

Aki Mahlanen

PITUUSLEIKKURIN LOPPULIIMAUSSLAITTEISTON  
SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOSUUNNITTELU

Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
2013

# PITUUSLEIKKURIN LOPPULIIMAUSLAITTEISTON SÄHKÖ- JA AUTOMAATIO SUUNNITTELU

Mahlanen, Aki  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Joulukuu 2013  
Ohjaaja: Suvela, Timo  
Sivumäärä: 38  
Liitteitä: 2

Asiasanat: kantotelaleikkuri, loppuliimaus, ohjausjärjestelmä, ohjelmoitava logiikka, sähkösuunnittelu, automaatio suunnittelu

---

Opinnäytetyön aiheena oli pituusleikkurin loppuliimauslaitteiston sähkö- ja automaatio suunnittelu. Loppuliimauslaitteisto suunniteltiin Valmetin kantotelaleikkuriin. Loppuliimauslaitteistona käytetään kuumaliimauslaitteistoa. Kuumaliimauksessa jokaista liimapistoolia ohjataan erikseen, jolloin käytettävät pistoolit valitaan asiakasrullien leveyksien mukaan. Liimapistoolien ohjaus toteutetaan ohjelmoitavan logiikan avulla.

Työssä perehdyttiin kantotelaleikkurin toimintaan yleisesti ja yhdessä loppuliimauslaitteiston kanssa. Loppuliimauksen ohjaukseen valittiin ohjauskomponentit, toteutettiin sähkösuunnitelmat ja automaatio-ohjelma. Ohjauskomponentit valittiin oman kokemuksen perusteella ja tutustumalla valmistajien komponenttitarjontaan. Sähkö- ja automaatio suunnitelmien tarkoituksena oli toteuttaa aineisto, joka on helposti liitettävissä toimivaan kantotelaleikkuriin.

Työn tuloksena syntyivät suunnitelmat, joita on mahdollista käyttää eri loppuliimausprojekteissa. Tuloksena syntyneitä suunnitelmia on helppo muokata vastamaan eri projektien vaatimuksia, eikä jokaista projektia tarvitse suunnitella alusta.

# ELECTRICAL AND AUTOMATION DESIGN FOR THE WEB END GLUING SYSTEM OF A WINDER

Mahlanen, Aki

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Automation Technology

December 2013

Supervisor: Suvela, Timo

Number of pages: 38

Appendices: 2

Keywords: two-drum winder, web end gluing, control system, programmable logic controller, electrical planning, automation planning

---

The purpose of this thesis was the electrical and automation design for a web end gluing system of a winder. The web end gluing system was designed for Valmet's two-drum winder. A hot melt system is used for web end gluing. During the hot melt gluing, each gluing gun is controlled separately, and the used guns are chosen according to the widths of the customer rolls. The gluing gun control is handled by utilizing a programmable logic controller.

The thesis includes an analysis of the general operation of a two-drum winder and its use in conjunction with the web end gluing system. Electrical components, drawings and an automation program were designed for the purposes of the web end gluing system control. The components were selected on the basis of experience and by reviewing manufacturers' component offerings. The purpose of the electrical and automation design was to produce a material that is easy to add to an operating two-drum winder.

As a result of this thesis, the plans were produced and they can be used for a variety of web end gluing projects. The resulting plans are customizable to meet the requirements of different projects, thus each project doesn't have to be planned from the beginning.

## TERMIT JA LYHENTEET

Winbelt	Kantotelaleikkurin modifikaatio
Keskiörullain	Hylsytä tuettu pituusleikkuri
Operaattori	Kantotelaleikkurin käyttäjä
Trimmi	Asete
Teriensiirto	Leikkausterien siirto
Sykli aika	PLC:n ohjelmakierron suoritukseen kuluva aika
STEP 7	Siemensin ohjelmointiympäristö
CPU	Central Processing Unit, suorittaa STEP 7:lla kirjoitettuja käskyjä
FC	Function, toiminta ilman sisäistä muistia
FB	Function Block, toiminta sisäisellä muistilla
SFC	System Function Block
DB	Data Block, muistiyksikkö
UDT	User Data Type, käyttäjän määrittelemä tiedostotyyppi
VAT	Variable Table, STEP 7 ohjelmointiympäristön muuttujataulu
FBD	Function Block Diagram, STEP 7 logiikkaohjelmointikieli
SCL	Structure Control Language, STEP 7 logiikkaohjelmointikieli
Suora muisti- osoitus	Osoitus PLC:n muistissa olevaan absoluuttiseen osoitteeseen

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS.....	7
	2.1 Työn tavoitteet .....	7
	2.2 Työn vaiheet .....	7
	2.3 Työn rajaus .....	7
3	PITUUSLEIKKURI .....	8
	3.1 Yleistä pituusleikkureista.....	8
	3.1.1 Kantotelaleikkuri .....	9
	3.1.2 Hihnatelatuettu kantotelaleikkuri .....	9
4	LOPPULIIMAUS.....	10
	4.1 Automaattinen loppuliimaus.....	10
	4.2 Liimapistoolien käsin testaus.....	14
	4.3 Liimalaitteiston ohjauksen rajapinnat .....	14
	4.4 Liimapistoolien testausympäristö .....	15
5	SÄHKÖSUUNNITTELU .....	17
	5.1 Suunnittelun vaatimukset.....	17
	5.2 Suunnittelun toteutus .....	19
6	OHJAUSKOMONENTIT .....	21
	6.1 Ohjauskotelo .....	21
	6.2 Riviliitinkotelo .....	22
	6.3 Siemens ET200S hajautusyksikkö.....	23
	6.3.1 Väyläliitäntäyksikkö.....	23
	6.3.2 Tehomoduli .....	24
	6.3.3 Tulomoduli .....	25
	6.3.4 Lähtömoduli .....	26
	6.4 Siemens Mobile Panel 177 DP .....	28
7	AUTOMAATIOSUUNNITTELU .....	29
	7.1 Siemens STEP 7.....	29
	7.2 Automaatio-ohjelman vaatimukset.....	29
	7.3 Automaatio-ohjelman rakenne.....	31
	7.4 Automaatio-ohjelma .....	31
	7.4.1 Liimapistoolien määrittely .....	32
	7.4.2 Liimapistooliryhmän ohjaus.....	34
8	YHTEENVETO .....	36
	LÄHTEET.....	37
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli toteuttaa Valmetin kantotelaleikkurin loppuliimauslaitteiston sähkö- ja automaatio suunnitelmat. Työn tarjosi WindingSer Oy ja yhteyshenkilönä toimi Mika Mäkinen. WindingSer Oy tarjoaa vuosien kokemuksella paperi- ja kartonkiteollisuuden asiantuntija- ja kulutusvaraosapalveluita yhdessä yhteistyökumppaneiden kanssa. Yrityksen päätavoitteena on löytää asiakkaalle kustannustehokkaat ratkaisut ja luoda avoin huoltoyhteistyö. (WindingSer [www-sivut](http://www.windingser.fi) 2013.)

Pituusleikkurin loppuliimauksessa asiakasrullan loppuhäntä liimataan kiinni paperi- tai kartonkirullaan. Liimatun paperi- tai kartonkirullan loppuhäntä pysyy tiukasti kiinni rullassa, mikä helpottaa sen käsittelyä rullankäsittelyjärjestelmissä. Loppuhäntä voidaan kiinnittää joko kylmä- tai kuumaliimauksella. Työssä toteutettiin kuumaliimauksella tapahtuvan liimauslaitteiston ohjaukseen tarvittavan laitteiston sähkö- ja automaatio suunnitelmat. Työssä valittiin loppuliimauslaitteiston ohjaukseen tarvittavat komponentit sekä toteutettiin niille sähkösuunnitelmat ja automaatio-ohjelma.

Opinnäytetyön aihe sopi hyvin koulutusohjelmani opinnäytetyöksi. Aiheeni saatua totesin sen mielenkiintoiseksi ja tarpeeksi haastavaksi. Pituusleikkureihin lisätään asiakasrullien tuotantoa helpottavia automaattisia toimintoja. Loppuliimauksesta saatava hyöty on merkittävä paperitehtaan tuotannolle. Oikeanlaisessa toiminnassa loppuliimaus toimii automaattisesti eikä liimauksen toimintaan tarvitse puuttua. Tästä eteenpäin puhuttaessa loppuliimauksesta tarkoitetaan kuumaliimauksella tapahtuvaa liimausta.

Raportissa käydään läpi käytettävien pituusleikkureiden mallit, loppuliimauslaitteiston toiminta, sähkösuunnitelmien toteutus ja komponenttivalinnat. Lisäksi lopussa kerrotaan automaatio-ohjelman rakenne sekä kaksi tärkeintä loppuliimauksen ohjaukseen liittyvää funktiota.

## 2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

### 2.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli tuottaa aineisto, jota on mahdollista käyttää eri loppuliimausprojekteissa. Aineiston tulee olla mahdollisimman helposti muokattavissa vastaamaan eri projektien vaatimuksia. Sähkösuunnittelun tavoitteena oli valita loppuliimausta ohjaavan laitteiston komponentit ja toteuttaa niille sähkökuvat. Tavoitteena oli käyttää tunnettujen valmistajien komponentteja, jotka ovat mahdollisimman helposti korvattavissa eri tehtaiden määrittelemien tehdasstandardien mukaisiksi. Automaatiohjelman suunnittelussa tavoitteena oli toteuttaa ohjelma, joka on helposti liitettävissä olemassa olevan kantotelaleikkurin ohjelmaan.

Henkilökohtaisena tavoitteenani oli saada mahdollisimman paljon tietoa kantotelaleikkurin toiminnasta yleisesti ja yhdessä loppuliimauslaitteiston kanssa. Lisäksi tavoitteenani oli saada tietoa ja kokemusta eri suunnitteluohjelmien toiminnoista.

### 2.2 Työn vaiheet

Työ muodostui kolmesta vaiheesta. Ensimmäiseen vaiheeseen kuului loppuliimauslaitteiston toiminnan selvittäminen ja toiminnankuvauksen laatiminen. Toisessa vaiheessa selvitettiin loppuliimauslaitteiston ohjaukseen tarvittavat komponentit ja niille toteutettiin sähkökuvat. Viimeisessä vaiheessa toteutettiin automaatio-ohjelma. Jakamalla työ vaiheisiin pyrittiin varmistamaan, että projekti sujuisi aikataulussa ja edellisestä vaiheesta saataisiin lähtötiedot seuraavaan vaiheeseen.

### 2.3 Työn rajaus

Työ rajattiin siten, että suunnittelussa tarvittavat asiat, jotka vaativat yksilöllistä tietoa kantotelaleikkurista jätetään työn ulkopuolelle. Tällaisia tietoja olivat mm. loppuliimauksen koneturvallisuuden toteutus sekä kantotelaleikkurin ohjauslogiikan ja moottorikäyttöjen ohjauksen välillä siirrettävien tietojen toteutustapa. Koneturvalli-

suus on toteutettu eritavoin monissa kantotelaleikkureissa, joten sen toteutus katsotaan projektin alkaessa. Kantotelaleikkurin ohjaukset on usein toteutettu kahdella eri ohjauslaitteistolla. Toisessa hoidetaan toimintojen ohjaukset ja toisessa moottorikäyttöjen ohjaukset. Loppuliimauksen oikeanlaisen toiminnan suorittamiseksi, tarvitaan tiedonsiirto näiden laitteistojen välillä. Laitteiden välinen rajapinta on toteutettu mm. Profinet- tai Profibus-väylän avulla.

