

Larox-painesuodattimen ohjauslogiikan modernisointi

Joonas Rautiainen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Joonas Rautiainen	
Työn nimi Larox-painesuodattimen ohjauslogiikan modernisointi	
Päiväys 28.2.2012	Sivumäärä/Liitteet 46+11
Ohjaaja(t) lehtori Asko Tikanoja, yliopettaja Juhani Rouvali	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Yara Suomi Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli Larox-painesuodattimen ohjauskaapin vaihdon esisuunnittelu. Opinnäytetyö tehtiin Yara Suomi Oy:n fosforihappotehtaalle Siilinjärvelle. Larox-painesuodattimen Omron-logiikka alkaa olla vanhentunut, eikä siihen ole saatavilla enää uusia varaosia. Tämän vuoksi painesuodattimelle on tarkoitus vaihtaa ohjauskaappi ja logiikka. Tavoitteena oli selvittää ja suunnitella uuden ohjauskaapin kokoonpano sekä muiden järjestelmien muutokset. Lopuksi esisuunnitelman perusteella ohjauskaapin vaihdolle laskettiin kustannukset.</p> <p>Uuden ohjauskaapin kokoonpano selvitettiin yhdessä laitteen valmistajan Outotecin kanssa. Ohjauskaapin lisäksi muutoksia tehtiin moottorilähdöille, MetsoDNA-automaatiojärjestelmään ja logiikan ja MetsoDNA:n väliseen tiedonsiirtoyhteyteen. Tarvittavia parannuksia ja uudistuksia mietittäessä tutkittiin nykyisiä Larox-painesuodattimeen liittyviä dokumentteja, kuten sähkö- ja sovelluskuvia. Lisäksi tiedusteltiin mielipiteitä ja toiveita myös tehtaan henkilökunnalta ja ohjaamon operaattoreilta. Kustannusarvio tehtiin suunniteltujen muutosten aiheuttamista kustannuksista.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin ohjauskaapin vaihdon esisuunnitelma. Tämän mukaan voidaan alkaa tehdä toteutus suunnittelua. Kustannusarvion ja esisuunnitelman avulla voidaan miettiä ohjauskaapin vaihdon ajankohta ja tarvittavat investoinnit.</p>	
Avainsanat Larox, MetsoDNA, Damatic XD, logiikka	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Joonas Rautiainen			
Title of Thesis Preliminary Report on Electric and Automation Modifications to Larox Pressure Filter			
Date	28 February 2012	Pages/Appendices	46+11
Supervisor(s) Mr Asko Tikanoja, MSc, Mr Juhani Rouvali, Principal lecturer			
Client Organisation/Partners Yara Suomi Oy			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this final year project was to plan the change of a control cabinet of a Larox pressure filter. This final year project was commissioned by Yara Suomi Oy in Siilinjärvi. The reason for the change of the control cabinet is that the logic of the Larox pressure filter is old and spare parts are difficult to get. The aim was to plan and clarify the configuration of the new control cabinet and modifications on other systems. A cost estimate for the change of the control cabinet was also done.</p> <p>The configuration of the new control cabinet was clarified in collaboration with the manufacturer of the Larox pressure filter Outotec. Other modifications were made on motor starters, MetsoDNA-automation system and a data transfer connection between MetsoDNA and logic. Improvements and revisions were clarified by current Larox pressure filter related documents such as electrical and application blueprints. Also opinions of the staff in the factory and operators of the control room were listened to. Finally, a cost estimate was calculated on the changes of the control cabinet.</p> <p>The result of this final year project was a preliminary report on electric and automation modifications to the Larox pressure filter. It will be possible to execute the implementation plan with this preliminary report. Implementation date and investments can be determined with the help of the preliminary report and the cost estimate.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Larox, MetsoDNA, Damatic XD, logic</p>			

ESIPUHE

Opinnäytetyö tehtiin Yara Suomi Oy:n Siilinjärven fosforihappotehtaalle vuoden 2012 alkupuolella.

Kiitän Yara Suomi Oy:tä ja automaatioasiantuntija Veijo Heikkistä kiinnostavasta opinnäytetyöaiheesta. Tahdon kiittää myös opinnäytetyön ohjaajaa lehtori Askon Tiikanojaa ja Yaran henkilökuntaa opinnäytetyön ohjaamisesta ja saamistani neuvoista työn tekemisen aikana.

Kuopiossa 28.2.2012

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	YARA SUOMI OY.....	8
2.1	Siilinjärven tehtaat.....	8
2.2	Fosforihapon valmistusprosessi.....	9
3	LAROX-PAINESUODATIN.....	12
3.1	Rakenne ja toiminta.....	12
3.2	Larox-painesuodattimen ohjelmakuvaus.....	14
4	LAROX-PAINESUODATTIMEEN LIITTYVÄ AUTOMAATIO.....	17
4.1	Ohjelmoitavat logiikat.....	17
4.1.1	Ohjelmoitavan logiikan rakenne.....	17
4.1.2	Logiikan ohjelmointi.....	19
4.2	Damatic XDi-automaatiojärjestelmä.....	20
4.2.1	Järjestelmän rakenne.....	20
4.2.2	Asemat.....	22
4.2.3	I/O-kehikot ja I/O-yksiköt.....	24
4.3	MetsoDNA-automaatiojärjestelmä.....	25
5	LATTEISTON NYKYTILANNE.....	26
5.1	Modernisoinnin tarve.....	26
5.2	Ohjauskeskus.....	27
5.3	Moottorit.....	28
5.4	Venttiilit.....	29
5.5	Automaatiojärjestelmän ja logiikan välinen kommunikointi.....	29
6	ESISUUNNITELMA.....	31
6.1	Moottorilähdöt.....	31
6.1.1	I/O-liitännät.....	31
6.1.2	Moottoreiden hätäseis-piiri.....	32
6.1.3	Alustavat sähkölähdöt, kaapelointireitit ja turvakytkimien sijoitus.....	32
6.1.4	Kaapeleiden mitoitus ja kojeiden valinta.....	34
6.2	Uusi ohjauskeskus.....	35
6.2.1	Kaapelointi ja hätäseis-painikkeet.....	35
6.2.2	Logiikka.....	37
6.3	Profibus-liityntä MetsoDNA:han.....	37
6.4	MetsoDNA:han tehtävät muutokset.....	38
6.4.1	Sovellusmuutokset.....	38

6.4.2	Puristusvesiaseman pinnanmittaus	39
6.4.3	Lukitukset	40
6.4.4	Pesuohjelman sekvenssi	41
6.5	Aikataulut	42
7	KUSTANNUSARVIO	43
8	YHTEENVETO	45
	LÄHTEET	46

LIITTEET

- Liite 1 Larox-painesuodattimen moottoreiden ja venttiilien positiot
- Liite 2 Moottorilähtöjen kojevalinnat
- Liite 3 Layout-kuva logiikan liitynnöistä
- Liite 4 Logiikan ja MetsoDNA:n välisen kommunikoinnin signaalit
- Liite 5 Pesusekvenssin kuvaus
- Liite 6 Työ- ja tarvikkeiden kustannusten erittely

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Yara Suomi Oy:lle Siilinjärvelle. Siilinjärven tehtailla valmistetaan pääosin lannoitteita ja fosforihappoa. Opinnäytetyön aihe liittyy fosforihappotehtaalla käytössä olevaan Larox-painesuodattimeen, mitä käytetään fosforihapon valmistusprosessissa. Larox-painesuodattimella fosforihaposta suodatetaan kipsi.

Opinnäytetyön aihe on Larox-painesuodattimen ohjauskaapin ja logiikan vaihdon esisuunnittelu. Larox-painesuodattimen nykyinen logiikka alkaa olla vanhentunut ja varaosia ei ole enää saatavilla. Tämän vuoksi ohjauskaapin ja logiikan vaihto on ajankohtainen. Larox-painesuodatin on tärkeä osa fosforihapon valmistusprosessissa, joten ohjauskaapin ja logiikan vaihto on tarpeellinen.

Opinnäytetyössä mietitään ohjauskaapin ja logiikan vaihdon lisäksi muita Larox-painesuodattimeen tarvittavia muutoksia. Uuden ohjauskaapin kokoonpano suunnitellaan yhteistyössä Larox-painesuodattimen valmistajan kanssa. Tavoitteena on kehittää Larox-painesuodattimen ohjausjärjestelmiä. Muutosten perusteella projektille lasketaan kustannusarvio.

Työn tekemiseen käytetään paljon Larox-painesuodattimen liittyviä materiaaleja ja sähkökuvia. Työn aikana ollaan yhteydessä eri laitevalmistajien ja laitetoimittajien kanssa. Paljon selvitystyötä tehdään myös itse tehtaassa kaapelointien osalta.

2 YARA SUOMI OY

Yara on norjalainen kivennäislannoitteiden toimittaja, jolla on myyntiä yli 120 maahan. Yara on ainoa lannoiteyhtiö, joka toimii kaikkialla maailmassa; toimipaikkoja Yaralla on yli 50 maassa. Yaralla on Suomessa neljä tuotantolaitosta: Uudessakaupungissa, Harjavallassa, Kokkolassa ja Siilinjärvellä. Siilinjärvellä toimii myös Länsi-Euroopan ainoa fosfaattikaivos. Vihdissä sijaitsee Yaran Kotkaniemen tutkimusasema, jolla on tehty tutkimus- ja kehitystyötä vuodesta 1961. (Yara Suomi Oy Yrityksen kotisivut 2012.)

2.1 Siilinjärven tehtaat

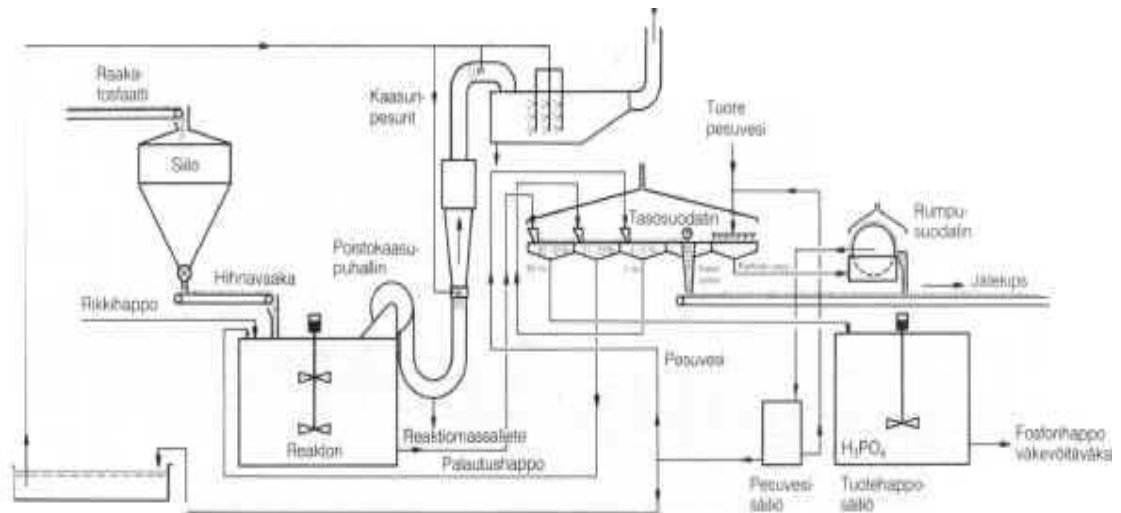
Siilinjärven tehtaiden päätuoteryhmät ovat lannoitteet ja fosforihapot. Lopputuotteina toimitetaan fosforihappoja (PREFO, FERTI, BIO ja PUFO), NPK-lannoitteita, ammoniumnitraattiliuoksia ja kuivattua fosfaattia. (Yara Suomi Oy Siilinjärven toimipaikan kotisivut 2011.)

Fosforihappoprosessissa pääraaka-aineina käytetään Siilinjärven kaivoksen apatiittimalmista valmistettua apatiittirikastetta ja väkevää rikkihappoa. Fosforihappotuotantoon tarvittavasta rikkihaposta osa valmistetaan Siilinjärven rikkihappo- ja energiatuotannossa ja loput ostetaan toimipaikan ulkopuolelta. Sivutuotteina fosforihapon valmistuksessa saadaan fluoripiihappoa H_2SiF_6 (alumiinifluoridin valmistuksen raaka-aine) ja dihydraattikipsiä. (Yara Suomi Oy Siilinjärven toimipaikan kotisivut 2011.)

Lannoitetehtaalla valmistetaan lannoitteita kotimaan tarpeisiin sekä vientiin. Lannoitteiden raaka-aineina käytetään Siilinjärven omaa apatiittia, biotiittia, fosforihappoa, rikkihappoa ja typpihappoa. Osa typpihaposta tuodaan Uudestakaupungista, sekä ammoniakki ja kalisuola pääasiassa Venäjältä. Lisäksi käytetään muita sivu- ja hivenravinteiden raaka-ainelähteitä. (Yara Suomi Oy Siilinjärven toimipaikan kotisivut 2011.)

2.2 Fosforihapon valmistusprosessi

Fosforihapon valmistuksessa on kolme pääosaa, jotka ovat reaktiovaihe, suodatus ja väkevöinti. Lisäksi tarvitaan jätekaasujen ja jättekipsin käsittelylaitteet. (Prosessitekniikka 2012.)



KUVA 1. Fosforihapon valmistusprosessi (Prosessitekniikka 2012)

Reaktori

Apatiitti, 93-prosenttinen rikkihappo ja prosessista saatava palautushappo johdetaan reaktoriin. Nopean ja mahdollisimman täydellisen reaktiotuloksen turvaamiseksi reaktorissa on tehokas sekoitus. (Prosessitekniikka 2012.)

Rikkihappo laimennetaan palautushapolla juuri ennen reaktoriin syöttöä. Syöttö tapahtuu sekoittajan juureen, jolloin saadaan aikaiseksi mahdollisimman nopea sekoittuminen reaktorilietteeseen. Palautushappo on laimeaa fosforihappoa, jota syntyy, kun jättekipsiä pestään suotimella. Pesuvesen ja palautettavan hapon määrillä säädelään reaktorihapon väkevyyttä ja lietteen kiintoainepitoisuutta. (Prosessitekniikka 2012.)

Menetelmä on ns. märkämenetelmä. Tällöin saadaan teknistä fosforihappoa, jonka P_2O_5 -pitoisuus on n. 28 % ja joka sisältää jonkin verran rikkihappoa ja jälkikiteytyvää kipsiä. Muodostuvan kipsin kidemuodolla, kidekoolla ja kidekoon tasaisuudella on prosessin onnistumisen kannalta ensiarvoinen merkitys. Kiteiden muodostumiseen vaikuttavat käytetty reaktiolämpötila, reaktioaika, fosforihapon väkevyyden reaktioseok-

sessä sekä rikkihapon ylimäärä. Reaktioseoksen lämpötila vaihtelee yleensä 75 ja 84 °C:n välillä. Keskimääräinen reaktioaika on yleensä 5 - 8 tuntia. Reaktio tosin tapahtuu lähes täydellisesti muutamassa minuutissa, mutta riittävän karkean kipsikiteytymän saavuttaminen vaatii suhteellisen pitkän reaktioajan. (Prosessitekniikka 2012.)

Suodatus

Reaktorista liete pumpataan tasasuotimelle. Fosforihapon ja kipsin erottamiseen toisistaan käytetään tasosuodatinta. Suodattimessa on tyhjölaitteet tarpeellisine pisanerottimineen. Suodattaminen on jaettu kolmeen jaksoon, joista ensimmäisen jakson suodos on tuotefosforihappoa, väkevyydeltään n. 28-prosenttista P_2O_5 :ta. Toisen vaiheen suodos on palautushappoa, väkevyydeltään n. 20 - 24-prosenttista P_2O_5 :ta. Kolmannen vaiheensuodos on väkevyydeltään 1,5 – 2-prosenttista pesuhappoa. Noin 28-prosenttista P_2O_5 :ta sisältävä fosforihappo käytetään väkevöitynä (50 % P_2O_5) lannoitteiden valmistukseen. (Prosessitekniikka 2012.)

