

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Automaatiotekniikka
Joni Mikkolainen

Opinnäytetyö

Polyeteenirakeen kontista purun ja laitoksen sisällä tapahtuvan siirron automatisointi

Työn ohjaaja
Työn tilaaja
Tampere 6/2011

Lehtori Harri Joki
Molok Oy, ohjaajana valumestari Harri Helin

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka, Automaatiotekniikka

Tekijä(t)	Joni Mikkolainen
Työn nimi	Polyeteenirakeen kontista purun ja laitoksen sisällä tapahtuvan siirron automatisointi
Sivumäärä	54
Työn valmistumiskuukausi ja vuosi	06/2011
Työn tilaaja	Molok Oy ohjaajana valumestari Harri Helin

Tiivistelmä

Työssä oli tarkoitus suunnitella automaatiojärjestelmä helpottamaan polyeteenirakeen siirtoa Molok Oy:n tehdashallin sisällä. Aiemmin siirto tapahtui käyttäen miestyövoimaa, eli kantamalla raaka-ainetta säkeissä lavalta jauhimelle. Tämä aiheutti työajan kulumista ylimääräiseen työhön ja uuden automaattisen siirtojärjestelmän toivottiin tuovan tehokkuutta työntekijöiden toimintaan.

Työ tehtiin käyttämällä Siemens Simatic S7-sarjan ohjelmoitavaa logiikkaa. Kyseinen logiikka valittiin koska siitä oli Molok Oy:llä ennestään käyttökokemusta, sillä sitä oli käytetty myös laitoksen jo käytössä olleissa automaatiojärjestelmissä. Logiikkaohjelma suunniteltiin kokonaisuudessaan tilaajan toivomusten ja tilaajan kanssa käytyjen neuvotteluiden pohjalta. Ohjelma tuli suunnitella siten, että sen rinnalle voitaisiin jatkossa rakentaa myös lisäyksiä vanhoihin käytössä olleisiin järjestelmiin, tai kokonaan uusi automaatiojärjestelmä.

Kaikki työvaiheet dokumentoitiin ja palautettiin tilaajalle niin paperi- kuin sähköisenäkin versiona. Sähköisten taulukkoversioiden oli tarkoitus olla pohjana tuleville lisäyksille. Ne rakennettiin mahdollisimman selkeiksi ja muunneltaviksi. Työn ohella tehtiin myös taulukkopohjamalli jota Molok Oy voi jatkossa hyödyntää haluamallaan tavalla.

Tästä raportista jätettiin tilaajan toivomuksesta pois logiikkaohjelman kokonaisrakenne, ainoastaan osia siitä julkaistiin, siirtojärjestelmän toimittajan kanssa käytyjen keskusteluiden ja järjestelmän rakenteen tarkat tiedot sekä järjestelmän kustannusarviot.

Avainsanat	automaatiojärjestelmä, ohjelmoitava logiikka, raaka-aine, siirtojärjestelmä
------------	---

TAMK University of Applied Sciences
Electrical engineering, Automation technology

Writer(s)	Joni Mikkolainen
Thesis	The Automatization of Polyethene Grain Transport Within the Facility
Pages	54
Month and Year of Completion	6/2011
Co-operating Company	Molok Oy supervising casting manager Harri Helin

Abstract

The aim for this thesis was to plan an automation system that would help to ease the work load of Molok Oy's factory workers. Until now they have carried the materials themselves which has led to a loss of work efficiency.

Siemens Simatic S7 -type of programmable logic was used in the planning of this thesis. S7 was selected because the ordering party had previous knowledge and user experience from that particular type of PLC. They knew it was suitable for their facility and knew it to be reliable enough. The program was planned according to the negotiations held with the ordering party and their original wishes. The program was to be planned such that it would later be easily modified and it would be easier to add new automation systems alongside with it later on.

All phases were documented and given to the ordering party on paper and also on a flash drive. The idea of the flash drive was to help the usage of those documents concerning the commissioning of the automation system planned or to be easily modified and used as a template for listing added components to the system. The newly planned template is free to be used later on by the Molok Oy.

The complete structure of the program as well as the discussions held with the system providers' representative concerning the accurate structure of the system and also the cost estimate for the entire automation system were excluded from this thesis by the request from the ordering party.

Keywords	programmable logic, automation system, raw materials, transport system
----------	--

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	7
1.1	Molok Oy	7
1.1.1	Jätteiden syväkeräysjärjestelmä	8
1.1.2	Muovit.....	9
1.1.3	Rotaatiovalu	12
2	Opinnäytetyön aihe, tavoitteet ja rajoitteet	13
2.1	Toimintaselostus	13
2.2	Työn tavoitteet	14
2.3	Työn rajoitukset	15
2.4	Työn ulkopuolelle rajatut asiat.....	15
3	Järjestelmän suunnittelu.....	16
3.1	PI-kaavio	16
3.2	Laitevalinnat.....	16
3.2.1	Ohjelmoitava logiikka.....	17
3.2.2	Esimerkkisiilot	21
3.2.3	Pintaraja-anturit.....	22
3.2.4	Raaka-aineen siirtojärjestelmä	24
3.2.5	Järjestelmän muut laitteet.....	25
3.3	Logiikkaohjelman suunnittelu.....	26
4	Logiikkaohjelma	27
4.1	Merkkivalojen ohjaukset.....	27
4.1.1	Merkkivalot.....	27
4.1.2	Varastosiilon merkkivalo-ohjaukset	28
4.1.3	Jauhinsiilon merkkivalo-ohjaukset	31
4.1.4	Pumpun P-100 ohjaus	32
4.1.5	Ruuvikuljettimen R-101 ohjaus	34
4.1.6	Ohjelmaan suunnitellut valinnaiset ohjaukset.....	34

5	Dokumentointi	36
5.1	Toimintaselostus	36
5.2	Laiteluettelo.....	36
5.3	Laiteluettelo valmistajittain.....	37
5.4	Logiikka	38
5.5	Varastosiilo	39
5.6	Jauhinsiilo	40
5.7	Siirtojärjestelmä	41
5.8	Merkkivalot	42
5.9	I/O-luettelo	43
5.10	Logiikkaohjelma	44
6	Loppusanat.....	45
	Lähdeluettelo.....	46
	Liitteet	47
	Liite 1: PI-kaavio	47
	Liite 2: Laiteluettelo	48
	Liite 3: Laiteluettelo valmistajittain	49
	Liite 4: varastosiilon laiteluettelo	50
	Liite 5: Jauhinsiilon laiteluettelo	51
	Liite 6: I/O-luettelo.....	52

Sanasto

Polyeteeni

Yksi yksinkertaisimmista ja halvimista polymeereistä.
Ominaisuuksiltaan se on vahamaista ja kemiallisesti reagoimatonta muovia.

Sintraantua

Saostua, saavuttaa kiinteä muoto

1 Johdanto

Molok Oy:n oli vaihdettava polyeteenirakeen toimittajaa edellisen raaka-ainetoimittajan lopetettua toimituksensa. Uuden raaka-ainetoimittajan myötä tuli myös mahdollisuus raaka-aineen toimitustavan muutokseen. Aiemmin polyeteenirake toimitettiin tehtaalle 20 kg:n säkkeihin pakattuna. Nyt mahdollisuudeksi kuitenkin tuli myös konttitoimitus, jossa polyeteenirake on pakattu kuljetuskonttiin. Kyseinen toimitusmuoto vaatii kuitenkin Molok Oy:ltä uudistusta tehtaan raaka-ainevarastointiin ja -siirtoon. Tämä opinnäytetyö on suunnitelma juuri tällaisen toimitustapamuutoksen varalta.

1.1 Molok Oy

Opinnäytetyön tilaaja Molok Oy perustettiin suomalaisen keksijän Veikko Sallin toimesta vuonna 1991. Molok Oy:n toimialana on jätteiden syväkeräysjärjestelmien valmistus, markkinointi ja myynti. Molok Oy:n päätoimipiste sijaitsee Nokialla, jossa samoissa tiloissa ovat sekä tuotteiden valmistus että yrityksen toimistot. Molok Oy:ssä on noin 50 työntekijää, ja sen liikevaihto vuonna 2008 oli noin 15 miljoonaa euroa.

Jatkuva tuotekehitys on ollut Molok Oy:n tavoitteena alusta alkaen. Ensimmäisiä Molok-keräysastioita alkoi ilmestyä erityisesti tieverkoston levähdyspaikoille jo 15 vuotta sitten. Suuri osa näistä ensimmäisistä astioista on yhä käytössä tänäkin päivänä. Ensimmäinen kokonainen asuinalue liitettiin paperin, lasin ja biojätteen hyötykeräykseen niin ikään jo 1990-luvun alkupuolella.

Nykyään Molok-syväkeräysjärjestelmiä on joka puolella maailmaa. Eniten niitä on Sveitsin alppikylissä ja Saksan ja Ranskan moottoriteiden levähdysalueilla (kuva 1). Myös Portugalin jättimäisillä kerrostaloalueilla on Molok-järjestelmiä.



Kuva 1. Molok-syväkeräysjärjestelmä Ranskassa

(<http://www.finder.fi/J%C3%A4tehuolto/J%C3%A4tehuolto%20Molok%20Oy/VARPAISJ%C3%84RVI/taloustiedot/1210577/, 4/2010>; <http://www.molok.com/uploaded/files/pdf/fin/MEsuomi.pdf, 04/2010>)

1.1.1 Jätteiden syväkeräysjärjestelmä

Jätteiden syväkeräysjärjestelmän keskeisenä ajatuksena on hyödyntää pystysuuntainen muoto. Tällöin maan päällä on enää noin yksi kolmasosa jäteastian kokonaiskoosta (kuva 2).



Kuva 2. Syväkeräyssäiliö Molok

Järjestelmä tuottaa käyttäjilleen monia etuja verrattuna vanhaan ”pintakeräys” -malliin. Näitä etuja ovat mm. seuraavat asiat:

- 1) Taloudellisuus: Painovoima saa pystysuorassa keräyksessä jätteet pakkautumaan tiiviisti säiliön pohjalle jolloin säiliöön mahtuu entistä enemmän jätettä. Tämä pidentää tuntuvasti tyhjennys väliä ja auttaa säästämään muun muassa polttoainekustannuksissa. Jätteiden tyhjennys pystysuoraan nostamalla mahdollistaa myös jäte-erän välittömän punnituksen tyhjennyksen yhteydessä. Säiliön suuri keräyskapasiteetti mahdollistaa useamman talouden yhteiskäytön.
- 2) Tilan säästyminen: Pystysuora keräystapa säästää maanpäällistä tilaa ja jättää täten enemmän tilaa piha-alueille ja julkisille paikoille niin kaupungeissa kuin lomakeskuksissakin.
- 3) Hygieenisuus: Keräyssäiliössä oleva kansi on helppokäyttöinen ja sulkeutuu automaattisesti jolloin linnut ja jyrsijät eivät pääse levittämään jätteitä ympäristöön. Maaperän viileys hidastaa bakteerien muodostumista ja näin ollen ehkäisee häiritsevien hajujen muodostumista.
- 4) Esteettisyys; Syväkeräyssäiliö on helposti maisemoitavissa. Se ei myöskään vaadi suurta pohjapinta-alaa eikä sen tyhjennystä varten tarvitse varata suurta aluetta tyhjennysauton vuoksi.

1.1.2 Muovit

Synteettisistä tai puolisynteettisistä hiili- tai hiili-piiatomien pitkistä molekyyliketjuista eli polymeereistä koostuvista materiaaleista käytetään yleisnimitystä **muovi**. Nimitys tulee materiaalien kemiallisen rakenteen mahdollistaman muovautuvuuden mukaan.

Muovit koostuvat yleensä peruspolymeeristä ja lisäaineista. Lisäaineina käytetään muun muassa UV-suoja-aineita, täyteaineita, väriaineita sekä käyttötarpeen mukaan lujitteita tai pehmenteitä.

Ensimmäisenä muovia valmisti Alexander Parkes 1860-luvulla, mutta hän ei onnistunut kehittämään muovinsa tuotantoa teolliseksi. Vasta 1930-luvulla muoveja ryhdyttiin valmistamaan öljystä tuotetuista kemikaaleista. Näistä öljypohjaisista muoveista valmistettiin joka kodin-tuotteita. Suurimpana yksittäisenä muovitekniikan merkkipaaluna voidaan pitää nailonin keksimistä vuonna 1935 Delawaressa, Yhdysvalloissa.

Muovit lajitellaan kahteen ryhmään, kertamuoveihin ja kestumuoveihin. Kertamuovit ovat nimensä mukaisesti ainoastaan kerran muotoiltavissa. Ne muodostuvat polymeeriverkoista. Kertamuovia lämmitettäessä riittävästi sen polymeeriverkko hajoaa alkuaineiksi. Kertamuovit valmistetaan lineaaripolymeeristä eli perushartsista. Hartsi kovetetaan joko käyttämällä riittävä lämpöä ja jotain toista kemikaalia tai käyttämällä ainoastaan toista kemikaalia, kovetinta. Kertamuovilaadut on esitettyinä taulukossa 1.

Taulukko 1. Kertamuovilaatuja

Nimi	Lyhenne	Käyttö
Polyesteri	UPE	nestekidenäytöt, kalvot, pullot
Fenolimuovit	PF	piirilevyt
Epoksit	EP	Pinnoitteet, lasi- hiili- ja aramidi komposiittimateriaalit, veneet
Polyuretaani	PUR	Johteet, eristelevyt ja -vaahdot, kulutuspinnat, kaapelien vaipat, ketjupyörät, vaahtomuovi

Kestumuovit muodostuvat pitkistä polymeeriketjuista, jotka sitoutuvat toisiinsa heikoilla sidoksilla. Lämmitettäessä polymeeriketjut pääsevät liikkumaan toistensa lomitse. Tätä kutsutaan termoplastiseksi ominaisuudeksi, joka mahdollistaa kestumuovien uudelleenmuotoilun. Kestumuovilla ei ole tarkkaa sulamispistettä, vaan se pehmityy, kun lämpötila hiljalleen. Se on siis amorfinen aine. Kestumuovilaatuja on esitettyinä taulukossa 2.