### 3 PITUUSLEIKKURI

#### 3.1 Yleistä pituusleikkureista

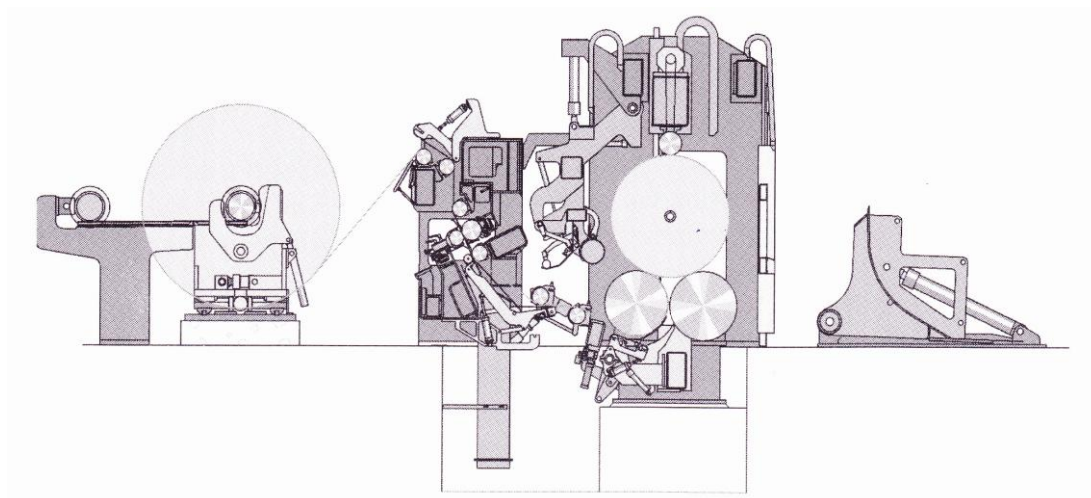
Pituusleikkureiden päätarkoitus on leikata ja rullata paperikoneelta tai sen jälkeisestä jatkokäsittelystä tulevat täysleveät konerullat asiakkaille toimitettaviksi yksittäisrulliksi. Asiakkailta saaduissa tilauksissa on määritelty rullan leveys sekä halkaisija tai rainan pituus. Rullan arvoille on määritelty myös toleranssit. Pituusleikkureilla valmistetuilta rullilta vaaditaan hyvää ajettavuutta, jottei rullien aukirullautuessa aiheudu häiriöitä itse jalostusprosessiin. Huono rulla voi aiheuttaa häiriöitä aukirullaavaan painokoneeseen. (Arjas 1983, 1223.)

Pituusleikkurityypit jaetaan karkeasti kolmeen eri ryhmään. Pituusleikkureiden kehitys on lähtenyt liikkeelle kantotelaleikkureista, joissa rullasarja eli muutto pyörii kahden telan varassa. Usein kantotelat ovat erikokoisia tärinän vaimentamiseksi. Ajettaessa ohuita papereita, kantotelaleikkurin ongelmaksi muodostuvat kreppirypyt ja murtumat rullahalkaisijoiden kasvaessa. Tästä johtuen ruvettiin 1960-luvulla kehittämään keskiörullaimia, joissa jokainen rulla tuetaan rullausvarsien avulla erikseen. Yksi keskiörullaimien ongelmista kalliin konstruktion lisäksi on nippipaineen ja rullan pohjan kuormituksen epätasainen jakauma. Tästä johtuen markkinoille on ilmestynyt modifioituja kantotelaleikkureita. Yksi kantotelaleikkurin modifikaatioista on Winbelt, jossa rullasarja pyörii telan ja hihnan päällä. (Hägglom-Ahgner & Komulainen 2000, 230–231.)



### 3.1.1 Kantotelaleikkuri

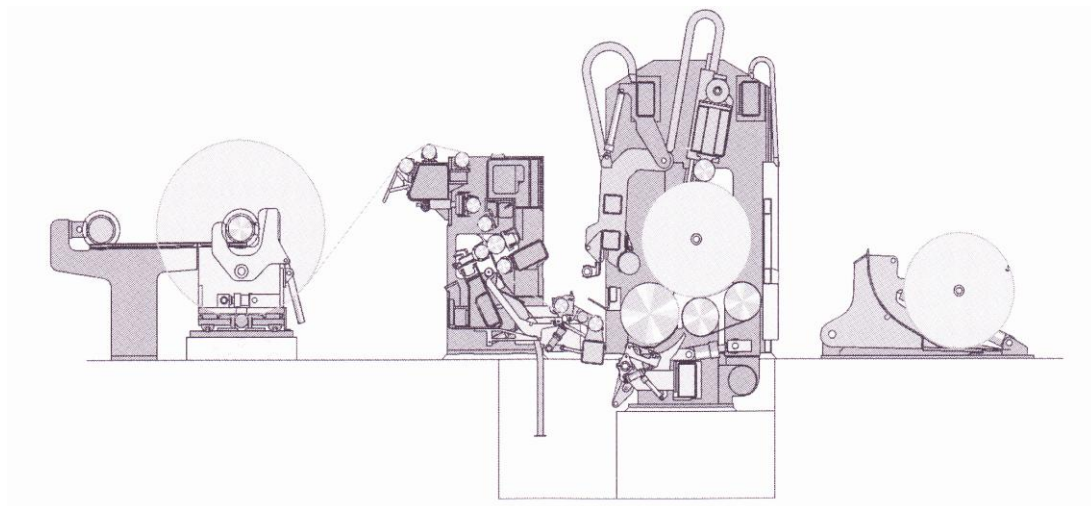
Kantotelaleikkureissa paperin rullaus tapahtuu kahden kantotelan varassa. Rullat muodostuvat vieri vieressä kantotelaleikkurilla. Perinteisessä kantotelaleikkurissa telojen halkaisijat ovat samanlaiset ja ne ovat symmetrisesti samanlaisia. (Jokio, 187.) Rullanmuodostusta hallitaan lähinnä painotelakuorman ja kantotelojen momenttieron avulla (Arjas 1983, 1235).



Kuva 1. Kantotelaleikkuri (Jokio 1999, 188)

### 3.1.2 Hihnatelatuettu kantotelaleikkuri

Hihnatelatuetussa kantotelaleikkurissa toinen kantoteloista on korvattu pyörivällä hihnastolla. Hihnatelatuetussa kantotelaleikkurissa kasvava osa rullan painosta kallistetaan hihnojen varaan, jolloin painetta, rullien tiukkuuden määräävää kantotelaa vasten voidaan hallita. (Komulainen 2009.) Hihnatelatuettulla kantotelaleikkurilla voidaan tuottaa jopa 2,1m halkaisijalta olevia rullia (WinBelt and WinBelt Pro n.d).



Kuva 2. Hihnatelatuettu kantotelaleikkuri (Jokio 1999, 194)

## 4 LOPPULIIMAUS

Pituusleikkurin loppuliimauksella tarkoitetaan asiakasrullan loppuhännän liimausta. Liimatun paperi- tai kartonkirullan loppuhäntä pysyy tiukasti kiinni rullassa, mikä helpottaa sen käsittelyä rullankäsittelyjärjestelmissä. Hyvän kuumaliimaustuloksen aikaansaamiseksi, liimauslaitteiston liimapistoolit on sijoitettu tasavälein koko kantotelaleikkurin leveydelle. Liimapistoolit on sijoitettu kantotelaleikkurin alapuolelle, rainan levitystelan ja takatelan väliin (kuva 3). Työssä toteutetussa loppuliimauksessa hallitaan jokaista liimapistoolia erikseen, jolloin käytettävät liimapistoolit määritellään asiakasrullien leveyksien mukaan. Tällä tavalla saadaan aikaan hyvä liimaustulos ja varmistetaan, ettei liimaa suihkuteta kahden rullan väliseen saumaan.

Työssä mallina käytettävän kantotelaleikkurin maksimitrimmileveydeksi asetettiin 5300mm. Vaatimuksena kahden liimapistoolin väliseksi etäisyydeksi asetettiin 150mm, jolloin käytettävien liimapistoolien lukumääräksi saatiin 35 kappaletta.

### 4.1 Automaattinen loppuliimaus

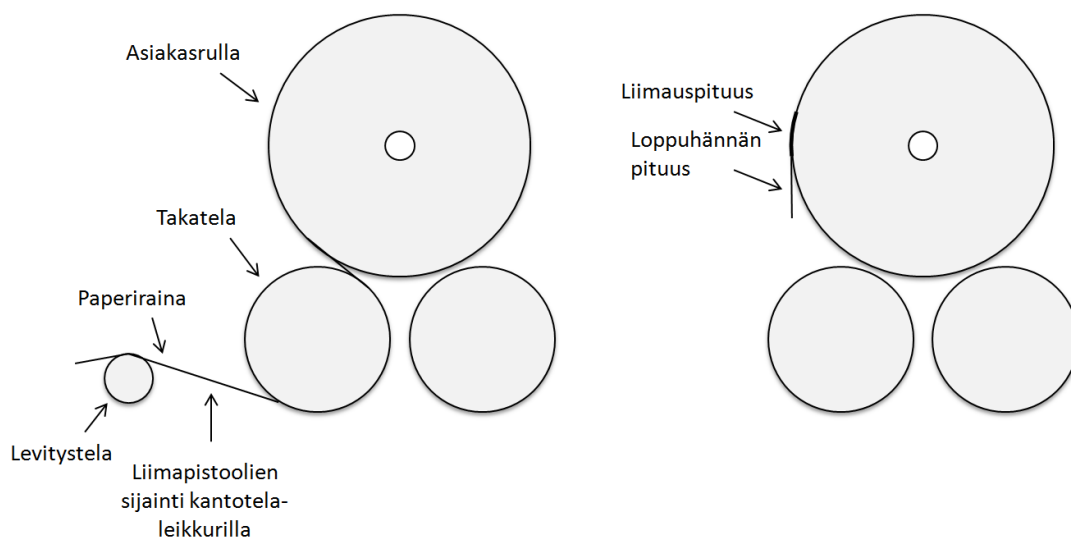
Automaattisella loppuliimauksella pyritään helpottamaan operaattorin työtä, sekä varmistamaan oikeanlainen liimaus jokaisella muutolla. Automaattisella loppuliima-

uksella operaattorin ei tarvitse puuttua liimauslaitteiston toimintaan. Käytettäessä automaattista liimausta kantotela-leikkurin operaattorin vastuulle jää ainoastaan liimaukselta vaadittavien arvojen asettaminen. Arvojen asettaminen tapahtuu valvomossa sijaitsevasta valvomo-ohjelmasta. Lisäksi operaattori valitsee valvomo-ohjelmasta liimauksen päälle tai pois, sekä asettaa liimauksen automaatile tai käsi-käytölle.

Operaattorin asettelemat arvot:

- Liimauspituus (cm)
- Loppuhännän pituus (cm)
- Liimaustoleranssi (cm)

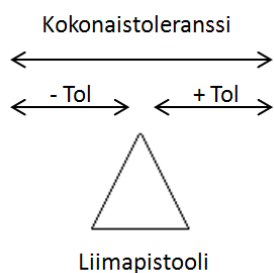
Loppuliimauksen automaatio-ohjelma suorittaa liimauksen operaattorin asettelemilla arvoilla. Liimauspituudella määritellään liimattavan matkan pituus. Loppuhännän pituudella määritellään liimauksen loppumisen jälkeisen loppuhännän pituus (kuva 3).



Kuva 3. Liimapistoolien sijainti sekä liimauspituus ja loppuhännän pituus

Liimaustoleranssin arvolla vaikutetaan loppuliimauksessa käytettäviin liimapistooleihin. Operaattorin asettelemasta liimaustoleranssista lasketaan jokaiselle liimapistoolille kokonaistoleranssi (kuva 4). Leikkausterän sijaitessa liimapistoolille lasketun

kokonaistoleranssin sisällä, poistetaan liimapistooli käytöstä. Mikäli liimapistooli on poistettu käytöstä, ei sillä liimata seuraavassa loppuliimauksessa. Operaattorin asettaessa liimaustoleranssiksi nollan, on myös kokonaistoleranssin arvo nolla. Kokonaistoleranssin ollessa nolla, poistetaan liimapistooli käytöstä ainoastaan silloin, kun leikkausterä on suoraan liimapistoolin kohdalla.