Tasosuotimelle suotautuva kipsi pestään vastavirtaperiaatteella lämpimällä vedellä kolmannesta sektorista alkaen. Pesty kipsi poistetaan suotimelta kierukalla. Kierukan ja suotimen väliin jäävä n. 1/2 cm vahvuinen kipsikakku pestään suotimelta voimakaiden suuttimien avulla. Näin pesty kipsi, jonka kosteus on n. 25 - 30 %, johdetaan hihnakuuljettimia pitkin varastokasalle. Reaktorissa rikkihapon reagoiessa raakafosfaatin kanssa syntyy lämpöä, joka poistetaan alipainejäähdytyskierron avulla. (Prosessitekniikka 2012.)

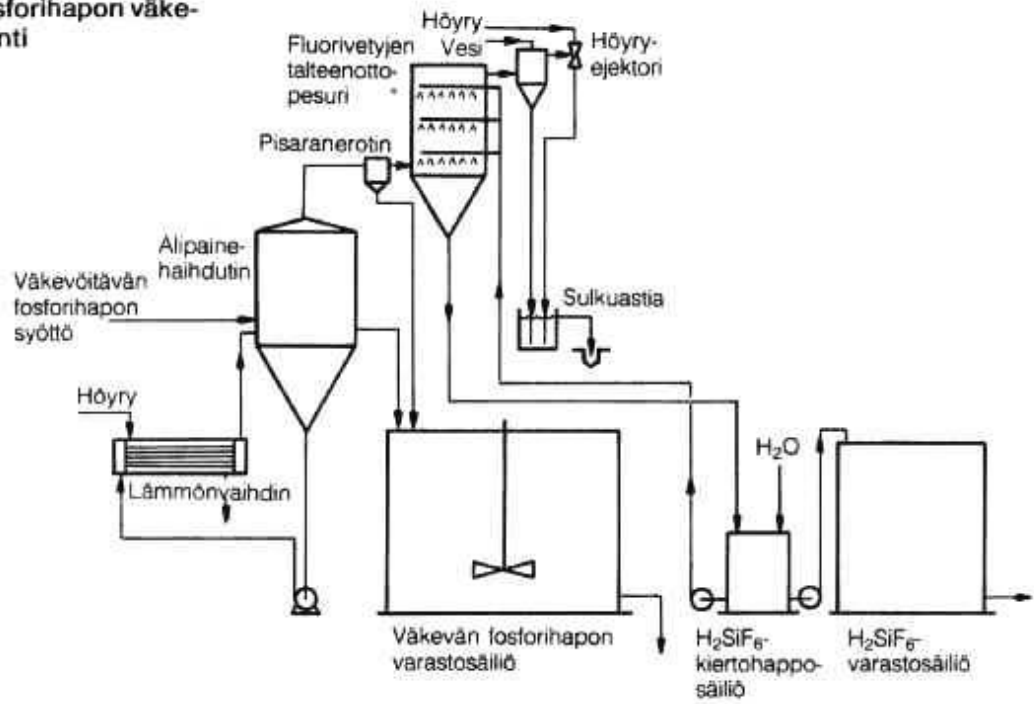
Poistokaasujen pesu

Raakafosfaatin sisältämän CaF_2 :n reagoiessa rikkihapon kanssa syntyvät fluoriyhdisteet pestään poistokaasupuhaltimen yhteyteen rakennetuissa pesureissa (Prosessitekniikka 2012.).

Väkevöinti

Laimean fosforihapon väkevöinti tapahtuu pakkokiertoalipainehaihduttimessa. Happo lämmitetään lämmönvaihtimessa, josta se pumpataan haihduttimeen. Alipainehaihduttimessa happo kiehuu ja samalla väkevöityy. Tuotehapon väkevyyttä säädetään laimean hapon syötöllä. Alipaine haihduttimeen saadaan tyhjöpumpun avulla. Väkevöinnissä fosforihaposta vapautuvat fluoripitoiset kaasut pestään kaasunpesurilla ja syntyvä piifluorivetyhappo H_2SiF_6 otetaan talteen. (Prosessitekniikka 2012.)

Fosforihapon väkevöinti



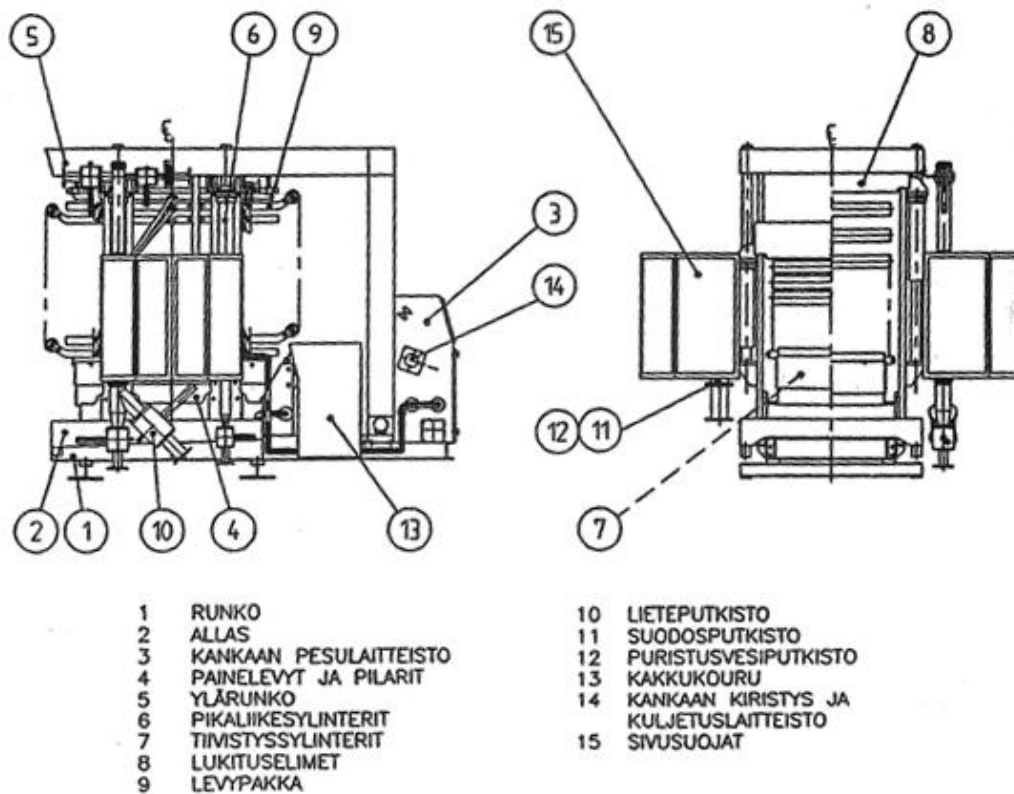
KUVA 2. Väkevöintiprosessi (Prosessiteknikka 2012)

3 LAROX-PAINESUODATIN

Larox-painesuodatin on fosforihappotehtaassa käytössä väkevän prefohapon suodattukseen. Painesuodattimella prefohaposta suodatetaan pois kipsi.

3.1 Rakenne ja toiminta

PF-suodattimen suodatinelementit (eli levyt) ovat vaakasuorassa asennossa kahden painelevyn välissä. Suodatuksen aikana levypakka on yhteen puristettuna ja kiintoainekakkuja poistaessa levypakka on avattuna. Levypakka avataan ja suljetaan hydraulisylinterillä. (Larox PF-suodatin 2002, 4.)



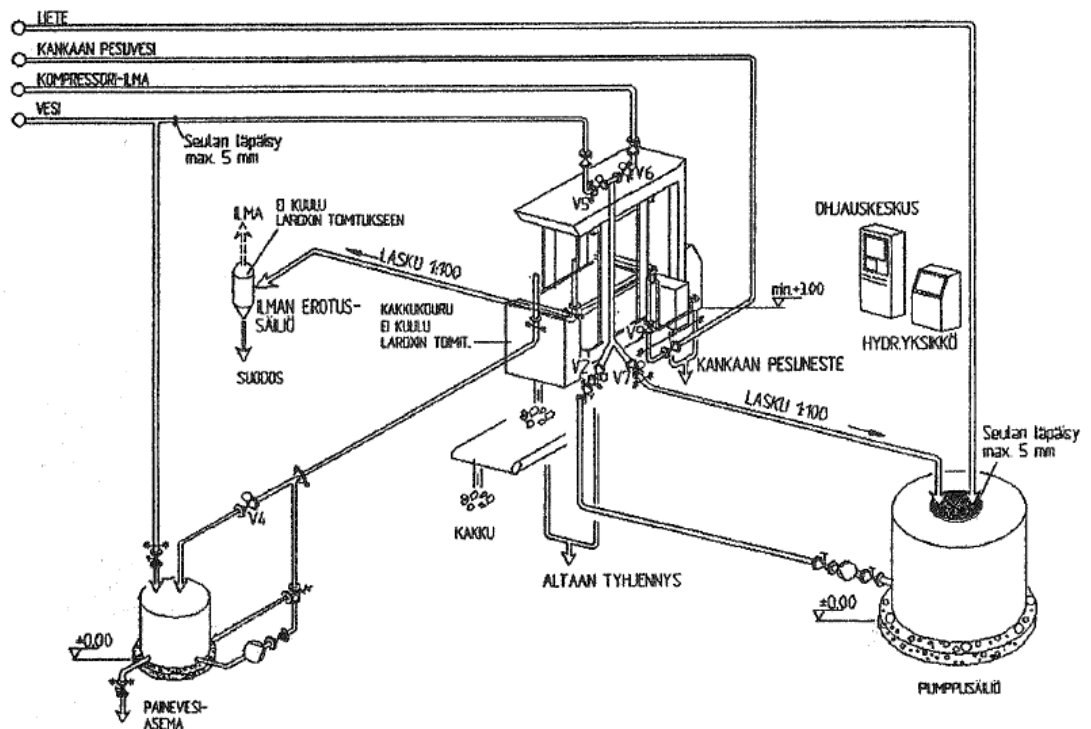
KUVA 3. Larox-painesuodattimen osat (Larox PF-suodatin 2002, 5)

Pääton suodatinkangas on pujotettu edestakaisin suodatinlevyjen väleihin, joten kiintoainekakku muodostuu vuorotellen kankaan eri puolille. Näin ollen suodos irrottaa kankaan läpi virratessaan siihen edellisessä suodatusvaiheessa jääneitä hiukkasia. Kangas kuljettaa liikkuessaan kiintoainekakut pois suodattimesta, ja samalla kangas-

ta pestään molemmin puolin vesisuihkulla. Kankaan kuljetuslaitteiden käyttömoottorina on hydraulimoottori, joka käyttää kankaan vetotelaa. Kiristyslaitteen avulla kankaan kireys pidetään vakiona kankaan liikkuessa. Kun levypakka on suljettu, kiristyslaite on pois kytkettynä. (Larox PF-suodatin 2002, 4.)

Liete syötetään suodatuskammioihin syöttöpuolen jakopotken kautta. Myös pesuliukoksen ja paineilman syöttö ohjataan saman jakopotken välityksellä. Jakopotki voidaan tyhjentää tyhjennysventtiilin kautta. Moniportaisella keskipakopumpulla kehitetty painevesi johdetaan kalvon yläpuolelle paineveden jakopotkea pitkin. Puristusvaiheen jälkeen vesi palautuu saman jakopotken kautta. (Larox PF-suodatin 2002, 4.)

Suodattimen toimintaa ohjataan automaattisesti keskuksella, jossa ovat ohjauskytkimet ja painikkeet, virtauskaavio LED-merkkivaloineen sekä ohjelmoitava logiikka ohjelmointilaitteineen. Automaattisesti ohjattujen venttiilien toimilaitteet ovat hydraulisia. (Larox PF-suodatin 2002, 4.)



KUVA 4. Larox-painesuodattimen virtauskaavio (Larox PF-suodatin 2002, 16)

3.2 Larox-painesuodattimen ohjelmakuvaus

Paineenpoisto

Turvallisuussyistä Larox-painesuodattimessa paineen poisto on valittu aloitusvaiheeksi. Tämän vaiheen aikana varmistetaan että levyt pakon sisällä ei ole painetta ennen sen avausta. Aluksi syöttöventtiilit ovat kiinni paineenpoistoajan, mikä on vaiheen pääaika. Tämän jälkeen jakoputken tyhjennysventtiili V07 avautuu toisen paineenpoistoajan ajaksi. (Larox PF-suodatin 2002, 62.)

Suodatus (lietteen syöttö)

Kun suodatinlevyt ovat suljettu ja tiivistetty, lietteen syöttöventtiili V02 avautuu ja lietepumppu M09 käynnistyy. Liete syötetään jakoputken kautta jokaiseen suodatinkammioon syöttöletkujen kautta. Lietteiden syötön aikana puristusveden poistoventtiili V04 pidetään auki, millä varmistetaan puristusvedelle vapaa poistuminen, jos sitä on jäänyt kalvoihin edellisen jakson aikana. Suodos kulkee kankaan läpi suodosaltauksen ja poistuu suodospuolen putken suodosletkujen kautta ja V08 venttiilin läpi ulos. Kakku muodostuu kankaalle. Kun suodosaika on kulunut loppuun, lietepumppu M09 pysäytetään ja lietteiden syöttöventtiili V02 suljetaan. (Larox PF-suodatin 2002, 62.)

Puristus

Puristusveden poistoventtiili V04 suljetaan ja puristusvesipumpun moottori M02 käynnistetään. Puristusvesi pumpataan puristusvesiputken ja letkujen läpi kumikalvojen yläpuolella olevaan tilaan. Kaikki jäljelle jäävä neste valmiin kakun yläpuolella olevasta suodatinkammioista pakotetaan kakun läpi ja se poistuu suodattimesta. Kun puristuspuheen painekeytkimelle S419 asetettu paine saavutetaan, alkaa puristusvaiheen aika kulua. Kun aika on kulunut loppuun, siirrytään jakoputken tyhjennysvaiheeseen. (Larox PF-suodatin 2002, 62.)

Jakoputken tyhjennys

Puristusvaiheen jälkeen ja ennen kakun ilma-kuivausta jakoputki tyhjenetään nesteestä. Lietteventtiili V02 avataan ja sen jälkeen ilma-kuivausventtiili V06. Kun aseteltu

aika on kulunut, suljetaan V06 ja sen jälkeen V02. Jakoputken tyhjennysventtiili V07 avataan. V07 suljetaan kun jakoputken tyhjennysaika on kulunut. (Larox PF-suodatin 2002, 62.)

Kakun ilmakeuivaus

Kakun lopullinen kuivaus suoritetaan paineilmalla. Ilma tulee jakoputken sisään kuivausilmaventtiiliin V06 kautta. Puristusveden poistoventtiili V04 avataan viiden sekunnin kuluttua V06:n avautumisen jälkeen, jotta puristusvesi pääsee poistumaan kun paineilma täyttää suodatinkammiot. Kakun läpi virtaava ilma vähentää sen kosteuspitoisuuden optimiin, tyhjentää suodoskammion ja nostaa puristuskalvot ylös. Kun ilmakeuivausaika on kulunut loppuun, ilmakeuivausventtiili V06 suljetaan. (Larox PF-suodatin 2002, 63.)

Levypakan avaus

Paineenpoiston jälkeen levypakka vapautetaan tiivistyksestä ajamalla tiivistyssylinterit alas. Tämän jälkeen pikaliikesylintereitä ajetaan alaspäin, jotta lukitustapit voidaan vapauttaa pilarien rei'istä. Lukitustapit vapautetaan jolloin ne siirtyvät liikkuvan puristuslevyn sisään. Kun lukitustapit on vapautettu, levypakka avataan ajamalla pikaliikesylintereitä ylöspäin, kunnes levypakka on täysin auki. Kankaan kiristys alkaa samanaikaisesti levypakan avauksen kanssa. (Larox PF-suodatin 2002, 63.)