Taulukko 2. Kestomuovilaadut

Nimi	Lyhenne	Käyttö
Akryyli	PMMA	maalit, koristeet, lasinkorvikkeet
Polyeteeni	PE-LD	muovikassit, pussit, narut
	PE-HD	putket, saavit, pullot
Polypropeeni	PP	taloustavarat, auton osat, tekstiilit, rakennustuotteet (mm. viemäriputket)
Polystyreeni	PS	astiat, Lelut, kotelot ja rasiat; kondensaattorit
Polyeteenitereftalaatti	PET	virvoitusjuomapullot, uistimet
Polyvinyylikloridi	PVC	rakennustuotteet (mm. viemäriputket), johdinten eristeet ja kaapeleiden vaipat, sadeasut
Polyamidi	PA	vaatteet (nylon), hammasharjat, koneenosat
Polykarbonaatti	PC	aurinkolasien linssit, muovipullot
Polytetrafluoretyleeni	PTFE	pinnoitteet (paistinpannujen teflonpinta), tiivisteet, kalvot
Polyoksimetyyli	POM	hammaspyörät, liukulaakerit, ruuvit
Eteeniklooritrifluorieteeni	ECTFE	prosessiteollisuuden putkistot ja säiliöiden pinnoitteet
Polyvinyyliidifluoridi	PVDF	suodattimet, mikrosirut, putket, venttiilit, laakerit
Akryylinitriilibutadieenistyreeni	ABS	kotitalous- ja konttorikoneet, kotelot, putket ja profiilit, veneet

1950-luvulta lähtenyt muovituotteiden määrän suuri lisääntyminen johtuu pitkälti niiden teknisistä ominaisuuksista, kuten lujuudesta, sähköneristävyydestä, keveydestä sekä vesitiivyydestä. Lisäksi muovin tuotanto on hyvin tehokasta suurissakin erissä ja raaka-aineet ovat edullisia, mitkä myös ovat osaltaan olleet tärkeitä tekijöitä muoviteknologian suuressa kasvussa viimeisen 60 vuoden aikana.

Muovia käytetään nykyisin lähes kaikessa vaatetuksesta aina koneenrakennukseen saakka. Varhaisimmat ja nykyään jo vakiintuneimmat käyttökohteet ovat sähköteollisuudessa. Muovi on sen eristysominaisuuksien sekä lujuuden ja kestävyuden ansiosta optimaalinen pistorasioiden, sulakkeiden, johtimien kuorten ja sähkölaitteiden kotelointien materiaali. Muovit ovat alkaneet yleistyä myös rakennusteollisuudessa, jossa ne korvaavat muun muassa metallisia putkia, kouruja ja hormeja. Erittäin kestävä ja kevyenä materiaalina muovia on alettu käyttää pakkaus- ja kuljetusteollisuudessa. Vanhat metallisäiliöt ja puulaatikot vaativat jatkuvaa kunnossapitoa, eikä niiden käyttöikä silti ole kovin pitkä verrattuna muovisiin säilytysratkaisuihin.

Muovit eivät kuitenkaan ole täysin haitattomia. Suurin haitta tällä hetkellä on se että muovi ei hajoa luonnossa. Muovista valmistettuja tuotteita on saatavilla niin paljon ja helposti, että niiden kierrättäminen unohtuu. Muovista valmistettu tuote säilyy luonnossa erittäin kauan, joten se tulisikin aina joko kierrättää tai tuhota. Tuhoamisella tarkoitetaan muovituotteen polttoa muovi-tyypin mukaan joko polttolaitoksella tai vaikka kotona.

1.1.3 Rotaatiovalu

Molok Oy valmistaa säiliönsä käyttämällä rotaatiovalutekniikkaa. Rotaatiovalulla voidaan valmistaa pieniä eriä suuria ontelomaisia kestopuovisia kappaleita. CNC-koneistettujen mallinteiden avulla valetut alumiinimuotit takaavat siistin ja tarkan lopputuloksen. Tämä mahdollistaa rotaatiovalulla tehtyjen muovikappaleiden käytön myös huipputasaista laatua vaativissa kohteissa kuten esimerkiksi ajoneuvojen osissa. Rotaatiovalussa käytettävät muotit ovat edullisia niiden yksinkertaisuuden ja järjestelmän paineettomuuden vuoksi.

Valettavasta kappaleesta riippuen tuotannon sykli on noin 15...80 min. Yleisimmin käytettäviä raaka-aineita ovat kestopuovit, kuten esimerkiksi LLDPE, LHDPE, LMDPE, PC ja PP. Rotaatiovalussa käytetty kone pyörittää kahden akselin ympäri muottia, joka on umpinainen ohutseinäinen metallimuotti. Jauhettu polyeteeni kaadetaan muottiin. Tämän jälkeen muotti suljetaan ja siirretään uuniin. Lämpö sulattaa jauheen kiinni kuumenevaan metalliin. Sulaessaan kiinni kuumenevaan metalliin muovijauhe sintraantuu kappaleeksi.

Valun jälkeen muotti siirretään ulos uunista ja jäähdytetään. Tämän jälkeen muotti poistetaan valetun tuotteen ympäriltä. Seuraavaksi tuote tarkastetaan ja siitä sahataan, muotin rakenteen aiheuttama, ylimääräinen osuus pois. Sahattu ylimääräinen muovi pilkotaan osiin, jauhetaan ja käytetään prosessissa uudestaan.

Koska tuotannosta syntynyt muovijäte jauhetaan ja käytetään uudelleen, ovat tuotteet myös 100-prosenttisesti kierrätettäviä.

2 Opinnäytetyön aihe, tavoitteet ja rajoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Molok Oy:lle automaatiojärjestelmä, jolla polyeteenirakeen siirto tehtaan sisällä voitaisiin tulevaisuudessa automatisoida. Suunnitelman tarkoituksena on selvittää työn tilaajayritykselle esimerkinomaisesti, millaisia laitteistoja suunniteltu mahdollinen automatisointi vaatisi. Samalla tämä suunnitelma toimii varsinaisen järjestelmän toteuttavalle taholle mallina ja apuna toteutusta tehtäessä. Toimintaselostus (kohta 2.1) tehtiin valumestari Harri Helinin kanssa pidetyn alkupalaverin yhteydessä esiin tulleiden toiveiden ja ehdotusten perusteella.

2.1 Toimintaselostus

Säiliökontin tyhjennys tehdään varastosiiloon, jonka pinnankorkeutta tarkkaillaan viidellä pinnankorkeuden kytkimellä seuraavasti:

- LS-105 on asennettuna kohtaan, jossa siilosta on täynnä 5 %
- LS-125 on asennettuna kohtaan, jossa siilon pinta on 25 %:ssa
- LS-150 on asennettuna kohtaan, jossa siilon pinta on 50 %:ssa
- LS-175 on asennettuna kohtaan, jossa siilon pinta on 75 %:ssa
- LS-195 on asennettuna kohtaan, jossa siilon pinta on 95 %:ssa.

Varastosiilossa oleva pinnan taso ilmaistaan merkkivaloilla kenttäkotelon ulkokannessa sekä varastosiilon välittömässä läheisyydessä. Lisäksi varastosiilon HH-rajasta LS-195 tulee tehdä hälytys siten, että siiloa täyttävät saavat selkeän tiedon siilon ylivuotovaarasta.

Raaka-aine siirretään automaattisesti putkistoa pitkin varastosiilosta jauhinsiiloon. Jauhinsiilon pinnankorkeuksia tarkkaillaan neljällä pinnankorkeuden kytkimellä seuraavasti:

- LS-215 on asennettuna kohtaan, jossa siilosta on täynnä 15 %
- LS-240 on asennettuna kohtaan, jossa siilon pinta on 40 %:ssa
- LS-275 on asennettuna kohtaan, jossa siilon pinta on 75 %:ssa

- LS-290 on asennettuna kohtaan, jossa siilon pinta on 90 %:ssa.

Raaka-aine siirretään varastosiilosta jauhinsiiloon pumpulla P-100. Pumppu käynnistyy automaattisesti, kun jauhinsiilon täyttö on alle 15 %, ja pysähtyy, kun täyttö on noussut 90 %:iin. Pumppu P-100 ei kuitenkaan saa käynnistyä, mikäli varastosiilon pinta on alle 25 %, ja sen on pysähdyttävä, kun varastosiilon pinta laskee alle 5 %:n. Jauhinsiilon pinnan tasot sekä HH- ja LL-hälytykset ilmaistaan merkkivaloilla kenttäkotelon ulkokannessa.

Jauhin ottaa, erillisen automaation mukaan, tarvitsemansa raaka-aineen automaattisesti pumpulla jauhinsiilosta. Jauhin ei kuitenkaan saa pumpata jauhinsiilosta, mikäli jauhinsiilon täyttö on alle 15 %. Jauhimen pumpun on myös pysähdyttävä, kun jauhinsiilon pinta laskee 15 %:iin.

Järjestelmässä tulee olla myös M/A-kytkin. Järjestelmä toimii automaattisesti kytkimen ollessa A-tilassa. M-tilassa on pumppua voitava käyttää manuaalisesti, ilman että sen toimintaan vaikuttavat siiloissa olevat rajat.

Järjestelmän kannalta tärkeät hälytykset ja niistä aiheutuvat toiminnot ovat seuraavat:

LS-190: Varastosiilon pinnan HH-raja aiheuttaa siilon ylivuotohälytyksen merkkivalolla sähkökeskuksen kannessa sekä ulkona huomiovalolla.

LS-105: Varastosiilon LL-raja aiheuttaa siilon tyhjenemishälytyksen merkkivalolla sähkökeskuksen kannessa ja pysäyttää pumpun P-100.

LS-290: Jauhinsiilon pinnan HH-raja aiheuttaa siilon ylivuotohälytyksen merkkivalolla sähkökeskuksen kannessa ja pysäyttää pumpun P-100.

LS-215: Jauhinsiilon pinnan LL-raja aiheuttaa siilon tyhjenemishälytyksen merkkivalolla sähkökeskuksen kannessa sekä pysäyttää jauhimen pumpun.

2.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteiksi määriteltiin tilaajan kanssa seuraavat asiat:

- esimerkkisiilojen (2 kpl) valinta

- siilojen rajapintojen tarkastelu ja indikointi sekä tarvittavien lukitusten suunnittelu
- siilojen välillä tapahtuvan siirron nopeuttaminen tehtaalla olevan toisen järjestelmän nykyisestä nopeudesta
- ohjelmoitavan logiikan valinta yhdessä toisen suunnittelijan kanssa
- prosessissa tarvittavien laitteiden valinta.

2.3 Työn rajoitukset

Työn tilaajan toivomuksesta sovittiin seuraavista rajoituksista:

- Käytettävien laitteiden tuli mahdollisuuksien mukaan olla vastaavia kuin tehtaan muissa prosesseissa käytössä olevien laitteiden
- työ tuli toteuttaa käyttäen Siemensin ohjelmoitavaa logiikkaa
- työssä tuli ottaa huomioon logiikkaohjelmaa tehtäessä mahdolliset ohjaukset myöhemmin prosessiin lisättäviä laitteita, kuten esimerkiksi pinnanmittauksen ylä- ja alarajoissa tapahtuvaa äänellistä hälytystä, varten.

2.4 Työn ulkopuolelle rajatut asiat

Työn ulkopuolelle rajattiin muutamia asioita, jotta se olisi opinnäytetyön vaatimukset täyttävä:

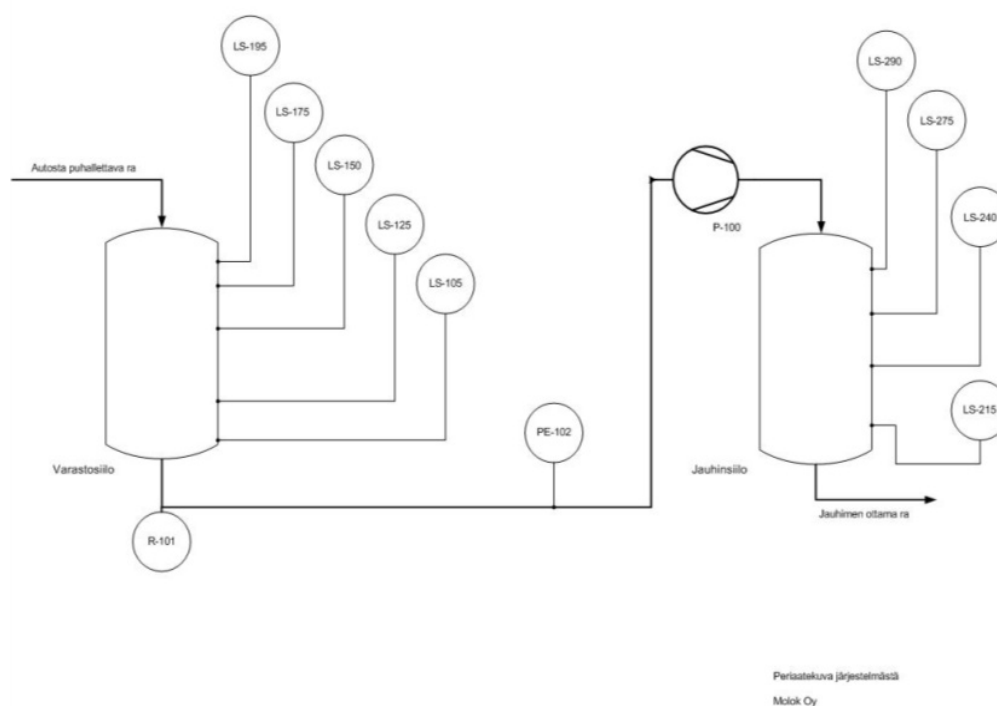
- raaka-aineen siirto kontista varastosiiloon (siirto suoritetaan oletuksena kuljetusyhtiön autoon asentamalla puhaltimilla)
- mahdollisten lisälaitteiden, kuten hälytyssummereiden valinta
- sähkökeskuksen sisäinen suunnittelu (suunnittelun toteuttaa toinen suunnittelija).

