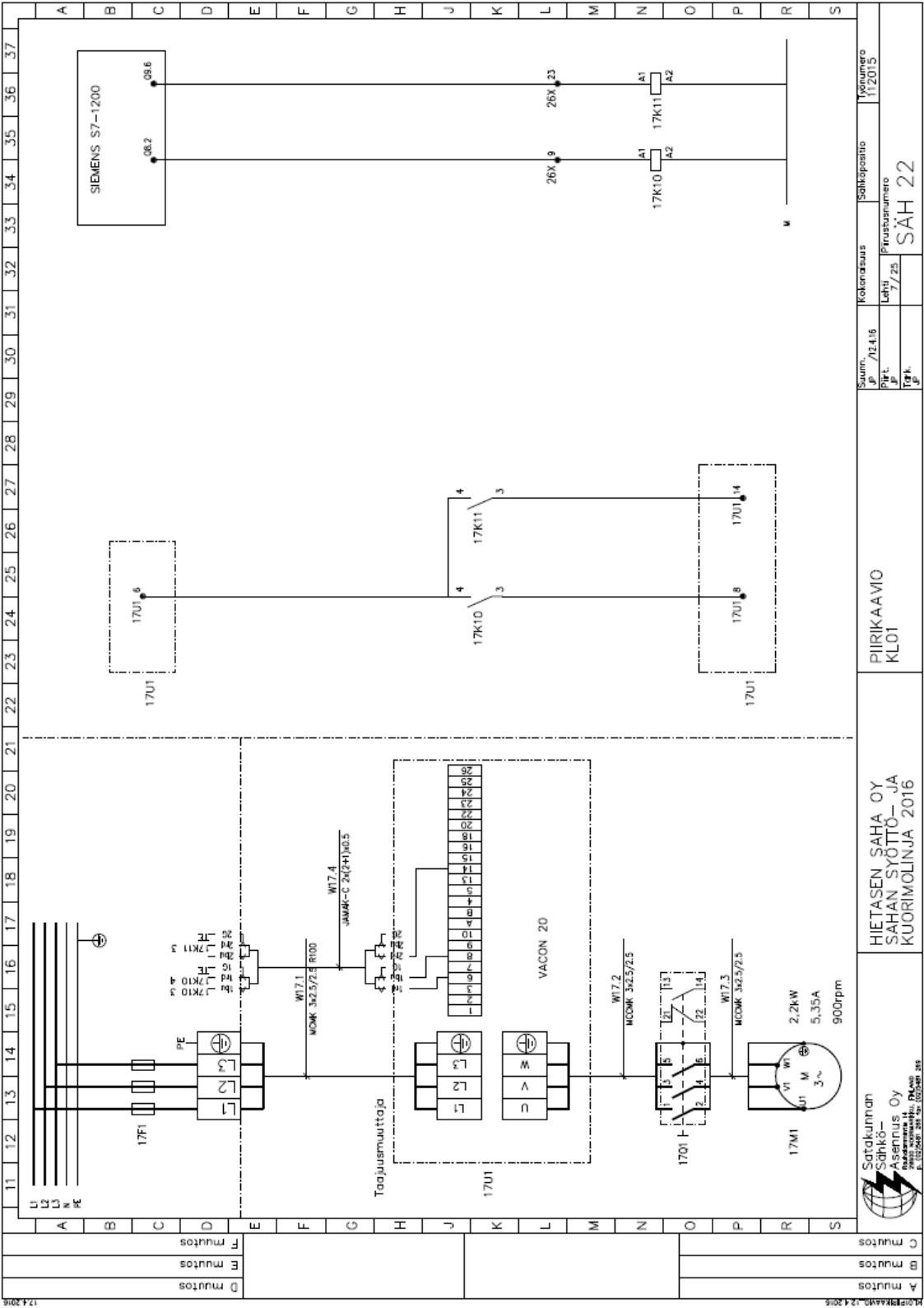












PIIRIKAAVIO  
KLO1

HIETASEN SAHA OY  
SAHAN SYOTTO- JA  
KUORIMOLINJA 2016

Satakunnan  
Sähkö-  
Asennus Oy  
Rakentamatie 14  
00560 Vantaa  
P. 015 240 2842, 015 240 285

A. muutos  
B. muutos  
C. muutos

Suunn.  
P. / 72.1.8  
P. /  
T. /  
Kokonaissuus  
Lähti  
7/25  
Päätösnumero  
SAH 22  
Yhteisö  
P. /  
Yhteisö  
P. /

Yhteisö  
P. / 12013

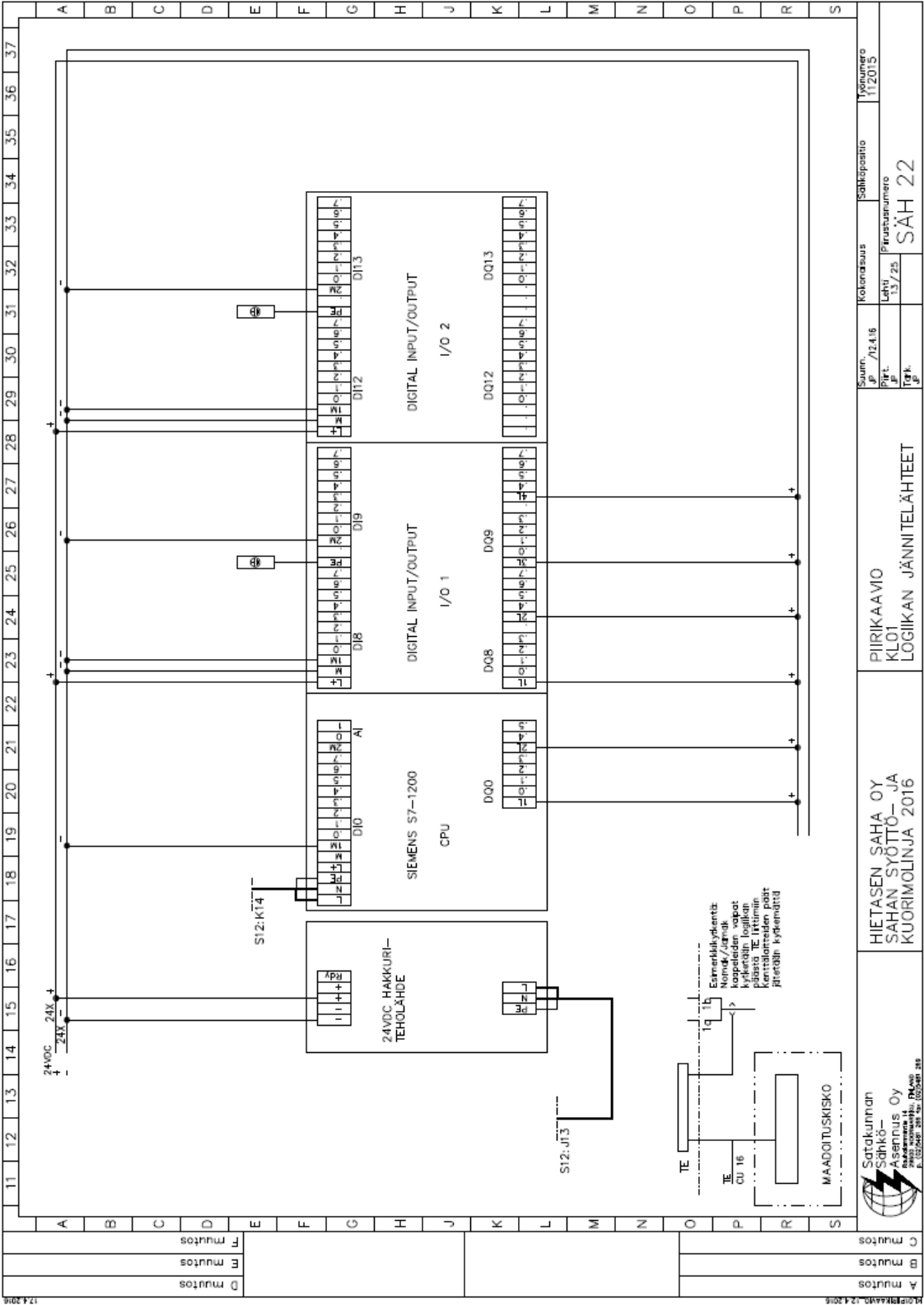












PIIRIKAAVIO  
KLO1  
LOGIIKAN JÄNNITELÄHTEET

HIETASEN SAHA OY  
SAHAN SYÖTTÖ- JA  
KUORIMOLINJA 2016

SÄH 22

Suunn.  
P. / 12.1.16

Kokonaissuus  
P. c.

Yhteensä  
P. c.

Yhteensä  
P. c.

Yhteensä  
P. c.

Yhteensä  
P. c.

Yhteensä  
P. c.

Yhteensä  
P. c.

Yhteensä  
P. c.

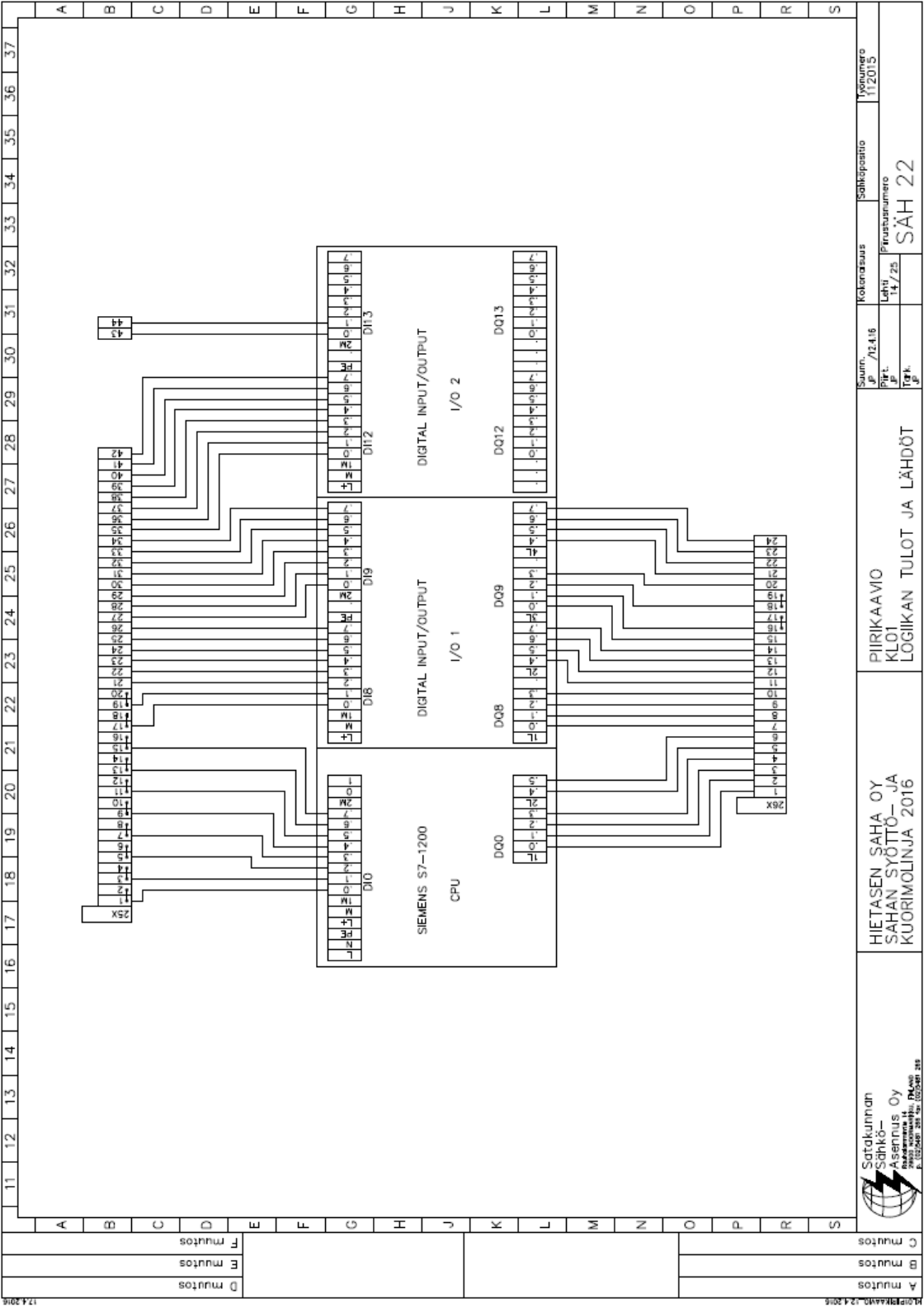
Yhteensä  
P. c.

Yhteensä  
P. c.