Tyhjennys

Kun levypakka on täysin auki, kankaan kuljetusmoottori HM09 käynnistyy, kankaanpesuveden syöttöventtiili V09 avautuu ja paineenkorotuspumpun moottori M06 käynnistyy. Kankaalle muodostunut kakku poistetaan sitten kakkukouruihin suodatimen molemmista päistä. Ensimmäisen kankaan levytävyyden poiston jälkeen tyhjennysaika alkaa kulua ja kankaan nopeutta lisätään. Tyhjennysajan jälkeen siirrytään uudelleenkäynnistysvaiheeseen. (Larox PF-suodatin 2002, 63.)

Uudelleenkäynnistys

Kun tyhjennys on suoritettu ja clipper-sauma paikoitettu levypakan ulkopuolelle alhaisella kankaan nopeudella, kankaan kuljetusmoottori HM09 pysähtyy, paineenkorotuspumpun moottori M06 pysytetään ja kankaanpesuveden syöttöventtiili V09 sulje-

taan. Uudelleen käynnistysviiveen jälkeen kankaan kiristystelaa ajetaan ylöspäin, jotta kangas löystyy. (Larox PF-suodatin 2002, 63.)

Levypakan sulku

Kun uudelleenkäynnistys on suoritettu, suodatin alkaa sulkea levypakkaa. Ensimmäinen vaihe tapahtuu pikaliikesylintereillä. Kun levypakka on alhaalla, seuraa lukitustappien lukitus. Lopuksi levypakka tiivistetään ajamalla tiivistyssylintereitä ylöspäin, kunnes haluttu tiivistyspaine on saavutettu. Puristusveden tyhjennysventtiili V04 pidetään auki, millä varmistetaan puristusveden vapaa poistuminen, mikäli sitä on jäänyt puristuskalvoihin edelliseltä jaksolta. (Larox PF-suodatin 2002, 63.)

Pysäytys jakson lopussa

Kun uudelleenkäynnistys on suoritettu ja mikäli END-toiminta on valittu, suodatin jatkaa pysäytysjakson lopussa-toiminnolla. Ensin pikaliikesylintereitä ajetaan ylöspäin, millä varmistetaan, että levypakka on täysin auki. Tätä seuraa lukitustappien lukitus. Suodatin pysäytetään ja ohjelma siirtyy takaisin tyhjennys-vaiheeseen. (Larox PF-suodatin 2002, 64.)



KUVA 5. Yaran Larox-painesuodatin (Joonas Rautiainen 2011)

4 LAROX-PAINESUODATTIMEEN LIITTYVÄ AUTOMAATIO

Tässä luvussa on kerrottu yleistä asiaa Larox-painesuodattimeen liittyvistä automaatiojärjestelmistä. Larox-painesuodatinta ohjataan ohjelmoitavalla logiikalla, joten luvussa on yleistä asiaa logiikoiden rakenteesta ja ohjelmoinnista. Kappaleessa on myös kerrottu tehtaan Damatic XD -ja MetsoDNA-automaatiojärjestelmistä.

4.1 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitavat logiikat (PLC, Programmable Logic Controller) ovat yleisimpiä ohjauslaitteita. Logiikka ohjainlaitteena ottaa anturilta saamansa informaation vastaan ja reagoi saamansa tiedon perusteella ohjelman määräämällä tavalla. Reagointi ilmenee toimilaitteiden tarkoituksenmukaisena toimintana. Reagointitapa riippuu lähes yksinomaan ohjelmoijan tekemästä ohjelmasta ja reagointinopeus logiikan ominaisuuksista. Näin ollen logiikkaohjauksen mahdollisuudet riippuvat näistä kahdesta tekijästä. (Fonselius, ym. 1999, 102.)

Logiikoiden ja ohjelmointityökalujen kehityksen myötä logiikoiden käyttökohteet ovat lisääntyneet. Ohjelmoitavaa logiikkaa käytetään toistuvien työjaksojen, kuten kokoonpanolinjojen, pakkaus- ja lajittelukoneiden, automatisointiin aina yksittäisen koneen ohjauksesta tehtaan laajuisten järjestelmien hallintaan. Pienemmissä logiikoissa saattaa olla vain 10 tuloa ja lähtöä, kun taas suurlogiikoissa saattaa I/O-määrä nousta useisiin kymmeneen tuhansiin. Alun perin logiikka kehitettiin releohjauksen korvauksiksi, koska releohjaus ei ollut joustava tuotemuutosten yhteydessä. (Fonselius, ym. 1999, 102.)

4.1.1 Ohjelmoitavan logiikan rakenne

Logiikat jaetaan perinteisesti pieniin kompakteihin ja modulaarisiin logiikoihin. Peruslaite voi sisältää I/O:n lisäksi laskurituloja, analogiatuloja ja EIA-232-E (RS-232C) -liitännän (Fonselius, ym. 1999, 105.).

Modulaarinen logiikka rakentuu jännitelähdeyksiköstä, prosessoriyksiköstä ja sovelukseen vaadittavasta määrästä erilaisia I/O-yksiköitä. Yksiköt asennetaan korttikehikoihin ja takalevyihin. Prosessorikehikon lisäksi tarvittavia kehikoita kutsutaan laajennuskehikoiksi. Laajennuskehikot samoin kuin yksittäiset I/O-kortitkin liittyvät prosessoriin I/O-väylän avulla. (Fonselius, ym. 1999, 105.)

Teholähde (Power)

Teholähteen tehtävänä on syöttää logiikan keskusyksikön ja I/O-yksiköiden tarvitsema teho. Toisaalta lähde erottaa logiikan verkosta eli tekee niin sanotun galvaanisen erotuksen. Kenttälaitteiden liitäntäteho otetaan useimmiten erillisestä teholähteestä. (Fonselius, ym. 1999, 107.)

Keskusyksikkö (Central Processing Unit)

Perusrakenteeltaan logiikka on mikrotietokone. Keskusyksikkö koostuu prosessorista, muistista ja mahdollisista kommunikointiporteista. Yleisesti prosessori huolehtii käytjärjestelmästä ja sanaoperaatioista, logiikkavalmistajan oma ASIC-piiri huolehtii bittioperaatioista ja kommunikointiprosessori huolehtii CPU:n ulkopuolisesta kommunikoinnista. (Fonselius, ym. 1999, 107.)

Tulot (Inputs)

Diskreetillä tuloyksiköllä on neljä tehtävää: välittää on/ei-tietoa antureilta keskusyksikölle, toteuttaa galvaaninen erotus, sovittaa anturijännitteet logiikan jännitteeseen ja suojata logiikkaa häiriöiltä (Fonselius, ym. 1999, 107.).

Lähdöt (Outputs)

Lähtöyksikön tehtävänä on välittää tietoa toimilaitteille, toteuttaa galvaaninen erotus ja sovittaa jännitteet logiikan ja toimilaitteiden käyttöön sopivaksi. Galvaaninen erotus toteutetaan lähtöyksiköissä yleisemmin optoerottimen tai releen avulla. Lähtöyksikön kytkimenä voi toimia joko rele, transistori tai triakki. (Fonselius, ym. 1999, 108.)

Analogiset tulo- ja lähtöyksiköt

Analogisen signaalin vastaanottamiseen tarvitaan analogista tuloyksikköä. Analoginen tuloyksikkö suorittaa signaalille analogi- ja digitaalimuunnoksen. Se muuttaa esimerkiksi 0...10 V signaalin 16 bitin digitaalisanaksi. Vastaavasti analogiasignaaliin ohjaamiseen tarvitaan analogialähtöyksikkö eli D/A-muunnin. (Fonselius, ym. 1999, 110.)

Muisti (Memory)

Logiikan muisti jakautuu RAM (Random Access Memory) -muistiin ja PROM-muistiin. Logiikan muisti voidaan jakaa myös käyttötarkoituksen mukaan. Tällöin puhutaan logiikan I/O-avaruudesta. Logiikan I/O-avaruus jakautuu erilaisiin muistialueisiin, joiden käyttötarkoitus poikkeaa toisistaan. Muistialueita voivat olla esimerkiksi tulo tai lähtö, apumuisti, puskuroitu apumuisti, liikennöintimuisti, ajastin ja laskurimuisti, erikoisapumuisti ja datamuistialue. (Fonselius, ym. 1999, 110.)

4.1.2 Logiikan ohjelmointi

Logiikan ohjelmoinnin lähtökohtana on ohjauskohteen toiminnoista laadittu toiminta-kaavio tai sanallinen selitys halutusta toiminnasta. Ohjelman kirjoittamiseen on tarjolla monenlaisia ohjelmointilaitteita, joissa on käytettävissä erilaisia ohjelman esitystapoja. Yleisimmin käytettyjä ohjelmointitapoja ovat logiikkakaavio- (Function Block Diagram), relekaavio- (Ladder Diagram) ja sekvenssiohjausohjelmointi sekä käskylista (Instruction List) ja jokin korkean tason ohjelmointikieli (Structured List). (Fonselius, ym. 1999, 117.)

Ohjelman rakenne on modulaarinen, mikä tarkoittaa sitä, että ohjelma koostuu ohjelmayksiköistä. Ohjelmayksiköt organisoidaan tehtävien mukaan. Osa ohjelmayksiköistä suoritetaan joka ohjelmakerroksella, osa tietyin aikaväleillä ja joidenkin suoritus voidaan aktivoida tietyillä ehdoilla. (Fonselius, ym. 1999, 117.)

Ohjelmayksiköt koostuvat virtapiireistä, jotka on esitetty jollakin edellä mainitulla esitystavalla. Ohjelmassa voi olla ulkoisia (global) ja paikallisia (local) muuttujia. Ulkoiset

muuttujat ovat kaikkien ohjelmayksiköiden käytettävissä ja paikalliset muuttujat ainoastaan siinä ohjelmayksikössä, jossa ne on määritelty. (Fonselius, ym. 1999, 117.)

Relekaavio-ohjelmointi (Ladder Diagram, LD)

Relekaavio-ohjelmointi on logiikan perinteisin ohjelmointitapa. Relekaaviosta käytetään myös nimityksiä tikapuukaavio tai kosketinkaavio. Relekaavio-ohjelma koostuu joukosta virtapiirejä, jotka puolestaan rakentuvat JA- ja TAI-kytkentäisistä koskettimista. Näiden lisäksi ohjelmassa voidaan kutsua toimilohkoja (Function Block, FB), joita ovat mm. RS-piirit, ajastimet, laskurit, matemaattiset toimilohkot, datamuunnokset ja trigonometriset funktiot. (Fonselius, ym. 1999, 119.)

Logiikkakaavio-ohjelmointi (Funcion Block Diagram, FBD)

Logiikkakaavio perustuu standardissa IEC617 (IEC1082) määriteltyjen logiikkasymbolien käyttöön. Kaavion etuina on, että siinä voidaan loogiset toiminnot esittää tiivistysti ja havainnollisesti. (Fonselius, ym. 1999, 121.)

Sekvenssiohjausohjelmointi (Sequential Function Chart, SFC)

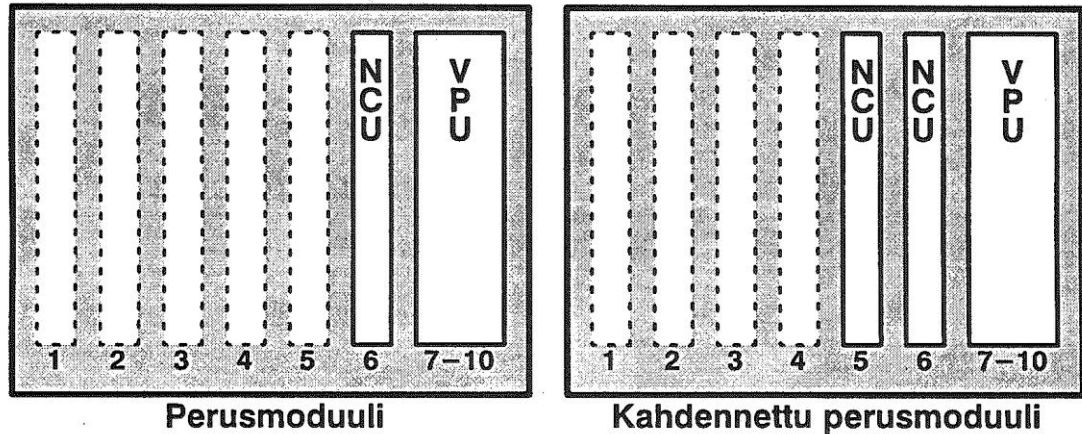
Sekvenssiohjaukset ovat askelohjauksien ohjelmointiin tarkoitettu ohjelmointikieli. Se koostuu askeleista ja siirtoehdoista. Askeleet kuvastavat toimintoja, jotka voivat tapahtua myös yhtä aikaa. Siirtoehto kuvastaa ehtoa, jonka tulee olla täyttynyt ennen seuraavaan askeleeseen siirtymistä. Sekvenssiohjausohjelman esitystapa noudattelee standardia SFS-IEC-848. (Fonselius, ym. 1999, 123.)

4.2 Damatic XDi-automaatiojärjestelmä

4.2.1 Järjestelmän rakenne

Damatic XD-automaatiojärjestelmä koostuu perusmoduuliin sijoitetusta 3E-kokoisista pistoyksiköistä (kuten keskusyksikkö (CPU), muistiyksikkö (DMU)). Perusmoduuli (BM) sisältää 3E-kehikon, VME-teholähteen (VPU) ja väyläliityntäyksikön (NCU). Kahdennettua perusmoduulia (RBM) käytetään kahdennetun järjestelmäväylän tapa-

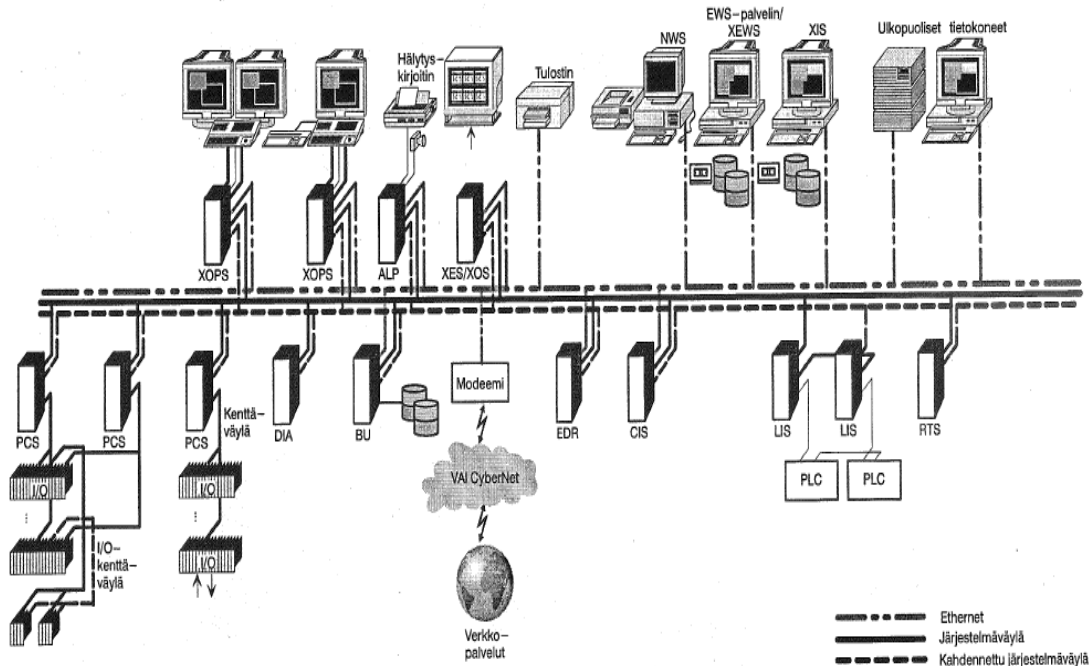
uksessa. Yhdessä perusmoduulissa on 5 tyhjää korttipaikkaa, joten siihen mahtuu useita asemia. Yhdessä kahdennetussa perusmoduulissa on neljä vapaata korttipaikkaa. (Valmet Automation 1997.)