3 Järjestelmän suunnittelu

Järjestelmää suunniteltaessa piti ensin selvittää, millainen järjestelmä on kyseessä ja millaisen laitteiston se vaatii.

3.1 PI-kaavio

Aluksi piirrettiin PI-kaavio, josta selviää prosessin periaate sekä instrumenttien suurpiirteinen sijainti ja toiminto.



Kuva 3. PI-kaavio

Järjestelmän PI-kaavio on esitetty kuvassa 3. Kyseinen kaavio on myös raportin lopussa liitteenä 1.

3.2 Laittevalinnat

Laittevalintoja tehtäessä päähuomio oli laitteiden toimivuudessa ja niiden soveltuvuudessa suunniteltuun järjestelmään. Myös tilaajan toiveet otettiin huomioon laitevalmistajia ja laitetyppejä valittaessa.

3.2.1 Ohjelmoitava logiikka

Molok Oy:n käytössä olevat järjestelmät ovat toteutettu käyttäen Siemensin ohjelmoitavaa logiikkaa. Tilaajan toiveena oli, että suunniteltu järjestelmä toteutettaisiin myös Siemensin logiikalla. Yhdessä toisen suunnittelijan kanssa valittiin logiikaksi Simatic S7-sarjan ohjelmoitava logiikkakokonaisuus.

Proessori CPU

CPU:ksi valittiin Simatic S7-300-sarjan CPU 314 (Kuvassa 4).



Kuva 4. Simatic S7-300 CPU 314

CPU 314 valittiin siksi, että sen prosessoriteho ja muisti ovat riittävät suoriutumaan myös mahdollisista järjestelmäajennuksista. Se pystyy käsittelemään nopeasti niin binääritietoa kuin liukuluku-aritmetiikkaakin. Laitteen tärkeimmät tekniset lisätiedot ovat seuraavat:

- CPU:ssa MPI-liitäntä
- integroitu 24 V:n tasajännitesyöttö
- 128 kt:n työmuisti
- MMC (micro memory card) oltava käytössä.

CPU:n ulkomitat ovat seuraavat:

- leveys 40 mm
- korkeus 125 mm
- syvyys 130 mm.

Virtalähde PS

Virtalähteeksi valittiin 5 ampeerin PS 307 (kuva 5).

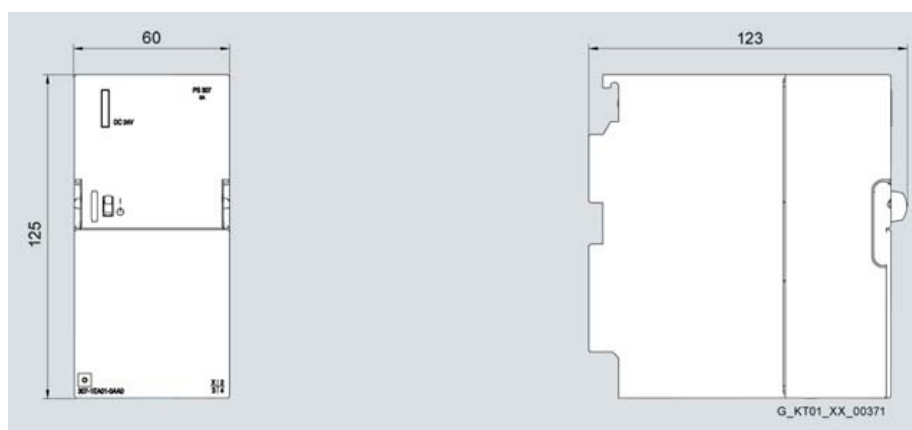


Kuva 5. Virtalähde PS 307 (kuvassa 5 oleva virtalähde vanhemmaa mallia kuin kuvassa 6)

Virtalähteen valinnassa tärkein kriteeri oli sen yhteensopivuus CPU:n kanssa. PS 307-virtalähteellä on seuraavat sähkötekniiset ominaisuudet:

- Sisääntulojännitteet joko 120 VAC tai 230 VAC
- Lähdöt 24 VDC ja 5 A.

Lisäksi kuvassa 6 on esitettyä keskuksen mitoitus varten virtalähteen ulkomitat.



Kuva 6. Virtalähteen PS 307 ulkomitat

Digitaaliset signaalimoduulit

Digitaaliseksi sisääntulomoduuliksi valittiin S7-300-sarjan CPU:n kanssa yhteensopiva 32-kanavainen SM 321 (kuva 7).



Kuva 7. Digitaalinen sisääntulomoduuli SM 321

SM 321-moduulin valintaan vaikutti erityisesti se, että 32-kanavaisena sen koko oli riittävä. Mikäli olisi valittu useampia pienempiä moduuleja, ne olisivat vieneet turhaan tilaa sähkökeskuksesta. Tärkeimmät tekniset tiedot moduuliyksiköstä ovat seuraavat:

- 24 VDC
- optisesti erotetut 32 tulokanavaa
- sallittu kaapelipituus suojatulla kaapelilla 1000 m, suojaamattomalla 600 m.

Yksikön ulkomitat ovat seuraavat:

- leveys 40 mm
- korkeus 125 mm
- syvyys 120 mm.

Digitaaliseksi lähtömoduuliksi valittiin S7-300-sarjan CPU:n kanssa yhteensopiva 32-kanavainen SM 322. Lähtömoduulin valintaan vaikuttivat vastaavat seikat kuin tulomoduuliinkin. Riittävä määrä lähtöjä mahdollistaa myös lisäykset järjestelmään, kuten hälytinsummerit tai lisämerkkivalot. Tärkeimmät tekniset tiedot ja ulkomitat ovat vastaavat kuin sivulla 18 esitetyllä tulomoduulilla.

Analogiset signaalimoduulit

Tätä opinnäytetyönä tehtävää järjestelmän suunnittelua varten ei tarvittu analogiasignaalinmoduuleita. Ne kuitenkin valittiin samalla, sillä toinen suunnittelija tulee käyttämään omassa työssään samaa ohjelmoitavaa logiikkaa. Moduulien valinnassa kiinnitettiin huomiota kyseisen suunnittelijan senhetkisiin tarpeisiin.

Valittiin S7-300-sarjan CPU:n kanssa yhteensopiva analoginen sisääntulomoduuli SM 331. Tämä 8-kanavainen tulokortti on kooltaan ja ominaisuuksiltaan, toisen suunnittelijan mukaan tämänhetkisten suunnitelmien perusteella, riittävä. Moduulin ulkomitat ovat seuraavat:

- leveys 40 mm
- korkeus 125 mm
- syvyys 117 mm.

Lähtömoduuliksi valittiin S7-300-sarjan CPU:n kanssa yhteensopiva SM 332. Tässä 4-kanavaisessa moduulissa on sopivat ominaisuudet toisen suunnittelijan suunnittelemaan järjestelmään. Moduulin ulkomitat ovat seuraavat:

- leveys 40 mm
- korkeus 125 mm
- syvyys 120 mm.

Asennuskisko

Logiikkakokonaisuuden paikoilleen saamiseksi sähkökeskukseen tarvitaan myös asennuskisko, jonka pituus määräytyy siihen liitettävien moduulien yhteisleveydestä. Leveydeksi saatiin laskemalla 340 mm, laskennassa otettiin huomioon myös kahden mahdollisesti lisättävän tulo- ja lähtökortin vaatima tila. Valittiin siis 480 mm pitkä asennuskisko, koska valikoimissa on ainoastaan tietyn pituisia kiskoja, joita voi kuitenkin asennusvaiheessa lyhentää mikäli tarpeellista.

3.2.2 Esimerkki-siilot

Siilojen valinnassa kiinnitettiin huomiota niiden soveltuvuuteen yhdessä suunniteltavan järjestelmän kanssa sekä kuunneltiin tilaajan toiveita siilojen koosta ja tyyppistä. Tämän jälkeen valittiin kaksi erityyppistä ja -kokoista siiloa. Toinen siiloista toimii varastosiilona, johon autolla tuotava raaka-ainekuorma tyhjennetään, ja toinen toimii jauhinsiilona, josta jauhin ottaa tarvitsemansa raaka-aineen.

Varastosiilo

Varastosiilon valinnassa olennaisinta oli sen riittävä koko. Siihen on mahdollista varmuudella koko purettava kuorma määrältään 50...60 m², vaikka siilossa olisi vielä noin 25 % jäljellä edellisestä kuormasta. Huomioitavaa oli myös, että siilon on ulkomitoiltaan mahdollista Molok Oy:n tehdasalueelle sisätiloihin.

Valittiin kotimainen Sami-viljasiilo (kuva 8). Pohjahalkaisijaltaan 5,5 m ja korkeudeltaan 5,8 m siilo tulee mahtumaan sille varattuun tilaan pienten tilojen muutostöiden jälkeen.



Kuva 8. Varastosiilo

Valittu siilo on nelikerroksinen ja sen tilavuudeksi on valmistajan esitteessä annettu noin 104 m³. Siilo on päältä täytettävä, joten sitä varten on rakennettava täyttöputkisto ulkoa siilolle. Putkiston rakentamisesta ja suunnittelusta vastaa tilaaja itse. Siilon malli ja koko päätettiin lopullisesti yhdessä työn tilaajan kanssa.

Jauhinsiilo

Jauhinsiilon valintaa tehtäessä tärkeitä oli löytää kooltaan ja ominaisuuksiltaan riittävä siilo, jonka on mahdollista tehdasalueelle jo käytössä olevien jauhesiilojen rinnalle. Jauhinsiilo saa olla kooltaan huomattavasti varastosiiloa pienempi, sillä jauhin ottaa kerralla vain pienen määrän raaka-ainetta. Lisäksi siilon tuli olla alta tyhjennettävä.

Jauhinsiiloksi valittiin Sami-rehusiilo (kuva 9), jonka tilantarve on 2 x 2 m. Korkeutta sillä on noin 5 m, ja sen tilavuus on noin 12 m³.



Kuva 9. Jauhinsiilo

Myös jauhinsiilon malli ja koko päätettiin yhdessä työn tilaajan kanssa.

3.2.3 Pintaraja-anturit

Siilojen pinnankorkeutta tarkkaillaan kahden erityyppisen pinnanraja-anturin avulla. Tilaajan toiveena oli, että pinnankorkeus kussakin siilossa ilmaistaan ainoastaan merkkivaloilla tietyin pinnankorkeuden välein. Siilojen ylä- ja alarajoihin oli valittava ehdottoman toimintavarmat anturit jotta siilojen ylivuodolta ja järjestelmän tyhjäkäynniltä välttyttäisiin.

ifm electronic - efectoriso KI5085

Siilojen keskivaiheiden pinnankorkeuksia ilmaisemaan valittiin ifm electronic:in kapasitiivinen efectoriso KI5085-anturi (kuva 10). Tilaajan toiveena oli, että työssä käytettäisiin jo heillä käytössä olevaa KI5100-anturia. Valmistaja kuitenkin kertoi lopettavansa kyseisen anturin valmistuksen, mutta ilmoitti KI5085 olevan korvaava tuote.



Kuva 10. efectoriso KI5085

Anturin toiminta perustuu kapasitanssin muutokseen joka syntyy kiintoaineen noustessa anturin toiminta-alueelle. Kapasitiivisen anturin käytöstä on Molok Oy:llä ollut myös huonoja kokemuksia jauhetun raaka-aineen pinnankorkeuden mittaamisessa. Jauhettu polyeteeni tarttuu kiinni anturin pintaan jolloin anturi saattaa antaa väärää tietoa siilon pinnan todellisesta tasosta. Jauhamaton polyeteeni-rae on kuitenkin lähes täysin pölyämätöntä, joten sen ei pitäisi aiheuttaa vastaavia ongelmia.

UWT Level Control – Rotonivo RN3004

Siilojen ylä- ja alapintojen pinnankorkeuden mittaukseen vaadittiin hyvin toimintavarma ratkaisu. Haluttiin että käytettävä anturi olisi jo tilaajallekin entuudestaan tuttu ja toimintavarmaksi todettu UWT:n valmistama Rotonivo 3004-anturi (kuva 11).



Kuva 11. Rotonivo RN3004

Anturin toiminta perustuu varren päässä pyörivään lapaan. Kun kiintoaineen pinnankorkeus yltää anturin tasolle säiliössä lapa pysähtyy ja anturi ohjaa lähdön tilaan 1, eli pinnankorkeus saavutettu. Pinnankorkeuden laskiessa alle anturin tason lähtee lapa jälleen pyörimään. Lapa pyörii erittäin hitaasti nopeudella 1 rpm. Suurempi kierrosnopeus saattaisi aiheuttaa ylimääräisiä vääriä ilmoituksia pinnankorkeuden todellisesta tasosta, sillä varsinkin tässä järjestelmässä siirrettävä raemainen aines ei

aina kasaudu tasaisesti säiliöön. Hitaalla kierrosnopeudella annetaan raaka-aineelle mahdollisuus tasoittua säiliössä ennen kuin anturin lapa osuu kohdalle.