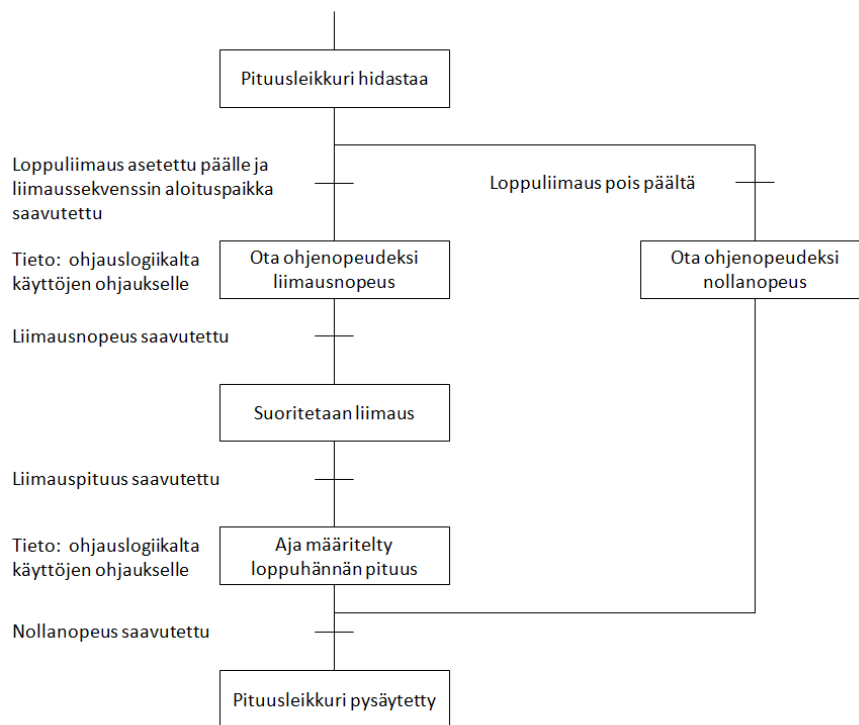
Kuva 4. Liimaustoleranssi

Automaattisen liimauksen toiminta voidaan jakaa karkeasti kahteen eri vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe suoritetaan ennen liimausta ja toinen vaihe liimauksessa. Ennen liimausta suoritettavaan vaiheeseen kuuluu liimaavien liimapistoolien määrittely. Toisessa vaiheessa suoritetaan itse liimaus.

Ensimmäinen vaihe alkaa operaattorin tekemän onnistuneen teriensiirron jälkeen. Onnistuneen teriensiirron jälkeen leikkaavien leikkausterien sijainti kantotelaleikkurilla on tiedossa. Leikkausterien sijainnin perusteella määritellään liimaavat liimapistoolit. Liimaavien liimapistoolien määrittelynä käytetään leikkaavia leikkausteriä, jolloin määrittelyvaiheessa ei tarvitse välittää leikkausteristä, joilla ei leikata.

Toinen vaihe alkaa kantotelaleikkurin saavutettua loppuliimaussekvenssin aloituskohdan. Kantotelaleikkurin saavutettua liimaussekvenssin aloituskohdan, toimintojen ohjauslaitteisto antaa tiedon moottorikäyttöjen ohjaukselle siirtyä liimausnopeuteen. Moottorikäyttöjen ohjaus ottaa kantotelaleikkurin ohjenopeudeksi ennalta määritellyn liimausnopeuden. Kantotelaleikkurin saavutettua liimausnopeuden, aloitetaan loppuliimaus. Liimauksen ollessa päällä, lasketaan toteutunutta liimauspituutta. Kantotelaleikkurin ajettua määritellyn liimauspituuden, toimintojen ohjauslaitteisto lopettaa liimauksen ja antaa moottorikäyttöjen ohjaukselle tiedon liimauksen loppumisesta. Tiedon saatuaan moottorikäyttöjen ohjaus ajaa omalla ohjenopeudellaan määritel-

lyn loppuhännän pituuden ja pysäyttää kantotelaleikkurin. Kantotelaleikkurin pysähtyttyä moottorikäyttöjen ohjaus antaa nollanopeustiedon toimintojen ohjauslaitteistolle. Mikäli loppuliimausta ei ole asetettu päälle, moottorikäyttöjen ohjaus ajaa rullat loppuun ilman liimausta. Tällöin kantotelaleikkuri ottaa ohjenopeudekseen nollanopeuden.



Kuva 5. Loppuliimauksen toteutus sekvenssinä

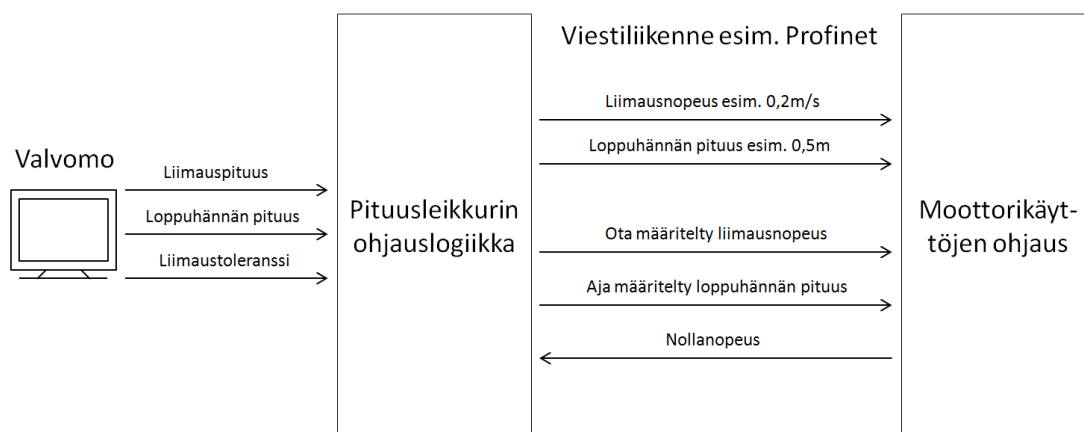
Loppuliimauksen toiminnalle määritellään tarkkuuteen liittyviä arvoja. Liimauksen tulee toteutua sille määriteltyjen arvojen sisällä. Tärkeimpiä tarkkuusarvoja on mm. liimauksen aloitus- ja lopetuskohdan ja liimauspituuden tarkkuus. Liimauksen aloitus- ja lopetuskohdan tarkkuudella tarkoitetaan etäisyyttä, joka on asetetun ja toteutuneen paikan erotus. Vastaavasti liimauspituuden tarkkuudella tarkoitetaan asetetun ja toteutuneen pituuden erotusta. Tarkkuudet ovat riippuvaisia mm. ohjaukseen käytettävien ohjausjärjestelmien sykliajoista, ohjausjärjestelmien välisen tiedonsiirron nopeudesta, Profibus-väylän sykliajasta ja toimilaitteiden reaktioajoista. Tarkkuudet ovat mahdollista laskea, jos loppuliimauksen toimintaan liittyvien laitteiden tiedot ovat saatavilla. Loppuliimauksen tarkkuudet tulee aina määrittellä ennen projektin aloittamista. Käyttöönottovaiheessa toteutuneet arvot todennetaan ja niitä verrataan määriteltyihin arvoihin.

## 4.2 Liimapistoolien käsin testaus

Laitteistoon kuuluvasta käyttöliittymästä pystytään jokaista liimapistoolia testaamaan erikseen. Käyttöliittymäksi valittiin Siemensin Mobile Panel 177 DP, joka liitetään Profibus-väylään (SIMATIC HMI Panels 2012, 20). Siemens Mobile Panel 177 DP on liikuteltava käyttöliittymä. Käyttöliittymän liikuteltavuuden ansiosta se on helppo viedä liimapistoolien viereen ja suorittaa testaus. Käsin testauksella varmistetaan liimapistoolien toiminta sekä tarkastetaan liiman ulostulomuoto.

## 4.3 Liimalaitteiston ohjauksen rajapinnat

Kantotelaleikkurin ohjaukset on usein toteutettu kahdella eri ohjauslaitteistolla. Toisella hoidetaan kantotelaleikkurin toimintojen ohjaus ja toisella moottorikäyttöjen ohjaukset. Loppuliimauksen oikeanlaisen toiminnan suorittamiseksi siirretään ohjausjärjestelmien välillä tietoa. Tiedonsiirto voidaan toteuttaa esim. Profinet-väylän avulla. Valvomossa sijaitsevalle tietokoneelle on asennettu valvomo-ohjelmisto. Valvomo-ohjelmiston avulla operaattori ohjaa sekä tarkkailee kantotelaleikkurin toimintaa. Valvomo-ohjelmistoon operaattori syöttää loppuliimaukselta vaadittavat arvot. Työssä ei ole perehdytty valvomon eikä ohjauslaitteiden väliseen tiedonsiirron toteutustapaan.



Kuva 6. Valvomon ja ohjausjärjestelmien välinen tiedonsiirto

#### 4.4 Liimapistoolien testausympäristö

Liimapistoolien toiminnan testaamiseksi olen luonut Microsoft Excelillä testausympäristön. Automaatista liimausta käytettäessä testausympäristöllä pystytään testaamaan liimapistoolien valinnan oikeanlainen toiminta. Seuraavissa kuvissa on lyhyesti esitelty testauksen toteutus. Siemens STEP 7 ohjelmointiympäristön VAT-taulusta on onnistuneen teriensiirron jälkeen tuotu arvoja testausympäristöön. Testausympäristössä muuttujien arvoina on käytetty millimetrejä. Liimaustoleranssina testauksessa on käytetty 20mm.

Kuvassa 7 on esitetty leikkausterien sijainnit kantotelaleikkurilla. Leikkausterän sijainti on poikkeama leikkausterien nollakohdasta.

Osoite	Symbolinen nimi	Tyyppi	Arvo
DB20.DBD 62	GunDB.Slitters.SlittingPoints[1]	FLOATING_POINT	-91
DB20.DBD 66	GunDB.Slitters.SlittingPoints[2]	FLOATING_POINT	390
DB20.DBD 70	GunDB.Slitters.SlittingPoints[3]	FLOATING_POINT	1030
DB20.DBD 74	GunDB.Slitters.SlittingPoints[4]	FLOATING_POINT	1560

Kuva 7. Leikkausterien sijainti kantotelaleikkurilla

Kuvassa 8 on esitetty liimapistoolien sijainnit kantotelaleikkurilla. Liimapistoolien sijainti on poikkeama leikkausterien nollakohdasta.