KUVA 6. Perusmoduulin ja kahdennetun perusmoduulin korttikoonpano (Valmet Automation 1997)

Järjestelmäväylä on enintään 1,8 km pitkä koaksiaalikaapeli (väylän maksimipituus riippuu kaapelin tyypistä). Myös optinen kaapeli on mahdollinen. Järjestelmäväylään voidaan liittää enimmillään 50 perusmoduulia. Liikennöinti väylällä on nimipohjaista valtuudenvälitys (token-passing)-menetelmällä tapahtuvaa. Väylän liikennöintinopeus on 2 Mbit/s. Enintään neljä järjestelmäväylää voidaan liittää yhteen järjestelmään reitittäjän avulla. (Valmet Automation 1997.)

Prosessiasemat (PCS) kytkeytyvät I/O-liityntäkehikoihin kenttäväylän kautta. Yhtä prosessiasemaa kohden voi olla enintään 16 I/O-kehikkoa. Kenttäväylän maksimipituus on kaapelityypistä riippuen 400...4 km. Tiedonsiirtonopeus kenttäväylällä on 1 Mbit/s. Yhteen kahdentamattomaan I/O-liityntäkehikkoon voidaan kytkeä enintään 16 I/O-yksikköä. Prosessiliityntäyksiköt (PIC, Process Interface Controller) kytkeytyvät I/O-yksiköihin I/O-liityntäyksikköväylän kautta, jossa tiedonsiirtonopeus on 375 kbit/s. (Valmet Automation 1997.)



KUVA 7. Damatic XD-järjestelmän rakennekaavio (Valmet Automation 1997)

4.2.2 Asemat

Järjestelmäväylään voidaan kytkeä seuraavat asemat:

- **Operointiasema (OPS, XOPS, Operator station)**

Operointiasemat palvelevat prosessia ohjaavaa ihmistä. Niiden kautta operaattori saa tietoja prosessista ja voi antaa ohjauksia prosessiin. Operointiasema voidaan suunnitella myös X-ikkunointijärjestelmään sopivaksi (XOPS). (Valmet Automation 1997.)

- **Hälytysasema (ALP, Alarm Processor)**

Hälytysasemat keräävät tiedot prosessin tapahtumista ja välittävät ne valvomon operaattoreille. Pitkän ajan hälytystiedot voidaan tallettaa informaatiopalvelimen arkistoon. (Valmet Automation 1997.)

- **Prosessiasema (PCS, Process control Station)**

Prosessiasemien kautta Damatic XD-järjestelmä kytkeytyy ohjattavaan prosessiin. Perustoimintojen ja niiden liittyvien I/O-liityntöjen lisäksi prosessiase-
ma kykenee myös huolehtimaan ryhmälähdöistä, sekvensseistä, resepteistä,
historiatietojen keruusta trendinäyttöjä varten sekä monimutkaisista laskutoi-
mituksista, joita tarvitaan ylemmän tason ohjaustehtäviin. (Valmet Automation
1997.)

- **Varmennusasema (BU, Backup Station)**

Kaikki konfiguraation muutokset ladataan järjestelmän eri asemille online-
latauksella järjestelmäväylään liitetyn varmennusaseman kautta. Varmen-
nusaseman levymuisti sisältää jokaisen väylään liitetyn aseman konfiguraati-
on. Vikatilanteessa automaattinen varmennustoiminto lataa konfiguraation au-
tomaattisesti uudelleen. (Valmet Automation 1997.)

- **Diagnostiikka-asema (DIA, Diagnostic Station)**

Vianetsintää ja järjestelmähuoltoa varten järjestelmässä on diagnostiikka-
asema. Asemaan voidaan liittää debuggeripäätte ja kirjoitin. Diagnostiikan li-
säksi debuggeria voidaan käyttää sovellusten testaukseen. (Valmet Automati-
on 1997.)

- **Liityntäasemat:**

- prosessitietokoneelle (GTW:CIS)
- ohjelmoitavalle logiikalle (GTW:LIS)
- Damatic-järjestelmälle (GTW:DIS)
- QXD-9000-järjestelmälle (GTW:SIS)

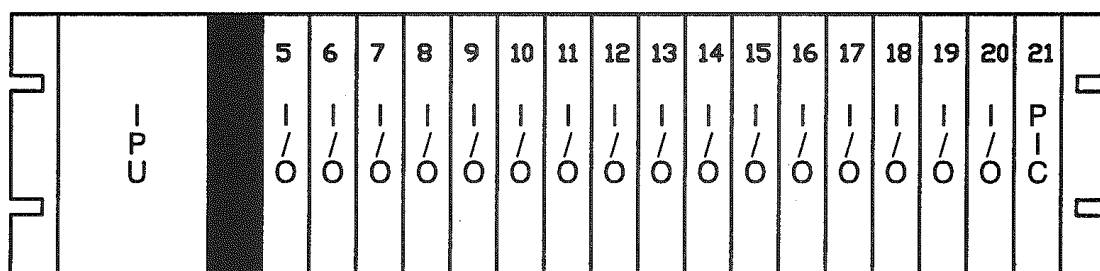
Liityntäasemien välityksellä järjestelmään voidaan liittää prosessitietoko-
neita, ohjelmoitavia logiikoita, Damatic-järjestelmiä tai QXD-9000-
järjestelmiä. (Valmet Automation 1997.)

- **Reititiasema (RTS, Router Station)**

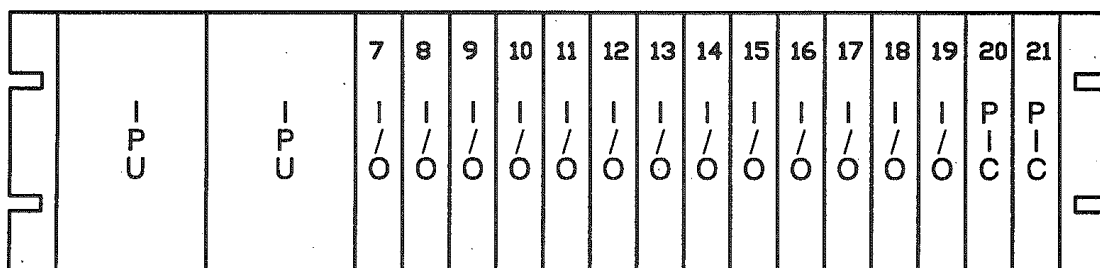
Reititiaseman avulla voidaan liittää enintään neljä järjestelmäväylää yhteen.
Tiedonsiirron reititys tapahtuu automaattisesti. (Valmet Automation 1997.)

4.2.3 I/O-kehikot ja I/O-yksiköt

Varsinaisen liittynän järjestelmän ja ohjattavan prosessin välillä muodostaa I/O-yksiköt. I/O-kehikko (kuva 8) liittyy prosessiin I/O-yksiköiden kautta ja prosessiasemaan prosessiliittynänohjaimen (PIC) välityksellä. Yhteen kahdentamattomaan I/O-kehikkoon mahtuu 16 I/O-yksikköä. (Valmet Automation 1997.)



Kahdentamaton I/O-kehikko



Kahdennettu I/O-kehikko

KUVA 8. I/O-kehikon kokoonpano (Valmet Automation 1997)

I/O-kehikko koostuu seuraavista yksiköistä:

IPU (I/O Power Unit)

Liityntäkehikon tehollähteelle tuodaan 28...33 VDC:n jännite kaapin alaosassa olevalta tehonsyöttöyksiköltä (FPU tai FPUS) (Valmet Automation 1997.).

PIC (Process Interface Controller)

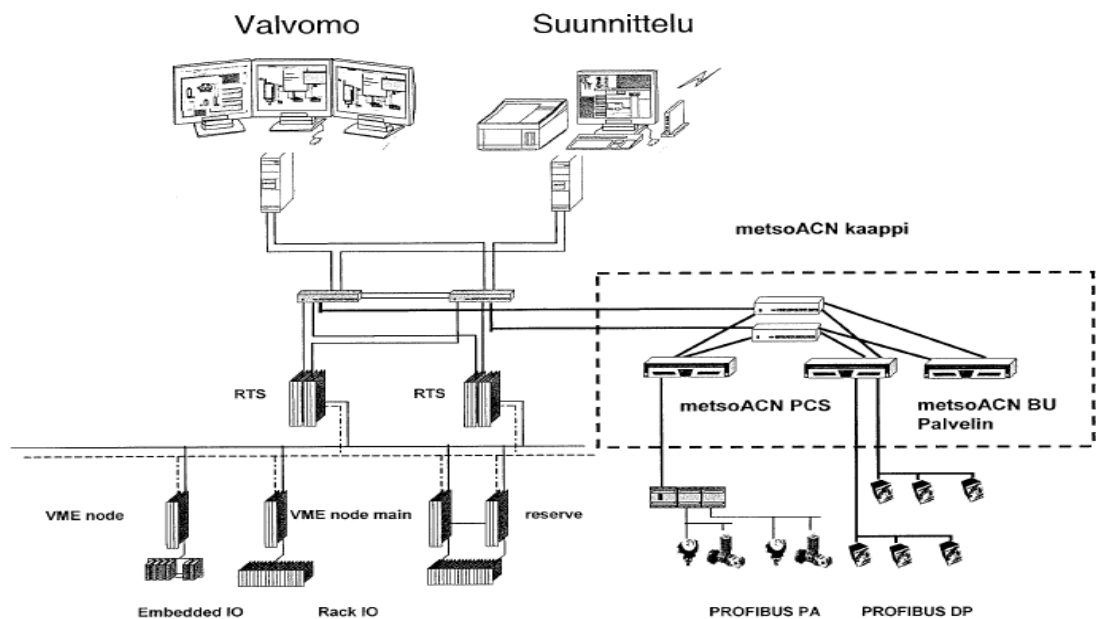
Prosessiliittynäohjaimella yhdistetään prosessiaseman FBC-yksikkö prosessiliittynäyksiköihin. PIC ei itse käsittele tietoa, vaan välittää sen kenttäväylää pitkin prosessiaseman kenttäväyläohjaimelle (FBC) ja päinvastoin FBC:ltä I/O-yksiköille. (Valmet Automation 1997.)

I/O-yksiköt eli prosessiliityntäyksiköt liittävät järjestelmän prosessiin. Yksiköt on kytetty prosessiliityntäohjaimiin liityntäyksikköväylän kautta. Kaikki tieto Damatic XD:stä prosessiin ja päinvastoin kulkee väylää pitkin. (Valmet Automation 1997.)

4.3 MetsoDNA-automaatiojärjestelmä

MetsoDNA on Damatic XD:stä kehitetty uudempi automaatiojärjestelmä, jonka pääperiaate on samanlainen kuin Damatic XD:n. Yaran Siilinjärven fosforihappotehtaalla on käytössä molempia järjestelmiä, jotka toimivat samassa järjestelmäväylässä.

Suurin ero rakenteessa Damatic XD:n ja MetsoDNA:n välillä on asemissa. Damatic XD:n asemat on rakennettu perusmoduuleilla, kun taas MetsoDNA:n asemat ovat metsoACN-solmuja. Kuvassa 9 on kuvattuna MetsoDNA-verkko, jossa on myös Damatic XD:n VME-solmuja.



KUVA 9. MetsoDNA-verkko, jossa myös Damatic XD:n solmuja (Metso Automation Oy 2006)

5 LATTEISTON NYKYTILANNE

Nykyinen Larox-painesuodattimen ohjaus on toteutettu Omron C200H -logiikalla, joka sijaitsee ohjauskeskuksessa. Logiikasta on Modbus-väyläliityntä MetsoDNA-automaatiojärjestelmään, jonka kautta ohjaamosta voidaan muuttaa Larox-painesuodattimen parametreja, seurata painesuodattimen sekvenssin vaiheita ja saada hälytyksiä ohjaamoon.

Venttiilien ja moottorien ohjaukset on toteutettu ohjauskeskuksen ja logiikan välityksellä sekä väyläliitynnän avulla MetsoDNA:lla.

5.1 Modernisoinnin tarve

Larox-painesuodattimen modernisoinnin tarpeen aiheuttaa pääosin Omronin logiikka. Logiikka on vanhentunut ja siihen ei ole saatavilla enää varaosia. Mahdollinen viikaantuminen aiheuttaisi tappioita yritykselle, koska suodatin on tärkeä osa väkevän prefohapon valmistusta.

Modernisoinnin yhteydessä voidaan kehittää ja nykyaikaistaa myös painesuodattimen automaatiota ja sähköistystä. Osa venttiilien ja moottorien ohjauksista on tehty logiikan ja MetsoDNA-automaatiojärjestelmän kautta, joten ohjauksia voidaan yhtenäistää ja selkeyttää modernisoinnin yhteydessä. Osa moottorilähdöistä on toteutettu ohjauskeskuksen kautta ja niiden suojaus ei ole nykyaikainen, koska moottoreilta puuttuvat omat etusulakkeet.

MetsoDNA:n ja painesuodattimen logiikan välistä kommunikointia voidaan parantaa nykyaikaisella väyläliitynnällä. Tästä on hyötyä valvomohenkilökunnalle ja parannuksilla voidaan saada aikaan taloudellisia ja tuotannollisia hyötyjä. Varsinkin pesuohjelman kehittämällä voidaan parantaa painesuodattimen suorituskykyä. Nykyisin pesuohjelman käyttö on ollut vähäistä tai se on ollut lähes käyttämätön. Pesuohjelman käytöstä on hyötyä painesuodattimen huoltohenkilökunnalle, koska painesuodatimeen jäänyt syövyttävä fosforihappo saadaan pestyä pois ennen huoltotoimenpiteitä.

5.2 Ohjauskeskus

Ohjauskeskuksen sähkönsyöttö on toteutettu kolmivaiheisena moottorilähtöjen vuoksi. Ohjauskeskuksessa on ohjausjännitemuuntaja, josta on otettu syötöt logiikalle ja tasajännitemuuntajalle. Tasajännitemuuntajalla sähkönsyöttö on järjestetty apureille ja instrumentoinnille. Paikalliskytkimet ovat ohjauskeskuksen kannessa.