Tilajalla on ollut jo ennestään käytössä RN3004-antureita joten heillä on omakohtaista ja tarkkaa käytännön käyttötietoa laitteen toimivuudesta. Vaihtoehtona RN3004-anturille olisi voinut olla esimerkiksi aiemmin raportissa esitelty kapasitiivinen efektoriso KI5085-anturi, mutta sen toimintavarmuutta ei pidetty riittävänä silojen HH- ja LL-rajojen mittaamiseen. Tilajalle kerrottiin myös mahdollisuudesta mitata pinnan tasoa analogisesti, mutta heille tärkeintä prosessissa oli kuitenkin sen yksinkertaisuus ja toimintavarmuus, joten analogisesta pinnankorkeudenmittaamisesta luovuttiin. Ohjelmoitavaan logiikkaan valittiin kuitenkin myös analogia sisääntulo-kortteja, joten mittauksen lisääminen järjestelmään onnistuu myös myöhemmin, mikäli tilaaja näkee sen tulevaisuudessa tarpeelliseksi.

3.2.4 Raaka-aineen siirtojärjestelmä

Raaka-aineen siirtojärjestelmä tilataan kokonaisuudessaan Suomen imurikeskus Oy:ltä. Järjestelmä sisältää 5,5 kW sivukanavapuhaltimen jonka maksimi ilmamäärä on 550 m³/h, sulkusyöttimellä varustettu suodatin/annostelusäiliö, sekä putkisto jonka halkaisija on 76,1 mm. Näihin komponentteihin päädyttiin, kun otettiin huomioon työn tilaajan toive nostaa raaka-aineen siirtonopeus vähintään 800 kg/h. Valitun kaltaisella järjestelmällä on kuitenkin mahdollista nostaa siirtonopeutta mainitusta 800 kg/h aina reiluun 1000 kg/h, tämä onnistuu käyttämällä järjestelmässä taajuusmuuttajia säätelämään moottorien pyörimisnopeuksia. Kyseisiä taajuusmuuttajia ei kuitenkaan sisällytetty tähän työhön.

Siirtojärjestelmän laitteiston lopullisen valinnan tekevät yhdessä tilaaja ja järjestelmän toimittaja. Tätä pidettiin kaikkeinärkevimpänä ratkaisuna kun asiasta keskusteltiin työn tilaajan kanssa. Ainoastaan yhden osapuolen toimiessa alipainejärjestelmän toimittajana on laitteiston yhteensopivuus taattu. Heillä on myös kattava huolto- ja takuupalvelu mikäli jossain järjestelmän laitteessa esiintyy yllättäviä vikoja. Tärkeänä vaikuttavana tekijänä oli myös heidän vahva kokemuksensa tämän tyyppisten järjestelmien laitteistojen mitoituksesta ja toiminnasta. Tilajan toivomus oli että Suomen imurikeskusta käytettäisiin toimittajana, sillä heidän kanssaan on aiemmin ollut toimivaa yhteistyötä.

3.2.5 Järjestelmän muut laitteet

Järjestelmään tuli määrittää myös muutamia muita laitteita ja komponentteja jotta se saataisiin toimimaan, kuten tilaaja sen halusi toimivan.

Ruuvikuljetin

Alkuperäinen idea oli imeä raaka-aine suoraan varastosiilosta, mutta tästä luovuttiin järjestelmän toimittajan kanssa käydyn keskustelun jälkeen. Järjestelmän teho olisi ollut tähänkin ratkaisuun vähintään riittävä, mutta sen toimintavarmuutta ei toimittaja suostunut takaamaan. Putkiston päähän olisi tällöin täytynyt rakentaa korvausilmaventtiili joka olisi mahdollistanut ilman kiertävyyden putkistossa ja näin ehkäissyt tukoksia. Tämän venttiiliratkaisun toiminta ei kuitenkaan ole taattua, ja pahimmassa tapauksessa sen pettäminen saattaisi aiheuttaa koko järjestelmän rikkoutumisen.

Parhaaksi ratkaisuksi löydettiin varastosiiloon liitettävä siirtoruuvi. Sen tarkoitus on nostaa raaka-aine siilosta ja syöttää sitä imuputkistoon. Tällöin putkistossa ilma pääsee kiertämään vapaasti ja tukkeutumilta vältytään. Täysin huoltovapaa ruuvikuljetin ei tietenkään ole, mutta sitä pidettiin pienempänä häirtana verrattuna järjestelmän mahdolliseen rikkoutumiseen.

Valittu siirtoruuvi löytyi samalta toimittajalta kuin siilotkin. Sami siirtoruuvin (kuva 12) valinnalla varmistettiin sen yhteensopivuus varastosiilon liitäntöjen kanssa. Valittiin valmistajan pienitehoisin ruuvi, sillä se oli järjestelmän koko huomioiden riittävä. Asennuskulmasta riippuen se pystyy siirtämään raaka-ainetta siilosta putkistoon 12...16 t/h.



Kuva 12. Sami siirtoruuvi

3.3 Logiikkaohjelman suunnittelu

Logiikkaohjelmaa suunniteltaessa päähuomio keskitettiin siihen, että ohjelma pysyisi mahdollisimman selkeänä ja että sitä olisi jatkossa helppo muokata mikäli järjestelmän vaatimuksiin, tai laitteistoihin tulisi myöhemmin muutoksia. Koko ohjelma päätettiin, yhdessä työn tilaajan kanssa, kirjoittaa suoraan logiikkaohjelman pääohjelmalohkoon OB1. Ohjelman olisi voinut kirjoittaa myös käyttämällä Simatic S7:n alalohkoja, mutta niiden käyttö olisi saattanut hankaloittaa seuraavan suunnittelijan työtä. Tarkoituksena oli, että tämän ohjelman rinnalle samaan logiikkaan rakennetaan myös lisäys vanhaan automaatiojärjestelmään. Lisäyksen vaikutusta tähän työhön ei saatu selvitettyä, mikä myös osaltaan vaikutti päätökseen tehdä ohjelma pelkästään OB1:een.

Työn tilaajan toiveena oli mahdollisimman selkeät, mutta lyhyet, kommentit jokaisen ohjelmavaiheen rinnalla. Nämä kommentit ja niiden sisältö on tarkemmin esiteltynä kohdassa 4. Logiikkaohjelma.

Suunnittelutyö aloitettiin hahmottelemalla paperille järjestelmän kulku. Aluksi oli selvítettävä mikä toiminta missäkin vaiheessa prosessia aiheuttaa tietyn toiminnon. Toimintaperiaate saatiin yhdessä tilaajan kanssa tehdystä toimintaselostuksesta. Sitä tutkimalla tultiin siihen tulokseen, että merkkivalojen ohjaus oli helpoin tapa aloittaa ohjelman kirjoittaminen.

Ohjelman suunnittelun helpottamiseksi pidettiin jatkuvasti listaa digitaalituloista ja -lähdöistä, ns. I/O-luetteloa. Listaan määriteltiin ensin kunkin anturin osoite ohjelmassa ja positiotunnus. Luettelosta kerrotaan enemmän kohdassa 5. Dokumentointi.

4 Logiikkaohjelma

Ohjelma kirjoitettiin suoraan pääohjelmalohkoon OB1. Tarkoituksena oli tehdä mahdollisimman selkeä ja rakenteeltaan yksinkertainen ohjelma, jossa eri vaiheet ovat selkeästi eroteltu ja kommentoitu. Näin pyrittiin helpottamaan ohjelman käyttöä ja myöhempää muokkausta. Ohjelmassa käytettiin automaatiolohkoja AND ja OR, SR-kiikkuja sekä ajastimia. Itse ohjelma jaoteltiin pieniin osiin, network:hin, joissa jokaisessa oli ainoastaan yksi lähtö Q.

4.1 Merkkivalojen ohjaukset

Ohjelman kirjoittaminen aloitettiin merkkivalojen ohjausten suunnittelulla. Sitä pidettiin järjestelmän yksinkertaisimpana ja samalla oleellisimpana asiana. Merkkivalojen ohjauksia voitiin myös hyödyntää ohjelman muissa vaiheissa.

4.1.1 Merkkivalot

Siiloille määriteltiin merkkivalot jotka tullaan sijoittamaan sähkökeskuksen kanteen kuvan 13 osoittamalla tavalla.



Kuva 13. Järjestelmän merkkivalot

Merkkivalot ilmoittavat sen raaka-aine määrän prosentteina siilon

kokonaiskapasiteetista mikä kussakin siilossa on sillä hetkellä. Jokainen led palaa siis yksitellen, eli mikäli varastosiilon pinta on tasolla 25...50 % palaa siinä alempi vihreä led ja jauhinsiilon pinta on tasolla 15...40 % palaa siinä alempi keltainen led.

Poikkeuksena kuitenkin varastosiilon pinnan taso 50...75 %. Pinnan ollessa tällä välillä palavat varastosiilon molemmat vihreät ledit. Tähän ratkaisuun päädyttiin siitä syystä, että se selkeyttää järjestelmää mahdollisesti valvovan ihmisen työskentelyä kun on selkeästi eroteltu kahden samanvärisen ledin toiminta toisistaan.

4.1.2 Varastosiilon merkkivalo-ohjaukset

Ohjelman kirjoitus aloitettiin varastosiilon merkkivalo-ohjausten suunnittelulla.

Varastosiilon täytön tarkkailu oli perusedellytys koko järjestelmän toiminnalle, joten se oli luonteva tapa aloittaa.

Kuvassa 14 on varastosiilon merkkivalojen ohjelmat kommentteineen.

OBI : "Main Program Sweep (Cycle)"

SIILONEN TÄYTTÖÄ INDIKOIDAAN MERKKIVALOILLA KESKUKSEN KANNESSA. OHJELMA SUUNNITELTU PIENISSÄ OSISSA (NETWORK) SITEN, ETTÄ VALO SYTTYY RAJAN YLITTYESSÄ JA SAMMUI MIKÄLI KYSEINEN RAJA ALITETAAN TAI SEURAAVA RAJA YLITETÄÄN. POIKKEUKSENA VARASTOSIILON KAKSI VIHREÄÄ VALOA. NE PALAVAT MOLEMMAT MIKÄLI TÄYTTÖ ON VÄLILLÄ 50...75 %

← Kommenttikenttä

Network 1: VARASTOSIILON ALARAJA

SIILON ALARAJAN MERKKIVALO Q4.0; PINNAN TASON OLLESSA ALLE 5 % PALAA PUNAINEN MERKKIVALO.



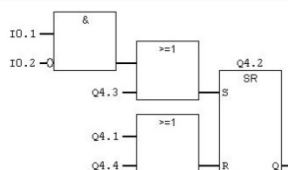
Network 2: VARASTOSIILLO 5...25%

SIILON TASO VÄLILLÄ 5...25 % PALAA KELTAINEN MERKKIVALO Q4.1



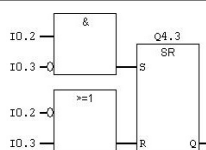
Network 3: VARASTOSIILLO 25...50%

SIILON TASO VÄLILLÄ 25...50 % PALAA VIHREÄ1 MERKKIVALO Q4.2



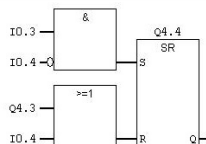
Network 4: VARASTOSIILLO 50...75%

SIILON TASO VÄLILLÄ 50...75 % PALAA VIHREÄ2 MERKKIVALO Q4.3



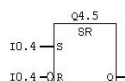
Network 5: VARASTOSIILLO 75...95%

SIILON TASO VÄLILLÄ 75...95 % PALAA KELTAINEN2 MERKKIVALO Q4.4



Network 6: VARASTOSIILLO YLIVUOTO

SIILON YLIVUODON MERKKIVALO Q4.5; PINNAN TASON OLLESSA YLI 95 % SYTTYY PUNAINEN MERKKIVALO

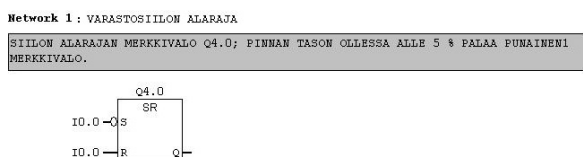


Kuva 14. Varastosiilon merkkivalo-ohjaukset kommentteineen

Kuten osoitettuna kuvassa 14, ohjelmassa käytettiin ahkerasti kommenttikenttiä. Jokaisen erillisen ison osakokonaisuuden alkuun kirjoitettiin mitä kyseisessä osassa ohjelmaa tehdään ja miten ohjelman tulisi toimia.

Network 1

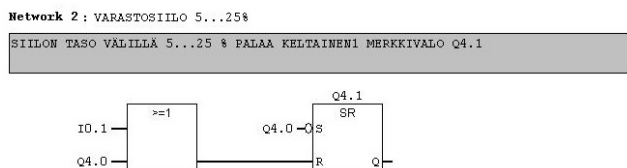
Alempi punainen merkkivalo palaa aina silloin kun siilon täyttöaste on alle 5 %. Tällöin anturi ei asetu, vaan sen digitaalitulon tila I0.0 on jatkuvasti 0 ja SR-kiikun lähtö Q4.0 on 1. Mikäli täyttö nousee 5 %:iin, niin tulon tilaksi vaihtuu 1 joka resetoi kiikun ja sen lähdon Q4.0 tilaksi muuttuu 0 ja punainen merkkivalo sammuu.