Osoite	Symbolinen nimi	Tyyppi	Arvo
DB20.DBD 232	GunDB.Guns.GunLoc[1]	FLOATING_POINT	-70
DB20.DBD 236	GunDB.Guns.GunLoc[2]	FLOATING_POINT	80
DB20.DBD 240	GunDB.Guns.GunLoc[3]	FLOATING_POINT	230
DB20.DBD 244	GunDB.Guns.GunLoc[4]	FLOATING_POINT	380
DB20.DBD 248	GunDB.Guns.GunLoc[5]	FLOATING_POINT	530
DB20.DBD 252	GunDB.Guns.GunLoc[6]	FLOATING_POINT	680
DB20.DBD 256	GunDB.Guns.GunLoc[7]	FLOATING_POINT	830
DB20.DBD 260	GunDB.Guns.GunLoc[8]	FLOATING_POINT	980
DB20.DBD 264	GunDB.Guns.GunLoc[9]	FLOATING_POINT	1130
DB20.DBD 268	GunDB.Guns.GunLoc[10]	FLOATING_POINT	1280
DB20.DBD 272	GunDB.Guns.GunLoc[11]	FLOATING_POINT	1430
DB20.DBD 276	GunDB.Guns.GunLoc[12]	FLOATING_POINT	1580

Kuva 8. Liimapistoolien sijainti kantotelaleikkurilla

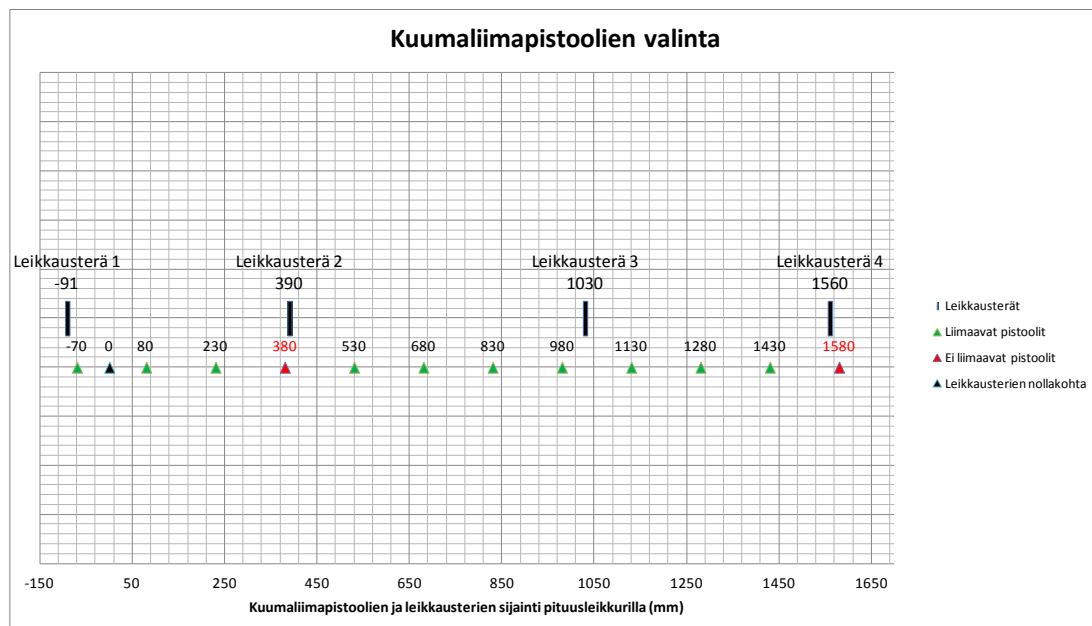
Kuvassa 9 on esitetty liimapistoolien toiminta seuraavan liimauksen alkaessa. Arvo kohdassa oleva arvo osoittaa liimapistoolien toiminnan seuraavassa liimauksessa. Arvolla 1 liimapistooli on käytössä ja arvolla 0 liimapistooli on pois käytöstä.

Osoite	Symbolinen nimi	Tyyppi	Arvo
DB20.DBX 374.0	GunDB.Guns.GunSet[1]	BOOL	1
DB20.DBX 374.1	GunDB.Guns.GunSet[2]	BOOL	1
DB20.DBX 374.2	GunDB.Guns.GunSet[3]	BOOL	1
DB20.DBX 374.3	GunDB.Guns.GunSet[4]	BOOL	0
DB20.DBX 374.4	GunDB.Guns.GunSet[5]	BOOL	1
DB20.DBX 374.5	GunDB.Guns.GunSet[6]	BOOL	1
DB20.DBX 374.6	GunDB.Guns.GunSet[7]	BOOL	1
DB20.DBX 374.7	GunDB.Guns.GunSet[8]	BOOL	1
DB20.DBX 375.0	GunDB.Guns.GunSet[9]	BOOL	1
DB20.DBX 375.1	GunDB.Guns.GunSet[10]	BOOL	1
DB20.DBX 375.2	GunDB.Guns.GunSet[11]	BOOL	1
DB20.DBX 375.3	GunDB.Guns.GunSet[12]	BOOL	0

Kuva 9. Liimapistoolien sijainti leikkurilla

Kuvasta 10 on edellä esiteltyjen arvojen mukaan tehdyn testauksen tulos. Testaus on tehty kahdeksatoista liimapistoolilla, mutta se voidaan myös laajentaa suurempiin kokonaisuuksiin. Huomataan että neljäs ja kahdeksastoista liimapistooli on poistettu käytöstä. Neljäs liimapistooli on poistettu käytöstä, koska leikkausterä numero kaksi on liimapistoolin kokonaistoleranssin sisällä. Neljännen liimapistoolin kokonaistoleranssin ollessa  $(380\pm 20)$ mm ja leikkausterän ollessa kohdassa 390mm. Kahdeksastoista liimapistooli on poistettu käytöstä, koska se on viimeisen leikkausterän ulkopuolella.





Kuva 10. Testauksen tulos

## 5 SÄHKÖSUUNNITTELU

### 5.1 Suunnittelun vaatimukset

Sähkösuunnittelu aloitettiin määrittelemällä vaatimukset, jotka tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Kaikkia vaatimuksia ei pystytty määrittelemään ja osa vaatimuksista tulee määrittellä projektin alussa. Projektin alussa määriteltäviksi vaatimuksiksi jätettiin mm. hätäseispysäytyksen toteutus. Laitteiston suunnittelu toteutettiin kuitenkin siten, että se on mahdollista liittää olemassa olevaan hätäseispysäytykseen tai laitteistoon lisätään oma hätäseispysäytyksen toteuttava komponentti.

Suunnittelun tärkeimmät vaatimukset:

- Muokattavuus eri tehtaiden tehdasstandardien mukaisiksi
- Mahdollisuus asentaa vanhan loppuliimauslaitteiston tilalle
- Kaikki liimaukseen liittyvät ohjauskomponentit sijoitetaan yhteen paikkaan
- Mahdollisuus laajentaa suuremmille kantotelaleikkureille
- Liitettävyyys vanhaan järjestelmään

- Nopea asennus työmaalla
- Myöhemmin toteutettava laajennus
- Käyttöliittymän valinta

Yksi vaatimuksista oli suunnitelmien muokattavuus eri tehtaiden tehdasstandardien mukaisiksi. Monilla paperitehtailla on omat tehdasstandardit, jotka asettavat vaatimuksia tehtaalle asennettavilta laitteistoilta. Tehdas määrittelee tehdasstandardissaan mm. asennettavien komponenttien valmistajan ja usein jokaisen komponentin mallin. Liimauslaitteistossa käytettävät komponentit tulee siis valita niin, että ne ovat helposti vaihdettavissa eri valmistajien komponenteiksi.

Kantotelaleikkureissa voi ennestään olla asennettuna vanha loppuliimauslaitteisto. Asiakas haluaa korvata vanhan kylmäliimauslaitteiston uudella kuumaliimauslaitteistolla. Uuden kuumaliimalaitteiston asentaminen vanhan kylmäliimauslaitteiston tilalle ei luo erityisen hankalia vaatimuksia, mutta ne pitää kuitenkin ottaa huomioon suunnittelua toteutettaessa.

Kaikki loppuliimauslaitteiston ohjauskomponentit tulee sijoittaa samaan ohjauskoteloon, jotta loppuliimauslaitteistosta saadaan oma kokonaisuus. Tämä kokonaisuus on helppo asentaa olemassa olevaan kantotelaleikkuriin.

Ohjauskotelo suunniteltaessa ja komponentteja valittaessa tulee ottaa huomioon loppuliimauslaitteiston mahdollinen laajentaminen suuremmille kantotelaleikkureille. Tämä asettaa vaatimuksia mm. valittavan kotelon koolle. Kotelon pitää olla mahdollisimman pieni ahtaiden asennuskohteiden takia, mutta samalla mahdollisimman suuri laajennettavuuden takia.

Loppuliimauslaitteiston asentaminen vanhaan ohjausjärjestelmään oli myös yksi tärkeimmistä vaatimuksista. Suunnittelu tulee toteuttaa niin, että loppuliimauslaitteisto liitetään vanhaan Profibus-väylään. Mikäli kantotelaleikkurissa ei olisi Profibus-väylää, katsottaisiin toteutus uudelleen.

Paperitehtaiden seisokkiaikojen pituus asettaa omat vaatimukset toimitettaville laitteistoille. Laitteisto tulee suunnitella siten, että tehtaalla suoritettavan työn osuus on

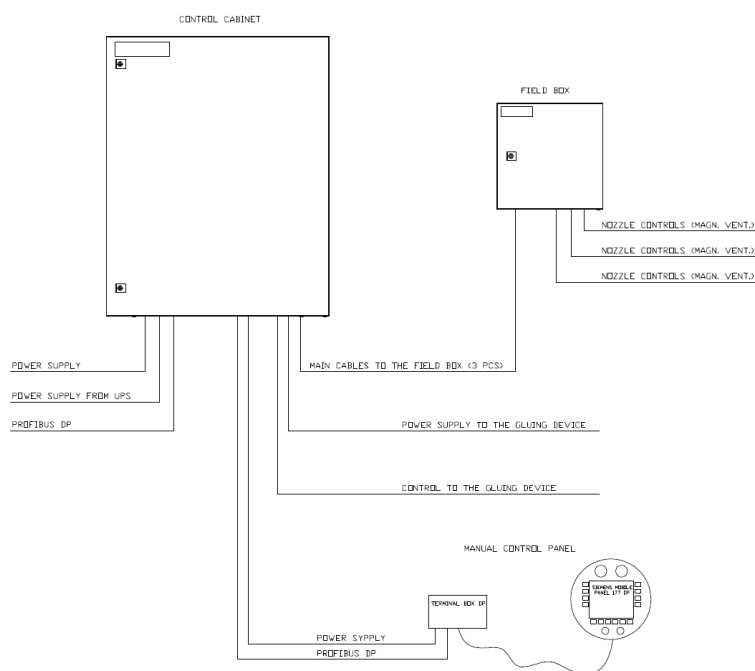
mahdollisimman vähäinen. Oikeanlaisella esisuunnittelulla pystytään vähentämään huomattavasti tehtaalla suoritettavaa asennusaikaa. Suunniteltaessa kaikki loppuliikkeen ohjaukseen tarvittavat ohjauskomponentit yhteen koteloon, säästetään asennusaikaa työmaalla. Ohjauskotelo on helppo asentaa yhtenä kokonaisuutena, eikä näin tarvitse tehdä lisäyksiä vanhoihin sähkö- ja automaatiokeskuksiin.

Ohjauskotelolle tulee jättää laajennusvara mahdollisia muutoksia ja/tai lisäyksiä varten. Ohjauskotelon laajennusvaran tulee olla vähintään noin 10 % ja tulojen ja lähtöjen laajennusvaran vähintään noin 10 %.

Käyttöliittymän vaatimukseksi asetettiin liikuteltavuus. Käyttöliittymän tulee olla liikuteltavaa mallia, jolloin se on helppo viedä liimapistoolien viereen ja suorittaa testaus. Lisäksi käyttöliittymän tulee olla liitettävissä Profibus-väylään.

## 5.2 Suunnittelun toteutus

Sähkösuunnittelu aloitettiin määrittelemällä vaatimukset, jotka laitteistolta vaaditaan. Kaikkien vaatimusten ollessa selvillä aloitettiin itse suunnittelu. Suunnittelu aloitettiin toteuttamalla laitteiston järjestelmä layout, joka toimisi pohjana läpi suunnittelun.



Kuva 11. Järjestelmä layout

Järjestelmä layoutin toteutuksen jälkeen määriteltiin laitteiston tärkeimmät komponentit, jotka ovat ohjauskotelo, riviliitinkotelo, hajautusyksikkö ja käyttöliittymä. Ohjauskotelo valittiin määriteltyjen vaatimusten mukaan. Kotelon tulee olla metallinen, sen pitää estää vähintään veden sisälle pääsy ja laajennusvarojen tulee olla riittävät. Koteloksi valittiin Rittalin valmistama AE-kytkentäkaappi yhdellä ovella. AE-kytkentäkaapit toimitetaan tyhjällä pohjalevyllä, johon asennettavat komponentit on helppo kiinnittää. Jos ohjauskotelo on liian suuri tai pieni, on se helppo vaihtaa erikokoiseksi, koska Rittal tarjoaa suuren määrän erimallisia AE-kytkentäkaappeja.