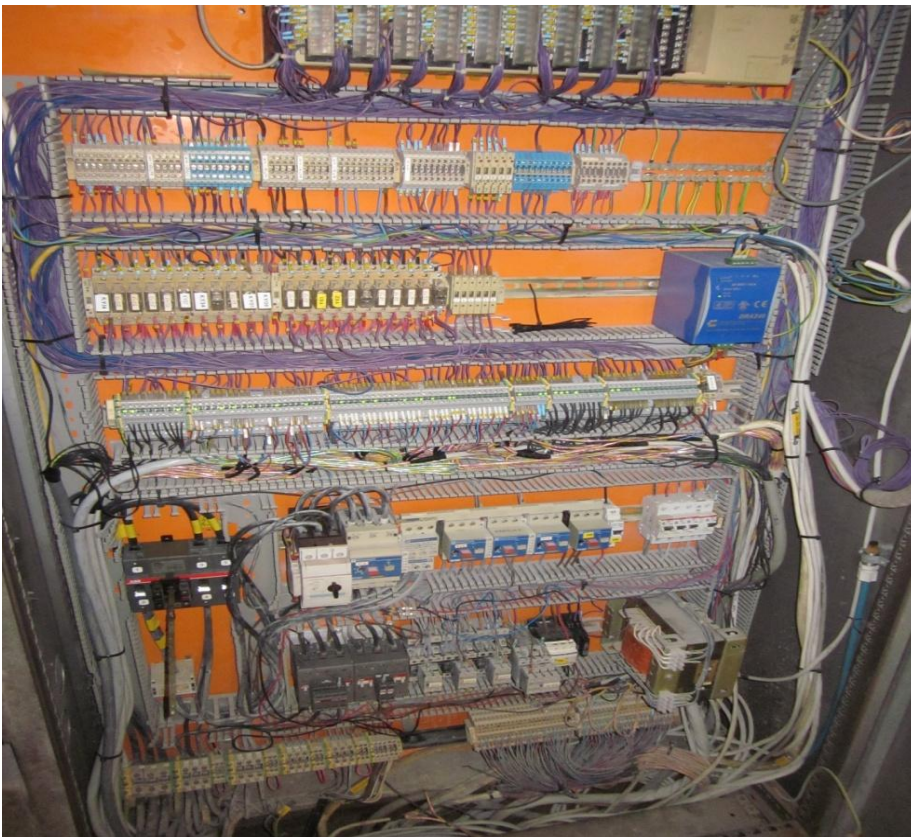


KUVA 10. Larox-painesuodattimen ohjauskeskus (Joonas Rautiainen 2011)

Myös logiikka sijaitsee ohjauskeskuksessa. Logiikka on malliltaan Omron C200H ja siihen on lisätty laajennusyksikkö. I/O-yksiköitä logiikassa on 12 kappaletta joista kaksi on analogiayksikköä. Logiikasta on Modbus-liitäntä tehtaan automaatiojärjestelmään sekä RS-232-liitäntä AGP2500-paikalliskäyttöpaneeliin.

5.3 Moottorit

Larox-painesuodattimen moottorilähdöt sijaitsevat tehtaan sähkökeskuksissa sekä painesuodattimen ohjauskeskuksessa. Ohjauskeskuksessa sijaitsevien moottorien suojaus on toteutettu vain moottorisuojakytkimillä (kuvassa 11 alareunassa), joten suojaus ei ole selektiivinen, koska moottorikaapeleilta puuttuvat omat oikosululta suojaavat sulakkeet. Oikosulku moottorissa tai moottorikaapelissa voi aiheuttaa koko ohjauskeskuksen sähköttömyyden.



KUVA 11. Ohjauskeskuksen komponentit ja riviliittimet (Joonas Rautiainen 2011)

Ohjaukset tapahtuvat suoraan logiikan kautta, jos moottorin käynnistin on sijoitettu ohjauskeskukseen. Tehtaan sähkökeskuksissa olevien moottorien käynnistys tapahtuu MetsoDNA:n ja kenttäväylän kautta logiikan pyynnöstä. Moottorien ohjauksien siirto sähkökeskuksiin selkeyttää ohjauksia, mistä voi olla apua esimerkiksi vian etsinnässä. MetsoDNA:n kautta voidaan seurata moottoreiden tilaa ja moottoreilta saada erilaisia mittaustietoja.

5.4 Venttiilit

Larox-painesuodattimen venttiilit toimivat hydraulikalla ja niitä ohjataan logiikan kautta. Ainoastaan paineilmatoimisia pesuventtiileitä FS1500-HSV ja FS1501-HSV ohjataan MetsoDNA:n kautta. Nämä venttiilit ovat käytössä vain pesuohjelmassa.

Venttiilien auki- ja kiinnitiedot MetsoDNA:han ei saada kuin suodosventtiililtä (V01), pesusuodoksen poistovenktiililtä (V08) ja pesuventtiileiltä FS1500-HSV ja FS1501-HSV.

5.5 Automaatiojärjestelmän ja logiikan välinen kommunikointi

Omron C200H logiikan ja MetsoDNA-automaatiojärjestelmän välillä on Modbus-väyläliityntä, joka on rakennettu Jamak-parikaapelilla ja ISMO-A-muuntimien avulla. Väylän kautta Larox-painesuodatin voidaan käynnistää ja pysäyttää, sekä antaa suodattimelle käyntilupa, kun tietyt ehdot ovat voimassa. Esimerkiksi lietteen syöttöpumpun (FS189), kipsinpesupumpun (FS156) ja kankaan pesupumpun (FS157) on oltava automaattilla, sekä sakkakuljetin ja tuotepumppu on oltava käynnissä, että käyntiluvan voi ohjaamosta antaa.

Ohjaamosta valitaan ajetaanko painesuodatinta täyttöajan vai täyttömäärän mukaan. Larox-painesuodattimen parametreja, kuten esim. suodatusaikaa, puristusaikea ja kankaanpesuaikaa voidaan muuttaa kenttäväylän kautta ohjaamosta. Samalla voidaan ohjaamosta seurata painesuodattimen sekvenssin edistymistä ja ohjaamoon saadaan tieto painesuotimen hälyttäessä.

Väylän kautta ohjataan moottoreita, joiden käynnistimet ovat sijoitettu sähkökeskukseen. Moottoreille logiikka antaa käynnistystiedon väylän kautta ja käyntitieto logiikalle saadaan myös väylän kautta. Ohjauskeskuksessa olevien moottorilähtöjen tilatiedoista vain puristusvesiaseman moottorin käyntitieto saadaan MetsoDNA:lle. Venttiilien rajatiedoista MetsoDNA:han saadaan suodosventtiililtä (V01), pesusuodoksen poistovenktiililtä (V08) ja pesuventtiileiltä FS1500-HSV ja FS1501-HSV.

MetsoDNA:lle saadaan tietoja painesuodattimen paineista. Näitä ovat jakosuodattimen, hydraulikkajärjestelmän, paineilman, puristusveden ja kankaan pesupaine. Ohjaamoon saadaan myös erilaisia hälytyksiä, kuten painesuodattimen tukkeutuminen, öljynsuodattimen tukkeutuminen ja hälytys kun painesuodatin pysähtyy hälytyksen seurauksena. Suodattimesta hälytystiedot saadaan yleishälytyksenä.

6 ESISUUNNITELMA

6.1 Moottorilähdöt

Larox-painesuodattimen ohjauskeskuksessa sijaitsevat moottorikäynnistimet ja öljyn lämmitin siirretään fosforihappotehtaan sähkökeskukseen. Moottorien käynnistys ja pysäytys suoritetaan MetsoDNA-automaatiojärjestelmän kautta logiikan pyynnöstä. Osa Larox-painesuodattimen moottoreista on jo FC04-sähkökeskuksessa, mutta ohjauskeskuksessa sijaitsevat moottorit siirretään F06-sähkökeskukseen lyhyemmän kaapelointimatkan takia. FC04:ssa olevat moottorit voitaisiin siirtää myös F06:een, mutta siirrosta saatava hyöty ei ole suuri kustannuksiin nähden.

6.1.1 I/O-liitännät

Jokaiselle moottorille tarvitaan I/O-liitännäinä käyntitieto, ohjaus, sähkövian indikointi ja virtamittaus sekä kankaan keskityksen moottorille suunnanvaihtoa varten yksi ohjaus lisää. Suunnanvaihtoa varten tarvitaan myös kaksi käyntitietoa kankaan keskityksen moottorin molemmille suunnille. I/O-tietojen siirtämiseen käytetään apureleitä. I/O-pisteet määrä on taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Moottorilähtöjen I/O-pisteet

		DO	DI		AI
		Ohjaus	Käyntitieto	Sähkövika	Virtamittaus
M01	Hydrauliikkayksikön moottori	1	1	1	1
M02	Puristusvesiaseman moottori	1	1	1	1
M07	Kankaan keskityksen moottori	2	2	1	1
M09	Öljyn suodattimen kier.pump.	1	1	1	1
R04	Öljynlämmitin	1	1	1	-
Yhteensä		6	6	5	4

I/O-tiedot siirretään MetsoDNA-automaatiojärjestelmälle väkevointi 1 ja 2:sen sähkökeskuksessa olevan ristikytöntäkaapin kautta. FRK 21-istikytöntäkaapista vedetään uusi Jamak 24x(2+1)x0,5 -runkokaapeli (arviopituus 78 m) ristikytöntähuoneeseen FRK

3.8 -kaappiin XC11-liittimelle. FRK 3.9 -kaapissa on PIC2 I/O-räkissä vapaana yksi kappale BOU8 -kortti (korttipaikka 13), kaksi kappaletta BIU84 -korttia (korttipaikat 14 ja 15) ja AOU8 -kortti (korttipaikka 8). Näin ollen uusia I/O-kortteja ei tarvita.

6.1.2 Moottoreiden hätäseis-piiri

Moottoreiden ohjauspiirit tuodaan turvareleiden kautta. Larox-painesuodattimen hätäseis-painikkeet tuodaan ohjauskeskuksesta Nomak 8x2x0,5+0,5 -kaapelilla turvareleille sekä logiikalta yksi kosketintieto (avautuva kosketin). Turvareleitä tarvitaan kolme kappaletta, joten jokaiseen turvareleeseen jää yksi avautuva kosketin varalle. Turvareleet sijoitetaan F06-kennojen 22 tai 23 tyhjään lähtöön. Turvareleiden jännitteen syötöt tuodaan yhden turvareleen sulkeutuvan koskettimen kautta. Hätäseis-painikkeen painaminen pysäyttää näin ollen kaikki moottorit. Turvareleinä käytetään ABB RT6-turvareleitä. Turvareleiltä tuodaan tilatieto FRK 21 -ristikytöntäkaapin kautta MetsoDNA:lle, joka indikoi hätäseis-painikkeiden painamista. Tätä tietoa voidaan käyttää myös moottoreilla lukituksena MetsoDNA:ssa.

Nykyisellään 2. kerroksen sähkökeskuksessa sijaitsevien Larox-painesuodattimen moottoreiden (FS156, FS157, FS158 ja FS189) ohjauspiirit voitaisiin viedä turvareleiden kautta vastaavasti kuin ohjauskaapin vaihdon yhteydessä siirrettävien moottorien ohjauspiirit viedään. Larox-painesuodattimen hätäseis-painikkeilta tuotaisiin oma kaapeli turvareleille ja turvareleet sijoitettaisiin vapaaseen lähtöön.

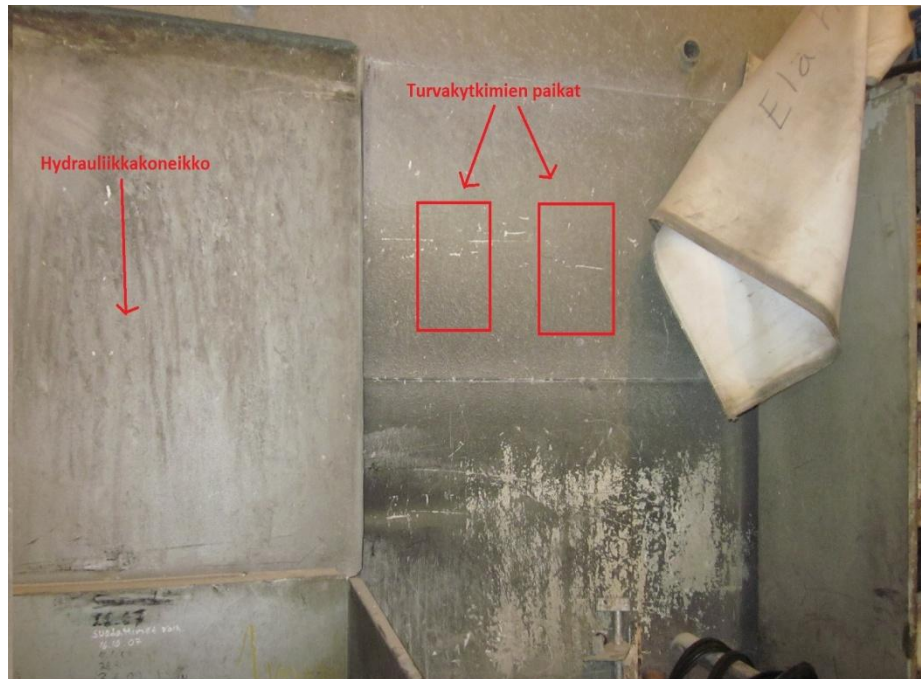
6.1.3 Alustavat sähkölähdöt, kaapelointireitit ja turvakytkimien sijoitus

Moottorilähdöt ja öljynlämmitin sijoitetaan fosforihappotehtaan sähkökeskuksiin. Alustavina paikkoina voidaan pitää F06 -sähkökeskusta. Kennoissa 22 ja 23 on riittävästi tyhjiä lähtöjä.

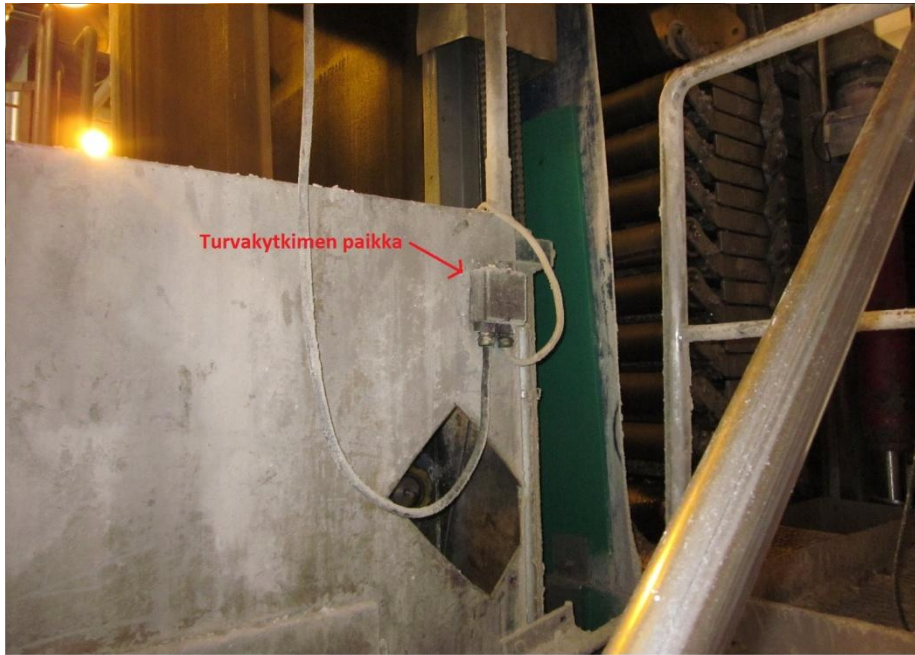
Moottoreille vedetään uudet syöttökaapelit sekä turvakytkinten apukoskettimelle kaapeli. Kaapelointireitti menee Larox-painesuodattimelta FH205 -säiliön vierestä suoraan kohti FRK4 -ristikytöntätilaa ja siitä kaapelit vedetään alaspäin F06:een menevään kaapelihyllyyn. FH205 -säiliön viereinen 200 mm leveä ja 6 m pitkä kaapelihylly

vaihdetaan 300 mm kaapelihyllyksi. FRK 4 -ristikytentätilan viereen rakennetaan 3 m hylly ja 7 m pystyhylly. Yhteensä uutta kaapelihyllyä rakennetaan noin 16 m.

Hydrauliikkayksikön moottorilla, öljynlämmittimellä ja kankaan keskityksen moottorilla ei ole turvakytkimiä, joten niille asennetaan uudet turvakytkimet. Myös muiden moottoreiden turvakytkimet vaihdetaan ja asennetaan nykyisille paikoille. Hydrauliikkayksikön moottorin turvakytkin sijoitetaan hydrauliikkakoneikon oikealle puolelle seinälle ja kankaan keskityksen moottorin turvakytkin nykyisen liitosrasian paikalle. Öljynlämmittimen moottorin turvakytkin sijoitetaan hydrauliikkayksikön moottorin turvakytkimen viereen. Sijoitukset näkyvät kuvissa 12 ja 13.