Kuva 15. Network 1, varastosiilon alaraja

Network 2

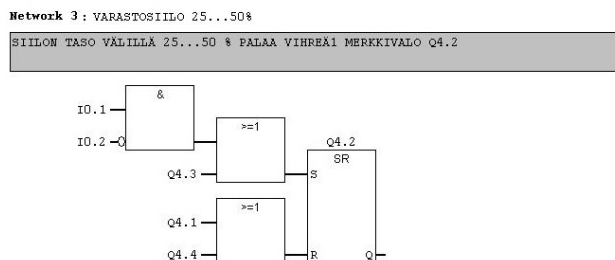
Alempi keltainen merkkivalo palaa silloin kun siilon täyttöaste on 5...25 %. SR-kiikun lähtö Q4.1 aktivoituu, mikäli alemman punaisen merkkivalon lähtö Q4.0 on tilassa 0. Tällöin siilon täyttöaste on yli 5 %. Merkkivalo kuitenkin sammuu jos täyttöaste nousee 25 %:iin, eli I0.1 on tilassa 1, tai täyttöaste putoaa uudestaan alle 5 %:n.



Kuva 16. Network 2, varastosiilo 5...25 %

Network 3

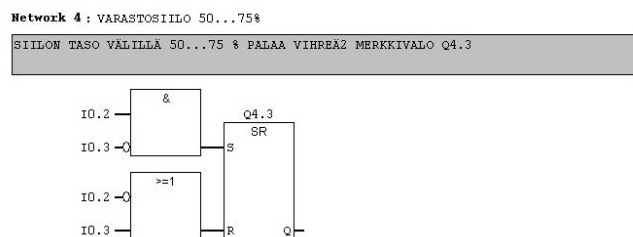
Alempi vihreä merkkivalo palaa kun 25 % täyttö on saavutettu ($I0.1 = 1$) ja täyttö on alle 50 % ($I0.2 = 0$) tai ylempi vihreä merkkivalo palaa ($Q4.3 = 1$). Alempi vihreä merkkivalo sammuu jos jompikumpi keltaisista merkkivaloista syttyy ($Q4.1$ tai $Q4.4 = 1$).



Kuva 17. Network 3, varastosiilo 25...50 %

Network 4

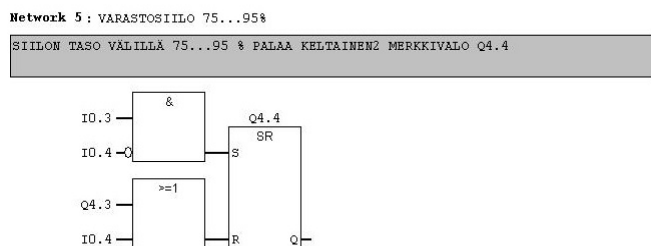
Ylempi vihreä merkkivalo palaa kun täyttö on yli 50 % ($I0.2 = 1$) ja täyttö on alle 75 % ($I0.3 = 0$). Ylempi vihreä merkkivalo sammuu jos täyttö laskee alle 50 %:n ($I0.2 = 0$) tai nousee yli 75 %:n ($I0.3 = 0$).



Kuva 18. Network 4, varastosiilo 50...75 %

Network 5

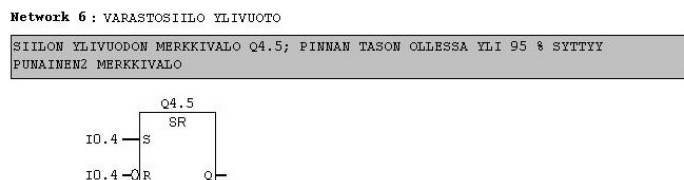
Ylempi keltainen valo palaa kun täyttö on yli 75 % ($I0.3 = 1$) ja alle 95 % ($I0.4 = 0$). Keltainen valo sammuu jos ylempi vihreä valo syttyy ($Q4.3 = 1$) tai täyttö ylittää 95 %:ia ($I0.4 = 1$).



Kuva 19. Network 5, varastosiilo 75...95 %

Network 6

Varastosiilon ylivuodon merkkivalo palaa kun siilon täyttö nousee yli 95 %:n ($I0.4 = 1$) ja sammuu kun täyttö laskee alle 95 %:n ($I0.4 = 0$).



Kuva 20. Network 6, varastosiilon ylivuoto

Työn tilaaja halusi vielä lisäksi option hälytysvalolle joka asetettaisiin mahdollisesti ulos ilmoittamaan siiloa täyttävälle henkilölle ylivuodon vaarasta. Hälytysvalon ohjaus kirjoitettiin Network 7:ään. Se syttyy kun ylivuodon merkkivalo Q4.5 palaa ja sammuu kun ylempi keltainen merkkivalo Q4.4 palaa.

4.1.3 Jauhinsiilon merkkivalo-ohjaukset

Jauhinsiilon ja varastosiilon merkkivalo-ohjaukset toteutettiin samalla periaatteella. Jauhinsiilon ohjauksissa ei tarvinnut kuitenkaan huomioida kahta yhtä aikaa palavaa vihreää valoa tai ylimääräistä hälytysvaloa.

4.1.4 Pumpun P-100 ohjaus

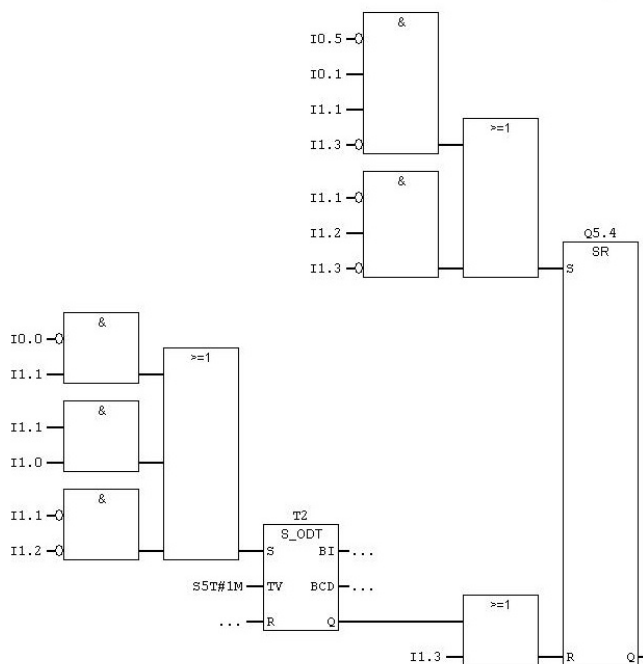
Seuraavassa vaiheessa siirryttiin suunnittelemaan pumpun P-100 ohjauksen toteuttamista. Pumpun suhteen oli otettava huomioon silojen täyttöasteiden lisäksi huomioon erinäisiä toimintaa rajoittavia tekijöitä, kuten putkiston paine, M/A- ja On/Off-kytkimien asennot ja vaatimus pumpun toimimisesta ruuvikuljettimen jo pysähdytyä. Pumpun ohjaus on esitettyä kuvassa 21.

Network 13: PUMPPU P-100

TÄSSÄ NETWORKISSA OHJATAAN PUMPPUA P-100. PUMPPU KÄYNNISTYY AUTOMAATTISESTI MIKÄLI [JAUHINSIILON TASO ON ALLE 15 % (I0.5) JA VARASTOSIILON TASO ON YLI 25 % (I0.1) JA M/A-KYTKIN ON AUTOMAATILLA (I1.1)] TAI [M/A-KYTKIN ON MANUAALILLA (I1.1NEG) JA ON/OFF-KYTKIN ON-TILASSA (I1.2)].

PUMPPU SAMMUU MIKÄLI [VARASTOSIILON TASO ON ALLE 5 % (I0.0NEG) JA JÄRJESTELMÄ AUTOMAATILLA] TAI [JAUHINSIILON TASO ON YLI 90 % (I1.0) JA JÄRJESTELMÄ AUTOMAATILLA] TAI [JÄRJESTELMÄ ON MANUAALILLA JA ON/OFF-KYTKIN OFF-TILASSA]. PUMPPU SAMMUU 60 S KULUTTUA RUUVIKULJETTIMEN PYSÄHTYMISESTÄ (T2).

PUMPPU EI SAA KÄYNNISTYÄ MIKÄLI PAINE PUTKISTOSSA (I1.3) ON LIIAN KORKEA.



Kuva 21. Pumpun P-100 ohjaus

Pumppu Q5.4 käynnistyy kahdessa eri tilanteessa riippuen M/A-kytkimen asennosta. Mikäli M/A-kytkin on A-asennossa (I1.1 = 1), eli järjestelmä on automaattilla, niin pumppu käynnistyy jos jauhinsiilon täyttö on alle 15 % (I0.5 = 0) ja varastosiilon täyttö on yli 25 % (I0.1 = 1) ja putkiston paine ei ole liian korkea (I1.3 = 0). Järjestelmän ollessa käsikäytössä, eli M/A-kytkin M-asennossa (I1.1 = 0) pumppu lähtee käyntiin kun On/Off-kytkin on On-tilassa (I1.2 = 1) ja putkiston paine ei ole liian korkea. Käsikäytöllä ollessaan järjestelmä ei reagoi eri täyttöasteiden mittauksiin, vaan se pitää pumppua käynnissä kunnes se sammutetaan On/Off-kytkimestä. Tämä toiminta oli

tilaajan toivomus ja tarkoituksena oli mahdollistaa varastosiilon manuaalinen tyhjennys pumppua käyttäen.

Pumpun sammuttaminen toteutetaan ajastimella T2. Ajastin haluttiin järjestelmään siitä syystä, että vaikka itse raaka-aineen syöttö putkistoon loppuukin, niin pumppu ehtii tyhjentämään jo putkistoon kerääntyneen aineksen siiloon ennen pysähtymistään. Tällöin seuraavan käynnistyksen aikana mahdolliset tukkeumat vältetään tehokkaammin. Pumppu pysäytetään heti ainoastaan siinä tilanteessa, että putkiston paine pääsee jostain syystä kasvamaan liian korkeaksi, yleensä merkki tukoksesta putkistossa. Tällä toimenpiteellä pyritään välttämään mahdolliset laiterikot sekä vauriot putkistossa. Ajastimen määräksi asetettiin alustavasti 60 s, mutta sitä voidaan muuttaa ohjelmallisesti vielä testivaiheessa, mikäli havaitaan sen olevan riittämätön.

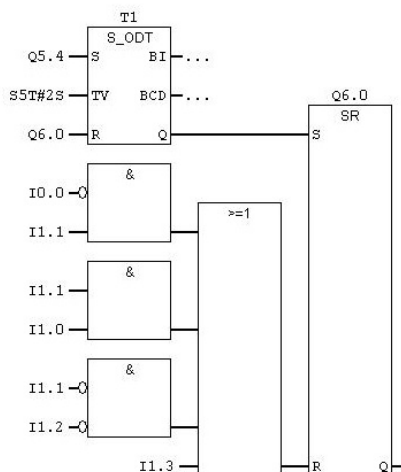
Ajastin käynnistyy järjestelmän ollessa automaattilla kun varastosiilon täyttö laskee alle 5 %:n tai jauhinsiilon täyttö ylittää 90 %. Järjestelmän ollessa käsikäytössä ajastin käynnistyy kun On/Off-kytkin käännetään Off-tilaan (I1.2 = 0).

4.1.5 Ruuvikuljettimen R-101 ohjaus

Ruuvikuljettimen ohjauksen suunnittelu oli yksinkertaista. Sen rakenne on käytännössä se, että kuljetin käynnistyy 2 s kuluttua pumpun P-100 käynnistymisestä ja pysähtyy samoilla ehdoilla kuin P-100, mutta ilman viivettä.

Network 14 : RUUVIKULJETIN

PUHALTIMEN KÄYNNISTYTTYÄ RUUVIKULJETIN KÄYNNISTYY 2 SEKUNNIN KULUTTUA.
RUUVIKULJETIN PYSÄHTYY SAMOILLA EHDOLLA KUIN PUMPPU P-100, POISLUKIEEN PUMPUN
SAMMUTUKSEN VIIVE.



Kuva 22. Ruuvikuljettimen ohjaus

Kuten kuvasta 22 nähdään, niin ruuvikuljettimen käynnistykseen on asetettu 2 s viive. Tämä siitä syystä, että 2 s:ssa pumppu P-100 ehtii tuottamaan putkistoon riittävän alipaineen ennen raaka-aineen siirron aloittamista. Jos ruuvikuljetin ja pumppu käynnistettäisiin täysin samaan aikaan, olisi putkiston tukkeutuminen mahdollista. Ruuvikuljettimen pysäytystä ei tarvinnut ajastaa. Kuljettimen pysähtyttyä putkistossa liikkuu vain siihen mennessä siilosta nostettu raaka-aine jolloin lopulta putkisto saadaan tyhjenemään.

4.1.6 Ohjelmaan suunnitellut valinnaiset ohjaukset

Näiden ohjausten suunnittelusta ei sovittu erikseen tilaajan kanssa. Suunnittelija piti kuitenkin näitä optioita sellaisina, jotka on hyvä olla valmiina olemassa ohjelmassa.

Merkkivalot

Merkkivalo-ohjaukset pumpun P-100 ja ruuvikuljettimen käyntitiloille. Merkkivalo järjestelmän M/A-tilatiedolle. Putkiston liian korkean paineen merkkivalo, varoitus mahdollisesta tukoksesta (voidaan vaihtaa myös hälytyssummeriin merkkivalon sijaan).

Jauhinsiilon pumppu

Jauhinsiilon pumppu on osa tämän työn ulkopuolelle rajattua järjestelmää, mutta sen toiminta on syytä ottaa huomioon myös tässä. Ohjelmaan suunniteltiin ohjaus joka pysäyttää jauhinpumpun kun siilon täyttö laskee alle 15 %:n. Tällä toiminnolla pyritään välttämään pumpun turhaa tyhjäkäyntiä, mikäli siilo pääsee tyhjenemään. Siilosta voidaan kuitenkin siirtää raaka-ainetta jauhimelle myös 15 %:n alarajan jälkeen pumpun ollessa käsikäytöllä.