Ohjauskotelon valinnan jälkeen määriteltiin hajautusyksikkö ja sen rakenne. Käytettäväksi hajautusyksiköksi valittiin modulaarinen malli, jolloin erilaisten moduulien lisääminen ja poistaminen on helppoa. Suunnitelmia tullaan käyttämään erilaisissa kantotelaleikkureissa, tulee tarvittavien tulojen ja lähtöjen lukumäärä vaihtelevaan. Tällöin modulaarinen malli soveltuu erinomaisesti ohjauslaitteiston hajautusyksiköksi. Määriteltäessä tulojen ja lähtöjen sijainteja eri moduuleissa päätettiin ne jakaa toiminnallisuuksien mukaan samaan moduuliin. Tämä helpottaa sähkösuunnitelmien lukemista ja mahdollista vian etsimistä.

Tulo- ja lähtömoduulien valinnassa liimapistoolit jaettiin seitsemän liimapistoolin ryhmiin. Jokaiselle seitsemän liimapistoolin ryhmälle varattiin oma lähtömoduuli, jossa on kahdeksan kanavaa moduulia kohti. Kokonaisuudessaan liimapistooleille varattiin viisi kappaletta lähtömoduuleja. Liimapistoolien ohjauskeskuksen ja hajautusyksikön välisille ohjauksille varattiin yksi neljä kanavainen tulo- ja lähtömoduuli. Mahdollisille muille ohjauksille varattiin kaksi neljä kanavaista tulomoduulia ja yksi neljä kanavainen lähtömoduuli. Kaikkien tulo- ja lähtömoduulien jännitteeksi valittiin 24VDC. Lähtömoduulien maksimi ulostulovirraksi valittiin 0,5A. Mikäli ohjattavan laitteen tarvitsema virta ylittäisi 0,5A, katsottaisiin sen toteutus uudelleen. Tehomoduleja hajautusyksikköön valittiin kolme kappaletta. Tehomodulien sijoittelu toteutettiin siten, että hätäseispysäytyksen toteuttava komponentti pystytään lisäämään suunnitelmiin ilman suurempia muutoksia. Hajautusyksiköksi valittiin Siemensin valmistama ET200S.

Liimauslaitteiston hajautusyksikön sekä tulojen ja lähtöjen lukumäärän oltua selvillä, suunniteltiin piirikaaviot ja komponentti- ja kaapeliluettelot. Piirikaavioiden toteu-

tuksessa käytettiin hyväksi standardien mukaisia piirrosmerkkejä. Piirikaavioiden ja luetteloiden valmistuttua, valittiin sopiva riviliitinkotelo. Riviliitinkoteloon kytkettäisiin ohjauskotelolta tulevat runkokaapelit ja liimapistoolien ohjauskaapelit. Riviliitinkotelo tullaan sijoittamaan kantotelaleikkurin alle. Riviliitinkotelon vaatimuksiksi asetettiin, että sen tulee olla metallinen ja estää ainakin veden pääsy kotelon sisälle. Riviliitinkoteloksi valittiin Rittalin valmistama AE-kytkentäkaappi. Riviliitinkotelon valinnan jälkeen suunniteltiin kotelolle layout-kuvat. Viimeisessä vaiheessa määriteltiin käyttöliittymä. Käyttöliittymäksi valittiin Siemensin toimittama liikuteltava Mobile Panel 177 DP.

## 6 OHJAUSKOMPONENTIT

Ohjauskomponenttien tarkoituksena on ohjata loppuliimauslaitteiston toimintaa oikealla tavalla. Loppuliimauslaitteiston tärkeimpiä ohjauskomponentteja ovat ohjauskotelo, riviliitinkotelo, hajautusyksikkö ja käyttöliittymä. Kantotelaleikkurin logiikka yhdessä hajautusyksikön kanssa ohjaa loppuliimauksen toimintaa. Loppuliimauksen ohjelma kirjoitetaan kantotelaleikkurin logiikkaan, koska hajautusyksikkö ei sisällä omaa CPU:ta.

### 6.1 Ohjauskotelo

Ohjauskoteloon tullaan sijoittamaan loppuliimauksen ohjaukseen tarvittavat ohjauskomponentit. Liimauslaitteiston ohjauskoteloksi valittiin Rittalin AE-kytkentäkaappi. Ohjauskotelon tyyppi on AE 1180.500 ja se on varustettu yhdellä ovella sekä kahdella salpalukolla. Ohjauskotelon mitat ovat  $L \times K \times S = 800\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 300\text{mm}$ . Ohjauskotelo on väriltään vaaleanharmaa (RAL 7035) ja sen kotelointiluokka on IP66. (Rittal www-sivut, 2013.)



Kuva 12. Rittal AE-kytkentäkaappi (Elektrotresen [www-sivut](#), 2013)

Ohjauskoteloksi valittiin Rittalin AE-kytkentäkaappi, koska se soveltuu erinomaisesti erikokoisten projektien ohjauskoteloksi. Rittalin tarjoaman kattavan AE-kytkentäkaappien valikoiman ansiosta, on kotelo tarvittaessa helppo vaihtaa erikoiseksi. Rittalin AE-kytkentäkaapit toimitetaan tyhjällä metallisella pohjalevyllä, joten ohjauskalusteiden asennus koteloon on helppoa ja se antaa mahdollisuuden muokata koteloa valmistusvaiheessa. Rittalin kattava valikoima erilaisia lisäosia helpottaa kotelon asennusta ja muokattavuutta. Ohjauskotelolle on mahdollista tilata mm. erikorkuisia seinäkannakkeita ja läpivientilappoja.

## 6.2 Riviliitinkotelo

Kentälle asennettavaksi riviliitinkoteloksi valittiin Rittalin AE-kytkentäkaappi. Riviliitinkotelon tyyppi on AE 1380.500 ja se on varustettu yhdellä ovella sekä yhdellä salpalukolla. Ohjauskotelon mitat ovat  $L \times K \times S = 380\text{mm} \times 380\text{mm} \times 210\text{mm}$ . Ohjauskotelo on väriltään vaaleanharmaa (RAL 7035) ja sen kotelointiluokka on IP66. (Rittal [www-sivut](#), 2013.)

### 6.3 Siemens ET200S hajautusyksikkö

Loppuliimauslaitteiston hajautusyksiköksi valittiin Siemensin ET200S tuoteperheen hajautusyksikkö. ET200S-hajautusasemat voidaan kytkeä muihin automaatiojärjestelmiin joko Profinet- tai Profibus-väylän avulla. ET200S-sarjan tuotteilla rakennetaan hajautettu-I/O, jossa lähtö- ja tulopiirit on viety prosessiaseman luota lähemmäs toimilaitetta. (Siemens www-sivut, 2013.)



Kuva 13. Loppuliimauslaitteiston hajautusyksikkö (Siemens TIA Selection Tools)

Hajautusyksiköksi valittiin Siemensin ET200S. Siemens tarjoaa kattavan valikoiman erilaisia moduuleja, joita voidaan lisätä hajautusyksikköön. Kentältä tulevat kaapelit kytketään suoraan moduuliin, ja anturit sekä toimilaitteet saavat jännitesyötön suoraan moduulista, jolloin ohjauskoteloon kytkettävät kenttäkaapelit eivät tarvitse erilisiä riviliittimiä.

#### 6.3.1 Väyläliitântäyksikkö

Hajautusyksikkö liitetään Profibus-väylään väyläliitântäyksikön avulla. Väyläliitântäyksiköksi valittiin IM151-1 Standard. Väyläliitântäyksikkö yhdistää hajautusyksikön Profibus-väylään RS485-protokollalla. IM151-1 Standard väyläliitântäyksikkö mahdollistaa 63:n eri moduulin liittämisen yhteen hajautukseen ja sillä voidaan siirtää tietoa jopa 12Mbit/s nopeudella. (ET 200S distributed I/O IM151-1 STANDARD interface module 2008, 7.)

Liitäntäyksikön vastausaika on laskettavissa kaavalla (ET 200S distributed I/O IM151-1 STANDARD interface module 2008, 60):

$$\text{Vastausaika } [\mu\text{s}] = 28 * m + 9 * b + 350$$

m = kaikkien moduulien lukumäärä

b = tulo – ja lähtömoduulien lukumäärä

Loppuliimauslaitteiston vastausajaksi saatiin:

$$\text{Vastausaika } [\mu\text{s}] = 28 * 13 + 9 * 10 + 350 = 804\mu\text{s}$$

IM151-1 väyläliitäntäyksikkö valittiin, koska se sopii hyvin tämän kokoisille projekteille eikä moduulien lukumäärä tule ylittämään 63:a. Vastausajan katsottiin olevan riittävä tämän kokoiselle projektille.

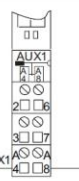

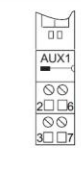
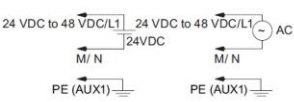
### 6.3.2 Tehomoduuli

ET200S tuoteperheen tehomodulilla syötetään teho sitä edeltäville ja jälkeisille moduuleille tai pelkästään jälkeisille moduuleille. Tehomodulilla on mahdollista syöttää virtaa laitteita jopa 10A asti (ET 200S distributed I/O Power module PM-E DC24..48V/AC24..230V 2007, 10). Tehomoduli tarvitsee erillisen liitäntäkannan, johon johtimet liitetään. Liitäntäkantoja on mahdollista valita ruuviliittimillä, jousiliittimillä tai pikaliittimillä. Tehomoduleiksi valittiin PM-E DC24..48V/AC24..230V (6ES7138-4CB11-0AB0) ja liitäntäkannoiksi jousiliittimillä varustettu kanta TM-P15C23-A0 (6ES7193-4CD30-0AA0).



Terminal assignment PM-E DC24..48V/AC24..230V (6ES7138-4CB11-0AB0)				
Terminal	Assignment	Terminal	Assignment	Notes
2	L+/L1	6	L+/L1	<ul style="list-style-type: none"> <li>L+/L1: Rated load voltage 24 VDC to 48 VDC</li> <li>M: Chassis ground</li> <li>N: Neutral conductor</li> <li>AUX1: Protective-conductor terminal or potential bus (freely usable up to 230 VAC)</li> </ul>
3	M/ N	7	M/ N	
A4	AUX1	A8	AUX1	

#### Usable terminal modules

Terminal modules that can be used for PM-E DC24..48V/AC24..230V (6ES7138-4CB11-0AB0)			
TM-P15C23-A1 (6ES7193-4CC30-0AA0)	TM-P15C23-A0 (6ES7193-4CD30-0AA0)	TM-P15C22-01 (6ES7193-4CE10-0AA0)	← Spring terminal
TM-P15S23-A1 (6ES7193-4CC20-0AA0)	TM-P15S23-A0 (6ES7193-4CD20-0AA0)	TM-P15S22-01 (6ES7193-4CE00-0AA0)	← Screw-type terminal
TM-P15N23-A1 (6ES7193-4CC70-0AA0)	TM-P15N23-A0 (6ES7193-4CD70-0AA0)	TM-P15N22-01 (6ES7193-4CE60-0AA0)	← Fast Connect
			<p>Wiring examples</p> 

Kuva 14. Tehomoduulin kytkentä ja liitäntäkantojen mallit (ET 200S distributed I/O Power module PM-E DC24..48V/AC24..230V 2007, 8-9)

Kuvasta 14 nähdään, että tehomoduulin liitäntäkantoja on saatavilla erilaisilla sisäisillä kytkennöillä. Tehomoduulin liitäntäkannaksi valittiin jousiliittimillä oleva malli, joka syöttää jännitteen ainoastaan sen jälkeen oleville moduuleille. Tehomoduulilla on mahdollista syöttää laitteille virtaa jopa 10A asti, joten se soveltuu hyvin tällaisille projekteille. Työn alussa arvioitiin jokaisen liimapistoolin tarvitseman virran olevan maksimissaan 250mA, jolloin yhden kahdeksan kanavaisen lähtömoduulin maksimivirraksi tulee 1,75A ( $7 \times 0,25A = 1,75A$ ). Hajautusyksikön paikassa seitsemän olevan tehomoduulin maksimivirraksi tulee näin 5,25A ( $3 \times 1,75A = 5,25A$ ).