KUVA 12. Hydrauliikkayksikön moottorin ja öljynlämmittimen turvakytkimien sijoitus (Joonas Rautiainen 2011)



KUVA 13. Kankaan keskityksen moottorin turvakytkimen sijoitus (Joonas Rautainen 2011)

6.1.4 Kaapeleiden mitoitus ja kojeiden valinta

Moottoreilla ei ole nykyisellään etusulakkeita ja suojauksena toimii vain lämpörele. Lämpöreleet vaihdetaan ja sulakkeet valitaan moottorin ja kaapelin kuormitettavuuden mukaan. Lämpöreleet valitaan moottorin nimellisvirran mukaan.

Moottoreina käytetään nykyisen tehoisia moottoreita. Kaapelointi valitaan moottoreiden tehojen mukaan sekä jännitteenaleneman mukaan.

Turvakytkimet sijoitetaan syövyttävän hapon läheisyyteen ja likaisiin paikkoihin, joten kotelointiluokka on valittava sen mukaan. Turvakytkimiksi valitaan haponkestävä suojaluokaltaan IP65 olevat turvakytkimet. Moottorilähtöjen kojevalinnat ovat liitteessä 2.

6.2 Uusi ohjauskeskus

Vanha ohjauskeskus vaihdetaan uuteen keskukseseen. Ohjauskeskuksen toimittaa Outotec Oy ja keskuksen kokoonpano suunnitellaan yhteistyössä yrityksen kanssa.

Ohjauskeskus sijoitetaan nykyiselle paikalle. Keskuksen ylipaineistus ja jäähdytys toteutetaan olemassa olevalla laitteistolla. Uuden ohjauskaapin koko tulee olemaan 1600 - 1800 x 800 x 400 mm ja ohjauskaappiin laitetaan 200 mm sokkeli.

Nykyisessä ohjauskeskuksessa olevaa virtauskaaviota ei tarvita uudessa ohjauskeskuksessa. Uuden ohjauskeskuksen kanteen lisätään nykyiset paikallisohjauskytkimet. Ainoastaan nykyisessä ohjauskaapissa olevat K30- ja bunkkeriin-painike jätetään pois.

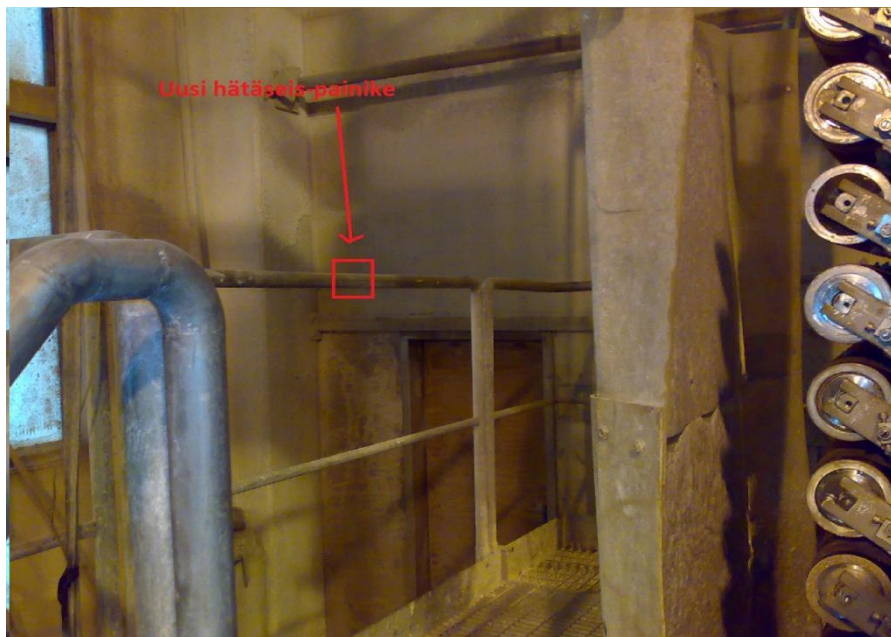
6.2.1 Kaapelointi ja hätäseis-painikkeet

Uudessa keskuksessa käytetään nykyisiä kaapeleita, jos ne ovat riittävät. Muuten kaapeloinnit uusitaan. Sähkönsyöttö muutetaan yksivaihesyötöksi. Nykyistä 4x25 mm² syötökaapelia (lähtö FC04/F3) käytetään uuden keskuksen syöttönä. Syöttökaapelista otetaan käyttöön vain yksi vaihejohdin. Sähkönsyötön sulakkeena käytetään 16 A:n sulaketta. Ohjauskaapin tasajännite sähkönsyöttö toteutetaan 10 A:n ja 24 V:n tasajännitemuuntajalla. Ohjauskaapin runkoon vedetään potentiaalintasaus lähimmältä potentiaalintasauskiskolta. Lähin potentiaalintasauskisko sijaitsee FRK4-ristikytöntätilassa, mistä vedetään 16 mm² vahvuinen potentiaalintasausjohdin ohjauskaapille.

Larox-painesuodattimen läheisyyteen lisätään hätäseis-painikkeita. Hätäseis-painikkeet sijoitetaan suodattimen takana olevan tasanteen kaiteelle sekä suodattimen vasemman puoleisen tasanteen kaiteelle (kuvat 14 ja 15). Myös suodattimen päälle sijoitetaan hätäseis-painike riviliitinkotelon kanteen. Hätäseis-painikkeet johdetaan ohjauskeskukseen. Hätäseis-painikkeista otetaan käyttöön avautuva kosketin.



KUVA 14. Uuden hätäseis-painikkeen sijoituspaikka suodattimen takana (Joonas Rautiainen 2011)



KUVA 15. Uuden hätäseis-painikkeen sijoituspaikka suodattimen vasemmalla puolella (Joonas Rautiainen 2011)

Laitevalmistaja Outotecin kanssa todettiin, että muita turvallisuuteen liittyviä lisäyksiä, esim. hätäseis-piirille ei välttämättä tarvitse lisätä. Larox-painesuodattimelle voitaisiin tarpeen vaatiessa tehdä turvallisuusselvitys suodattimen vaaroista ja riskeistä tehtaan henkilökunnan kanssa.

6.2.2 Logiikka

Ohjauskaappiin sijoitetaan uusi logiikka ja logiikkana käytetään Siemensin S7-300-sarjan logiikkaa. CPU:na toimii 315-2DP, missä on MPI- ja Profibus DP-liitäntä. Profibus-liitäntää voidaan käyttää liityntänä MetsoDNA:han. CPU:hun tarvitaan muistikortti, minne logiikan ohjelma tallennetaan ja mistä ohjelma voidaan ladata uudelleen. Logiikan I/O-liityntöinä käytetään CPU:n kanssa samaan räkkiin liitettäviä kortteja, sekä CPU varustetaan yhdellä laajennus I/O-räkillä. Logiikan ohjaukset toteutetaan apureiden kautta Omronin releillä. Sähkönsyöttö logiikalle otetaan ohjauskaapin tasavirtalähteeltä.

Logiikan CPU:n MPI-liitäntään liitetään etäyhteyslaite eWon 2005CD. Laitteessa on ethernet-liitäntä, minkä kautta laitevalmistaja voi ongelmatilanteissa ohjelmoida logiikkaa etäyhteyden avulla.

CPU:hun liitetään tietoliikennemuoduuli CP343-1 Lean, jossa on kaksi RJ45 -liitäntää. 8 -porttisen ethernet-kytkimen kautta liitetään ohjauspaneeli logiikkaan ja kytkintä voidaan käyttää myös ohjauspaneelin ja logiikan ohjelmointiin.

Larox-suodattimen paikallisohjaukseen käytetään nykyistä AGP2500-kosketusnäyttöä. Ohjelmointi ja liityntä logiikkaan voidaan tehdä ethernet-liitännän kautta. Paneelin 24 V:n sähkönsyöttö saadaan ohjauskaapin omalta muuntajalta. Logiikan ja ohjauspaneelin ohjelmoinnin suorittaa laitteen toimittaja Outotec Oy.

6.3 Profibus-liityntä MetsoDNA:han

Larox-painesuodattimen logiikasta liitytään tehtaan MetsoDNA-automaatiojärjestelmään Profibus DP-liitännällä. Profibus-liitäntä voidaan tehdä kuten nykyiset Profibus-liitännät metsoACN-prosessiasemilla käyttäen Profibus PCI-korttia. Fosforihappotehtaan FP04 -prosessiasemassa ei ole vapaita PCI-korttipaikkoja, mutta nykyiset 1 -kanavaiset kortit voidaan vaihtaa 2 -kanavaisiksi.

Logiikan ja prosessiaseman välinen kaapeliyhteys toteutetaan valokuidulla ja Siemensin OLM G12 -kuitumuuntimilla. Logiikan ja prosessiaseman väliseen kaapeloin-

tiin käytetään esimerkiksi FXMSU 1x4 GKL-monimuotokuitua, missä on kaksi valokuituparia, joista toinen jää varalla. Kaapelin arviopituus on 68 m ja kuitu tuodaan järjestelmätilaan kipsusuotimen kautta FH249 -säiliön luokse, mistä kuitu nousee 3. kerroksen sähkötilan kautta järjestelmätilaan. Larox-painesuodattimen ohjauskeskukseen sijoitetaan kuitupäät-paneeli, mihin valokuitu päätetään, sekä OLM-kuitumuunnin. Järjestelmän puolella OLM-kuitumuunnin sijoitetaan FRK 3.17 -ristikytöntäkaappiin din-kiskoon muiden OLM-kuitumuuntimien tavoin ja valokuitu päätetään Paula-kaapissa. Paula-kaapista liitytään OLM-muuntimeen kytkentäkuiduilla. OLM-kuitumuuntimelta tuodaan kytkintieto automaatiojärjestelmään, mikä indikoi ja hälyttää muuntimen ja yhteyden vioista.

Profibus-väylän valvonta tehdään kuten nykyinen Modbus-väylän valvonta (watchdog). Logiikka ja MetsoDNA-automaatiojärjestelmä lähettää tietyin väliajoin vikabittia, millä todetaan väylän kunto.

Profibus DP-väylän määrittelyt MetsoDNA-automaatiojärjestelmään tekee Metso Automation Oy.

6.4 MetsoDNA:han tehtävät muutokset

Uuden logiikan ja MetsoDNA:n välistä liikennöintiä voidaan kehittää modernisoinnin yhteydessä. Moottorilähtöjen keskuksiin siirron ansiosta saadaan Larox-painesuodattimen moottorien ohjaukset yhtenäistettyä MetsoDNA:n kautta. Valvomön näyttöjä voidaan myös päivittää ja lisätä näyttöihin tietoa suodattimen tilasta. Näin saadaan parannettua suodattimen valvontaa.

6.4.1 Sovellusmuutokset

Keskuksiin siirrettävät moottorit lisätään MetsoDNA:n näyttöihin, eli moottorien tila- ja mittaukset saadaan valvomoon. FS153 puristusvesiaseman pumpun (M02) käyntitieto on jo MetsoDNA:n näytössä, joten sille tarvitaan tehdä vielä ohjausmuutokset FbCAD:llä. Hydraulikkayksikön moottorilta, kankaan keskityksen moottorilta, öljynsuodattimen kierrätyspumpulta ja öljynlämmittimeltä ei tule tietoja valvomoon, joten

myös ne lisätään MetsoDNA:n näyttöihin ja näille tehdään sovellukset FbCAD:llä. Moottoreiden ohjaus-signaali tuodaan Larox-painesuodattimen logiikalta MetsoDNA:han ja vastaavasti moottoreiden käyntitietosignaali viedään logiikalle Profibus-väylää pitkin. Moottoreille laitetaan käynnistys mahdollisuus myös ohjaamosta. Näin ollen moottoreilla on automaatti/manuaali-ohjausvalintapainike automaatiojärjestelmässä.

Larox-painesuodattimen mittaustiedoista järjestelmän näyttöön lisätään hydraulikka-öljyn lämpötila. Öljyn lämpötilan mittaustiedon perusteella ohjataan öljynlämmitintä. Lämpötilarajoja, milloin öljyn lämmitin käynnistetään, voidaan käyttää esimerkiksi 0°C:ta ja sammutus 35 °C:ssa. MetsoDNA:han lisätään myös mittaustietona puristusvesiaseman pinnanmittaus ja pinnanmittauksen alarajan hälytys.

Pesuohjelman käynnistysmahdollisuus lisätään automaatiojärjestelmään, joten automaatiojärjestelmään tehdään pesuohjelmalle oma sekvenssi. Näin ollen logiikan ja automaatiojärjestelmän väliseen kommunikaatioon lisätään signaali suodatusohjelman vaihtoon, sekä suodatusohjelman vaihtomahdollisuus valvomoon. Suodatusohjelman vaihtoon tarvitaan myös mahdollisuus sekvenssin resetointiin, joten sille lisätään myös signaali logiikan ja automaatiojärjestelmän väliseen kommunikoitiin. Nykyiset ja uudet Larox-painesuodattimen ja MetsoDNA:n välisistä signaaleista on koottu liitteeseen 4.

6.4.2 Puristusvesiaseman pinnanmittaus

Puristusvesiasemalle (FS152) lisätään uusi pinnanmittaus. Pinnanmittauksessa voidaan käyttää hydrostaattiseen paineeseen perustuvaa mittausta. Vaihtoehtona on Endress+Hauser Cerabar S PMP 71 -painelähetin, joka kiinnitetään säiliöön kierreyhteellä. Säiliö on noin 2 m korkea, joten hydrostaattinen paine on maksimissaan 270 mbarin luokkaa. Säiliön ollessa avoin, on myös ilmanpaine otettava huomioon (noi 1 bar). Pinnanmittauslähettimen nimellisalueeksi sopii näin ollen 2 bar (tuotekoodi 1K),

Painelähetin kaapeloidaan Larox-painesuodattimen ohjauskaappiin, mistä pinnanmittaustieto viedään MetsoDNA-automaatiojärjestelmään ohjauskaappiin tulevan Jamak-runkokaapelin kautta. MetsoDNA:han lisätään puristusvesiaseman pinnanmittaus ja alarajalle laitetaan hälytys. Näin ehkäistään suodattimen pysähtyminen puris-

tusveden loputtua säiliöstä. Mittauksesta voidaan myös ottaa historiatietoja, minkä perusteella voidaan päätellä painesuodattimen kumikalvojen kunto puristusveden kulutusta seuraamalla.

6.4.3 Lukitukset

Lukitusmuutoksia MetsoDNA-automaatiojärjestelmään joudutaan tekemään moottoreille ja suodattimelle. Moottorikeskuksiin siirrettäville moottoreille ja öljyn lämmittimille lukitukset tehdään suodattimeen liittyen. Suodattimen lukitukset tehdään niin, että painesuodatin on käyntivalmis painesuodattimen ulkopuolisen prosessin osalta. Lukitukset ovat taulukossa 2

TAULUKKO 2. Lukitukset

Kohde	Ehdot	Toiminto
Suodatin	Larox-käyntivalmis FS158 käy	Pakko-ohjaus seis (foff)
	FS189 automaatilla FS156 automaatilla FS157 automaatilla FS144 käy M01 automaatilla M02 automaatilla M07 automaatilla M09 automaatilla FS185 pintaa jäljellä	Vapautus käyntiin (ron)
Öljyn lämmitin	Öljyn pinta (S501) Öljyn lämpötila < 35 °C Laroxin hätäseis painettu	Pakko-ohjaus seis (foff)
Puristusvesias. pumppu	Pakka tiivistetty Veden pinnan alaraja (S516) Laroxin hätäseis painettu	Pakko-ohjaus seis (foff)
Hydr. yksikön moottori	Öljyn pinta (S501) Öljyn lämpötila > 0 °C Laroxin hätäseis painettu	Pakko-ohjaus seis (foff)
Öljynsuod. kier. pump.	Öljyn pinta (S501) Laroxin hätäseis painettu	Pakko-ohjaus seis (foff)
Kankaan kesk. moottori	Ohjaus sallitulla alueella (S873) Laroxin hätäseis painettu	Pakko-ohjaus seis (foff)

Uusina lukituksina Larox-painesuodattimelle tulee moottoreiden M01, M02, M07 ja M09 kohdalta se, että niiden on oltava automaattilla. Uutena lukituksena lisätään myös FS185 -syöttösäiliön pinta. Näin ollen suodatinta ei voi ajaa turhaan silloin, kun syöttöhapposäiliö on tyhjänä.