5 Dokumentointi

Työn tilaajalle toimitettiin kansiossa kaikki tässä osiossa esitetyt dokumentit ja lisäksi itse logiikkaohjelma muistitikulla. Dokumenteista pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeät. Pohjat tehtiin itse hyödyntäen valmiiden luettelopohjien malleja. Kansio hyväksyttiin tilaajalla toimitusvaiheessa.

5.1 Toimintaselostus

Ensimmäisenä kansiossa, heti sisällysluettelon jälkeen, oli toimintaselostus sekä sen yhteydessä PI-kaavio. Toimintaselostus käytiin vielä kokonaisuudessaan tilaajan kanssa läpi ja siitä esiteltiin etenkin suunnitteluvaiheessa tehdyt muutokset. Tilaaja hyväksyi toimintaselostuksen sellaisenaan, eli prosessin toimintaperiaate, johon myös koko työ pohjautui, oli tilaajan toiveiden mukainen.

5.2 Laiteluettelo

Toisena kansiossa oli laiteluettelo. Tähän dokumenttiin oli kirjattuna kaikki laitteet joita järjestelmässä tarvittiin. Osa laitteista, kuten anturit, olivat tilaajan toivomia osa taas suunnittelijan valintoja.

Taulukko 3. Malli laiteluettelosta

LAITELUETTELO						
RIVI	POSITIO	VALMISTAJA	TLAUSTIEDOT		MÄÄRÄ	HUOM!
1	OHJELM OITAVA LOG.					
2		SIEMENS	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S 4/5		1	LOGIikka KOKONAI SUUS TÄYDELLISENÄ
3						
4	RA SIIRTOJÄRJEST.					
5		SUOMEN IMURIKESKUS OY	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S 15		1	LAITTEISTO KOKONAI SUUDESSAAN
6						
7	SILLOIN PINTA-ANT.					
8		IFM	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S 2/5		5	SILLOJEN KESKITASOT
9		UWT	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S 5/5		4	SILLOJEN YLÄ- JA ALATASOT

Taulukossa 3 on esitettyä osa järjestelmän laiteluettelosta. Siitä ilmenee mitä laitteita järjestelmään tulee, kuka on valmistaja/toimittaja, määrä sekä huomiot/tarkennukset. Varsinaiset tilaustiedot ja tarkat kokoonpanotiedot ilmenevät vasta kohdasta Laiteluettelo valmistajittain.

5.3 Laiteluettelo valmistajittain

Tässä dokumentissa on käsitelty tarkemmin laiteluettelon sisältöä, eli kerrottu valmistajittain kaikki ne komponentit mitä järjestelmään vaaditaan. Lisäksi eri komponenteille, kuten esimerkiksi antureille on annettu luettelossa positio. Valmistajat voivat tätä listaa hyödyntäen nimetä komponenttinsa jo valmiiksi ennen toimitusta. Luettelot toimivat myös samalla tilauskaavakkeina sillä niistä ilmenee kunkin valmistajan tuotteelleen määrittämät tilausnumerot.

Taulukko 4. Esimerkki laiteluettelosta valmistajittain

LAITELUETTELO						
RIVI	POSITIO	VALMISTAJA	TLAUSTIEDOT		MÄÄRÄ	HUOMI
1	LS-125	IFM	KI5085		5	KAPASITIIVINEN ANTURI, METALLIKIERRE, M 30 x 15, DC PNP, PISTOKELITÄNTÄ, TUNTOETÄISYYS 8 mm [f] SÄÄDETTÄVISSÄ 2...12 mm OHJELM OINTIPAINIKKEILLA
2	LS-150					
3	LS-175					
4	LS-240					
5	LS-275					
6						
7	PE-102	IFM	PG2454		1	ELEKTRONINEN PAINANTURI ANALOGISELLA NÄYTÖLLÄ

Taulukossa 4 on esitettyä esimerkki laiteluettelosta valmistajittain. Luettelosta löytyy, vasemmalta oikealle lueteltuna, laitteen positiotunnus, valmistaja, valmistajan tilausnumero, kappalemäärä ja huomiokenttä johon määritellään tarkennuksia tilausta helpottamiseksi.

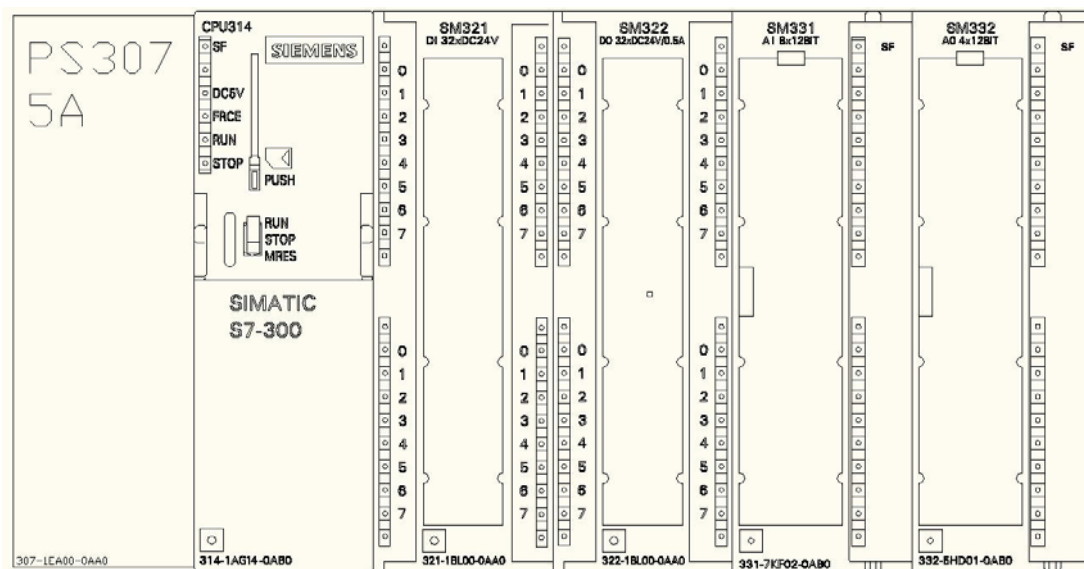
5.4 Logiikka

Dokumenteissa oli eriteltyä kaikki järjestelmässä vaadittavat ohjelmoitavan logiikan komponentit riippumatta valmistajasta. Lisäksi dokumenteissa oli tarkka kuva logiikkakorttien asettelusta ja järjestyksestä.

Taulukko 5. Esimerkki logiikka dokumentista

LOGIIKKALUETTELO						
RIVI	POSITIO	VALMISTAJA	TILAUSTIEDOT	MÄÄRÄ	HUOMI	
1	RAIL	SIEMENS	6ES7390-1AE00-0AA0	1	MOUNTING RAIL L=480MM	
2						
3	CPU 314	SIEMENS	6ES7314-1AG14-0AB0	1	INTEGROITU 24 VDC SYÖTÖ	
4						
5	PS307	SIEMENS	6ES7307-1EA00-0AA0	1	5A	
6						
7	DI	SIEMENS	6ES7321-1BL00-0AA0	1	SM 321, 32DI, 24 V DC, 1X 40 PIN	
8						
9	DO	SIEMENS	6ES7322-1BL00-0AA0	1	SM 322, 32DO, 24V DC, 0,5A, 1X 40 PIN	
10						
11	AI	SIEMENS	6ES7331-7KF02-0AB0	1	SM 331, 8AI, 1X20 PIN	
12						
13	AO	SIEMENS	6ES7332-5HD01-0AB0	1	SM 332, 4AO, 1X20 PIN	

Taulukossa 5 on esitetty esimerkki logiikka dokumentista. Se on täysin vastaava kuin Laiteluettelo valmistajittain -kohdan Siemensin laiteluettelo.



Kuva 23. Logiikkakortit

Kuvassa 23 on esitetty tarkka kuvaus logiikkakorttien asettelusta ja järjestyksestä. Sen pohjalta logiikka kasataan oikeaan järjestykseen keskuskeskseen.

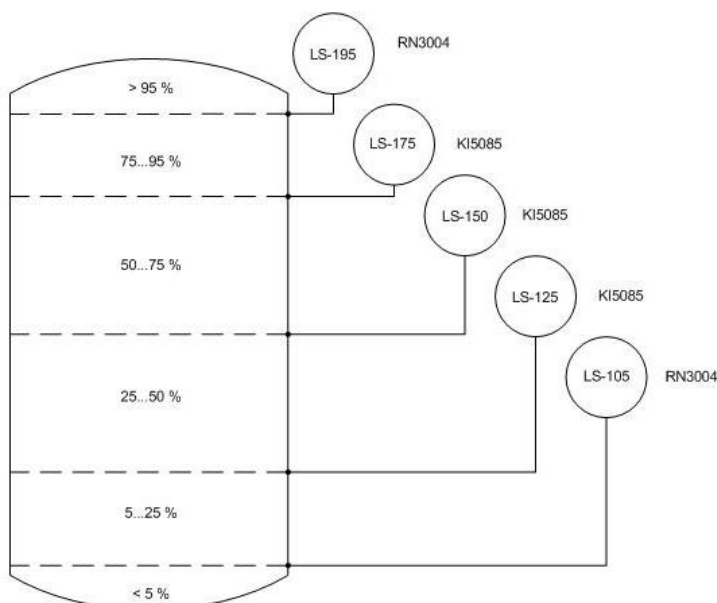
5.5 Varastosiilo

Dokumentissa ilmeni kaikki komponentit jotka liittyvät varastosiilon tai sen toimintaan. Lisäksi erillisenä osana oli kuva anturien asettelusta siiloon.

Taulukko 6. Esimerkki varastosiilon dokumentista

LAITELUETTELO					
RIVI	POSITIO	VALMISTAJA	TILAUSTIEDOT	MÄÄRÄ	HUOMI
1	VARASTOSIILO	SAMI	VILJASIILO, POHJAN HALKAISIJA 5,5 m, 4 KERROSTA, TILAVUUS 104 m ³	1	KORKEUS 5,8 m, EI POHJAKARTIOTA
2			RUUVIKULJETIN, HALK 100mm	1	
3					
4	LS-105	UWT	RN3004EW1EHN1A	2	ROTONIVO RN3004, ATEX (PÖLY), 24 VDC, 1 KERROS/MIN, MATERIAALINA ALUMIINI
5	LS-195				
6					
7	LS-125	IFM	KI5085	3	KAPASITIIVINEN ANTURI, METALLIKIERRE, M 30 x 15, DC PNP, PISTOKELITÄNTÄ, TUNTOETAISYYS 8 mm[I], SÄÄDETTÄVISSÄ 2...12 mm OHJELMOINTIPAINIKKEILLA
8	LS-160				
9	LS-175				

Taulukossa 6 on esitettyä esimerkki varastosiilon laiteluettelosta. Luettelossa on esitettyä komponentit jotka siihen kuuluvat valmistajasta riippumatta. Luetteloa on tarkoitus käyttää apuna kun jauhinsiilon kokonaisuutta kootaan rakennusvaiheessa. Sen perusteella on helppo valita oikeat komponentit liitettäväksi siiloon.



Kuva 24. Varastosiilon anturien asettelu

Kuvassa 24 on esitettyä periaate jolla anturit asetellaan varastosiilon. Kuvan tarkoituksena on kertoa minkä laiteposition laite kytetään mihinkin kohtaan siiloon. Siilon malli ei vastaa varsinaista siilotyyppiä, mutta kuvan tarkoitus on olla periaatteellinen.

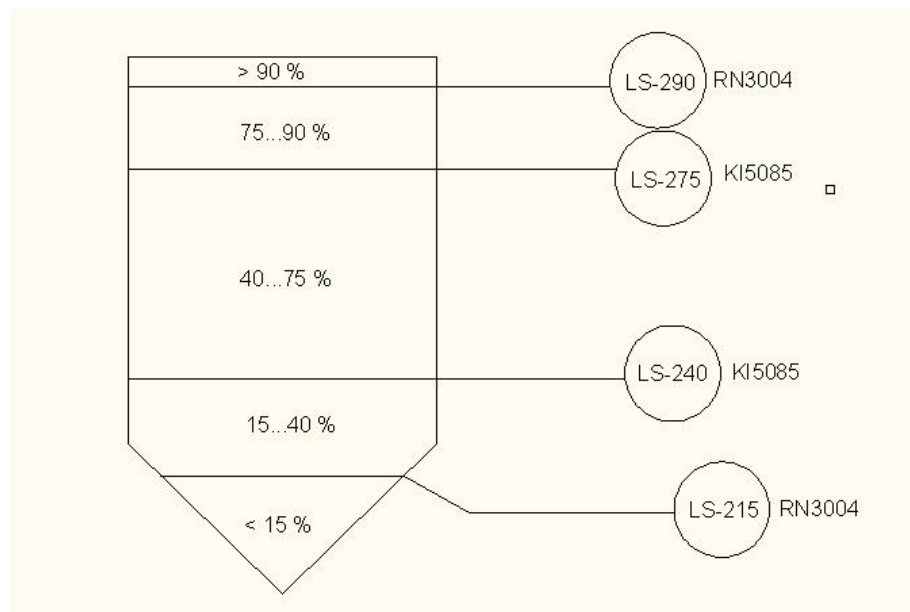
5.6 Jauhinsiilo

Dokumentissa ilmeni kaikki komponentit jotka liittyvät jauhinsiiloon tai sen toimintaan. Lisäksi erillisenä osana oli kuva anturien asettelusta siiloon.