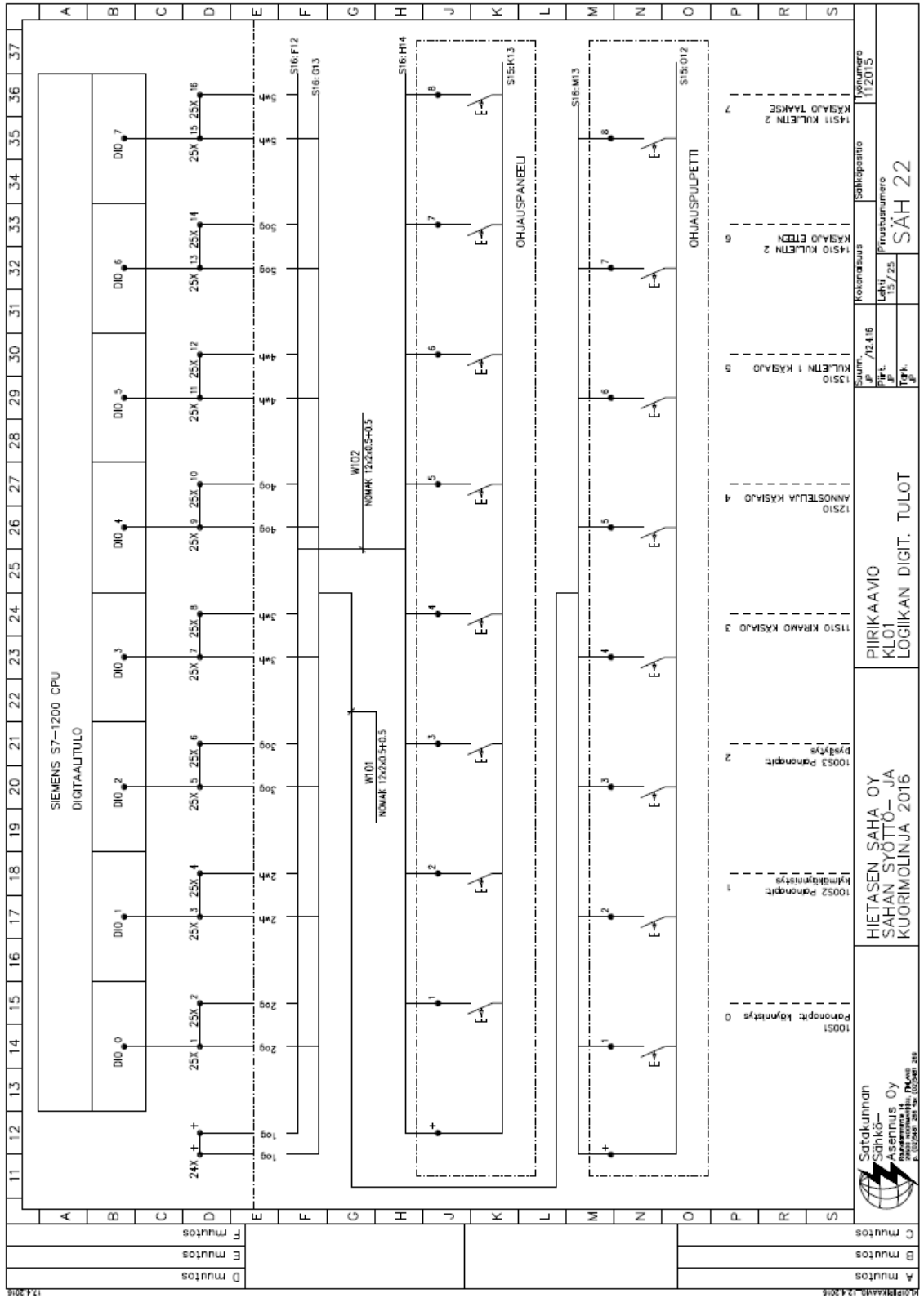
Yhteensä  
P. c.

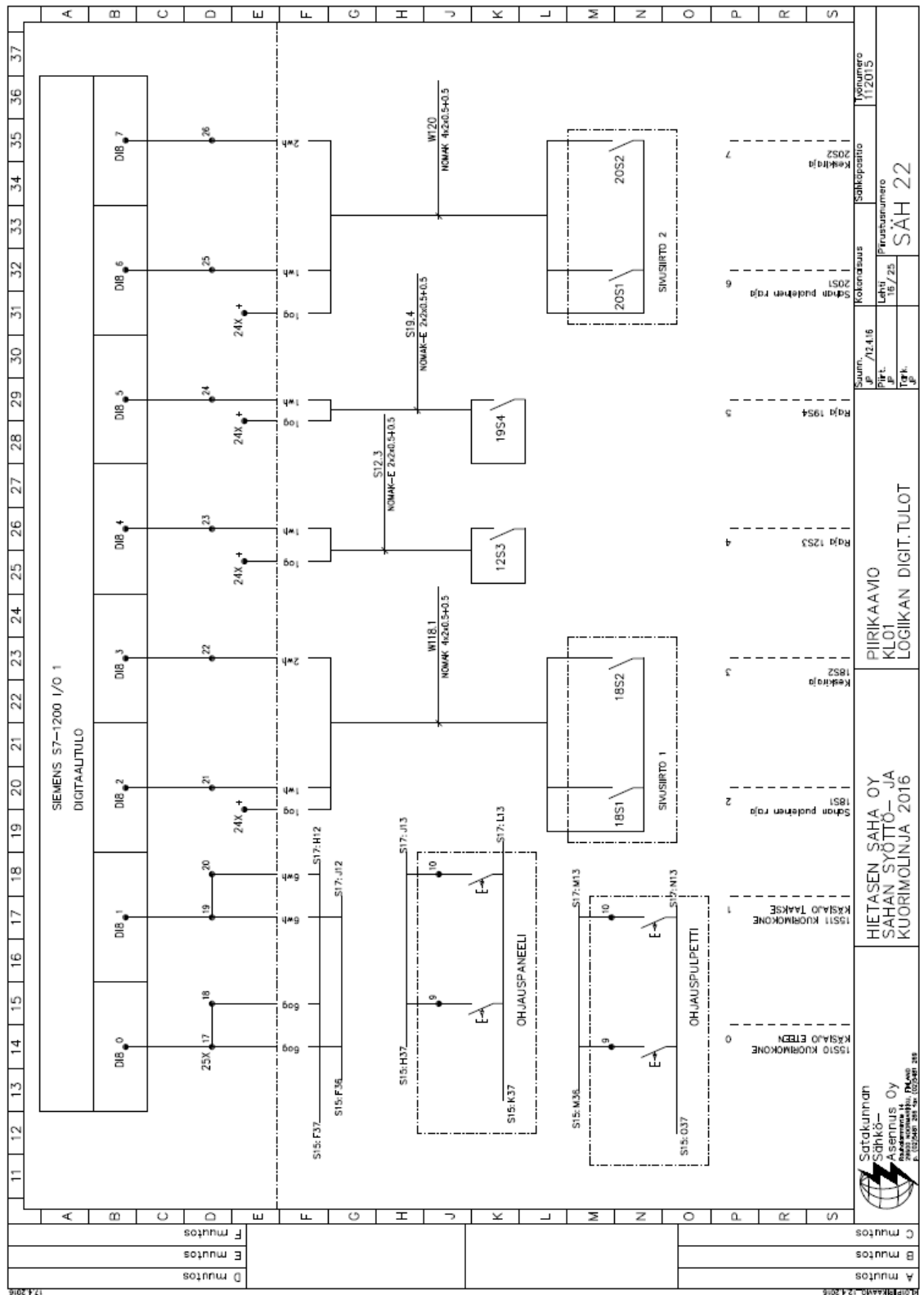
Yhteensä  
P. c.

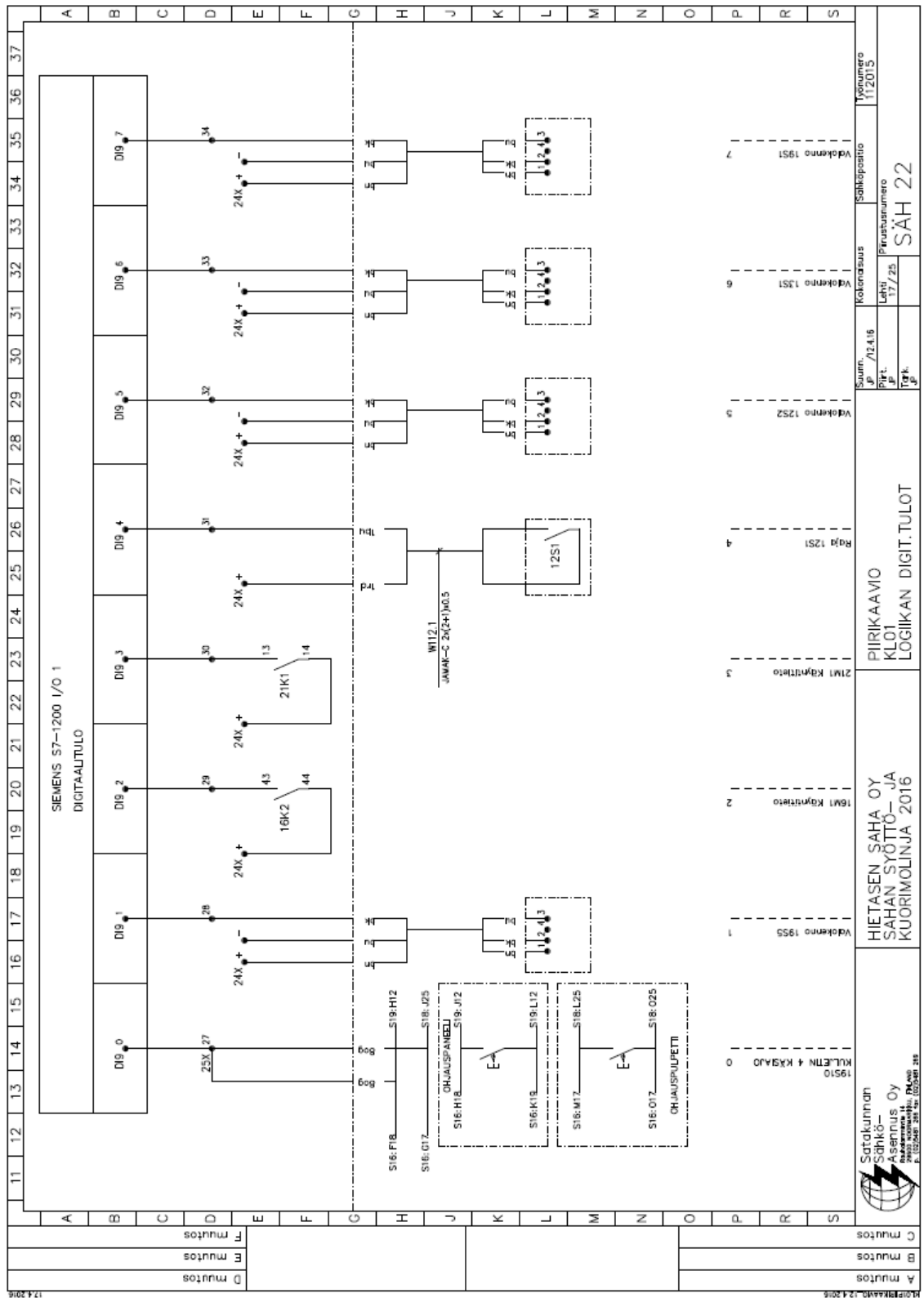
Yhteensä  
P. c.