### 6.3.3 Tulomoduuli

Liimauslaitteiston ohjaukseen tarvittaviksi tulomoduuleiksi valittiin neljä kanavaisia moduuleja. Tulomoduuli tarvitsee erillisen liitäntäkannan, johon kentältä tulevat kaapelit kytketään. Liitäntäkantoja on mahdollista valita ruuviliittimillä, jousiliittimillä tai pikaliittimillä. Lisäksi liitäntäkantoja on mahdollista valita neljällä erilaisella kytkentäpohjalla. Tulomoduuleiksi valittiin 4DI DC24V ST (6ES7131-4BD01-0AA0) ja liitäntäkannaksi jousiliittimillä varustettu TM-E15C26-A1 (6ES7193-4CA50-0AA0).

Terminal assignment for the 4DI DC24V ST (6ES7131-4BD01-0AA0)				
Terminal	Assignment	Terminal	Assignment	Notes
1	DI <sub>0</sub>	5	DI <sub>1</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DI<sub>n</sub>: Input signal, Channel n</li> <li>L+: Sensor power supply 24 VDC</li> <li>AUX1: Protective-conductor terminal or potential bus (freely usable up to 230 VAC)</li> </ul>
2	DI <sub>2</sub>	6	DI <sub>3</sub>	
3	L+	7	L+	
4	L+	8	L+	
A4	AUX1	A8	AUX1	
A3	AUX1	A7	AUX1	

## Usable terminal modules

Usable terminal modules for the 4DI DC24V ST (6ES7131-4BD01-0AA0)				
TM-E15C26-A1 (6ES7193-4CA50-0AA0)	TM-E15C24-A1 (6ES7193-4CA30-0AA0)	TM-E15C24-01 (6ES7193-4CB30-0AA0)	TM-E15C23-01 (6ES7193-4CB10-0AA0)	← Spring terminal
TM-E15S26-A1 (6ES7193-4CA40-0AA0)	TM-E15S24-A1 (6ES7193-4CA20-0AA0)	TM-E15S24-01 (6ES7193-4CB20-0AA0)	TM-E15S23-01 (6ES7193-4CB00-0AA0)	← Screw-type terminal
TM-E15N26-A1 (6ES7193-4CA80-0AA0)	TM-E15N24-A1 (6ES7193-4CA70-0AA0)	TM-E15N24-01 (6ES7193-4CB70-0AA0)	TM-E15N23-01 (6ES7193-4CB60-0AA0)	← Fast Connect
				<p>Wiring examples</p> <p>2-wire</p> <p>3-wire</p> <p>* connect to Terminal 3 or 7 at TM-E15x23-01</p>

Kuva 15. Neljä kanavainen tulomoduuli (ET 200S distributed I/O Digital electronic module 4DI DC24V ST 2007, 7-8)

Tulomoduuleiksi valittiin neljä kanavaisia moduuleja, jolloin yhden toiminnallisuuden tulot saadaan samalle moduulille. Liitäntäkannaksi valittiin jousiliittimillä oleva malli siten, että jokaiselle tulolle on omat 24VDC- ja 0V-liittimet, jolloin eri laitteiden johtimia ei tarvitse kytkeä samoihin liittimiin. Jousiliittimet valittiin, koska niihin on helppo ja nopea kytkeä kentältä tulevat kaapelit.

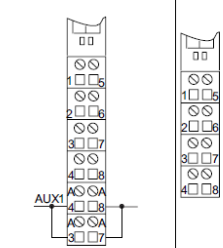
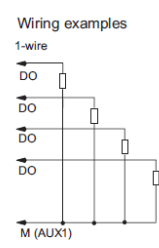
### 6.3.4 Lähtömoduuli

Loppuliimauslaitteiston ohjaukseen valittiin sekä neljä että kahdeksan kanavaisia lähtömoduuleja. Neljä kanavaisia lähtömoduuleja varattiin mm. hajautusyksikön ja liimauslaitteiston ohjauskeskuksen väliselle tiedonsiirrolle. Kahdeksan kanavaisia lähtömoduuleja varattiin ainoastaan liimapistoolien ohjauksia varten. Kuvasta 16 nähdään, että kahdeksan kanavaiselle lähtömoduulille on valittavana vähemmän liitäntäkantoja kuin neljä kanavaiselle moduulille. Käytettäessä kahdeksan kanavaisia moduuleja ja niiden liitäntäkantoja, voi vastaan tulla tilanne, jossa kahden lähdön miinusjohtimet kytetään saman liittimen alle. Työn sähkösuunnitelmat toteutettiin

niin, että miinusjohtimia ei kytketä saman liittimen alle, vaan jokaiselle johtimelle varataan oma liitin. Liimapistoolien miinusjohtimien yhdistys tehdään riviliitinkotelolla. Lähtömoduuli tarvitsee erillisen liitântäkannan, johon kentältä tulevat kaapelit kytketään. Liitântäkantoja on mahdollista valita ruuviliittimillä, jousiliittimillä tai pikaliittimillä. Lisäksi liitântäkantoja on mahdollista valita kahdella erilaisella kytkentäpohjalla. Kahdeksan kanavaisiksi lähtömoduuleiksi valittiin 8DO DC24V/0.5A (6ES7132-4BF00-0AA0) ja neljä kanavaisiksi 4DO DC24V/0.5A ST (6ES7132-4BD02-0AA0). Molempien liitântäkannaksi valittiin jousiliittimillä varustettu TM-E15C26-A1 (6ES7193-4CA50-0AA0).

Terminal assignment for 8DO DC24V/0.5A (6ES7132-4BF00-0AA0)				
Terminal	Assignment	Terminal	Assignment	Notes
1	DO <sub>0</sub>	5	DO <sub>1</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DO<sub>n</sub>: Output signal, Channel n</li> <li>AUX1: M chassis ground (from power module) or potential bus (freely usable up to 230 VAC)</li> </ul>
2	DO <sub>2</sub>	6	DO <sub>3</sub>	
3	DO <sub>4</sub>	7	DO <sub>5</sub>	
4	DO <sub>6</sub>	8	DO <sub>7</sub>	
A4	AUX1	A8	AUX1	
A3	AUX1	A7	AUX1	

#### Usable terminal modules

Usable terminal modules for 8DO DC24V/0.5A (6ES7132-4BF00-0AA0)		
TM-E15C26-A1 (6ES7193-4CA50-0AA0)	TM-E15C24-01 (6ES7193-4CB30-0AA0)	← Spring terminal
TM-E15S26-A1 (6ES7193-4CA40-0AA0)	TM-E15S24-01 (6ES7193-4CB20-0AA0)	← Screw-type terminal
TM-E15N26-A1 (6ES7193-4CA80-0AA0)	TM-E15N24-01 (6ES7193-4CB70-0AA0)	← Fast Connect
		

Kuva 16. Kahdeksan kanavainen lähtömoduuli (ET 200S distributed I/O Digital electronic module 8DO DC24V/0.5 A 2007, 8)

Lähtömoduuleiksi valittiin sekä neljä- että kahdeksan kanavaisia lähtömoduuleja, jolloin yhden toiminnallisuuden lähdöt saadaan samalle moduulille. Ainoastaan kahdeksan kanavaisten lähtömoduulien valinta ei ollut sopivaa, koska liitântäkantaan ei ole mahdollista kytkeä jokaisen lähdön miinusjohtinta omaan liittimeen. Lähtömoduulien käyttäminen päätettiin rajata siten, että liimapistoolien ohjauksille käytetään kahdeksan kanavaisia moduuleja ja kaikille muille laitteille varataan neljä kanavaista moduulit.

#### 6.4 Siemens Mobile Panel 177 DP

Siemens tarjoaa muutamia eri vaihtoehtoja liikuteltaviksi käyttöliittymiksi. Mahdollisuus on valita erikokoisia ja eri liityntätavalla olevia käyttöliittymiä (Siemens HMI Panels, 20). Liikuteltavaksi käyttöliittymäksi valittiin pienin ja yksinkertaisin malli. Liityntä logiikkaan toteutetaan Profibus-väylällä. Käyttöliittymä kytketään samaan väylään kuin ET200S. Mobile Panel 177 DP on kosketusnäyttölinen paneeli, näytön sivussa on valintapainikkeet.



Figure 1-1 Mobile Panel design, example Mobile Panel 177 DP

- ① Mobile Panel 177 DP
- ② Terminal Box DP
- ③ Connecting cable DP
- ④ Cable for power supply and safety functions
- ⑤ Cable for process connection

Kuva 17. Siemens Mobile Panel 177 DP (HMI device Mobile Panel 177 (WinCC flexible) 2005, 16)

Mobile Panel 177 DP:ssa on LCD värinäyttö (256 väriä) ja sen resoluutio on 320 x 240. Paneelin halkaisija on 245mm (Siemens HMI Panels 2012, 20). Paneelin lisäksi tarvitaan kytkentäkotelo, johon jännitesyöttö ja Profibus-väylä kytketään.

## 7 AUTOMAATIOSUUNNITTELU

### 7.1 Siemens STEP 7

Automaatio-ohjelma toteutettiin Siemens STEP 7 ohjelmalla.

Siemens STEP 7 Classic on ohjelman perusversio, jossa on mahdollista käyttää standardin IEC-61131-3 mukaisia ohjelmointikieliä: tikapuukaavio (LAD), toimilohkokaavio (FBD) ja lausekieli (STL). (Siemensin www-sivut 2013.)

Siemens STEP 7 Professional on ohjelmiston laajempi versio, johon on sisällytetty muutama STEP 7 Standardin lisäosista. Ohjelma sisältää simulointiympäristön (S7-PLCSIM) ja kaksi uutta ohjelmointikieltä: sekvenssiohjelmointi (S7-GRAPH) ja monimutkaisien algoritmien ohjelmointia helpottava strukturoitu kieli (S7-SCL). (Siemensin www-sivut 2013.)

### 7.2 Automaatio-ohjelman vaatimukset

Työn automaatio-suunnittelu aloitettiin määrittelemällä vaatimukset, jotka tulee ottaa huomioon automaatio-ohjelmaa toteutettaessa. Automaatio-ohjelman kaikkia osaluotoja ei pystytty vielä tässä kohtaa toteuttamaan, koska kaikkia tarvittavia tietoja ei ollut saatavilla.

Automaatio-suunnittelun tärkeimmät vaatimukset:

- Yksi liimausta ohjaava kokonaisuus
- Liimapistoolien määrittely yhdellä kokonaisuudella
- Liimapistooliryhmän ohjaus yhdellä kokonaisuudella
- Ohjelman yksinkertainen muokattavuus
- Liimauksen muistiyksikkö

Yksi tärkeimmistä automaatio-ohjelman vaatimuksista oli, että kaikki liimausta ohjaava funktiot ja toimilohkot sijoitetaan yhteen kokonaisuuteen, jota kutsutaan pääta-

solta. Tämä kokonaisuus toteutetaan funktiona, koska ohjelman toteutuksessa ei ole tarvetta käyttää sisäistä muistia. Kokonaisuuden tunnukseksi annetaan FC50 ja ohjelmointikielenä pyritään käyttämään toimilohkokaaviota.