Taulukko 7. Esimerkki jauhinsiilon dokumentista

LAITELUETTELO					
RIVI	POSITIO	VALMISTAJA	TILAUSTIEDOT	MÄÄRÄ	HUOM!
1	JAUHNSIILO	SAMI	REHUSILO, TILAVUUS 12,0 m ³	1	KORKEUS 5,06 m, TILANTARVE 2 x 2 m
2					
3	LS-215	UWT	RN3004EW1EHV1A	2	ROTONIVO RN3004, ATEX (PÖLY), 24 VDC, 1 KIERROS/MIN, MATERIAALINA ALUMIINI
4	LS-290				
5					
6	LS-240	IFM	KI5085	2	KAPASITIIVINEN ANTURI, METALLIKIERRE, M 30 x 15, DC PNP, PISTOKELITÄNTÄ, TUNTOETÄISYYS 8 mm [I], SÄÄDETTÄVISSÄ 2...12 mm OHJELMOINTIPAINIKKEILLA
7	LS-275				

Taulukossa 7 on esitettyä esimerkki jauhinsiilon laiteluettelosta. Luettelossa on esitettyä komponentit jotka siihen kuuluvat valmistajasta riippumatta. Luetteloa on tarkoitus käyttää apuna kun jauhinsiilon kokonaisuutta kootaan rakennusvaiheessa. Sen perusteella on helppo valita oikeat komponentit liitettäväksi siiloon.



Kuva 25. Jauhinsiilon anturien asettelu

Kuvassa 24 on esitettyä periaate jolla anturit asetellaan jauhinsiiloon. Kuvan tarkoituksena on kertoa minkä laiteposition laite kytketään mihinkin kohtaan siiloon. Siilon malli ei vastaa varsinaista siilotyyppiä, mutta kuvan tarkoitus on olla periaatteellinen.

5.7 Siirtojärjestelmä












Siirtojärjestelmä hankitaan kokonaisuudessaan Suomen Imurikeskus Oy:ltä, joten tässä dokumentissa oli määritelty ainoastaan laitteen toimittaja, tietyt erikoisvaatimukset sekä tieto siitä, että siirtojärjestelmään lisätään paineanturi joka mittaa putkiston painetta. Tämä anturi ei siis kuulu Imurikeskuksen toimittamaan kokonaisuuteen.

Lisäksi dokumentissa oli kirjattuna laitetoimittajan antamat tarkemmat asettelutiedot laitteistonsa osalta. Suodatin/annostelusäiliö tullaan asentamaan jauhinsiilon yläpintaan. Laitetoimittajan antamat pumpun vaihtoehtoiset sijoituspaikat olivat myös kirjattuna dokumentissa, sillä riippuen tilaajan toiveesta oli pumpulle mahdollisesti rakennettava tukirunko.

Työn tilaajan pyynnöstä siirtojärjestelmän sisältöä, laitteiston lopullista kokoonpanoa, tai Suomen Imurikeskus Oy:n yhteyshenkilöä ei käsitellä tarkemmin tässä raportissa. Varsinaisessa siirtojärjestelmädokumentissa oli kirjattuna Suomen Imurikeskus Oy:n yhteyshenkilön yhteystiedot.

5.8 Merkkivalot

Dokumentissa selitettiin vielä sanallisesti merkkivalojen toiminta järjestelmän osana. Esimerkkinä käytettiin varastosiilon merkkivalojen toimintaa. Lisäksi dokumentista löytyi kuva jossa esitettiin jokaisen merkkivalon osoite logiikassa (kuva 26).

Varastosiilo		Jauhinsiilo	
DO4.5	 95 %	DO5.3	 90 %
DO4.4	 75...95 %	DO5.2	 75...90 %
DO4.3	 50...75 %	DO5.1	 40...75 %
DO4.2	 25...50 %	DO5.0	 15...40 %
DO4.1	 5...25 %	DO4.7	 15 %
DO4.0	 5 %		

Kuva 26. Merkkivalojen osoitteet

Kuvan 26 avulla on tarkoitus helpottaa järjestelmän asennustöitä, kun voidaan suoraan katsoa, mikä merkkivalo kuuluu millekin ohjaukselle.

Merkkivalo dokumentista löytyi myös Excel-taulukko (taulukko 8) jossa oli listattuna kaikki järjestelmän merkkivalot ja niiden lukumäärät sekä tarkennukset niiden käyttötarkoituksista.

Taulukko 8. Esimerkki merkkivalotaulukosta

LAITELUETTELO						
RIVI	POSITIO	VALMISTAJA	TILAUSTIEDOT		MÄÄRÄ	HUOMI
1	MERKKIVALOT					
2		EI TIEDOSSA	MERKKIVALO PUNAINEN	VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	4	SILON TÄYTTÖ YLÄ- TAI ALARAJALLA
3		EI TIEDOSSA	MERKKIVALO KELTAINEN	VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	4	SILO TYHJENEMÄSSÄ/TÄYTTYMÄSSÄ
4		EI TIEDOSSA	MERKKIVALO VIHREÄ	VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	3	SILON TÄYTTÖ SOPIVA
5		EI TIEDOSSA	MERKKIVALO AUT	VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	JÄRJESTELMÄ AUTOMAATILLA
6		EI TIEDOSSA	MERKKIVALO P-100	VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	PUMPPU P-100 KÄYNNISSÄ
7		EI TIEDOSSA	MERKKIVALO R-101	VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	RUUVIKULJETIN R-101 KÄYNNISSÄ
8		EI TIEDOSSA	MERKKIVALO PH4L	VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	PUTKISTON PAINESSA HÄIRIÖ
9						
10	HÄLYTYSVALO					
11		EI TIEDOSSA	HÄLYTYSVALO PUNAINEN	VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	VARASTOSILON YLÄRAJA YLITTYNYT, LOPETA TÄYTTÖ

Taulukkoa ei täytetty täydellisesti, sillä lopullisten merkkivalojen valinta ei sisällynyt tilattuun työhön. Siitä saa kuitenkin hyvän mallin, jonka pohjalta tehdä lopulliset valinnat. Taulukkoa täydennetään keskusta suunniteltaessa.

5.9 I/O-luettelo

I/O-luettelo on yksi työn tärkeimpiä dokumentteja. Siitä ilmenee kaikki ohjelmoitavassa logiikassa käytössä olevat ja vapaat digitaalitulot ja -lähdöt kuten myös kaikki analogiatulot ja -lähdöt. Luetteloa täydennettiin ohjelman suunnitteluvaiheessa jatkuvasti jotta pysyttiin kartalla, siitä mitkä tulot ja lähdöt olivat vielä vapaana. Päällekkäisyydet nimeämisisä olisivat aiheuttaneet järjestelmän toimimattomuuden. Mahdollisten vikojen etsintä on huomattavasti nopeampaa, kun I/O-luetteloa pidetään ajan tasalla.

Taulukko 9. Esimerkki I/O-luettelosta

I/O-LUETTELO			
LINE	OSOITE	POSITIOTUNNUS	LISÄTIEDOT
1	D10.0	LS-105	VARASTOSILON TÄYTTÖ 5 %
2	D10.1	LS-125	VARASTOSILON TÄYTTÖ 15 %
3	D10.2	LS-150	VARASTOSILON TÄYTTÖ 50 %
4	D10.3	LS-175	VARASTOSILON TÄYTTÖ 75 %
5	D10.4	LS-195	VARASTOSILON TÄYTTÖ 95 %
6	D10.5	LS-215	JAUHINSILON TÄYTTÖ 15 %
7	D10.6	LS-240	JAUHINSILON TÄYTTÖ 40 %
8	D10.7	LS-275	JAUHINSILON TÄYTTÖ 75 %
9	D110	LS-290	JAUHINSILON TÄYTTÖ 90 %
10	D111	M/A-KYTKIN	JÄRJESTELMÄN TILAN VALINTAKYTKIN M=0 A=1
11	D112	P-100KAYT	PUM PUN P-100 ON/OFF-KYTKIN MANUAALITILASSA OFF=0 ON=1
12	D113	PE-102	PAINEKELLO

Taulukossa 9 on esitettyä esimerkki I/O-tilukosta. Esimerkissä on nähtävillä digitaalitulujen taulukkoa. Jokainen anturi ja kytkin on listattu taulukkuun ja niille on määrätetty osoite, jota käytettiin suunnitteluvaiheessa logiikkaohjelmassa. Lisätiedot kentässä on selitetty mitä kyseinen tulo- tai lähtöbitti sisältää.

I/O-luettelo on kokonaisuudessaan liitteenä raportin lopussa (Liite 6). Sitä täydennetään järjestelmään tehtäessä muutoksia, lisäyksiä, tai mikäli järjestelmä liitetään osaksi jo olemassa olevaa järjestelmää.

5.10 Logiikkaohjelma

Dokumenttikansioon tulostettiin logiikkaohjelma suoraan Siemensin ohjelmointityökalun tulostusmahdollisuuden avulla. Työn tilaajan pyynnöstä ohjelmaa ei kuitenkaan esitellä kokonaisuudessaan tässä raportissa.

Lisäksi logiikkaohjelma toimitettiin tilaajalle myös muistitikulla, jotta sen hyödyntäminen jatkossa, ilman uudelleenkirjoitusta, olisi helppoa. Ohjelma kirjoitettiin kuitenkin vanhemmalla ohjelmointityökalulla, jonka komponenttikirjastosta ei löytynyt tähän työhön valittua CPU tyyppiä, joten ohjelmoinnissa jouduttiin käyttämään vanhemman mallin CPUta. Dokumentointiin lisättiin tästä syystä huomautusmerkintä siitä, että järjestelmän käyttöönottovaiheessa, ennen ohjelman lataamista logiikkaan, on ohjelmoinnissa käytetyn CPU:n tyypiksi vaihdettava tyyppinumerolla 314-1AG14-0AB0 oleva CPU.

6 Loppusanat

Työn tilaaja vastaanotti työn dokumenttikansion kesällä 2010. Se käytiin yhdessä tilaajan kanssa läpi ja hyväksyttiin kokonaisuutena. Lisäksi tilaaja pyysi tekemään karkean kustannusarvion laitteistojen osalta, työn arvoa ei tarvinnut selvittää. Tilaajan pyynnöstä kustannusarviota ei kuitenkaan julkisteta tässä raportissa.

Työn aloittaminen oli haasteellista, sillä aluksi järjestelmään mietityt ja halutut ratkaisut olivat poikkeuksellisia, eikä niiden toimintavarmuudesta ollut tietoa. Lopulta pitkän suunnittelu- ja selvitystyön jälkeen päädyttiin muuttamaan laitteiston kokoonpanoa sekä laitetoimittajia. Päätös ottaa varsinainen siirtojärjestelmä kokonaisuutena yhdeltä toimittajalta oli selkein ja etenkin varmin vaihtoehto. Lopulliseen laitetoimittajaan päädyttiin aiempien onnistuneiden yhteistyökokemusten perusteella.

Suunnitteluvaiheessa yhteistyö järjestelmätoimittajan sujui mallikkaasti, siitä suuri kiitos heille.

Dokumentoinnissa annettiin tilaajan puolelta vapaat kädet. Sen selkeydestä ja muokattavuudesta annettiin kiitosta palautusvaiheessa. Jokainen taulukko toimitettiin tilaajalle muistitikulla myös sähköisessä Excel-muodossa, jotta niitä pystyttäisiin jatkossa hyödyntämään myös muissa Molok Oy:n projekteissa.

Lähdeluettelo

Molok Oy:n taloustiedot, kirjoittaja ei tiedossa

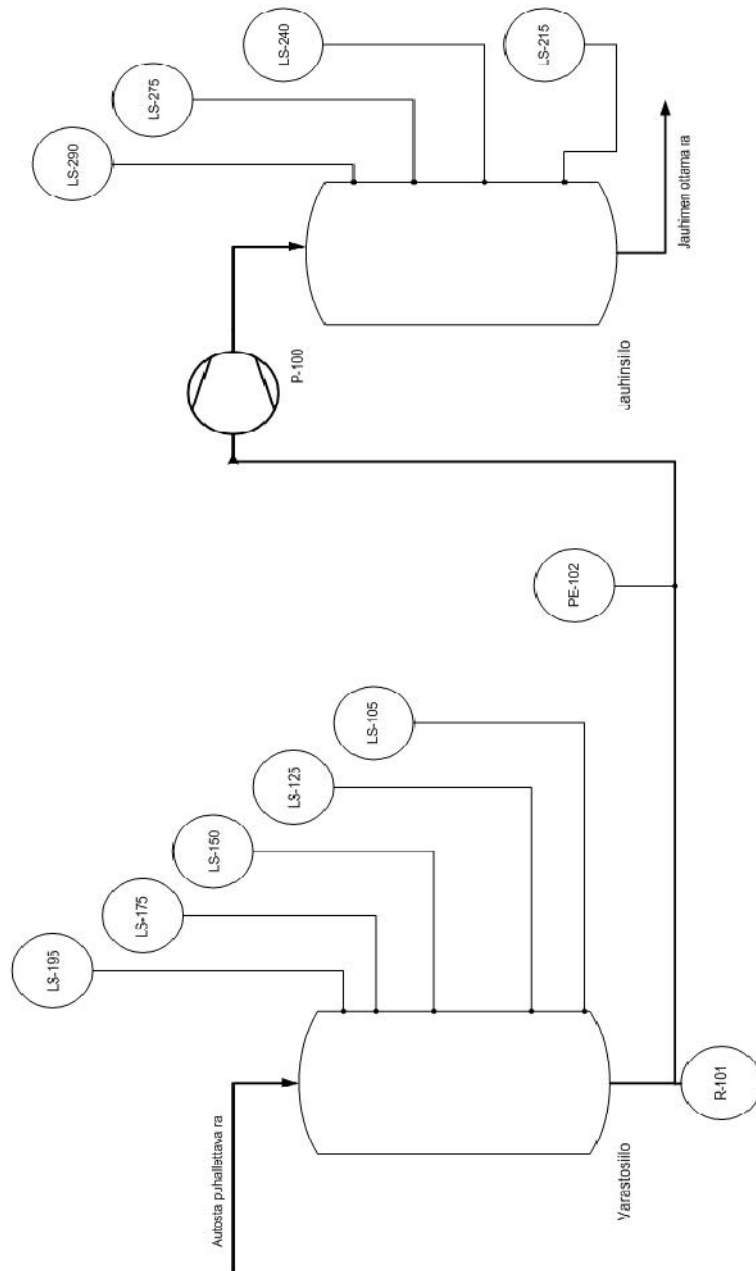
<http://www.finder.fi/J%C3%A4tehuolto/J%C3%A4tehuolto%20Molok%20Oy/VARPAISJ%C3%84RVI/taloustiedot/1210577/> Luettu 4/2010