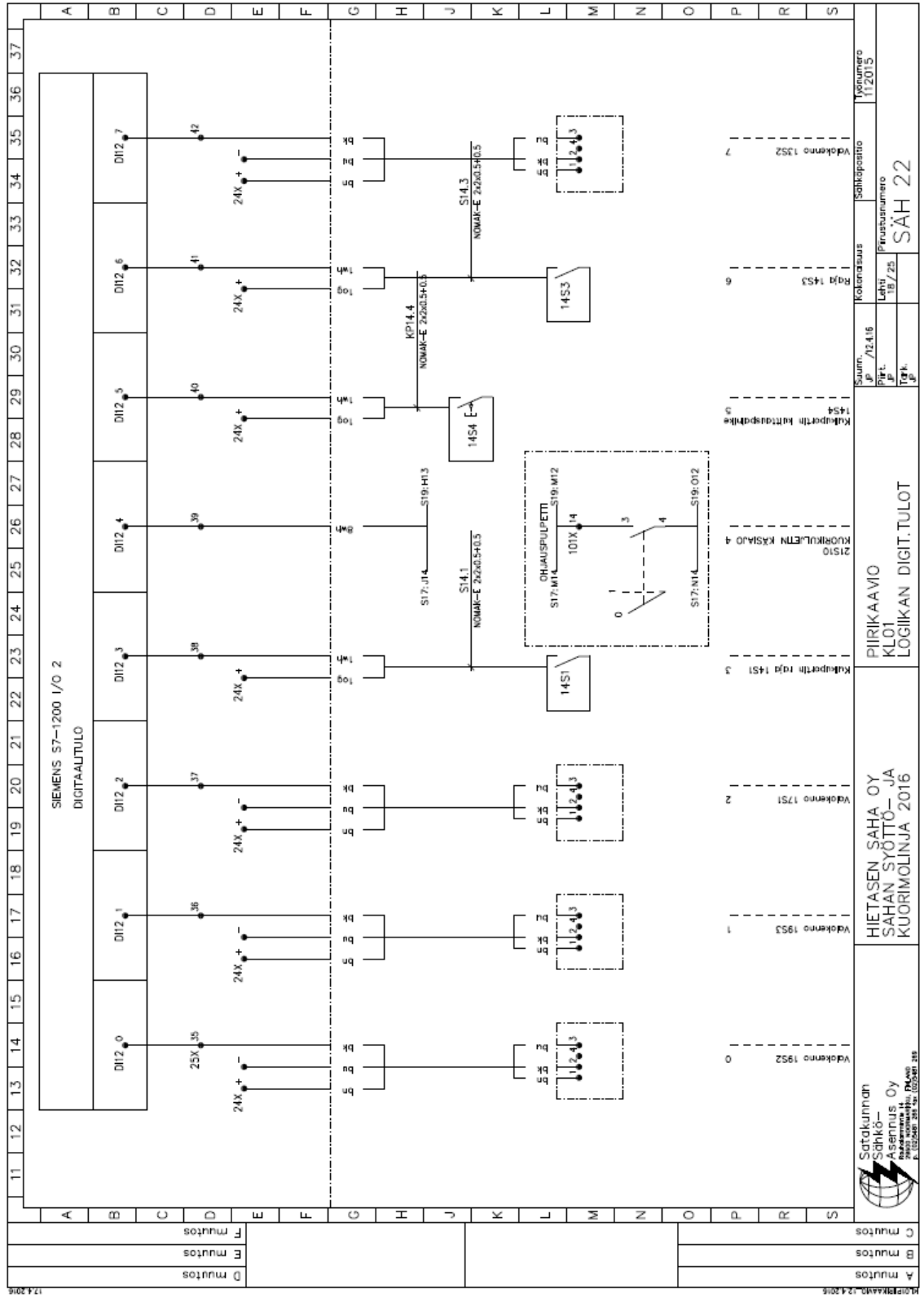




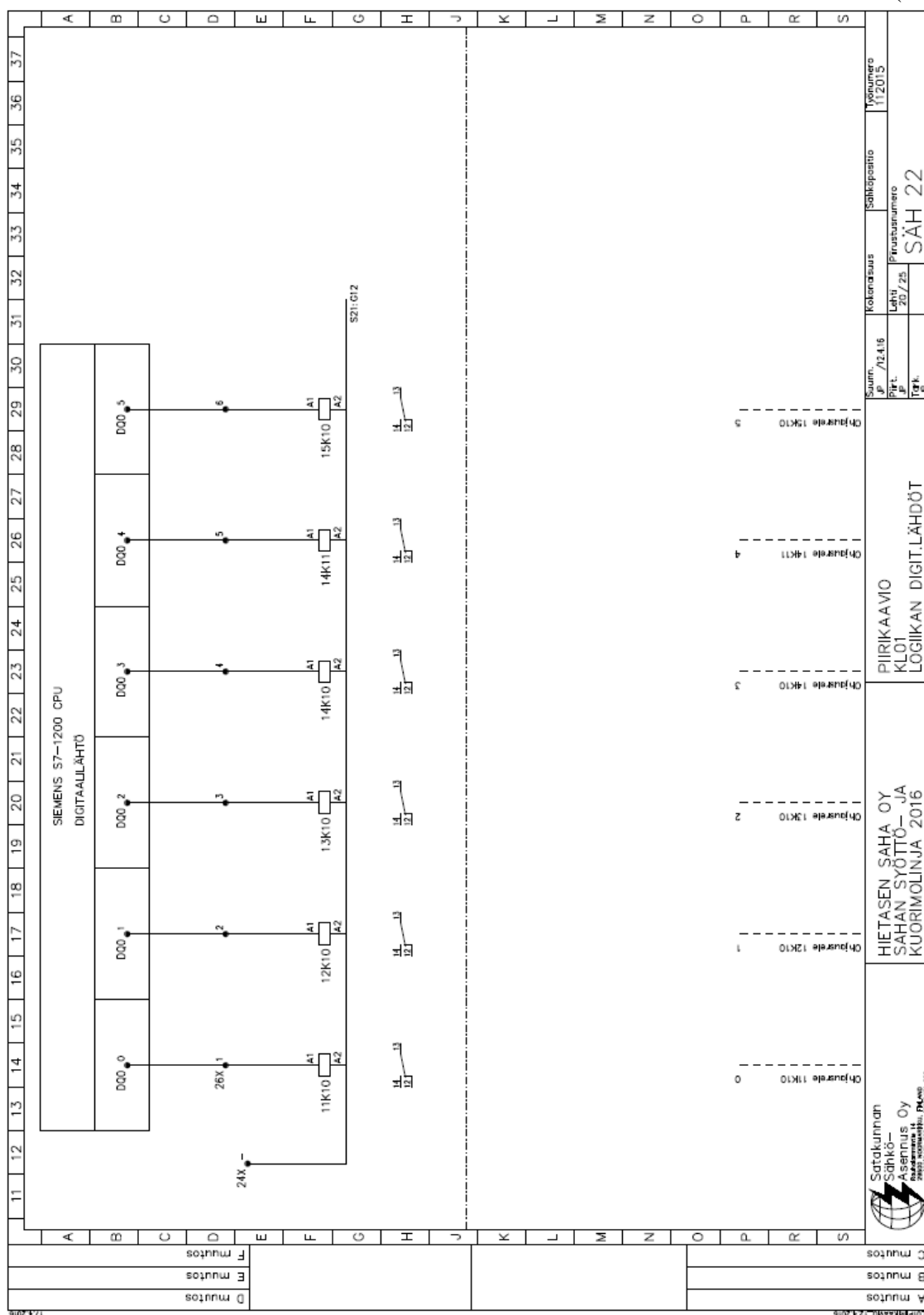




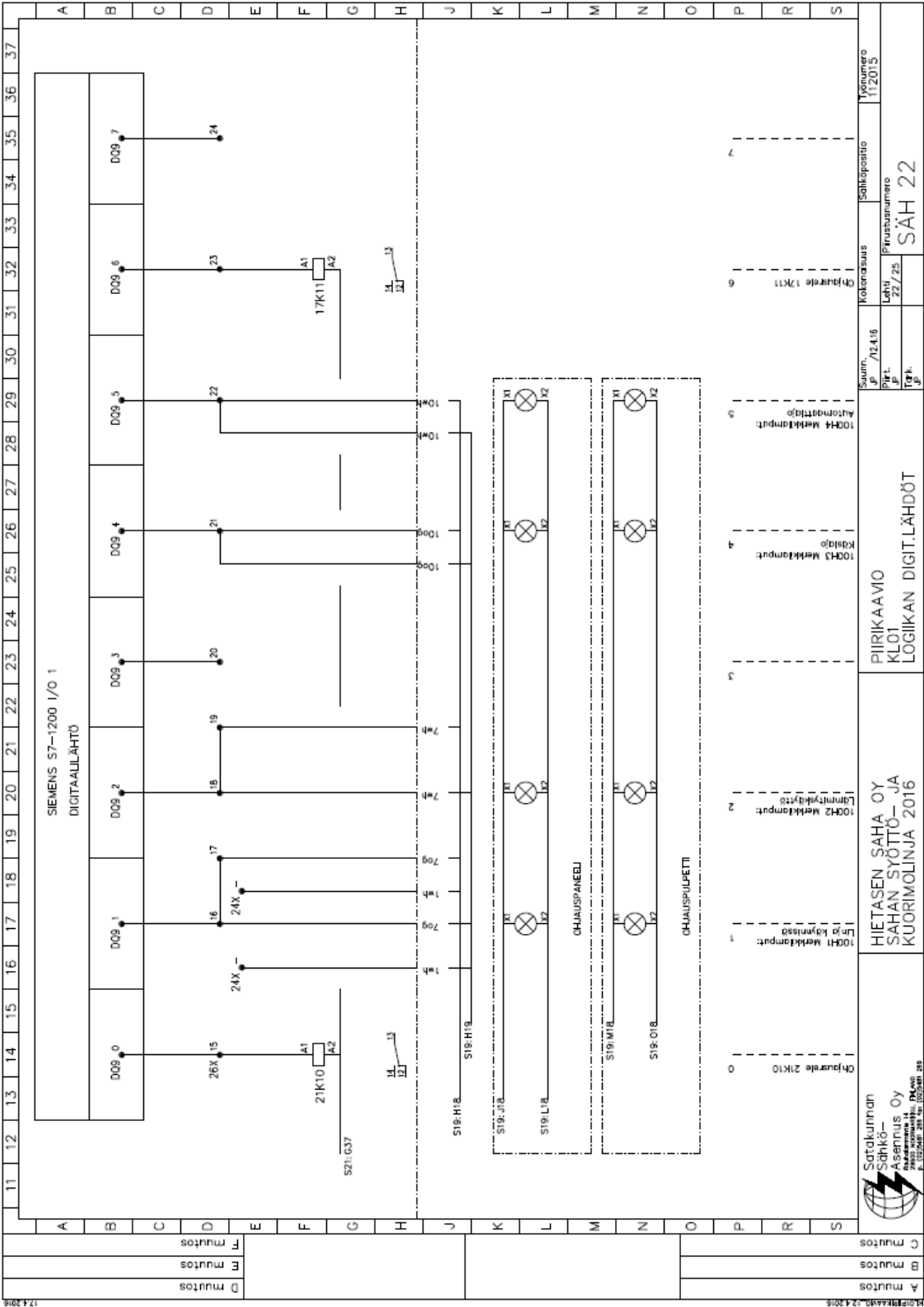








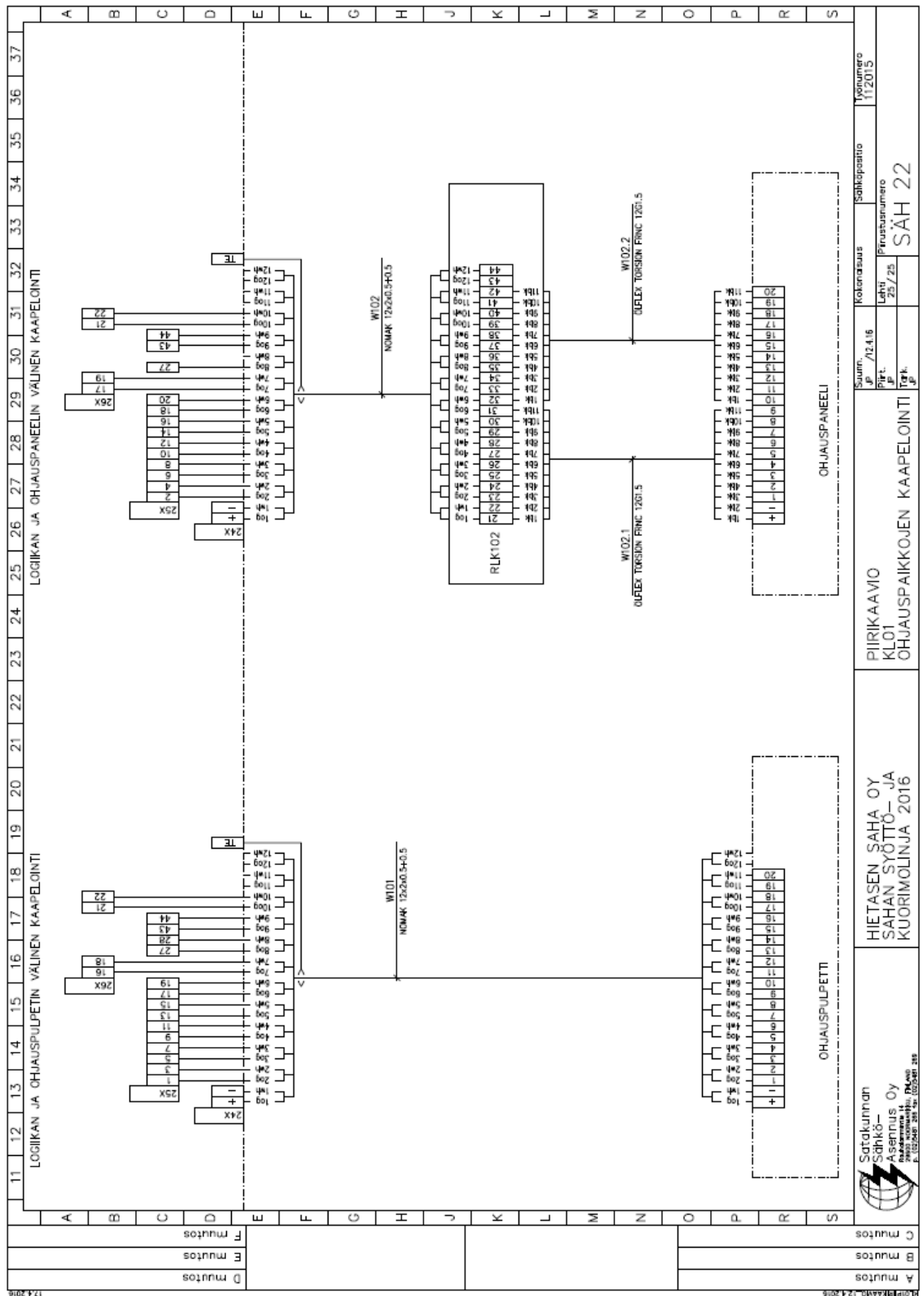






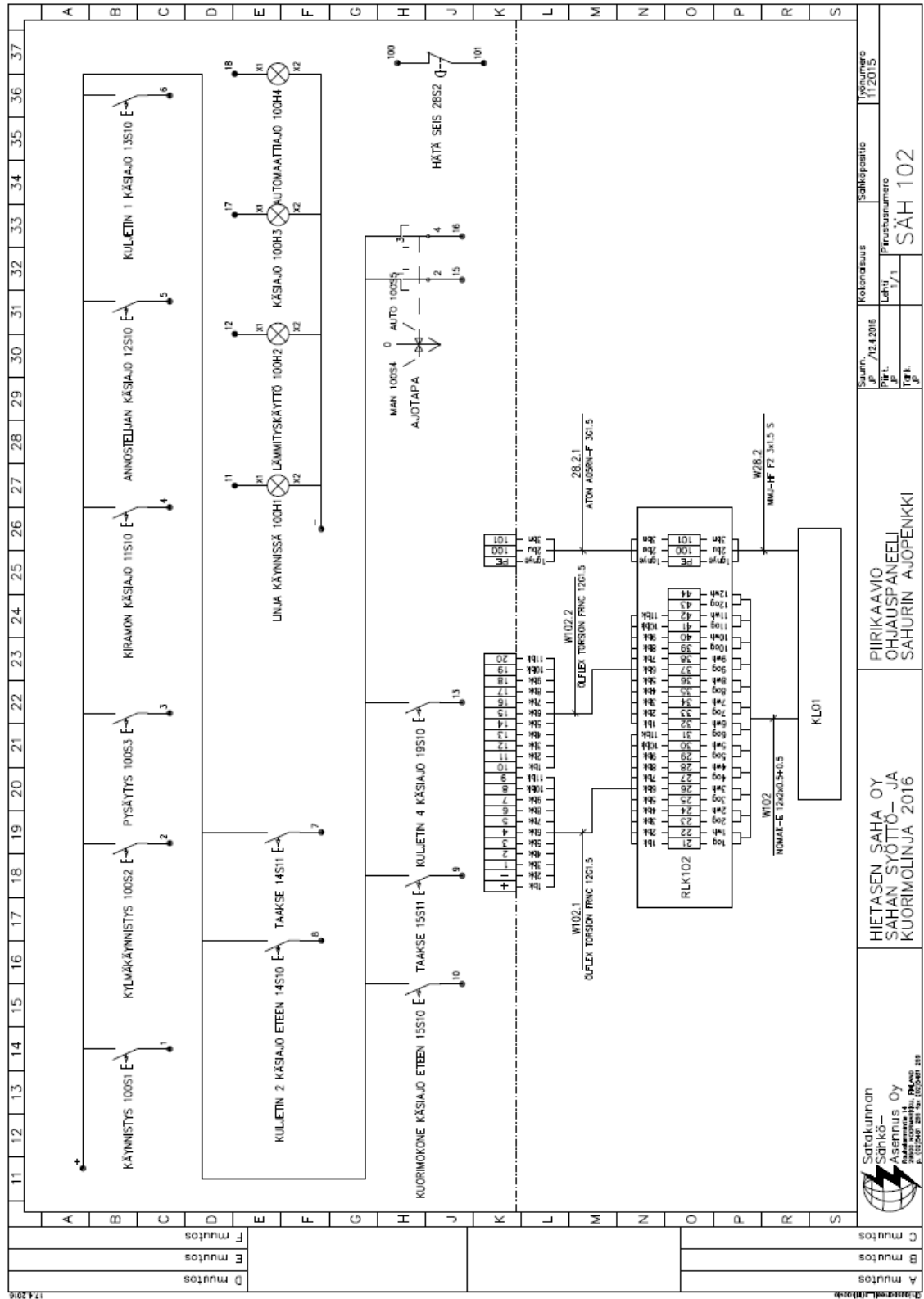


A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S	
A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S	
A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S	
A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S	
A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S	
A		B		C		D		E		F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



Liite 3. Ohjauspaikkojen piirikaaviot

1 (2)





## Liite 4. 750rpm oikosulkumoottorien tekniset tiedot (Siemens)

## Oikosulkumoottorit 1LA

Normimoottori

## Tekniset arvot / Valintataulukko

Nimellis- teho	IEC runko- koko	Moottorityyppi	Käyttöarvot nimellisteholla			Nimellis- virta 400 V/Δ	Nimellis- vääntö- momentti	Käynnistys- momentti	Käynnistys- virta	Kippi- momentti	Häiriö- momentti	Päris- momentti
			Täydennettävää asennusasento- koodilla, kts. taulukko alapuolella	Nimellis- pyörimis- nopeus	Hyötysuhte							
750 min <sup>-1</sup> , 8-napainen, 50 Hz												
kW												
A												
Nm												
kg m <sup>2</sup>												
kg												
0,09	71	1LA7 070-8AB..	630	53	0,68	0,36	1,4	1,9	2,2	1,7	0,0009	6,3
0,12		1LA7 073-8AB..	645	53	0,64	0,51	1,8	2,2	2,2	2,0	0,0009	6,3
0,18	80	1LA7 080-8AB..	675	51	0,68	0,75	2,5	1,7	2,3	1,9	0,0015	7,5
0,25		1LA7 083-8AB..	695	55	0,64	1,03	3,5	2,0	2,6	2,2	0,0018	9,4
0,37	90 S	1LA7 090-8AB..	675	63	0,75	1,13	6,2	1,6	2,9	1,8	0,0025	10,5
0,55	90 L	1LA7 096-8AB..	675	66	0,76	1,58	7,8	1,7	3,0	1,9	0,0035	13,2
0,75	100 L	1LA7 106-8AB..	680	66	0,76	2,15	11	1,6	3,0	1,9	0,0063	20
1,1		1LA7 107-8AB..	690	72	0,76	2,90	16	1,8	3,3	2,1	0,0070	22
1,5	112 M	1LA7 113-8AB..	706	74	0,76	3,9	21	1,8	3,7	2,1	0,013	24
2,2	132 S	1LA7 130-8AB..	700	75	0,74	5,7	30	1,9	3,9	2,3	0,014	41
3	132 M	1LA7 133-8AB..	700	77	0,74	7,6	40	2,1	4,1	2,4	0,019	49
4	160 M	1LA7 163-8AB..	715	80	0,72	10,0	54	2,2	4,5	2,6	0,035	61
5,5	160 M	1LA7 164-8AB..	710	83,5	0,73	13,0	74	2,3	4,7	2,7	0,043	70
7,5	160 L	1LA7 166-8AB..	715	85,5	0,72	17,6	100	2,7	5,3	3,0	0,062	91
11	180 L	1LA5 186-8AB..	725	87	0,75	24	145	2,0	6,0	2,2	0,21	126
15	200 L	1LA5 207-8AB..	725	87,5	0,78	32	198	2,1	6,0	2,2	0,37	185
18,5	225 S	1LA5 220-8AB..	725	89,2	0,79	38	244	2,1	6,5	2,2	0,37	190
22	225 M	1LA5 223-8AB..	725	90,6	0,79	44,5	290	2,2	6,8	2,3	0,45	225
30	250 M	1LA6 253-8AB..	730	91,6	0,82	58	392	2,1	6,0	2,2	1,1	435
37	280 S	1LA6 280-8AB..	732	92,7	0,82	70	483	2,2	5,5	2,2	1,4	560
45	280 M	1LA6 283-8AB..	732	92,8	0,83	84	587	2,2	5,5	2,2	1,6	600
55	315 S	1LA6 310-8AB..	738	93,1	0,82	104	712	2,2	6,0	2,4	2,3	740
75	315 M	1LA6 313-8AB..	738	94,0	0,83	138	971	2,3	6,2	2,5	3,0	850
90	315 L	1LA6 316-8AB..	738	93,8	0,83	166	1170	2,3	6,2	2,5	3,6	990
110	315 L	1LA6 317-8AB..	738	94,1	0,83	205	1420	2,3	6,2	2,5	4,4	1100
132	315 L	1LA6 318-8AB..	738	94,1	0,82	245	1710	2,3	6,2	2,5	4,8	1200
160	315	1LA8 315-8AB..	739	94,9	0,82	296	2070	2,1	6,0	2,3	6,0	1300
200		1LA8 317-8AB..	739	95,2	0,82	370	2580	2,1	6,0	2,3	7,3	1500
250	355	1LA8 355-8AB..	741	95,7	0,82	460	3220	2,1	6,1	2,4	13	2000
315		1LA8 357-8AB..	741	96,0	0,82	580 <sup>1)</sup>	4060	2,1	6,1	2,4	16	2200
355	400	1LA8 403-8AB..	742	96,1	0,82	650	4570	2,0	6,5	2,6	21	2500
400		1LA8 405-8AB..	742	96,2	0,82	730	5150	2,1	6,5	2,6	24	3000