Liimapistoolien määrittelyn kokonaisuus toteutetaan funktiona. Ohjelmointikielenä käytetään strukturoitua kieltä, koska sillä on helppo käsitellä taulukoita. Ohjelma toteutetaan siten, että se on helposti laajennettavissa useammille liimapistooleille. Liimapistoolien määrittelyä ohjaavan funktion ei tarvitse olla uudelleen käytettävissä, koska liimapistoolien määrittely tehdään ainoastaan yhdestä funktiosta. Koska funktiota ei tarvitse pystyä uudelleen käyttämään, voidaan sen sisällä käyttää suoria muistiosoituksia.

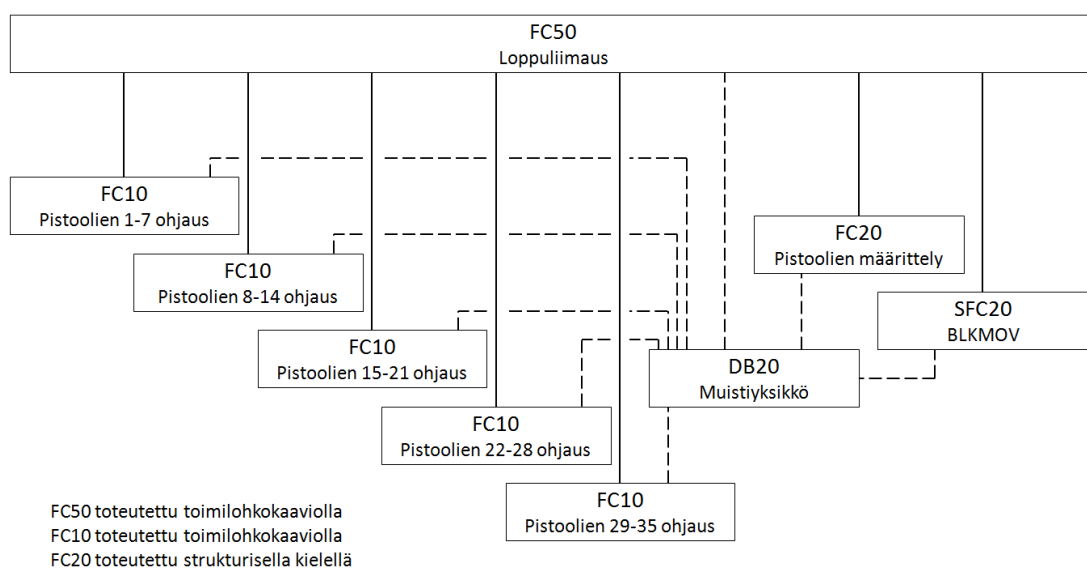
Liimapistoolit jaettiin sähkösuunnittelussa seitsemän liimapistoolien kokonaisuuteen, joten myös automaatio-ohjelmassa tulee jokaiselle seitsemän liimapistoolien ryhmälle toteuttaa oma ohjausfunktio. Funktion ohjelmointikielenä käytetään toimilohkokaaviota. Funktio toteutetaan niin, että kaikki funktioon liittyvät parametrit syötetään ulkopäin, jolloin funktion sisällä ei tule olemaan suoria muistiosoituksia. Tällöin funktiota on helppo käyttää uudelleen.

Ohjelman vaatimukseksi asetettiin yksinkertainen muokattavuus. Tällä vaatimuksella pyritään mahdollistamaan ohjelman yksinkertainen laajentaminen tai supistaminen. Ohjelmaa tullaan käyttämään pienissä ja suurissa projekteissa, tulee sen olla helposti muokattavissa. Liimapistoolien määrittelyfunktio toteutetaan niin, että ohjelmalle annetaan ainoastaan sellaisia parametreja, joilla vaikutetaan liimapistoolien valintaan. Liimapistooliryhmän funktio toteutetaan niin, että se on helposti uudelleen käytettävissä, jolloin funktiolle annetaan parametreja ainoastaan ulkoisen rajapinnan kautta, eikä ohjelman sisällä käytetä suoria muistiosoituksia. Loput liimauksen ohjaukseen liittyvät toiminnot tullaan toteuttamaan FC50:ssä.

Loppuliimaukseen ja sen toteutukseen liittyvien toimintojen tiedot päätettiin sijoittaa yhteen muistiyksikköön. Muistiyksikkö pitää sisällään kaikki loppuliimaukseen liittyvät tiedot. Kaikkien tietojen sijaitseminen yhdessä paikassa helpottaa niiden lukemista ja muuttamista.

### 7.3 Automaatio-ohjelman rakenne

Kuvassa 18 on esitetty ohjelman yksinkertainen rakenne. Liimauslaitteiston ohjauksessa pääfunktiona toimii FC50. Pääfunktioista ohjataan liimauslaitteiston toimintaa sekä kutsutaan aliohjelmiä. Funktiolla FC10 ohjataan liimapistooliryhmien toimintaa ja funktiolla FC20 määritellään liimaavat liimapistoolit. Systemifunktiolla SFC20 (BLKMOV) siirretään leikkaavien leikkausterien sijainnit loppuliimaukseen kuuluvaan muistiyksikköön. Muistiyksikkö DB20 pitää sisällään loppuliimauksen toimintaan liittyvät tiedot.



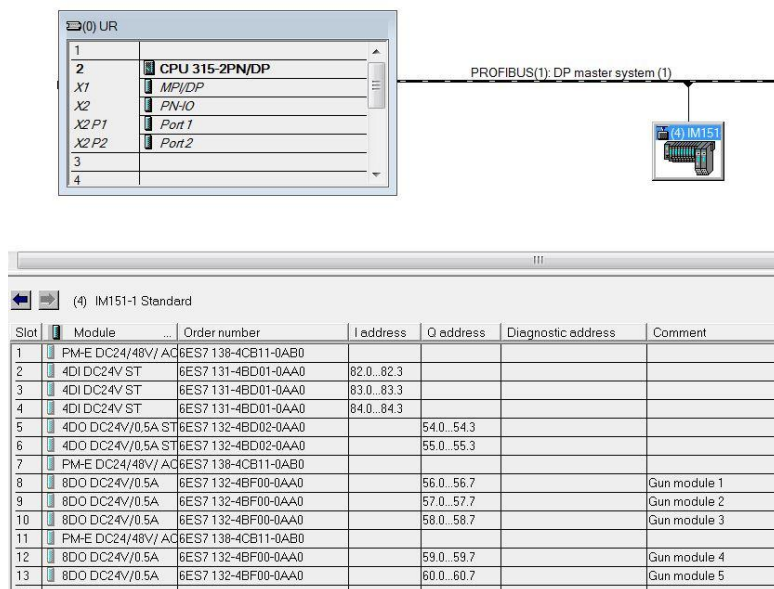
Kuva 18. Automaatio-ohjelman rakenne

### 7.4 Automaatio-ohjelma

Tässä kerrotaan lyhyesti automaatio-ohjelman tärkeimpien funktioiden toteutus ja esitellään laitteiston testauksessa käytetty HW-konfiguraatio. Automaatio-ohjelman tärkeimpiä funktioita ovat liimapistoolien määrittelyfunktio ja liimapistooliryhmien ohjausfunktio. Liimapistoolien määrittelyfunktiolla määritellään liimauksessa käytettävät liimapistoolit ja ohjausfunktiolla hallitaan liimapistoolien toimintaa.

Kuvassa 19 on esitetty laitteiston testaukseen käytetty kokoonpano. Testaus CPU:na on käytetty 315-2PD/DP:tä. Kuvassa näkyy liimauslaitteiston ohjauksessa käytetty-

jen moduulien tyypit sekä niiden sijainti hajautusyksikössä. Siemensin STEP 7 Professional ohjelmistoon sisältyy simulointiympäristö. Simulointiympäristöllä on helppo testata piirien ja lohkojen toiminta.



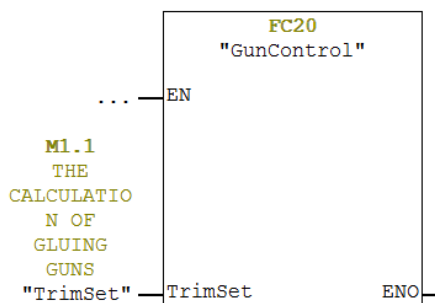
Kuva 19. Liimauslaitteiston ohjauksen HW-konfiguraatio

Liimapistoolien käsin testaukseen käytettävää käyttöliittymää ei aseteta STEP 7:n HW-konfiguraatioon, koska se toimii Profibus-väylässä luokan 2 isäntänä. Luokan 1 ja luokan 2 isännän välisen tiedon vaihdon aloittaa luokan 2 isäntä (Introduction to Profibus DP 2002, 4). Työssä PLC on luokan 1 ja käyttöliittymä luokan 2 isäntä.

#### 7.4.1 Liimapistoolien määrittely

Liimapistoolien määrittelyfunktio toteutettiin strukturoidulla kielellä (SCL). Strukturoidulla kielellä on helppo käsitellä taulukoita. Strukturoitukieli mahdollistaa epäsuorien osoitusten käyttämisen ohjelmassa, jolloin taulukon indeksin arvoksi voidaan asettaa mm. for-silmukassa käytetty apumuuttuja. Liimapistoolien määrittelyohjelma näyttää pääfunktioista (FC50) kutsuttaessa seuraavalta.





Kuva 20. Liimapistoolien määrittely

Liimapistoolien määrittelyohjelma käynnistetään TrimSet input-parametriin kytketyllä tulolla. Tulon päälle asettaminen aloittaa funktion toiminnallisuuden.

Kuvassa 21 on liimapistoolien määrittelyfunktion yhden toiminnallisuuden toteutus. Toteutuksessa määritellään liimaavat liimapistoolit reunaterien mukaan. Reunaterillä tarkoitetaan kantotelaleikkurin molemmilla puolilla sijaitsevia reunimmaisista leikkausteriä. SlittingPointCnt-muuttujan arvoksi on tallennettu teriensiirrosta saaduista arvoista laskettu leikkaavien leikkausterien lukumäärä. Leikkausterien SlittingPoint- taulukon alkioon 1 on tallennettu ensimmäisen leikkausterän sijainti ja taulukon alkioon, jonka numeron SlittingPointCnt-muuttuja pitää sisällään viimeisen leikkausterän sijainti. GunCnt-muuttuja sisältää liimapistoolien lukumäärän. Liimapistoolien lukumäärä on aseteltu loppuliimaukseen liittyvään muistiyksikköön. For-silmukassa käydään läpi jokainen liimapistooli (kuva 21). Liimapistoolin sijaintia kantotelaleikkurilla verrataan reunaterien sijainteihin. Liimapistoolin sijaitessa ensimmäisen reunaterän pienemmällä puolella tai viimeisen reunaterän suuremmalla puolella, poistetaan se käytöstä. Tämän toiminnallisuuden jälkeen funktion seuraavassa toiminnallisuudessa verrataan jokaisen leikkausterän sijaintia jokaisen liimapistooliin kokonais-toleranssiin.

```

FOR k:= 1 TO GunDB.GunCnt DO //Määritellään käytettävät pistoolit reunaterien mukaan
  IF GunDB.Guns.GunLoc[k] > GunDB.Slitters.SlittingPoints[1] AND
    GunDB.Guns.GunLoc[k] < GunDB.Slitters.SlittingPoints[SlittingPointCnt] THEN
    GunDB.Guns.GunSet[k] := TRUE;
  ELSE
    GunDB.Guns.GunSet[k] := FALSE;
  END_IF;
END_FOR;

```

Kuva 21. Liimapistoolien määrittely reunaterien mukaan

Jokaisen liimapistoolin sijainti kantotelaleikkurilla on sijoitettu GunLoc-taulukkoon. GunLoc-taulukko on määritelty Real-tyyppiseksi taulukoksi. Taulukon indeksin arvolla kuvataan liimapistoolin numeroa. Taulukon GunLoc[2]:ssa säilytetään tietoa liimapistoolin numero kaksi sijainnista. Vastaavasti tietoa liimapistoolin toiminnasta seuraavan liimauksen tapahtuessa säilytetään taulukossa GunSet. GunSet on määritelty Boolean-tyyppiseksi taulukoksi. Taulukon GunSet[2] arvon ollessa 1, suoritetaan liimapistoolilla numero kaksi liimaus seuraavassa loppuliimauksessa.