Molok Oy:n yritystiedot, kirjoittaja ei tiedossa

<http://www.molok.com/uploaded/files/pdf/fin/MEsuomi.pdf> Luettu 04/2010

Liitteet

Liite 1: PI-kaavio



Liite 2: Laiteluettelo


LAITELUETTELO									
RNVI	POSITIO	VALMISTAJA	TILAUSTIEDOT				MÄÄRÄ	HUOMI	
1	OHJELMOITAVA LOG.						1	LOGIIKKA-KOKONAISUUS TÄYDELISENÄ	
2		SIEMENS	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S4/5						
3									
4	RA-SIIRTOAJA-RJEST.								
5		SUOMEN IMURIKESKUS OY	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S1/5				1	LAITTEISTOKOKONAISUudessaan	
6									
7	SILONPINTA-ANT.								
8		IFM	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S2/5				5	SILOEN Keskittä SOT	
9		UWT	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S3/5				4	SILOEN YLÄ- JA ALATASOT	
10									
11	SILOT								
12		SAMI	KTS. LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN S3/5				2	VARASTOSILO 10,4 m ³ JA JAUHINSILO 12,0 m ³	
13									
14	KYTKIMET								
15		EI TIEDOSSA	AVAIMELLINEN 2-ASENTOKYTKIN			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	JÄRJESTELMÄN M/A-KYTKIN	
16		EI TIEDOSSA	ON/OFF PAINONAPPI			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	M-TILASSA PUMPUN ON/OFF-KYTKIN	
17									
18	MERKIVALOT								
19		EI TIEDOSSA	MERKIVALO RUNAINEN			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	4	SILON TÄYTTÖ YLÄ-TALAJARAJALLA	
20		EI TIEDOSSA	MERKIVALOKELTAINEN			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	4	SILO TYHJENEMÄSSÄ TÄYTTYMÄSSÄ	
21		EI TIEDOSSA	MERKIVALO VÄHREÄ			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	3	SILON TÄYTTÖ SOPIVA	
22		EI TIEDOSSA	MERKIVALO AUT			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	JÄRJESTELMÄ AUTOMAATTILLA	
23		EI TIEDOSSA	MERKIVALO P-100			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	PUMPPU P-100 KÄYNNISSÄ	
24		EI TIEDOSSA	MERKIVALO R-101			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	RUUVIKULETTIN R-101 KÄYNNISSÄ	
25		EI TIEDOSSA	MERKIVALO PHAL			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	PUTKISTON PAINESSA HÄIRIÖ	
26									
27	HÄLYTYSVALO								
28		EI TIEDOSSA	HÄLYTYSVALO RUNAINEN			VALINTA KESKUSTA SUUNNITELTAESSA	1	VARASTOSILON YLÄRAJAA YLITYNNYT, LOPETA TÄYTTÖ	
29									
30									
		SUUNNITTELIJA	JMI	ASIAKAS		OSASTO		NIMI	
		MUUTOS A.P.V.M.		MOLOK OY		LAITTEISTO		LAITTELUETTELO	
		MUUTOS B.P.V.M.		NOSTURIKATU 16 PL 90,					
		MUUTOS C.P.V.M.		37011 NOKIA, SUOMI					




Liite 3: Laiteluettelo valmistajittain

LAITELUETTELO									
RVI	POSTIO	VALMISTAJA	TILAUSTIEDOT	MÄÄRÄ	HUOMI				
1	LS-125								
2	LS-150								
3	LS-175								
4	LS-240								
5	LS-275								
6									
7	PE-102	IFM		1	ELEKTRONINEN PAINANTURI/ANALOGISELLA NÄYTÖLLÄ				
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
		SUUNNITTELU	JMI		NIMI				
		MUUTOSA PVM.			LAITELUETTELO VALMISTAJITTAIN				
		MUUTOSB PVM.							
		MUUTOSC PVM.			SVU 2/5				
		A-SIAKAS		OSA-ISTO					
		MOLOK OY		KAPASITIIVISET PINNANKORKEUDET					
		NOSTURIKATU 16 PL90,		RAJA-ANTURIT					
		37101 NOVA, SUOMI							


Liite 4: varastosiilon laiteluettelo

LAI TELUETTELO					
RV/1	POSITIO	VALMISTAJA	TILAUSTIEDOT	MÄÄRÄ	HUOMI
1	VARASTOSIILO	SAMI	VILJASIILO, POHJAN HALKAINEN 5.5 m, 4 KERROSTA, TILA VUUS 104 m ³ RUUVIKULJETIN, HALK 100mm	1	KORKEUS 5.6 m, EI POHJAKARTIOTA
2				1	
3					
4	LS-105	UWT	RN3004EIVIEHINÄ	2	ROTONIVORN3004, ATEX (PÖLY), 24 VDC, 1 KERROS/MIN, MÄTERIAALINA ALUMIINI
5	LS-195				
6					
7	LS-125				
8	LS-150	IFM	KI5085	3	KAPASITIIVINEN ANTURI, METALLIKERRE, M30 x 15, DC PNP, PISTOKELIITÄNTÄ, TUNTOETÄSYY 8 mm [f] SÄÄDETTÄVISSÄ 2...12 mm OHJELM OINTIPAINIKKELLA
9	LS-175				
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
		SUUNNITTELIJA	JMI	OSASTO	NIMI
		MUUTOSA PVM.		VARASTOSIILO	LAI TELUETTELO PIREITÄIN
		MUUTOSB PVM.			
		MUUTOSC PVM.			
		ASIAKAS			
		M OLOK OY			
		NOSTURIKATU 16 PL 90,			
		37101 NOKIA, SUOMI			

Liite 5: Jauhinsiilon laiteluettelo

LAI TELUETTELO					
RIVI	POSITIO	VALMISTAJA	TILAUSTIEDOT	MÄÄRÄ	HUOMI
1	JAUHINSILO	SAMI	REFUSILO, TILAVUUS 2,0 m ³	1	KORKEUS 5,06 m, TILANTARVE 2 x 2 m
2					
3	LS-26	UWT	RN3004EW1EHNVA	2	ROTONIVO RN3004, ATEX (PÖLY), 24 VDC, 1 KIERROS/MIN, MATERIAALINA ALUMIINI
4	LS-290				
5					
6	LS-240	IFM	KI6085	2	KAPASITIIVINEN ANTURI, METALLIKIERRE, M30 x 15, DC PNP, PISTOKELUUTANTÄ, TUNTOETÄISYYS 8 mm (f) SÄÄDETTÄVISSÄ 2...12 mm CHELMOINTIPAINIKKELLA
7	LS-275				
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
		SUUNNITTELU	JMI	OSASTO	NIMI
		MUUTOS A PYM.	M OLOK OY	JAUHINSILO	LAI TELUETTELO PIREITÄIN
		MUUTOS B PYM.	NOSTURIKATU 16 PL 90,		
		MUUTOS C PYM.	37101 NOKIA, SUOMI		

Liite 6: I/O-luettelo

		I/O-LUETTELO					
LINE	OSOITE	POSITIOTUNNUS	LISÄTIEDOT				
1	DI0.0	LS-105	VARASTOSILON TÄYTTÖ 5%				
2	DI0.1	LS-125	VARASTOSILON TÄYTTÖ 5%				
3	DI0.2	LS-150	VARASTOSILON TÄYTTÖ 50%				
4	DI0.3	LS-175	VARASTOSILON TÄYTTÖ 75%				
5	DI0.4	LS-195	VARASTOSILON TÄYTTÖ 95%				
6	DI0.5	LS-215	JALHINSILON TÄYTTÖ 15%				
7	DI0.6	LS-240	JALHINSILON TÄYTTÖ 40%				
8	DI0.7	LS-275	JALHINSILON TÄYTTÖ 75%				
9	DI1.0	LS-290	JALHINSILON TÄYTTÖ 90%				
10	DI1.1	M/A-KYTKIN	JÄRJESTELMÄN TILAN VALINTA KYTKIN	M=0	A=1		
11	DI1.2	P-100KAYT	PUMPUIN P-100 ON/OFF-KYTKIN MANUAALITILASSA	OFF=0	ON=1		
12	DI1.3	PE-102	PAINEKELLO				
13	DI1.4		VAPAA				
14	DI1.5		VAPAA				
15	DI1.6		VAPAA				
16	DI1.7		VAPAA				
17	DI2.0		VAPAA				
18	DI2.1		VAPAA				
19	DI2.2		VAPAA				
20	DI2.3		VAPAA				
21	DI2.4		VAPAA				
22	DI2.5		VAPAA				
23	DI2.6		VAPAA				
24	DI2.7		VAPAA				
25	DI3.0		VAPAA				
26	DI3.1		VAPAA				
27	DI3.2		VAPAA				
28	DI3.3		VAPAA				
29	DI3.4		VAPAA				
30	DI3.5		VAPAA				
		SUJUN	ASIAKAS	OSASTO	NIMI		
		MUUTOSA PVM	MOLOKOY	RAAKA-AINEEN SIIRTOÄRJESTELMÄ	I/O-LUETTELO		
		MUUTOSB PVM	NOSTURIKATU 16 PL 90,				
		MUUTOSC PVM	37101NOKKA				SVU
							Y3

			I/O-LUETTELO		
LINE	OSOITE	POSTITOIUNNUS	LISÄTIEDOT		
1	D18.6		VAPAA		
2	D18.7		VAPAA		
3					
4	D04.0	VPUN1		SYTYTTÄÄ PUNAISEN VALON KUN VARASTOSILON TÄYTTÖ ALLE 5 %	
5	D04.1	VKEL1		SYTYTTÄÄ Keltaisen VALON KUN VARASTOSILON TÄYTTÖ VÄLILLÄ 5..25 %	
6	D04.2	VVIH1		SYTYTTÄÄ vihreän VALON KUN VARASTOSILON TÄYTTÖ VÄLILLÄ 25..50 %	
7	D04.3	VVIH2		SYTYTTÄÄ vihreän VALON KUN VARASTOSILON TÄYTTÖ VÄLILLÄ 50..75 %	PALAA YHTÄ AIKAA VYIHKÄNSSÄ
8	D04.4	VKEL2		SYTYTTÄÄ Keltaisen VALON KUN VARASTOSILON TÄYTTÖ VÄLILLÄ 75..95 %	
9	D04.5	VPUN2		SYTYTTÄÄ PUNAISEN VALON KUN VARASTOSILON TÄYTTÖ YLI 95 %	
10	D04.6	VHAL		SYTYTTÄÄ VARASTOSILON TÄYTTÖALUEELLA OLEVAN HÄLYTYSVALON	
11	D04.7	JPUN1		SYTYTTÄÄ PUNAISEN VALON KUN JAUHINSILON TÄYTTÖ ALLE 5 %	
12	D05.0	JKEL1		SYTYTTÄÄ Keltaisen VALON KUN JAUHINSILON TÄYTTÖ VÄLILLÄ 15..40 %	
13	D05.1	JVIH1		SYTYTTÄÄ vihreän VALON KUN JAUHINSILON TÄYTTÖ VÄLILLÄ 40..75 %	
14	D05.2	JKEL2		SYTYTTÄÄ Keltaisen VALON KUN JAUHINSILON TÄYTTÖ VÄLILLÄ 75..90 %	
15	D05.3	JPUN2		SYTYTTÄÄ PUNAISEN VALON KUN JAUHINSILON TÄYTTÖ YLI 90 %	
16	D05.4	P-100		PUM PUN OHAUS	
17	D05.5	AUT		MERKKIVALO ILM AISEE JÄRJESTELMÄN OLEVAN AUTOMAATILLA (EI PALA JÄRJ. OLLESSA M-TILASSA)	
18	D05.6	P-1000N		MERKKIVALO ILM AISEE PUM PUN P-100 OLEVAN KÄYNNISSÄ	
19	D05.7	JAUH		OHAUS JAUHIMEN PUM PULLE JAUHINSILON TÄYTTÖ ALLE 15 %	
20	D06.0	R-101		RUUVIKULJETTIMEN OHAUS	
21	D06.1	R-101ON		MERKKIVALO ILM AISEE RUUVIKULJETTIMEN R-101 OLEVAN KÄYNNISSÄ	
22	D06.2	PHAL		SYTYTTÄÄ HÄLYTYSVALON MIKÄLIPAINE PUTKISTOSSA KASVAA LIIAN SUUREKSI (TUKOS)	
23	D06.3			VAPAA	
24	D06.4			VAPAA	
25	D06.5			VAPAA	
26	D06.6			VAPAA	
27	D06.7			VAPAA	
28	D07.0			VAPAA	
29	D07.1			VAPAA	
30	D07.2			VAPAA	
SUUN.			JMI	A SIAKAS	OSAATO
MUUTOS A PVM				M OLOK OY	RAAKA-AINEEN SIIRTOJÄRJESTELMÄ
MUUTOS B PVM				NOSTURIKKA TU 16 PL 90,	
MUUTOS C PVM				37101 NOKKA	
				NIMI	I/O-LUETTELO
					SIVU