450		1LA8 407-8AB..	742	96,3	0,82	820 <sup>1)</sup>	5790	2,1	6,5	2,6	27	3200
500	450	1LA8 453-8AB..	744	96,4	0,81	920 <sup>1)</sup>	6420	2,0	6,6	2,4	35	4000
560		1LA8 455-8AB..	744	96,5	0,81	1040 <sup>1)</sup>	7190	2,0	6,6	2,4	39	4200
630		1LA8 457-8AB..	744	96,6	0,81	1160 <sup>1)</sup>	8090	2,0	6,6	2,4	44	4500

## Numerokoodit moottorityypin täydentämiseen:

Moottorityyppi	Ensimmäinen piste: jännite							Jälkimmäinen piste: asennusasento						
	50 Hz							IM B 3						
	230 VΔ	400 VΔ	500 VY	500 VΔ	690 VΔ	480 VY	480 VΔ		IM B 5	IM V 1 ilman sade- suojaa	IM V 1 sade- suojalla	IM B 14 pikku- leppä	IM B 14 iso- leppä	IM B 35
1LA7 070 ... 1LA7 096	1	6	3	-	-	1	6	0	1	1	4	2	3	6
1LA 106 ... 1LA 207	1	6	3	5	-	1	6	0	1	1	4	2 <sup>1)</sup>	3 <sup>1)</sup>	6
1LA 220 ... 1LA 313	1	6	3	5	-	-	6	0	1	1	4	-	-	6
1LA8 38 ... 1LA8 318	-	6	-	5	-	-	9L2F	0	-	8	4	-	-	6
1LA8 315 ... 1LA8 453	-	6	-	5	-	-	9L2F	0	-	8	4	-	-	6
1LA8 455 ja 1LA8 457	-	6	-	5	-	-	9L2F	0	-	8	4	-	-	6

1) 400 V:n kytkennässä  
tarvitaan rinnakkaiset kaapelit.2) 500 V:n kytkennässä  
tarvitaan rinnakkaiset kaapelit.3) Toimitetaan moottorikokoon  
1LA7 113 saakka.

Liite 5. Oikosulkumoottorien tehokertoimet käynnistyksessä (ABB:n TTT-käsikirja)

## **Tyypilliset tehokertoimet $\cos \varphi$ käynnistettäessä**

Moottorin koko	2- napainen	4- napainen	6 - napainen	8- napainen
63	0.91	0.89	-	-
71	0.9	0.92	0.82	-
80	0.85	0.87	0.82	0.8
90	0.79	0.8	0.78	0.79
100	0.76	0.75	0.74	0.7
112	0.7	0.6	0.65	0.6
132	0.7	0.6	0.6	0.6
160	0.5	0.55	0.55	0.55
180	0.5	0.5	0.5	0.5
200	0.45	0.5	0.45	0.4
225	0.38	0.42	0.46	0.46
250	0.39	0.42	0.47	0.48
280	0.35	0.45	0.45	0.33
315	0.36	0.40	0.39	0.30
355	0.25	0.25	0.27	0.30
400	0.17	0.20	0.22	0.25

## Liite 6. Logiikan I/O luettelo

1 (3)

1

2

3

4

A

PLC tags

NONAME

Name	Data type	Address	Retain	Visible in HMI	Accessible from HMI	Comment
100S1	Bool	%I0.0	False	True	True	Painonappi "käynnistys"
100S2	Bool	%I0.1	False	True	True	Painonappi "kylmäkäynnistys"
100S3	Bool	%I0.2	False	True	True	Painonappi "pysäytys"
11S10	Bool	%I0.3	False	True	True	Painonappi "kiramön käsiajo"
12S10	Bool	%I0.4	False	True	True	Painonappi "annostelijan käsiajo"
13S10	Bool	%I0.5	False	True	True	Painonappi "kuljetin 1 käsiajo"
14S10	Bool	%I0.6	False	True	True	Painonappi "kuljetin 2 käsiajo eteen"
14S11	Bool	%I0.7	False	True	True	Painonappi "kuljetin 2 käsiajo taakse"
15S10	Bool	%I8.0	False	True	True	Painonappi "kuorimokone käsiajo eteen"
15S11	Bool	%I8.1	False	True	True	Painonappi "kuorimokone käsiajo taakse"
18S1	Bool	%I8.2	False	True	True	Sivusiirto 1 sahan puoleinen raja
18S2	Bool	%I8.3	False	True	True	Sivusiirto 1 keskiraja
12S3	Bool	%I8.4	False	True	True	Annostelijan keskellä oleva raja
19S4	Bool	%I8.5	False	True	True	Sivusiirto 2 jälkeinen tukkipöydän raja
20S1	Bool	%I8.6	False	True	True	Sivusiirto 2 sahan puoleinen raja
20S2	Bool	%I8.7	False	True	True	Sivusiirto 2 keskiraja
19S10	Bool	%I9.0	False	True	True	Painonappi "kuljetin 4 käsiajo"
19S5	Bool	%I9.1	False	True	True	Kuljetin 4:n ensimmäinen valokenno (kuljettimen alussa)
16M1	Bool	%I9.2	False	True	True	Kuorimokoneen terämoottorin käyntitieto
21M1	Bool	%I9.3	False	True	True	Kuorikuljettimen käyntitieto
12S1	Bool	%I9.4	False	True	True	Annostelijan moottorin pysäytysraja
17S2	Bool	%I9.5	False	True	True	Kuljetin 3:n toinen valokenno
13S1	Bool	%I9.6	False	True	True	Kuljetin 1 valokenno
19S1	Bool	%I9.7	False	True	True	Kuljetin 4: toinen valokenno