#### 7.4.2 Liimapistooliryhmän ohjaus

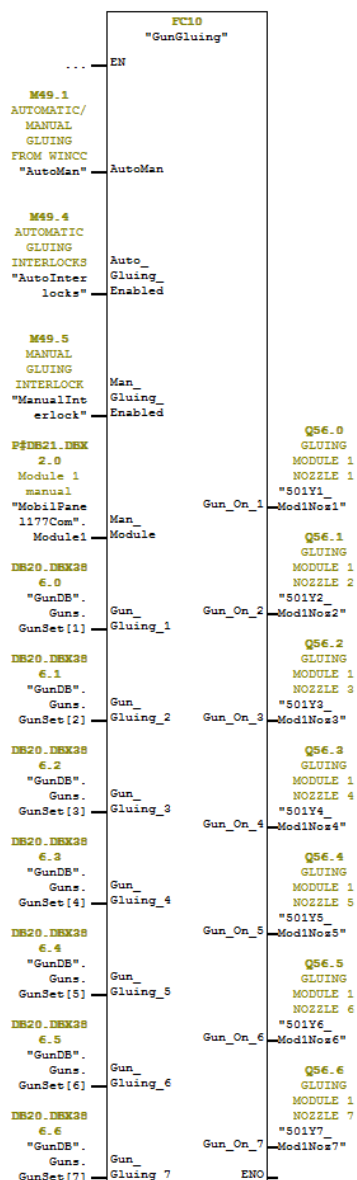
Liimapistooliryhmän ohjausfunktio toteutettiin toimilohkokaaviolla (FBD). Toimilohkokaavio soveltuu erinomaisesti bittitason ohjelmointiin, mutta sillä on myös mahdollista toteuttaa aritmeettisiä laskutoimituksia. Liimapistooliryhmän ohjausfunktioita on mahdollista käyttää sekä automaattiliimauksessa että käsiohjauksessa. Kuvassa 22 on esitetty liimapistoolien ohjausfunktiolle asetettavat parametrit.

Name	Data Type
AutoMan	Bool
Auto_Gluing_Enabled	Bool
Man_Gluing_Enabled	Bool
Man_Module	Module...
Gun_Gluing_1	Bool
Gun_Gluing_2	Bool
Gun_Gluing_3	Bool
Gun_Gluing_4	Bool
Gun_Gluing_5	Bool
Gun_Gluing_6	Bool
Gun_Gluing_7	Bool

Kuva 22. Liimapistooliryhmän ohjausfunktion parametrit

AutoMan parametrilla määritellään onko automaattiliimaus vai käsiohjaus valittu. AutoMan tulon arvolla 1, on automaattiliimaus valittu ja vastaavasti arvolla 0, on käsiohjaus valittu. Automaattiliimauksen ollessa päällä ja kantotelaleikkurin saavuttaessa liimauskohdan asetetaan Auto\_Gluing\_Enabled päälle, jolloin liimaukseen valituilla liimapistooleilla suoritetaan liimaus. Käsiohjauksen ja

Man\_Gluing\_Enabled parametrilla ollessa päällä, liimapistoolien käsin testaus on sallittu. Man\_Module parametriin liitetään muistiyksiköstä UDT:na toteutetun liimapistooliryhmän käsiohjaustiedot. Jokaiselle liimapistooliryhmälle on määritelty muistiyksikköön oma UDT, joka liitetään käyttöliittymään. Liimapistoolin ohjausfunktion Gun\_Gluing parametreihin määritellään sen liimapistooliryhmän liimapistoolien liimaustiedot, jota kyseinen ohjausfunktio ohjaa, esim. ensimmäisen liimapistooliryhmän ohjausfunktioon liitetään taulukon GunSet[1] – GunSet[7] arvot. Gun\_On parametreihin määritellään ohjattavien liimapistoolien lähtöjen tiedot. Ensimmäisen liimapistooliryhmän Gun\_On parametreihin on määritelty ensimmäisen liimapistooliryhmän moduulin lähdöt Q56.0 – Q56.6.



Kuva 23. Liimapistooliryhmien ohjausfunktio

Liimapistooliryhmien ohjausfunktio kopioidaan ohjelmassa niin monta kertaa kuin on liimapistooliryhmiä. Työssä toteutetussa ohjelmassa liimapistoolien ohjausfunktio on kopioitu viisi kertaa. Jokaiselle liimapistooliryhmälle on toteutettu oma ohjausfunktio, johon on parametreina annettu liimapistooliryhmän tiedot.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli kantotelaleikkurin loppuliimauslaitteiston sähkö- ja automaatioasennus suunnittelu. Kokonaisuudessaan opinnäytetyön tekeminen oli erittäin opettavaista. Tutustuin kantotelaleikkurin toimintaan yleisesti ja yhdessä loppuliimauslaitteiston kanssa. Työn aikana sain erittäin paljon tietoa kantotelaleikkureiden toiminnasta. Työ toteutui hyvin aikataulussaan. Keskustelut eri henkilöiden kanssa loppuliimauksesta auttoivat loppuliimauslaitteiston toiminnan hahmottamisesta ja toteutuksessa.

Työn helpoimpana osana oli sähkösuunnitelmien toteutus. Ennen ammattikorkeakoulun aloittamista saamastani sähkö- ja automaatioasentajan työkokemuksesta oli merkittävää hyötyä toteuttaessani sähkösuunnitelmia. Eri valmistajien ohjauskomponentit ovat tuttuja, joten niiden valinta ei tuottanut ongelmia. Työssä eniten haastetta tuotti loppuliimauslaitteiston automaatio-ohjelman toteutus yhdessä kantotelaleikkurin kanssa. Opettelin hyvin eri ohjelmointikielien rakenteen, joka helpotti ohjelman toteutusta.

Työn tuloksena syntyneitä suunnitelmia on mahdollista käyttää loppuliimausprojektin toteuttamiseen. Käytännössä kuitenkin kaikki kantotelaleikkurit ovat yksilöitä ja ratkaisut loppuliimauksen toteutuksesta on tehtävä tapauskohtaisesti.

Mikäli suunnitelmia halutaan vielä kehittää, voitaisiin automaatio-ohjelmaan toteuttaa funktio, joka laskee liiman kulutuksen. Funktiossa laskettaisiin, kuinka paljon esim. viimeisen viikon tai kuukauden aikana liimaa on kulunut. Kulutuksen laskentaan tarvittaisiin tietoja myös mm. liimapistoolista ja liimapistoolien keskusyksiköistä.

## LÄHTEET

Hägglom-Ahnger, U. & Komulainen, P. 2001. Paperin ja kartongin valmistus. Jyväskylä: Opetushallitus.

Jokio, M. 1999. Papermaking Part 3, Finishing. Jyväskylä: Fapet Oy

Arjas, A. 1983. Paperin valmistus. Suomen Paperi-insinöörien Yhdistyksen oppi- ja käsikirja III osa 2. Turku: Oy Turun Sanomat / Serioffset, 1223 – 1235.

Komulainen, P. 2009. Papermaker's Wiki, Pituusleikkurit ja rullaimet. Viitattu 31.12.2013.

<http://www.papermakerswiki.com/innovations/p%C3%A4%C3%A4llystys-ja-j%C3%A4lkik%C3%A4sittely/w%C3%A4rtsil%C3%A4n-pituusleikkurit>

WinBelt and WinBelt Pro. n.d. Metso Paper. Viitattu 31.12.2013.

[http://www.metso.com/MP/Marketing/mpv2store.nsf/BYWID/WID-060524-2256E-097F8/\\$File/WinBelt\\_and\\_WinBeltPro\\_lores.pdf?openElement](http://www.metso.com/MP/Marketing/mpv2store.nsf/BYWID/WID-060524-2256E-097F8/$File/WinBelt_and_WinBeltPro_lores.pdf?openElement)

ET 200S distributed I/O IM151-1 STANDARD interface module. 2008. Germany: Siemens. Viitattu 23.10.2013.

[http://cache.automation.siemens.com/dnl\\_iis/zA/zAxMTYyNwAA\\_25548014\\_HB/et200s\\_im151\\_1\\_standard\\_manual\\_en-EN\\_en-US.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl_iis/zA/zAxMTYyNwAA_25548014_HB/et200s_im151_1_standard_manual_en-EN_en-US.pdf)

ET 200S distributed I/O Power module PM-E DC24..48V/AC24..230V. 2007. Germany: Siemens. Viitattu 23.10.2013.

[http://cache.automation.siemens.com/dnl/DUzNDYwNwAA\\_25547992\\_HB/et200s\\_powermodul\\_dc24v\\_48v\\_ac24\\_230v\\_manual\\_en-US\\_en-US.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl/DUzNDYwNwAA_25547992_HB/et200s_powermodul_dc24v_48v_ac24_230v_manual_en-US_en-US.pdf)

ET 200S distributed I/O Digital electronic module 4DI DC24V ST. 2007. Germany: Siemens. Viitattu 23.10.2013.

[http://cache.automation.siemens.com/dnl\\_iis/TM/TM1NTI3MwAA\\_25388087\\_HB/et200s\\_4di\\_dc24\\_st\\_manual\\_en-US.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl_iis/TM/TM1NTI3MwAA_25388087_HB/et200s_4di_dc24_st_manual_en-US.pdf)

ET 200S distributed I/O Digital electronic module 8DO DC24V/0.5 A. 2007. Germany: Siemens. Viitattu 23.10.2013.

[http://cache.automation.siemens.com/dnl/Tg/Tg0NzQ1OQAA\\_25388581\\_HB/et200s\\_8do\\_dc24v\\_05a\\_manual\\_en-US.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl/Tg/Tg0NzQ1OQAA_25388581_HB/et200s_8do_dc24v_05a_manual_en-US.pdf)

SIMATIC HMI Panels. 2012. Germany: Siemens. Viitattu 24.10.2013.

[http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/en/brochure\\_panels\\_en.pdf](http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/en/brochure_panels_en.pdf)

HMI device Mobile Panel 177 (WinCC flexible). 2005. Germany: Siemens. Viitattu 24.10.2013.

[http://cache.automation.siemens.com/dnl/DI/DI0NDgyOQAA\\_21896316\\_HB/mobile\\_panel\\_177\\_e.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl/DI/DI0NDgyOQAA_21896316_HB/mobile_panel_177_e.pdf)

Siemens TIA Selection Tools. Ladattavissa:

<http://www.automation.siemens.com/mcms/topics/en/simatic/tia-selection-tool/pages/tab.aspx>

WindingSer www-sivut. 2013. Viitattu 10.10.2013. <http://www.ws-windingser.fi>

Elektrotresen www-sivut. 2013. Viitattu 27.10.2013. <http://www.elektrotresen.de/>

Rittal www-sivut. 2013. Viitattu 22.10.2013. <http://www.rittal.fi>

Siemensin www-sivut. 2013. Viitattu 5.10.2013. <http://www.siemens.fi>

Introduction to Profibus DP. 2002. U.S.A: Acromag. Viitattu 5.12.2013.  
[http://www.automation.com/images/article/Profibus\\_Introduction\\_698A.doc](http://www.automation.com/images/article/Profibus_Introduction_698A.doc)

LIITE 1