Moottoreiden lukitukset ovat tärkeitä, jos moottoreita käynnistetään ohjaamosta esimerkiksi testauksien yhteydessä. Moottoreille tärkein lukitus on puristusvesiaseman pumpun lukitus. Tällöin estetään pumpun käyttö kun Larox-painesuodattimen pakka ei ole tiivistetty ja estetään kalvojen rikkoontuminen. Yhtenä lukituksena moottoreille lisätään myös turvareleeltä tuotu hätäseis-piirin indikointi.

6.4.4 Pesuohjelman sekvenssi

Pesuohjelman tarkoituksena on pestä Larox-painesuodattimen suodatinkammio. Pesuohjelmassa pestään myös suodattimen kangas.

Nykyinen pesuohjelman käyttö on ollut vähäistä ja sen käyttö on hankalaa. Pesuohjelman käynnistyksessä on ensiksi ohjauskeskuksesta vaihdettava logiikkaan suodatinohjelmaksi nro 6 ja nollattava sekvenssi, jolloin suodatin siirtyy paineen poistovaiheeseen. Tämän jälkeen pesu on suoritettava käsin venttiilejä avaamalla ja pumppuja käynnistämällä.

Automaatiomuutosten yhteydessä lisätään MetsoDNA-automaatiojärjestelmään pesuohjelmalle oma sekvenssi. Ensimmäisenä on suodattimelle vaihdettava pesuohjelma ja tämän jälkeen ohjelma on nollattava. Pesuohjelman vaihdon mahdollisuus laitetaan nyt myös valvomoon. Pesu käynnistyy kankaan pesulla suodattimen start-painikkeesta (ohjauskaapista tai MetsoDNA:n näytöltä) painamalla. Kankaan pesun jälkeen Larox-painesuodattimen logiikka lähettää pesulupa-signaalin MetsoDNA:lle ja sekvenssi etenee eteenpäin. Kun kammionpesu ja ilmapuhallus on suoritettu, lähettää MetsoDNA logiikalle pesu valmis-signaalin, jolloin suodatin avaa ja lukitsee pakan, sekä pesee kankaan vielä kahden levynpituuden verran. Pesun jälkeen suodatin pysähtyy pakka auki lukitustapit lukittuna ja logiikka lähettää MetsoDNA:lle kankaan pesu suoritettu-signaalin. Tämän jälkeen painesuodatin voidaan käynnistää prosessijoon valitsemalla haluttu suodatusohjelma. Tarkempi kuvaus pesusekvenssissä on liitteessä 5.

Taulukossa 3 on yhteenveto MetsoDNA:han tarvittavista muutoksista.

TAULUKKO 3. Yhteenveto MetsoDNA:n sovellusmuutoksista

Muutos / lisäys	Kohde
Moottoripiirien sovellukset	M01, M02, M07, M09 ja R04
Mittaustiedot	Öljyn lämpötila ja FS152 pinnanmittaus
Profibus-väylän konfigurointi	Uudet ja vanhat kommunikointisignaalit
Lukitukset	FS150-painesuodatin
Pesusekvenssi	FS150-painesuodatin
Suodatusohjelman vaihto/nollaus	FS150-painesuodatin

6.5 Aikataulut

Ohjauskaapin vaihto on suoritettava pääosin huoltoseisokin aikana. Joitakin töitä voidaan valmistella melko pitkälle ennen huoltoseisokkia, kuten kaapeloinnit, moottorilähtöjen kalustus ja sovellusten teko. Huoltoseisokissa tehdään lopulliset kytkennät, ohjauskaapin vaihto ja käyttöönotto.

Outotec suorittaa ohjauskaapin vaihdon kokonaisuudessaan, eli vanhan ohjauskaapin irrotuksen, uuden ohjauskaapin haalauksen ja kiinnityksen, sekä kytkennät. Logiikan testauksen ja käyttöönoton suorittaa myös Outotec. Arvion mukaan asennukseen menee aikaa 2 työpäivää ja testaukseen 4 työpäivää.

Sähkösuunnittelun ja käyttöönoton moottoripiirien osalta tekee Pöyry Oy. Käyttöönottoon on varattava aikaa 2 työpäivää, joka voidaan tehdä logiikan testauksen aikana.

Huoltoseisokissa tehtävät neljän moottorin ja öljynsuodattimen kytkennät ja turvakytkimien asennukset suoritetaan ennen käyttöönottoa. Nämä on hyvä tehdä ohjauskaapin vaihdon aikana, joten näihin aikaa on varattuna 2 työpäivää.

7 KUSTANNUSARVIO

Kustannusarvio tehdään työ- ja materiaalikustannusten perusteella. Kustannusarvioon kuuluu ohjauskaapin vaihto ja laitteisto, MetsoDNA:n sovellusmuutosten tekeminen ja moottorilähtöjen siirron työ- ja materiaalikustannukset. Lisäksi kustannuksiin tulee suodattimeen liittyvät muut lisäykset.

Työhinnat, kuten kaapelin veto, on laskettu Sähköinfor Severissä olevalla sähköura-kan yksikkökustannusohjelmalla. Ohjelma laskee mukaan myös tarvikkeiden hinnat. Muiden tarvikkeiden ja komponenttien hinnat on pyydetty laitevalmistajilta tai ne on otettu tukkujen listahinnoista (esim. Onninen ja Slo). Mahdollisia alennuksia ei hinnoissa ole mukana. Ohjauskaapin vaihdon, logiikan ohjelmoinnin, ohjauskaapin komponenttien ja käyttöönoton kustannusarvion tekee Outotec Oyj. MetsoDNA:n sovellusmuutosten ja käyttöönoton kustannusarvion antaa Metso Automation Oy. Sähkösuunnittelun osalta kustannusarvion tekee Pöyry Oy. Tähän kuuluu piirisuunnittelut, työ kuvat ja käyttöönotto. Yaran oman henkilökunnan työosuus (selvittelyt ja käyttöönotto) otetaan myös huomioon kustannusarviossa. Arviona käytetään kahden viikon työtunteja.

Kustannusarvio on taulukossa 4. Tarkempi kustannuserittely tarvikkeista ja työ kustannuksista on liitteessä 6.

TAULUKKO 4. Kustannusarvio

Erittely	Yhteensä €
Ohjauskaappi Logiikan ohjelmointi Vaihtotyö Komponentit	38 990 €
MetsoDNA-automaatiojärjestelmä Sovellusmuutokset Käyttöönotto	6 000 €
Moottorilähtöjen sähköistys Työhinnat + tarvikkeet Komponentit	16 671,55 €
Sähkösuunnittelu ja käyttöönotto	4000 €
Yaran oma työn osuus	3200 €
Kustannusvaraus 10%	6848,35 €
Yhteensä (Alv 0%)	75331,86 €

Nykyisellään Larox-painesuodattimeen liittyvistä moottoreista neljä (positiot FS156, FS157, FS158 ja FS189) on sijoitettu fosforihappotehtaan F04-sähkökeskukseen. Jos nämä moottorit siirrettäisiin ohjauskeskuksen vaihdon yhteydessä F06-keskukseen, kuten nykyisellään ohjauskaapissa olevat moottorit, tulee näiden moottoreiden siirron kustannusten karkeaksi hinta-arvioksi 20 000 €.

8 YHTEENVETO

Tarkoituksena opinnäytetyössä oli tehdä esisuunnitelma Siilinjärven Yara Suomi Oy:n Larox-painesuodattimen ohjauskaapin vaihdolle. Esisuunnitelmassa pohdittiin ohjauskaapin vaihdon aiheuttamat muutokset automaatiojärjestelmään ja vaihdosta aiheutuvat muut muutokset. Opinnäytetyötä tehtäessä oltiin tiiviissä yhteistyössä painesuodattimen valmistajaan, jotta uuden ohjauskaapin kokoonpano saatiin määritettyä. Muutosten perusteella vaihtotyölle laskettiin kustannusarvio työhintojen ja komponenttien hintojen perusteella.

Esisuunnitelman ja kustannusarvion perusteella voidaan määritellä tarvittavat investoinnit ja vaihdon ajankohta ja siitä on apua vaihdon toteutussuunnittelua suunniteltaessa. Painesuodattimelle saatiin mietittyä parannuksia, jotka toteutetaan vaihdon yhteydessä, mistä on hyötyä painesuodattimen käytössä. Näin ollen opinnäytetyötä voidaan pitää onnistuneena ja siitä on hyötyä asiakkaalle. Esisuunnitelmaa voitaisiin laajentaa vielä turvallisuuden kehittämisen osalta. Tämä voidaan tarvittaessa toteuttaa ennen varsinaista toteutussuunnittelua.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja monipuolinen. Opinnäytetyössä sai perehtyä monenlaisiin asioihin ja samalla niistä oppi todella paljon. Työtä tehdessä ei tullut missään vaiheessa kiire, kun työn aloitti hyvissä ajoin ja kun työn toteuttamisen aikataulun mietti ennakkoon.

LÄHTEET

Fonselius, Pekkola, Selosmaa, Ström & Välimaa. 1999. *Automaatiolaitteet*. Helsinki: Oy Edita Ab.

Larox PF-suodatin. Ohjeet. 2002

Metso Automation Oy. *MetsoDNA-huoltokurssin materiaali*. 2006

Prosessiteknikka. Fosforihapon valmistus [viitattu: 2.1.2012].
saatavissa: <http://prosessiteknikka.kpedu.fi/doc-html/Fosforihappo.html>

Valmet Automation. *Damatic XDi-järjestelmän yleiskuvaus V.5.7 rev. 8.1997*.

Yara Suomi Oy. Siilinjärven toimipaikan kotisivut: Toiminnot fosforihappo- ja lannoitetuotanto. [viitattu 29.8.2011]. Yara intranet

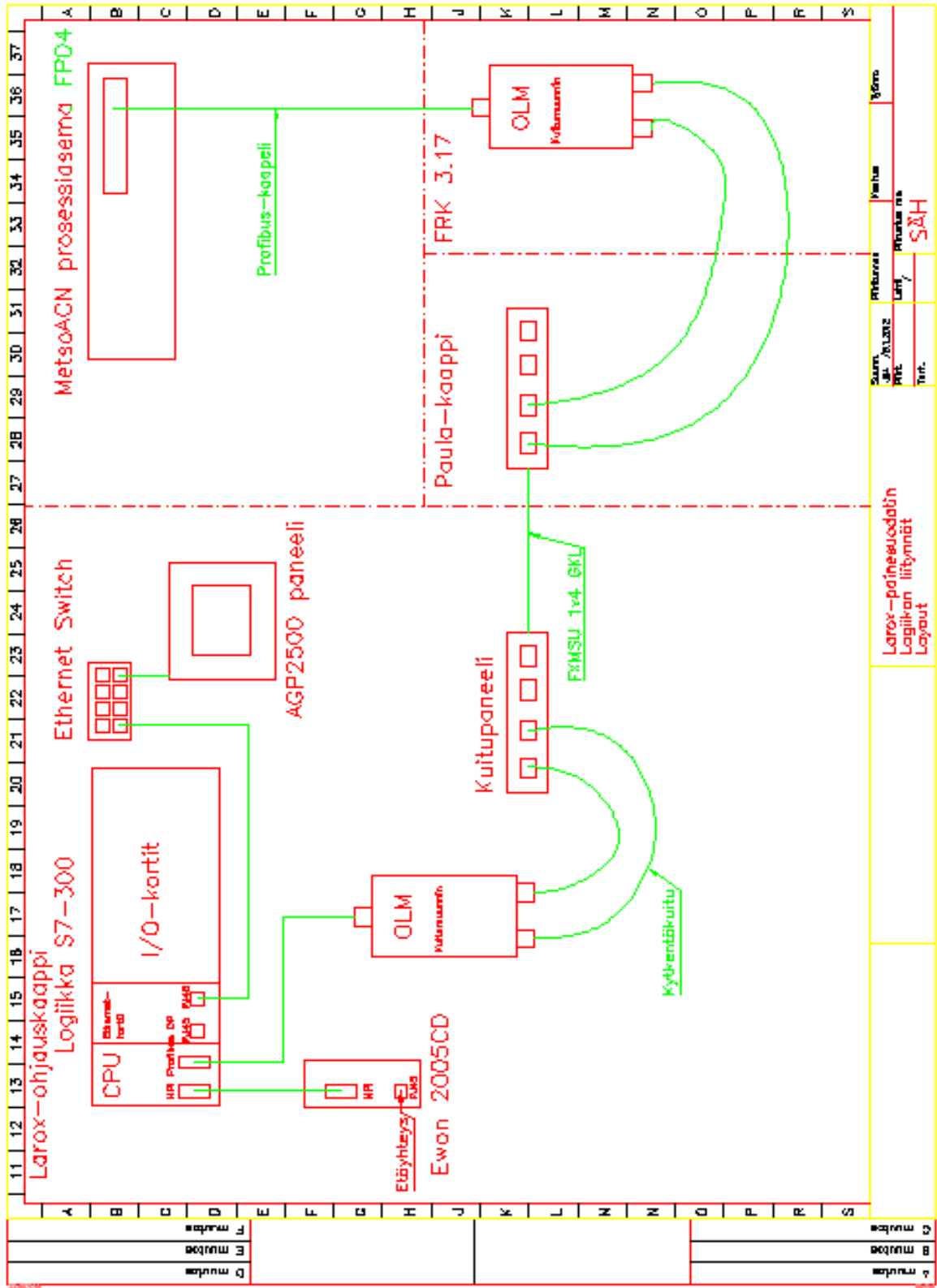
Yara Suomi Oy. Yrityksen kotisivut. [viitattu 2.1.2012].
saatavissa: <http://www.yara.fi/>

LAROX-PAINESUODATTIMEN MOOTTOREIDEN JA VENTTIILIEN POSITIOT

Tunnus	Selitys
Moottorit	
M01	Hydrauliikkayksikön moottori
M02	Puristusvesiaseman moottori
M06 (FS 156)	Kipsinpesupumppu
M07	Kankaan keskityksen moottori
M08 (FS 158)	Sakkakuljetin
M09	Öljynsuodattimen kierrätyspumppu
M15 (FS 157)	Kankaan pesupumppu
FS 189	Lietteen syöttöpumppu
R04	Öljynlämmitin
Venttiilit	
V01	Suodosventtiili
V02	Lietteen tuloventtiili
V04	Puristusveden poistovenntiili
V05	Kakunpesunesteen tuloventtiili
V06	Kuivausilman tuloventtiili
V07	Jakoputken tyhjennysventtiili
V08	Pesusuodoksen poistovenntiili
V09	Kankaan pesuveden tuloventtiili
V14, V24 ja V34	Pullautusventtiilit
V19	Korkeapainepesuventtiili
FS1500-HSV	Pesuveden syöttöventtiili
FS1501-HSV	Pesuveden poistovenntiili

Turvakytkin	Kontaktori	Lämpörele	Virtamuunnin	Sulake	Kaapeli	Kaapelin pituus / m	Teho / kW	
OTR63T3M	A75-30-00-80	TA75DU as. 29-42A	Carlo Gavazzi E82- 20-50	50 A aM	MCMK 3x16+16	75	18,5	Hydrauliikkayksikön moottori
OTR63T3M	A40-30-00-80	TA75DU as. 22-32A	Carlo Gavazzi E82- 20-50	40 A aM	MCMK 3x16+16	60	15	Puristusvesiaseman moottori
OTR16T3M	A16-30-10-80	E16DU as. 0,9-2,7A	Carlo Gavazzi E82- 20-25	6 A gG	MCMK 3x2,5+2,5	80	0,55	Kankaan keskityksen moottori
OTR16T3M	A16-30-10-80	E16DU as. 0,9-2,7A	Carlo Gavazzi E82- 20-25	4 A gG	MCMK 3x2,5+2,5	76	0,37	Öljyn suodattimen kier.pump.
OTR16T3M	A16-30-10-80	E16DU as. 0,9-2,7A	-	2 A gG	MCMK 3x2,5+2,5	76	1	Öljynlämmitin

LAYOUT-KUVA LOGIIKAN LIITYNNÖISTÄ



LOGIIKAN JA METSODNA:N VÄLISEN KOMMUNIKOINNIN SIGNAALIT

Vihreällä merkityt signaalit ovat uusia lisättyjä signaaleja logiikan vaihdon yhteydessä. Signaalin suunnan vaihtoehto XD tarkoittaa tehtaan MetsoDNA-automaatiojärjestelmää.