C

D

E

Owner

Operator

Designed By

Checked By

Approved By

Project name

Project Path

Location

Description 1st

Description 2nd

1st View

HietasenSaha\_Kuorimolinja

C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha\_Kuorimolinja

Date

Language

Version

Sheet

4/15/2016

en-US

1 - 1

F



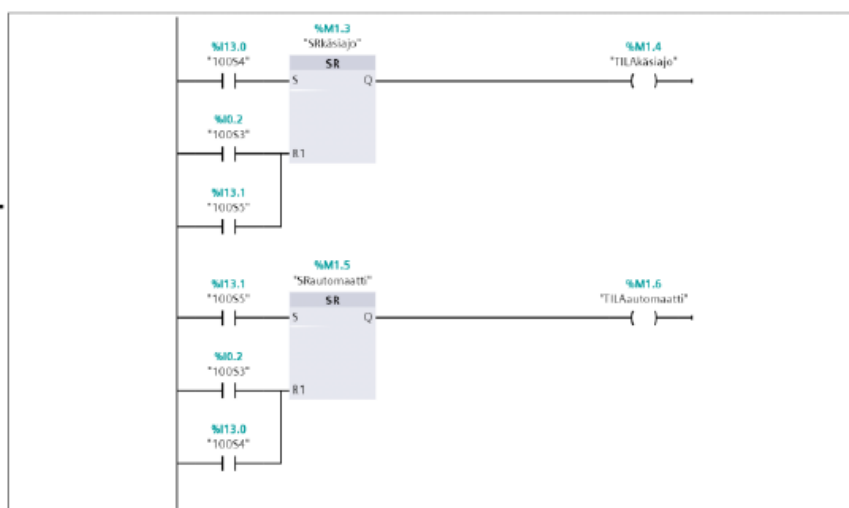
	1	2	3	4
A	Name	Data type	Address	Retain Visible in HMI Accessible from HMI Comment
	19S2	Bool	%I12.0	False True True Kuljetin 4:n kolmas valo- kenno
	19S3	Bool	%I12.1	False True True Kuljetin 4:n neljäs valoken- no (kuljettimen lopussa)
	17S1	Bool	%I12.2	False True True Kuljetin 3:n valokenno
	14S1	Bool	%I12.3	False True True Kulkuportin turvaraja
	21S10	Bool	%I12.4	False True True Painonappi "kuorikuljetin käsiäjo"
B	14S4	Bool	%I12.5	False True True Kulkuportin kuittauspainike
	14S3	Bool	%I12.6	False True True Kuljetin 2 raja
	13S2	Bool	%I12.7	False True True Kuljetin 1:n toinen valo- kenno
	100S4	Bool	%I13.0	False True True Ajotavan valinnan kytkin "käsiäjo"
	100S5	Bool	%I13.1	False True True Ajotavan valinnan kytkin "automaatti"
	11K10	Bool	%Q0.0	False True True Kiramon ohjausrele
	12K10	Bool	%Q0.1	False True True Annostelijan ohjausrele
	13K10	Bool	%Q0.2	False True True Kuljetin 1 ohjausrele
C	14K10	Bool	%Q0.3	False True True Kuljetin 2:n eteen ohjaus- rele
	14K11	Bool	%Q0.4	False True True Kuljetin 2:n taakse ohjaus- rele
	15K10	Bool	%Q0.5	False True True Kuorimokoneen kuljetin- moottorin eteen ohjausrele
	15K11	Bool	%Q8.0	False True True Kuorimokoneen kuljetin- moottorin taakse ohjaus- rele
	16K10	Bool	%Q8.1	False True True Kuorimokoneen terämoottorin ohjausrele
D	17K10	Bool	%Q8.2	False True True Kuljetin 3 ohjausrele
	18K10	Bool	%Q8.3	False True True Sivusiirto 1:n eteen ohjaus- rele
	18K11	Bool	%Q8.4	False True True Sivusiirto 1:n taakse ohjaus- rele
	19K10	Bool	%Q8.5	False True True Kuljetin 4 ohjausrele
	20K10	Bool	%Q8.6	False True True Sivusiirto 2:n eteen ohjaus- rele
	20K11	Bool	%Q8.7	False True True Sivusiirto 2:n taakse ohjaus- rele
	21K10	Bool	%Q9.0	False True True Kuorikuljetin ohjausrele
E	100H1	Bool	%Q9.1	False True True Merkkilamppu "linja käyn- nissä"
	100H2	Bool	%Q9.2	False True True Merkkilamppu "lämmityskäyttö"
	100H3	Bool	%Q9.4	False True True Merkkilamppu "käsiäjo"
	100H4	Bool	%Q9.5	False True True Merkkilamppu "automaatti"
Owner		Project name HietasenSaha_Kuorimolinja		Date 4/15/2016
Operator		Project Path C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja		
		Location		
Designed By		Description 1st		
Checked By		Description 2nd	Language en-US	
Approved By		1st View	Version	Sheet 1 - 2

	1	2	3	4
A				
	<b>Name</b>	<b>Data type</b>	<b>Address</b>	<b>Retain</b>
	<b>Visible in HMI</b>	<b>Access- sible from HMI</b>	<b>Comment</b>	
	17K11	Bool	%Q9.6	False
	NORMAALIKÄYNTIKIIKKU	Bool	%M0.0	False
	KYLMÄKÄYNNISTYSKIIKKU	Bool	%M0.1	False
	TILANORMAALIKÄYNTI	Bool	%M0.2	False
	TILALÄMMITYSKÄYNTI	Bool	%M0.3	False
B	ANNOSTELIJANKIIKKU	Bool	%M0.4	False
	SIVUSIIRTO2ETEENKIIKKU	Bool	%M0.5	False
	SIVUSIIRTO2TAAKSEKIIKKU	Bool	%M0.6	False
	SRsivsiir1eteen	Bool	%M0.7	False
	SRsivsiir1taakse	Bool	%M1.0	False
	SRportinturvaraja	Bool	%M1.1	False
	TILAPortinturvaraja	Bool	%M1.2	False
C	SRkäsiajo	Bool	%M1.3	False
	TILAkäsiajo	Bool	%M1.4	False
	SRAutomaatti	Bool	%M1.5	False
	TILAautomaatti	Bool	%M1.6	False
	SRsahantukkipöytä	Bool	%M1.7	False
	TILAsahatäynnä	Bool	%M2.0	False
	SRannostelijanpysäytys	Bool	%M2.1	False
	SRannostelijanpysäytys2	Bool	%M2.2	False
D	SRkuljetin1	Bool	%M2.3	False
	SRkuljetin3	Bool	%M2.4	False
E				
F				
	Owner	Project name	HietasenSaha_Kuorimolinja	Date 4/15/2016
	Operator	Project Path	C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja	
	Designed By	Description 1st		
	Checked By	Description 2nd	Language	en-US
	Approved By	1st View	Version	Sheet 1 - 3

## Main

Name	Data type	Offset	Comment
Temp			

Kuorimolinjan ajotapa menee käsiajolle kääntämällä ajotavan valinnan kytkintä käsiajon asentoon. Ajotapa menee automaattille kääntämällä ajotavan valinnan kytkintä automaattiajon asentoon. Ajotavat nollautuvat kun painetaan pysäytystä.

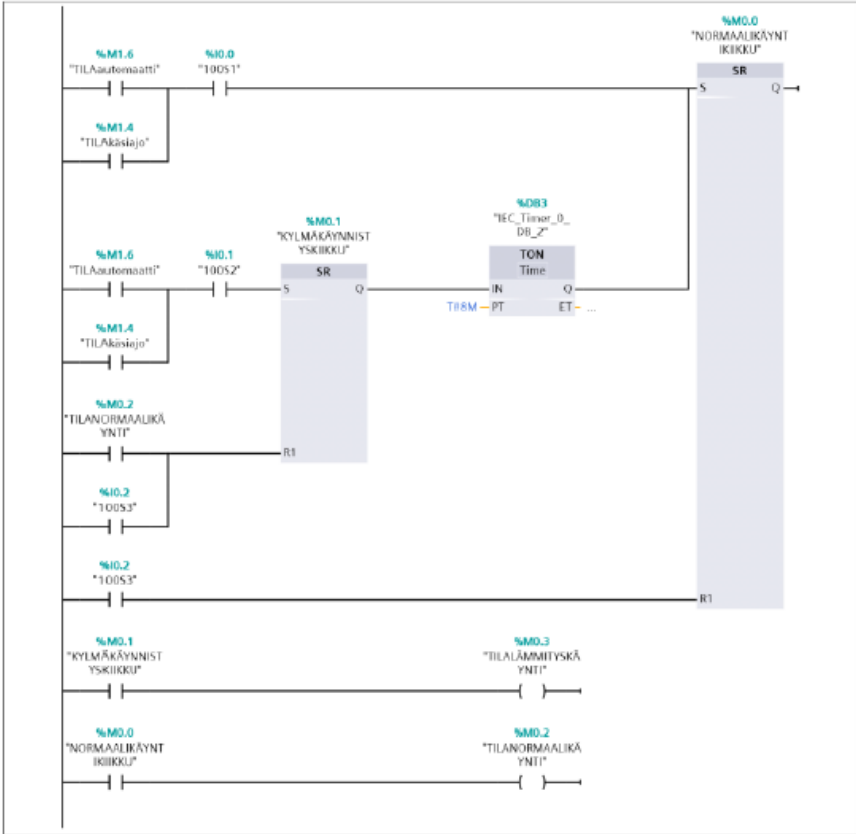


Symbol	Address	Type	Comment
"10053"	%I0.2	Bool	Painonappi "pysäytys"
"10054"	%I1 3.0	Bool	Ajotavan valinnan kytkin "käsiajo"
"SRkäsiajo"	%M1.3	Bool	käsiajo ajotavan SR kiikku
"TILäkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila
"10055"	%I1 3.1	Bool	Ajotavan valinnan kytkin "automaatti"
"SRautomaatti"	%M1.5	Bool	automaatti ajotavan SR kiikku
"TILAutomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila

Owner	Project name		HietasenSaha_Kuorimolinja		Date	4/15/2016	
	Project Path		C:\Users\User1\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja				
Operator	Location						
Designed By	Descript on 1st						
Checked By	Descript on 2nd				Language	en-US	
Approved By	1st View			Version	Sheet 1 - 1		

Network 2: Käynnistys ja pysäytys

Kuorimolinja lähtee normaalikäyntiin kun ajotapa on automatti tai käsiajo ja käynnistys nappia painetaan tai kylmäkäynnistyksen ajastin loppuu. Linja menee lämmityskäyttöön kun kylmäkäynnistys nappia painetaan. Lämmityskäyttö loppuu kun ajastimen aika loppuu. Normaalikäynti ja lämmityskäyttö pysähtyvät pysäytys napista.



Symbol	Address	Type	Comment
"100S1"	%I0.0	Bool	Painonappi "käynnistys"
"100S3"	%I0.2	Bool	Painonappi "pysäytys"
"100S2"	%I0.1	Bool	Painonappi "kylmäkäynnistys"
"NORMAALIKÄYNTI-KIIKKU"	%M0.0	Bool	normaalikäynnin SR kiikku
"IEC_Timer_0_DB_2"	%DB3	IEC_Timer	
"KYLMAKÄYNNISTY-SKIIKKU"	%M0.1	Bool	kylmäkäynnistyksen SR kiikku

Owner	Project name: HietasenSaha_Kuorimolinja		Date: 4/15/2016
	Project Path: C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja		
Operator	Location		
Designed By	Description 1st		
Checked By	Description 2nd	Language: en-US	
Approved By	1st View	Version	Sheet: 1 - 2

	1	2	3	4																												
A	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"TILANORMAALIKÄYNTI"</td> <td>%M0.2</td> <td>Bool</td> <td>linjan normaalikäynnin tila</td> </tr> <tr> <td>"TILALÄMMITYSKÄYNTI"</td> <td>%M0.3</td> <td>Bool</td> <td>linjan lämmityskäytön tila</td> </tr> <tr> <td>"TILAkäsiajo"</td> <td>%M1.4</td> <td>Bool</td> <td>käsiajo ajotavan tila</td> </tr> <tr> <td>"TILAAutomaatti"</td> <td>%M1.6</td> <td>Bool</td> <td>automaatti ajotavan tila</td> </tr> <tr> <td>T#8M</td> <td>T#8M</td> <td>Time</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila	"TILALÄMMITYSKÄYNTI"	%M0.3	Bool	linjan lämmityskäytön tila	"TILAkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila	"TILAAutomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila	T#8M	T#8M	Time					
Symbol	Address	Type	Comment																													
"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila																													
"TILALÄMMITYSKÄYNTI"	%M0.3	Bool	linjan lämmityskäytön tila																													
"TILAkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila																													
"TILAAutomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila																													
T#8M	T#8M	Time																														
B	<p><b>Network 3: Portin turvaraja</b></p> <p>Kulkuportin turvaraja menee päälle kun portti avataan. Turvarajan tila nollautuu kun portti on kiinni ja painetaan kiittausnappia tai käynnistys nappia tai kylmäkäynnistys nappia.</p>																															
C																																
D	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"I100S1"</td> <td>%I0.0</td> <td>Bool</td> <td>Painonappi "käynnistys"</td> </tr> <tr> <td>"I100S2"</td> <td>%I0.1</td> <td>Bool</td> <td>Painonappi "kylmäkäynnistys"</td> </tr> <tr> <td>"I1451"</td> <td>%I12.3</td> <td>Bool</td> <td>Kulkuportin turvaraja</td> </tr> <tr> <td>"SRportinturvaraja"</td> <td>%M1.1</td> <td>Bool</td> <td>kulkuportin turvarajan SR kiikku</td> </tr> <tr> <td>"I1454"</td> <td>%I12.5</td> <td>Bool</td> <td>Kulkuportin kiittauspainike</td> </tr> <tr> <td>"TILAPortinturvaraja"</td> <td>%M1.2</td> <td>Bool</td> <td>kulkuportin turvarajan tila</td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"I100S1"	%I0.0	Bool	Painonappi "käynnistys"	"I100S2"	%I0.1	Bool	Painonappi "kylmäkäynnistys"	"I1451"	%I12.3	Bool	Kulkuportin turvaraja	"SRportinturvaraja"	%M1.1	Bool	kulkuportin turvarajan SR kiikku	"I1454"	%I12.5	Bool	Kulkuportin kiittauspainike	"TILAPortinturvaraja"	%M1.2	Bool	kulkuportin turvarajan tila
Symbol	Address	Type	Comment																													
"I100S1"	%I0.0	Bool	Painonappi "käynnistys"																													
"I100S2"	%I0.1	Bool	Painonappi "kylmäkäynnistys"																													
"I1451"	%I12.3	Bool	Kulkuportin turvaraja																													
"SRportinturvaraja"	%M1.1	Bool	kulkuportin turvarajan SR kiikku																													
"I1454"	%I12.5	Bool	Kulkuportin kiittauspainike																													
"TILAPortinturvaraja"	%M1.2	Bool	kulkuportin turvarajan tila																													
E	<p><b>Network 4: Sahan tukkipöytä täynnä</b></p> <p>Sahan tukkipöytä on täynnä kun sen rajalla on tukkin yhden minuutin ajan. Tila nollautuu kun tukki poistuu rajalta.</p>																															
F																																
	Owner	Project name: HietasenSaha_Kuorimolinja		Date: 4/15/2016																												
	Operator	Project Path: C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja																														
		Location																														
	Designed By	Description 1st																														
	Checked By	Description 2nd	Language: en-US																													
	Approved By	1st View	Version	Sheet: 1 - 3																												

1

2

3

4

A

Symbol	Address	Type	Comment
"I9S4"	%I8.5	Bool	Sivusiirto 2 jälkeinen tukkipöydän raja
"IEC_Timer_0_DB_4"	%DB5	IEC_Timer	
"SRsahantukkipöytä"	%M1.7	Bool	sahan tukkipöydän SR kiikku
"TILAsahatäynnä"	%M2.0	Bool	sahan tukkipöytä täynnä tila
T#1M	T#1M	Time	

B

**Network 5: Merkkilamput**

Lämmityskäytön merkkilamppu palaa kun lämmityskäyttö on käynnissä. Linja käynnissä merkkilamppu palaa kun linja on normaalikäynnissä ja kuorikuljetin on käynnissä. Käsiajo merkkilamppu palaa kun käsiajo ajotapa on päällä. Automaatti merkkilamppu palaa kun automaatti ajotapa on päällä.

%M0.3  
"TILALÄMMITYSKÄYNTI"

%Q9.2  
"100H2"

%M0.2  
"TILANORMAALIKÄYNTI"

%I9.2  
"I6M1"

%Q9.1  
"100H1"

%M1.4  
"TILAkäsiajo"

%Q9.4  
"100H3"

%M1.6  
"TILAutomaatti"

%Q9.5  
"100H4"

Symbol	Address	Type	Comment
"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila
"100H2"	%Q9.2	Bool	Merkkilamppu "lämmityskäyttö"
"100H1"	%Q9.1	Bool	Merkkilamppu "linja käynnissä"
"TILALÄMMITYSKÄYNTI"	%M0.3	Bool	linjan lämmityskäytön tila
"TILAkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila
"TILAutomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila
"100H3"	%Q9.4	Bool	Merkkilamppu "käsiajo"
"100H4"	%Q9.5	Bool	Merkkilamppu "automaatti"
"I6M1"	%I9.2	Bool	Kuorimokoneen teräsmoottorin käyntitieto

D

**Network 6: Kiramo**

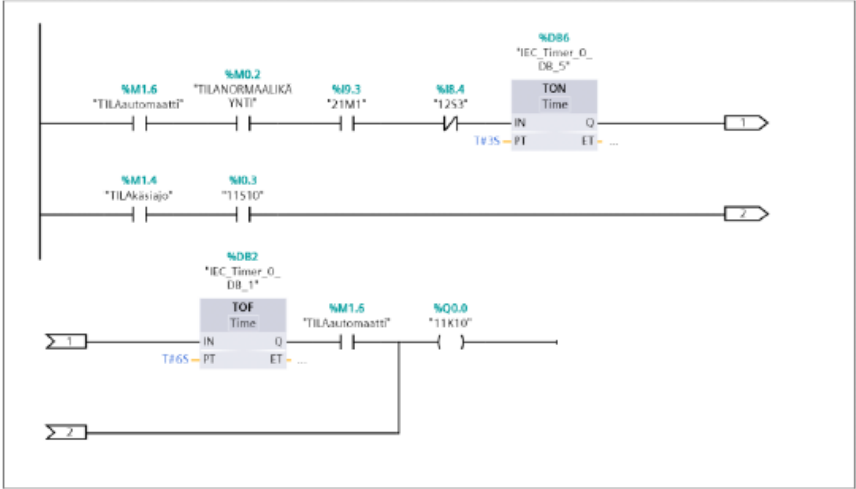
Kiramo pyörii kun linja on automaattiajolla normaalikäynnissä ja kuorikuljetin on käynnissä ja annostelija on tyhjä kolmen sekunnin ajan. Kiramo pysähtyy 6 sekuntia sen jälkeen kun annostelijalle tulee tukki. Kiramo pyörii myös kun sitä ajetaan käsiajolla.

E

F

Owner	Project name	HietasenSaha_Kuorimolinja		Date	4/15/2016
Operator	Project Path	C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja			
	Location				
Designed By	Descript on 1st				
Checked By	Descript on 2nd	Language	en-US		
Approved By	1st View	Version	Sheet 1 - 4		

Network 6: Kiramo

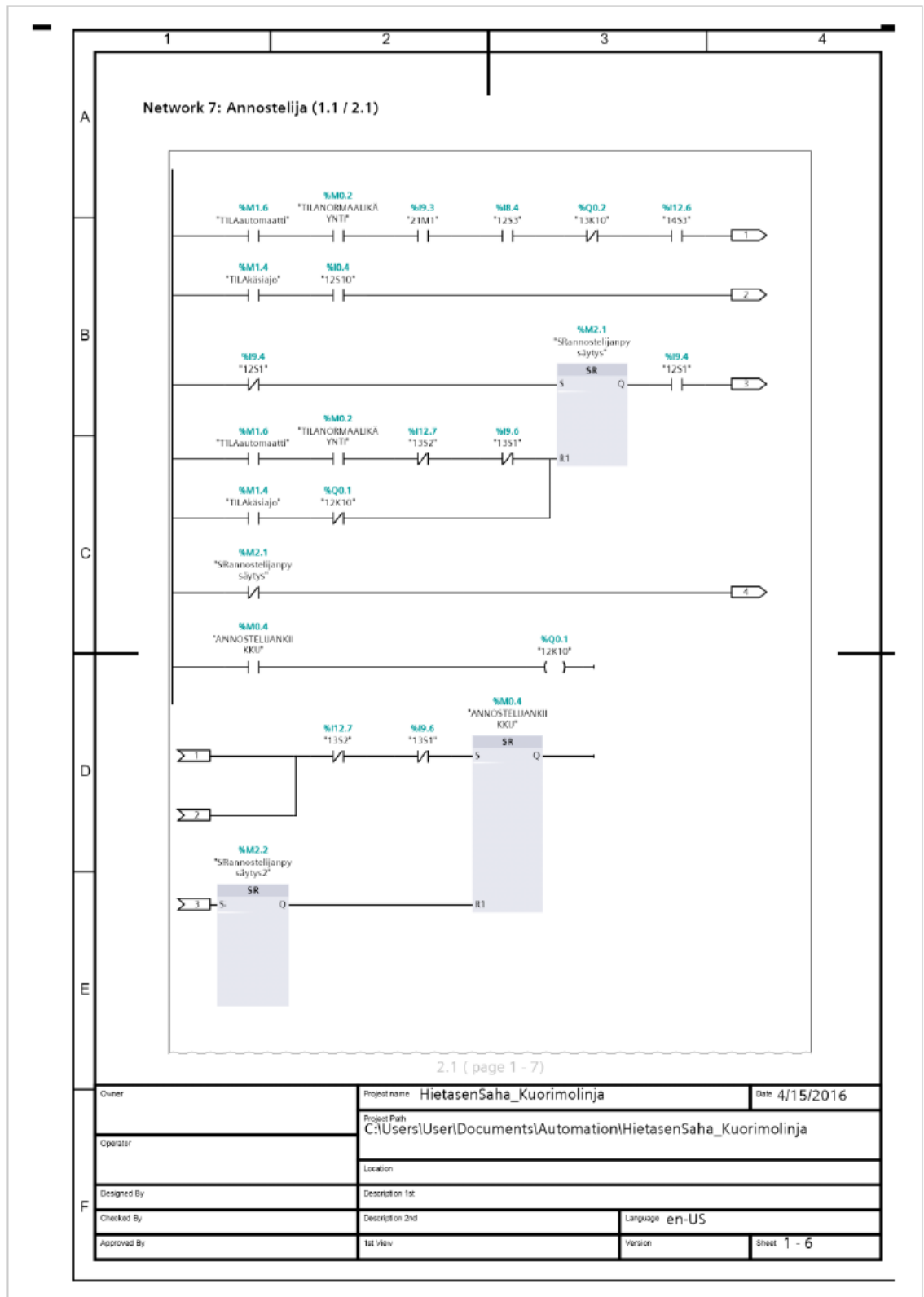


Symbol	Address	Type	Comment
"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila
"21M1"	%I9.3	Bool	Kuorikuljettimen käyntitieto
"11K10"	%Q0.0	Bool	Kiramon ohjausrele
"11S10"	%I0.3	Bool	Painonappi "kiramon käsiajo"
"12S3"	%I8.4	Bool	Annostelijan keskellä oleva raja
"TILAkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila
"TILAautomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila
"IEC_Timer_0_DB_1"	%DB2	IEC_Timer	
"IEC_Timer_0_DB_5"	%DB6	IEC_Timer	
T#3S	T#3S	Time	
T#6S	T#6S	Time	