Positio	Nimitys	Toiminto	Sign. suunta	Huom!
Ohjaukset				
FS156	Kipsinpesupumppu	Automaatiohjaus	XD:lle	
FS157	Kankaan pesupumppu	Automaatiohjaus	XD:lle	
FS158	Sakkakuljetin	Nopea-ajo	XD:lle	
FS189	Laroxin syöttöpumppu	Automaatiohjaus	XD:lle	
M02 (FS153)	Puristusvesipumppu	Automaatiohjaus	XD:lle	
M01	Hydr.yksikön moottori	Automaatiohjaus	XD:lle	
M07	Kankaan kesk. moottori	Automaatiohjaus	XD:lle	
M09	Öljynsuod. kierrätyspumppu	Automaatiohjaus	XD:lle	
R04	Öljynlämmitin	Automaatiohjaus	XD:lle	
FS1891-FI.S1	Suodatuksen lopetus	-	Logiikalle	Suodatuksen lopetus halutun määrän perusteella
FS1891-FI.S2	Suodatustapa	-	Logiikalle	Määrä/aika valinta (0 on aikavalinta)
V04	Puristusveden poistoventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ohjaamattomana auki
V08	Pesusuodoksen poistoventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ohjaamattomana auki
V01	Suodoksen poistoventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ojaamattomana kiinni
V02	Lietteen syöttöventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ojaamattomana kiinni
V05	Kakun pesuveden tuloventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ojaamattomana kiinni
V06	Kuivausilman tuloventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ojaamattomana kiinni
V07	Jakoputken tyhjennysventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ojaamattomana kiinni
V09	Kankaan pesun tuloventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ojaamattomana kiinni
V19	Korkeapainepesun tuloventtiili	Ohjaus	Logiikalle	Ojaamattomana kiinni
Tilatiedot				
FS156	Kipsinpesupumppu	Käyntitieto	Logiikalle	
FS157	Kankaan pesupumppu	Käyntitieto	Logiikalle	
FS158	Sakkakuljetin	Käyntitieto	Logiikalle	
FS189	Laroxin syöttöpumppu	Käyntitieto	Logiikalle	

FS1500-HV	Pesuveuden syöttöventtiili	Auki- ja kiinnitieto	Logiikalle	
FS1501-HV	Pesuveuden poistoventtiili	Auki- ja kiinnitieto	Logiikalle	
FSV01-HV	Suodoksen poistoventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	
FSV08-HV	Pesusuodoksen poistoventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	
FS153 (M02)	Puristusvesipumppu	Käyntitieto	Logiikalle	
M01	Hydr.yksikön moottori	Käyntitieto	Logiikalle	
M07	Kankaan kesk. moottori	Käyntitieto	Logiikalle	
M09	Öljynsuod. kierrätyspumppu	Käyntitieto	Logiikalle	
R04	Öljynlämmitin	Käyntitieto	Logiikalle	
V04	Puristusveden poistoventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	
V02	Lietteen syöttöventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	
V05	Kakun pesuveuden tuloventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	
V06	Kuivausilman tuloventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	Käytössä pesusekvenssissä
V07	Jakoputken tyhjennysventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	
V09	Kankaan pesun tuloventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	
V19	Korkeapainepesun tuloventtiili	Auki- ja kiinnitieto	XD:lle	
Pesulupa	Pesulupa	-	XD:lle	Käytössä pesusekvenssissä
Pesu valmis	Pesu valmis	-	Logiikalle	Käytössä pesusekvenssissä
Kankaan pesu suoritettu	Kankaan pesu suoritettu	-	XD:lle	Käytössä pesusekvenssissä
Mittaukset				
FS1500-PI	Jakoputken paine	-	Logiikalle	
FS1530-PI	Puristusveden paine	-	Logiikalle	
FS1505-PI	Hydr.järj.paine	-	XD:lle	
B601	Öljyn lämpötilan mitaus	-	XD:lle	
Hälytykset ja Valvonnat				
FS1505-XA	Väylävalvonta	-	Logiikalle	
FS1506-XA	Väylävalvonta	-	XD:lle	
FS1500-XA	Suodatin	Yleishälytys	XD:lle	
FS1501-XA	Pakka	Pakka	XD:lle	
FS1502-XA	Venttiilit	Venttiilit	XD:lle	
FS1503-XA	Kangas	Kangas	XD:lle	
FS1504-XA	Koneikko	Koneikko	XD:lle	
FS1530-PS	Puristus-paine	Puristus-paine	XD:lle	

Näytettävät toiminnot Damatic XD:ssä				
FS150	Suodatin käy	-	XD:lle	
FS150.S2	Suod. käyntivalmis	-	XD:lle	
FS153	Puristusvesip. käy	FS153 käy	XD:lle	Muutoksia ohjauksiin
-	Levypakka tiivistetty	-	XD:lle	
-	Kaukokäyttö	-	XD:lle	
FS1500-KJ.Q1	Syklimäärä	Syklimäärä	XD:lle	
FS1500-KJ.S1	Täyttö	Sekvenssin vaihe	XD:lle	
FS1500-KJ.S2	Puristus 1	Sekvenssin vaihe	XD:lle	
FS1500-KJ.S3	Kipsin pesu	Sekvenssin vaihe	XD:lle	
FS1500-KJ.S4	Puristus 2	Sekvenssin vaihe	XD:lle	
FS1500-KJ.S5	Kuivaus	Sekvenssin vaihe	XD:lle	
FS1500-KJ.S6	Tyhjennys	Sekvenssin vaihe	XD:lle	
FS1501-KJ- FS1506-KJ	Ajettava ohjelma	Ohjelmat 1-6	XD:lle	
Operoitavat parametrit				
FS1500-KH.K1	Suodatusaika	Suodatusai- ka	Logiikalle	
FS1500-KH.K2	Puristusaika 1	Puristusaika 1	Logiikalle	
FS1500-KH.K3	Puristusaika 2	Puristusaika 2	Logiikalle	
FS1500-KH.K4	Ilmakuivausaika	Ilmakuivaus	Logiikalle	
FS1500-KH.K5	Kankaanpesuaika	Kankaanpe- su	Logiikalle	
FS1500-KH.K6	Kipsinpesuaika	Kipsinpesu	Logiikalle	
FS1500-KH.K7	Suodosventt. viive	S.ventt. viive	Logiikalle	
FS1500-KH.K8	Esisuodosaika	Esisuodo- saika	Logiikalle	
FS150.S1	Suodatin käyntilupa	Käyntilupa	Logiikalle	
FS150	Start/Stop	Start/stop	Logiikalle	
-	Suod. ohjelman valin- ta	Ohjelmat 1-6	Logiikalle	
-	Sekvenssin resetointi	Reset	Logiikalle	Suod. ohj. vaihtamiseen

PESUSEKVENSSIN KUVAUS

FS150 Pesusekvenssi					
Etenemisehto:	Odotus/s	Askel	Nimi	Valvonta/s	Toimenpide
Laitehäiriöluokitukset ok FH207 PESUPUMPPU moottorihäiriöt OK FS150 SUODATIN "suodatin käyntivalmis" Venttiilien rajatiedot OK Prosessilukitukset ok Pesuohjelma valittu (nro 6) FH207 PESUPUMPPU on seis FH2170-KJ2 FHT pesusekvenssi on seis (askeleissa 1 tai 12) FHS4600-KJ PREFON pesusekvenssi on seis (askeleissa 1 tai 15) FH4771-KJ Kaasulinjan pesusekvenssi seis	5	0	Aloitus		
		1	Pesun käynnistys		SUODATIN START
Laitehäiriöluokitukset ok Pesulupa Levypakka tiivistetty	5	2	Pesuventtiilien avaus	10	FS1500-HSV AUKI FS1501-HSV AUKI
Laitehäiriöluokitukset ok FS1500-HSV pesuveden tuloventtiili aukirajalla FS1501-HSV pesuveden poistoventtiili aukirajalla Pesulupa Levypakka tiivistetty	5	3	Pesupumppu käyntiin	10	FH207 PESUPUMPPU KÄYNTIIN
Laitehäiriöluokitukset ok Pesulupa Levypakka tiivistetty FH207 PESUPUMPPU käy FS1500-HSV pesuveden tuloventtiili aukirajalla FS1501-HSV pesuveden poistoventtiili aukirajalla Määrätyn pesuajan jälkeen seuraavaan askeleeseen	60			10	

Laitehäiriölukitukset ok Pesulupa Levy pakka tiivistetty FH207 PESUPUMPPU seis FS1500-HSV pesuveden tuloventtiili kiinnirajalla FS1501-HSV pesuveden poistoventtiili aukirajalla	5	4 Pesupumppu seis/tulovent. kiinni	10	FH207 PESUPUMPPU SEIS FS1500-HSV KIINNI
Laitehäiriölukitukset ok Pesulupa Levy pakka tiivistetty V06 aukitieto FH207 PESUPUMPPU seis FS1500-HSV pesuveden tuloventtiili kiinnirajalla FS1501-HSV pesuveden poistoventtiili aukirajalla Määrätyn ilmapuhallusajan jälkeen seuraavaan askeleeseen	60	5 Ilmapuhallus	10	V06 AUKI
Laitehäiriölukitukset ok V06 kiinnitieto FH207 PESUPUMPPU seis FS1500-HSV pesuveden tuloventtiili kiinnirajalla FS1501-HSV pesuveden poistoventtiili aukirajalla Pesu valmis (kammion pesu)	5	6 Ilmapuhallus seis	10	V06 KIINNI
Kankaan pesu suoritettu	5	7 Pesuveden poistovent. kiinni	10	FS1501-HSV KIINNI
Laitehäiriölukitukset ei ok Prosessilukitukset ei ok	5	8 Häiriöaskel	10	FH207 PESUPUMPPU SEIS SUODATIN FS150 SEIS
		9 Lopetus		

Odotusajat yhteensä: 80

TYÖ- JA TARVIKEKUSTANNUSTEN ERITTELY

Laitteet/tarvikkeet				
Tuote	Tyyppi	Määrä	a' hinta €	Yht. €
Kuitumuunnin	Siemens OLM G12	2 kpl	608,00	1216,00
Kuitupäätekotelo	4 SCD PK50	1 kpl	71,50	71,50
KytKentäkuitu	SC-SC, OM1	4 kpl	12,33	49,32
Profibus D9-liitin	6ES7 972-0BB50-0XA0	4 kpl	33,75	135,00
Pinnanmittaus painelähetin	Endress+Hauser Cerabar S PMP71	1 kpl	695,00	695,00
Jokab-turvarele	ABB RT6 230AC	3 kpl	300,00	900,00
Lämpörele	Abb TA75DU	2 kpl	131,00	262,00
Lämpörele	Abb E16DU	3 kpl	74,70	224,10
Kontaktori	Abb A75-30-00-80	1 kpl	309,00	309,00
Kontaktori	Abb A40-30-00-80	1 kpl	230,00	230,00
Kontaktori	Abb A16-30-10-80	3 kpl	54,10	162,30
Turvakytkin	Abb OTR63T3M	2 kpl	406,00	812,00
Turvakytkin	Abb OTR16T3M	3 kpl	231,00	693,00
Virtamuunnin	Carlo Gavazzi E82-20-25	2 kpl	161,00	322,00
Virtamuunnin	Carlo Gavazzi E82-20-50	2 kpl	161,00	322,00
Hätäseis-painike+kotelo	Telemecanique XALK178E	2 kpl	78,40	156,80
Hätäseis-painike	Telemecanique XB4BS8445	1 kpl	56,40	56,40

Yhteensä Alv. 0% 6616,42

Työhinnat ja tarvikkeet (Severi-yksikkökustannusohjelman mukaan)				
Työ+tarvike	Kohde	Määrä	a' hinta €	Yht. €
JAMAK 4X(2+1)X0.5 /OH	Ristikyt. ja moott. lähtöjen kaap.	50 m	3,79	189,50
JAMAK 4X(2+1)X0.5 /KYT+M	Ristikyt. ja moott. lähtöjen kaap.	10 kpl	61,57	615,70
MCMK 3X16+16 /OH	M01 ja M02 kaapelointi	135 m	17,77	2398,95
MCMK 3X16+16 /KYT+M	M01 ja M02 kaapelointi	2 kpl	47,61	95,22
MCMK 3X2.5+2.5 /OH	M07, M09 ja R04 kaapelointi	232 m	4,30	997,60
MCMK 3X2.5+2.5 /KYT+M	M07, M09 ja R04 kaapelointi	6 kpl	32,76	196,56
MMJ 3X2.5S /OH	Turvakytk. apukoskettimen kaap.	370 m	3,68	1361,60
MMJ 3X2.5S /KYT+M	Turvakytk. apukoskettimen kaap.	10 kpl	15,66	156,60
LxFO 6xOM1 62,5/125 TB /OH	Profibus-yhteyden kuitukaapeli	68 m	6,96	473,28
LxFO 6xOM1 62,5/125 TB /OKYT+M	Profibus-yhteyden kuitukaapeli	8 kpl	3,96	31,68
JAMAK 24X(2+1)X0.5 /OH	Ristikytkenän runkokaapeli	78 m	14,25	1111,50
JAMAK 24X(2+1)X0.5 /KYT+M	Ristikytkenän runkokaapeli	1 kpl	237,81	237,81
NOMAK 8X2X0.5+0.5 /OH	Laroxin ja turvareleiden välinen kaapeli	80 m	4,67	373,60
NOMAK 8X2X0.5+0.5 /KYT	Laroxin ja turvareleiden välinen kaapeli	1 kpl	27,30	27,30
JAMAK 2X(2+1)X0.5 /O	Larox hätäseis-painikkeet ja pinnanmittaus	80 m	3,53	282,40
JAMAK 2X(2+1)X0.5 /KYT	Larox hätäseis-painikkeet ja pinnanmittaus	8 kpl	40,74	325,92
MKEM 16 KEVI /OH	Ohjauskaapin pot.tasaus	50 m	7,04	370,00
MKEM 16 KEVI /KYT+M	Ohjauskaapin pot.tasaus	1 kpl	8,04	8,04
3-NAP. KUM 316 T /KIV	Turvakytkimet	5 kpl	49,76	248,80
VAAKAHYLLY KS 20-300 /S<1500	Kaapelointireitin hylly	9 m	33,39	300,51
PYSTYHYLLY KS 20-300 /S<1500	Kaapelointireitin hylly	7 m	36,08	252,56

Yhteensä Alv. 0% 10055,13

Selitykset:

OH: Oikaistuna hyllylle

KYT+M: KytKentä + merkintä

KIV: Asennus kiveen