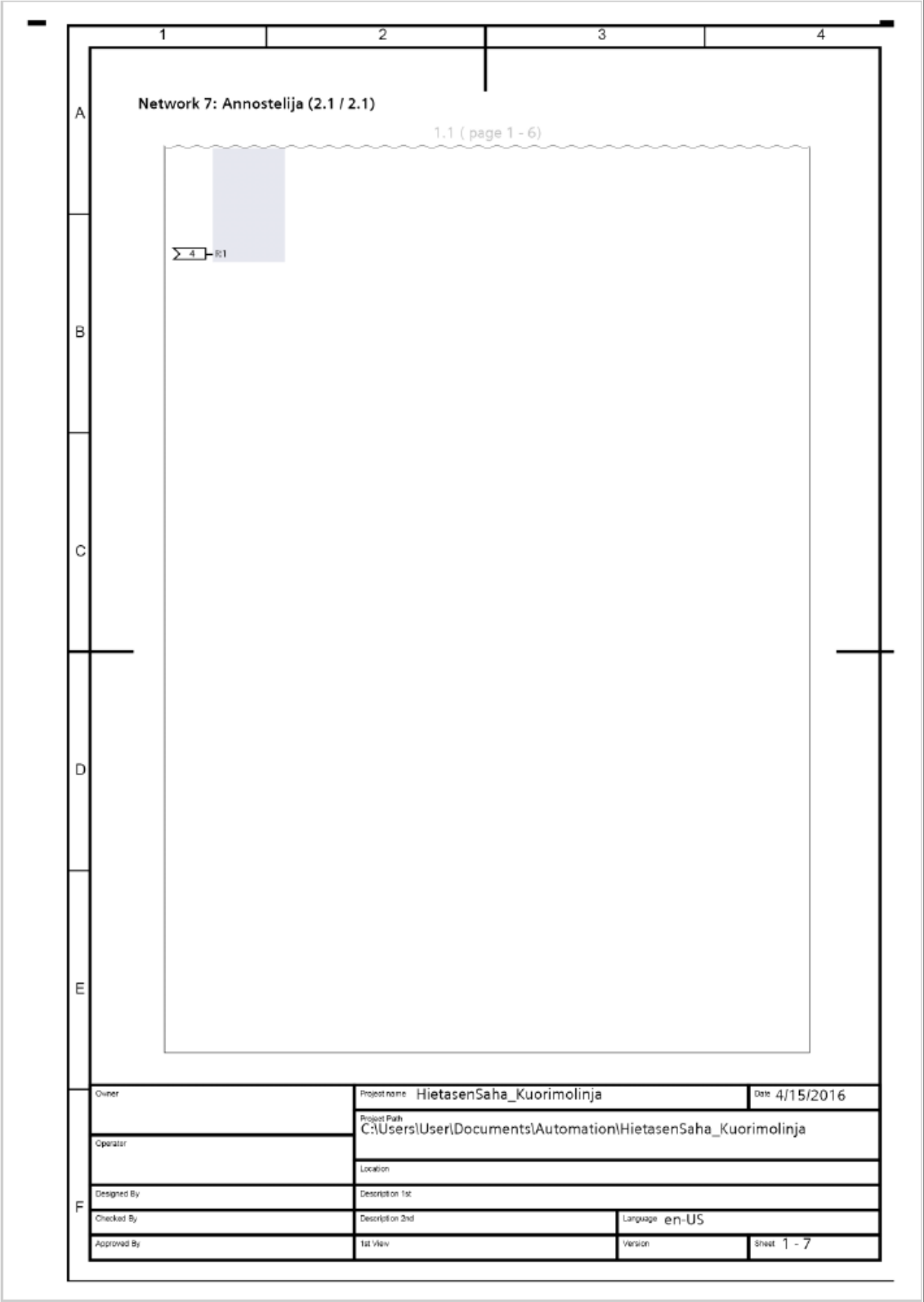
Network 7: Annostelija

Annostelija pyörii kun linja on automaattilla normaalikäynnissä ja kuorikuljetin on käynnissä ja annostelijalla on tukki ja kuljetin 1 ei pyöri ja kuljetin 2:lla ei ole tukkia ja kuljetin 1:n kummankaan valokennon kohdalla ei ole tukkia. Annostelija pyörii myös kun sitä ajetaan käsiajolla.

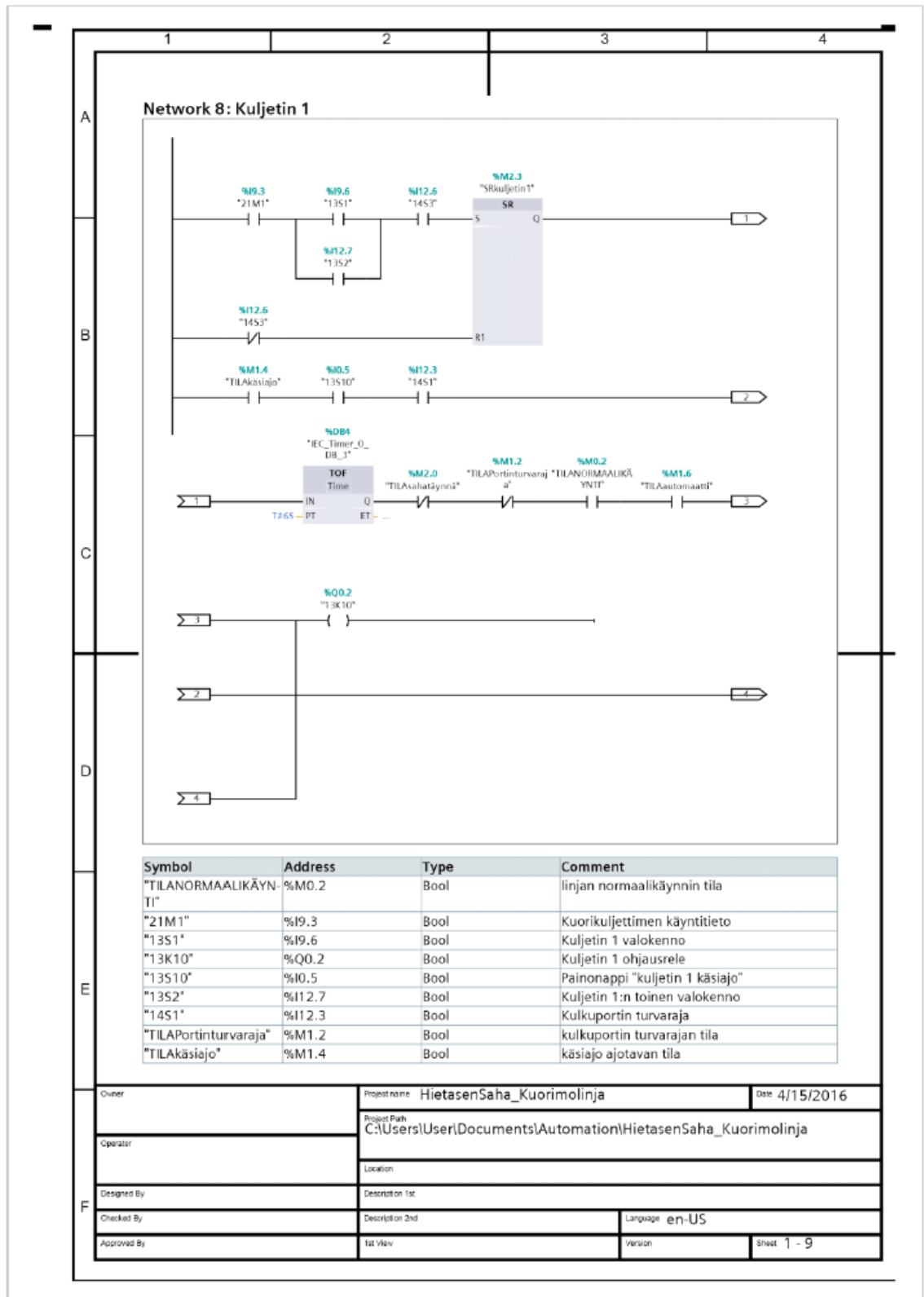
Owner	Project name	HietasenSaha_Kuorimolinja	Date	4/15/2016
Operator	Project Path	C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja		
Designed By	Location			
Checked By	Description 1st			
Approved By	Description 2nd	Language	en-US	
	Tit View	Version	Sheet 1 - 5	







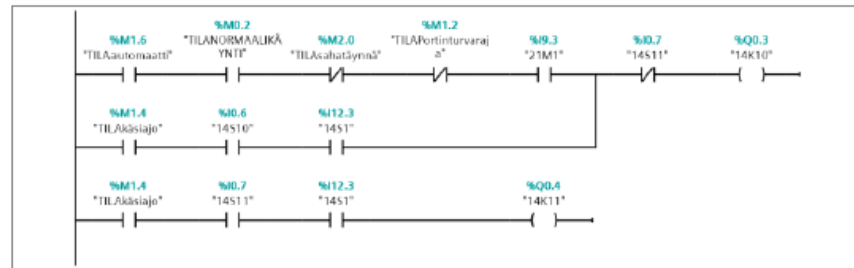
	1	2	3	4
A	<b>Symbol</b>	<b>Address</b>	<b>Type</b>	<b>Comment</b>
	"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila
	"21M1"	%I9.3	Bool	Kuorikuljettimen käyntitieto
	"13S1"	%I9.6	Bool	Kuljetin 1 valokenno
	"ANNOSTELIJANKIIKKU"	%M0.4	Bool	annostelijan SR kiikku
	"12K10"	%Q0.1	Bool	Annostelijan ohjausrele
	"13K10"	%Q0.2	Bool	Kuljetin 1 ohjausrele
	"12S3"	%I8.4	Bool	Annostelijan keskellä oleva raja
	"13S2"	%I12.7	Bool	Kuljetin 1:n toinen valokenno
	"TILÄkäsiäjo"	%M1.4	Bool	käsiäjo ajotavan tila
B	"TILÄautomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila
	"14S3"	%I12.6	Bool	Kuljetin 2 raja
	"12S1"	%I9.4	Bool	Annostelijan moottorin pysäytysraja
	"12S10"	%I0.4	Bool	Painonappi "annostelijan käsiäjo"
	"SRannostelijanpysäytys"	%M2.1	Bool	annostelijan pysäytyksen SR kiikku
	"SRannostelijanpysäytys2"	%M2.2	Bool	annostelijan pysäytyksen toinen SR kiikku
	<b>Network 8: Kuljetin 1</b> <p>Kuljetin 1 pyörii kun kuorikuljetin on käynnissä ja tukki on toisen kuljetin 1:n valokennon kohdalla ja kuljetin 2:lla ei ole tukkia ja sahan tukkipöytä ei ole täynnä ja portin turvaraja ei ole päällä ja linja on automaattiajolla normaalikäynnissä. Kuljetin 1 pysähtyy 6 sekunnin päästä siitä kun tukki tulee kuljetin 2:lle. Kuljetin 1 pyörii myös kun sitä ajetaan käsiäjolla ja portti on kiinni.</p>			
C				
D				
E				
F	Owner		Project name HietasenSaha_Kuorimolinja	
			Date 4/15/2016	
	Operator		Project Path C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja	
			Location	
	Designed By		Description 1st	
	Checked By		Description 2nd	
Approved By		Language en-US		
		1st View		
		Version		
		Sheet 1 - 8		



Symbol	Address	Type	Comment
"TILAautomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila
"TILAsahatäynnä"	%M2.0	Bool	sahan tukkipöytä täynnä tila
"14S3"	%I1.2.6	Bool	Kuljetin 2 raja
"IEC_Timer_0_DB_3"	%DB4	IEC_Timer	
"SRkuljetin1"	%M2.3	Bool	kuljetin 1:n SR kiikku
T#6S	T#6S	Time	

### Network 9: Kuljetin 2

Kuljetin 2 pyörii eteenpäin kun linja on automaattiajolla normaalikäynnissä ja tukkipöytä ei ole täynnä ja portin turvaraja ei ole päällä ja kuorikuljetin on käynnissä ja kuljettimen taaksepäin käsiajon nappia ei paineta. Kuljetin 2 pyörii eteenpäin myös kun sitä ajetaan käsiajolla ja portti on kiinni ja sitä ei ajeta taaksepäin. Kuljetin 2 pyörii taaksepäin kun sitä ajetaan käsiajolla ja portti on kiinni.



Symbol	Address	Type	Comment
"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila
"21M1"	%I9.3	Bool	Kuorikuljettimen käyntitieto
"14K10"	%Q0.3	Bool	Kuljetin 2:n eteen ohjausrele
"14K11"	%Q0.4	Bool	Kuljetin 2:n taakse ohjausrele
"14S11"	%I0.7	Bool	Painonappi "kuljetin 2 käsiajo taakse"
"14S10"	%I0.6	Bool	Painonappi "kuljetin 2 käsiajo eteen"
"14S1"	%I1.2.3	Bool	Kulkuportin turvaraja
"TILAPortinturvaraja"	%M1.2	Bool	kulkuportin turvarajan tila
"TILAkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila
"TILAautomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila
"TILAsahatäynnä"	%M2.0	Bool	sahan tukkipöytä täynnä tila

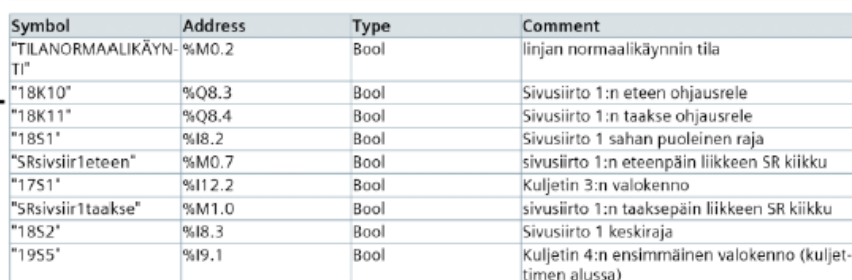
### Network 10: Kuorimokoneen kuljetinmoottori

Kuorimokoneen kuljetinmoottori pyörii eteenpäin kun linja on automaattiajolla normaalikäynnissä ja kuorikuljetin on käynnissä tai lämmityskäyttö on päällä ja portin turvaraja ei ole päällä ja taakse käsiajon nappia ei paineta. Kuljetinmoottori pyörii eteenpäin myös kun sitä ajetaan käsiajolla ja portti on kiinni ja taakse käsiajon nappia ei paineta. Kuljetinmoottori pyörii taaksepäin kun sitä ajetaan käsiajolla ja portti on kiinni.

Owner	Project name HietasenSaha_Kuorimolinja		Date 4/15/2016
	Project Path C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja		
Operator	Location		
	Description 1st		
Designed By	Description 2nd		Language en-US
Checked By	1st View		Version
Approved By			Sheet 1 - 10



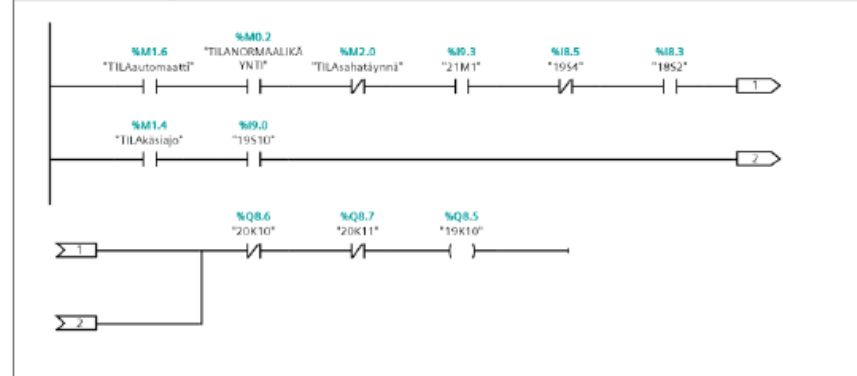




Kuljetin 4 pyörä kun linja on automaattiajolla normaalikäynnissä ja saha ei ole täynnä ja kuorikuljetin on käynnissä ja tukkipöydän rajalla ei ole tukkia ja sivusiirto 1 on keskiasennossa ja sivusiirto 2 ei ole käynnissä tai kuljetin 4:sta ajetaan käsiajolla ja sivusiirto 2 ei ole käynnissä.

PI	Owner	Project name: HietasenSaha_Kuorimolinja		Date: 4/15/2016
	Operator	Project Path: C:\Users\User1\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja		
		Location:		
	Designed By	Description 1st		
	Checked By	Description 2nd	Language: en-US	
Approved By	1st View	Version	Sheet: 1 - 13	

### Network 14: Kuljetin 4



Symbol	Address	Type	Comment
"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila
"21M1"	%I9.3	Bool	Kuorikuljettimen käyntitieto
"19K10"	%Q8.5	Bool	Kuljetin 4 ohjausrele
"20K10"	%Q8.6	Bool	Sivusiirto 2:n eteen ohjausrele
"20K11"	%Q8.7	Bool	Sivusiirto 2:n taakse ohjausrele
"18S2"	%I8.3	Bool	Sivusiirto 1 keskiraja
"19S10"	%I9.0	Bool	Painonappi "kuljetin 4 käsiajo"
"TILAkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila
"TILAutomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila
"19S4"	%I8.5	Bool	Sivusiirto 2 jälkeinen tukkipöydän raja
"TILAsahatäynnä"	%M2.0	Bool	sahan tukkipöytä täynnä tila

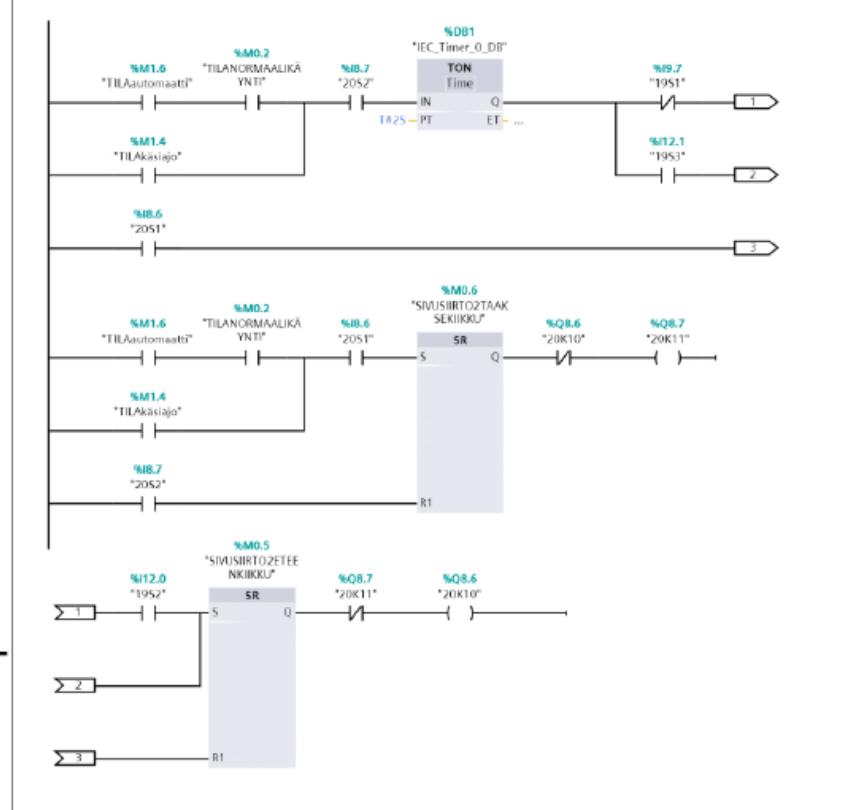
### Network 15: Sivusiirto 2

Sivusiirto 2 kallistuu sivulle kun linja on automaattiajolla normaalikäynnissä tai käsiajolla ja sivusiirto 2 on ollut keskiasennossa 2 sekuntia ja tukki on ohittanut ensimmäisen valokennon ja tulee toiselle valokennolle tai tukki tulee kolmannelle valokennolle. Sivusiirto 2 kallistuu keskiasentoon kun linja on automaattiajolla normaalikäynnissä tai käsiajolla ja sivusiirto 2 on sivuasennon rajalla.

Owner	Project name	HietasenSaha_Kuorimolinja	Date	4/15/2016
Operator	Project Path	C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	en-US	
Approved By	1st View	Version	Sheet 1 - 14	



## Network 15: Sivusiirto 2



Symbol	Address	Type	Comment
"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila
"SIVUSIIIRTO2ETEEKIIKKU"	%M0.5	Bool	sivusiirto 2:n eteenpäin liikkeen SR kiikku
"20S1"	%I8.6	Bool	Sivusiirto 2 sahan puoleinen raja
"19S1"	%I9.7	Bool	Kuljetin 4: toinen valokenno
"19S2"	%I12.0	Bool	Kuljetin 4:n kolmas valokenno
"19S3"	%I12.1	Bool	Kuljetin 4:n neljäs valokenno (kuljettimen lopussa)
"20K10"	%Q8.6	Bool	Sivusiirto 2:n eteen ohjausrele
"SIVUSIIIRTO2TAAKSEKIIKKU"	%M0.6	Bool	sivusiirto 2:n taaksepäin liikkeen SR kiikku
"20S2"	%I8.7	Bool	Sivusiirto 2 keskiraja
"20K11"	%Q8.7	Bool	Sivusiirto 2:n taakse ohjausrele

Owner	Project name: HietasenSaha_Kuorimolinja		Date: 4/15/2016
	Project Path: C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha_Kuorimolinja		
Operator	Location:		
Designed By	Description 1st:		
Checked By	Description 2nd:	Language: en-US	
Approved By	1st View:	Version:	Sheet: 1 - 15

1

2

3

4

A

B

C

D

E

F

Symbol	Address	Type	Comment
"TILAkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila
"TILAautomaatti"	%M1.6	Bool	automaatti ajotavan tila
"IEC_Timer_0_DB"	%DB1	IEC_Timer	
T#2S	T#2S	Time	

**Network 16: Kuorikuljetin**

Kuorikuljetin pyörii kun linja on normaalikäynnissä ja kuorimokoneen terämoottori on käynnissä tai kuorikuljetinta ajetaan käsiajolla.

%M0.2  
"TILANORMAALIKÄYNTI"

%I9.2  
"I6M1"

%Q9.0  
"Z1K10"

%M1.4  
"TILAkäsiajo"

%I12.4  
"Z1S10"

Symbol	Address	Type	Comment
"TILANORMAALIKÄYNTI"	%M0.2	Bool	linjan normaalikäynnin tila
"Z1K10"	%Q9.0	Bool	Kuorikuljetin ohjausrele
"Z1S10"	%I12.4	Bool	Painonappi "kuorikuljetin käsiajo"
"TILAkäsiajo"	%M1.4	Bool	käsiajo ajotavan tila
"I6M1"	%I9.2	Bool	Kuorimokoneen terämoottorin käyntitieto

Owner

Operator

Designed By

Checked By

Approved By

Project name

Project Path

Location

Description 1st

Description 2nd

1st View

Date

Language

Version

Sheet

HietasenSaha\_Kuorimolinja4/15/2016C:\Users\User\Documents\Automation\HietasenSaha\_Kuorimolinjaen-US1 - 16

## Liite 8. Moottorilähtöjen kojevalintataulukko (ABB:n TTT-käsikirja)

MOOTTORIT ABB				KESKUKSEN KOJEET				KAAPELI			2) 3) TURVAKYTKIN	
P kW	In A 400V 50Hz		3000 r/min	3) KONTAKTORI TYYPPI	LAMPÖRELE			3) MCMK	AMCMK +AXCMK	1) M	1	2
	750 r/min	1000 r/min			750 r/m	1000 r/m	1500 r/m					
0,09	0,53	-	-	A9	TA25DU	0,4-0,63	-	OS32	3X1,5+1,5	OTP16T3P	OTP16T3P	OTP16T3P
0,12	0,63	0,59	-			0,4-0,63	0,4-0,63					
0,18	0,90	0,75	0,72			0,63-1,0	0,63-1,0					
0,25	1,18	0,92	0,83			1,0-1,4	0,63-1,0					
0,37	1,60	1,25	1,12			1,3-1,8	1,0-1,4					
0,55	2,4	1,78	1,45			1,7-2,4	1,3-1,8					
0,75	2,7	2,4	1,90			2,2-3,1	1,7-2,4					
1,1	3,4	3,3	2,6			2,8-4,0	2,2-3,1					
1,5	4,5	4,1	3,4			3,5-5,0	2,8-4,0					
2,2	5,9	5,4	4,8			4,5-6,5	3,5-5,0					
3,0	7,8	6,9	6,5			6,0-8,5	6,0-8,5					
4,0	10,0	8,7	8,6			7,5-11	7,5-11					
5,5	13,4	11,9	11,1			13-19	10-14					
7,5	18,1	15,4	14,8			13-19	13-19					
11	25	23	22	A30		18-25	18-25					
15	29	31	29	A40	TA42DU	22-32	22-32	OS63	3X10+10	OTP25T3P	OTP25T3P	OTP25T3P
18,5	36	36	37	A50		29-42	29-42					
22	45	43	42	A63	TA75DU	36-52	36-52	OS125	3X35+16	OTP36T3P	OTP36T3P	OTP75T3B
30	60	59	56	A75		45-63	45-63					
37	74	69	68	A95	TA80/-110DU	65-90	65-90	OS125	3X70+21	OTP75T3B	OTP75T3B	OTP75T3B
45	90	82	83	A110		65-90	65-90					
55	104	101	98	A145	TA200DU	80-110	80-110	OS160	3X70+35	OT90ALAA3T	OT90ALAA3T	OT90ALAA3T
75	140	140	135	A185		130-185	130-185					
90	167	163	158	A210	TA450DU	130-185	130-185	OES250 DV 12PL	3X120+41	OT125ELAA3T	OT125ELAA3T	OT125ELAA3T
110	202	199	193	A260		165-235	165-235					
132	250	238	232	EH370	T450DU	220-310	220-310	OES400 DV 12PL	2X(3X120+70)	OT160ELAA3T	OT160ELAA3T	OT160ELAA3T
160	305	280	282	EH370		220-310	220-310					
200	395	355	349	EH550	T900DU	355-500	265-375	OES4630 DV 12PL	2X(3X185+95)	OT200KLA3T	OT200KLA3T	OT200KLA3T
250	470	450	430	EH700		355-500	355-500					
315	605	565	545	E2N12/08 PR112-LSI		-	-	-	3X(3X185+95)	110	OT630KLA3T	OT630KLA3T

- KOORDINAATIO ON IEC 60947-4-1 TYPE 2, 50 KA, 400 V.  
- KÄYNNISTYSAJAN OLLESSA PITEMPI KUIN 5 S ON LAMPÖRELEEN JA SULAKKEEN TOIMINTAJÄRJESTYS.  
- SYÖTTÖKAAPELINA 22-315 KW TEHOILLA ON AL-KAAPELI, CU-KAAPELI KÄYTETÄÄN VÄLILLÄ TURVAKYTKIN-MOOTTORI ( N. 3m ), A2 ASENNUSTAPA E, KORJAUSKERROIN <= 0,65.  
1) RAJAPITUUS JÄNNITEHÄVIÖLLÄ U<sub>h</sub> <= 3% NIMELLISUORMALLA JA <= 10% KÄYNNISTETÄÄSSÄ, MIKÄLI MATKA ON PITEMPI ON JÄNNITEHÄVIÖ TARKISTETTAVA.  
KOSKETUSJÄNNITEUOAKSEN TOIMIVUUS TARKISTETTAVA/ERIKSEEN.  
2) KAAPELILÄPVIENIT: SARAKE 1 YLÄ- JA ALAKAUTTA, SARAKE 2 ALAKAUTTA, LAJIMERKIN SISÄLTÖ: KATSO ESITE OT 2 FI. KAAPELOINTI TARVIKKEET: KATSO TIEDOTE OT 21 FI.  
3) MITOITUS RIITTÄVÄ SEURAVALLE TEHOPORTAALLE 200 KW ASTI.

ABB Control Oy Pienjännitejärjestelmät	KAI 00-09-11 PM	MOOTTORILÄHTÖJEN KOJEVALINTATAULUKKO 400V	KAI 110ZN 301
---	--------------------	--	---------------