

KORKEAPAINEVESILEIKKURIN OHJAUSJÄRJESTELMÄN MUUTOSTYÖ

Mika Masalin

Opinnäytetyö
Lokakuu 2011

Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) SUKUNIMI, Etunimi	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 27.10.2011
MASALIN, Mika	Sivumäärä 30+17	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi Korkeapainevesileikkurin ohjausjärjestelmän muutostyö		
Koulutusohjelma Automaatiotekniikka		
Työn ohjaaja(t) HÄKKINEN Veli- Matti		
Toimeksiantaja(t) PV- Putkitus Oy Pekka Paloranta		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantona oli suunnitella korkeapainevesileikkurin ohjausjärjestelmän muutostyö. Tavoitteena oli modernisoida vanha korkeapainepumpun ohjelmoitava logiikka uuteen logiikkaan ja lisätä järjestelmään myös näyttöpaneeli sekä saada varmatoiminen ohjausjärjestelmä pumpulle.</p> <p>Opinnäytetyö sisälsi perussuunnittelu-, toteutussuunnittelu- ja toteutusvaiheen. Työssä päivitettiin myös vanhat piirustukset logiikan toiminnasta vastaamaan uutta järjestelmää. Lisäksi logiikkaohjelmasta tehtiin I/O-taulukko ja ohjelma tehtiin myös Excel-taulukkoon, koska näin yritykselle jää hyvä dokumentti valmiista ohjelmasta. Excel-taulukon pohjalta itse logiikkaohjelma oli myös helpompi tehdä, kun se oli valmiiksi hahmoteltu Excel-taulukkoon osoitteinen ja muistipaikkoineen.</p> <p>Työn tuloksena saatiin moderni ohjaustapa korkeapainevesileikkurille. Korkeapainepumppua voidaan ohjata käyttökytkimillä tai ohjauspaneelilla. Uuteen logiikkaan on myös saatavana varaosia, mikäli jokin osa hajoaisi. Uusien ja päivitettyjen dokumenttien avulla ohjausjärjestelmää voi tutkia tai muuttaa helpommin.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena yritys sai modernilla ohjelmoitavalla logiikalla tehdyn varmatoimisen ohjausjärjestelmän.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Siemens S7-1200, Korkeapainevesileikkuri		
Muut tiedot		



Author(s) LAST, First	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 27.10.2011
MASALIN, Mika	Pages 30+17	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until	Permission for web publication <input checked="" type="checkbox"/>
Title Alteration work for a high-pressure water jet cutter		
Degree Programme Automation Engineering		
Tutor(s) HÄKKINEN Veli-Matti		
Assigned by PV-Putkitus Oy Pekka Paloranta		
Abstract <p>The assignment for this thesis was to design a new operating system for a high-pressure water jet cutting system. The goal was to change the old Omron programmable logic controller to a newer one and add a new touch panel to the system. One aim was also to update all documents such as CAD drawings of the old system.</p> <p>The thesis comprises ground plans, execution plans and also execution phases. It also contains new and updated CAD drawings, a new I/O table and a logic program. The logic program was also made as an Excel table because it helped in the actual programming work. The Excel sheet is also a very good document for further use.</p> <p>The thesis outcome was a modern operating system for a high-pressure water jet cutting system. This operating system is reliable and easy to use and maintain. Now operators can use this machine by a touch panel or utilizing the old switches. The company can also get spare parts for the new programmable logic. With the new documents the company can change or test the new operating system easily.</p> <p>The end result was a modern control system for a high-pressure water jet cutter and updated documents.</p>		
Keywords S7-1200, High-pressure water jet cutter		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ	
KÄSITTEET	3
1 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT	4
1.1 PV-Putkitus Oy	4
1.2 Opinnäytetyön tausta	4
1.3 Opinnäytetyön tavoitteet.....	5
2 PV- PUTKITUS OY	6
2.1 Kaukolämpöputkien valmistaminen.....	6
2.2 Muut tuotteet	7
2.3 Palvelut	8
3 LAITTEISTO	8
3.1 Vesileikkuri	8
3.2 Korkeapainepumppu.....	10
3.3 Käyttöpaneeli	12
4 OHJAUSJÄRJESTELMÄ	12
4.1 Siemens S7-1200	13
4.2 Siemens TOUCH-paneeli.....	14
4.3 Omron-logiikka.....	15
4.4 Moottorin käynnistys	17
4.5 I/O-KORTIT	18
5 PERUSSUUNNITTELU	18
6 TOTEUTUSSUUNNITTELU.....	21
7 TOIMINTAKUVAUS	23
7.1 Tulosignaalit	24
7.2 Lähtöjen asetus	26

8 KÄYTTÖÖNOTTO	27
9 OMAT PÄÄTELMÄT	29
LÄHTEET.....	31
LIITTEET	33
Liite 1. Veden laatuarvot	33
Liite 2. Input/Output-taulukko	34
Liite 3. Logiikkaohjelma FB-lohkossa	36
Liite 4. Logiikkaohjelma FC-lohkossa	47
Liite 5. Näyttöpaneelin hälytyslista	49

KUVIOT

KUVIO 1. Ekstruuderi.....	7
KUVIO 2. Kaukolämpöputkisto	8
KUVIO 3. Vesileikkurin toiminta.....	10
KUVIO 4. Siemens S7-1200 -logiikka, kommunikointimoduuli ja I/O-kortit	14
KUVIO 5. Siemens KTP-400 -näyttöpaneeli	15
KUVIO 6. Omron Sysmac C40K - ohjelmoitava logiikka	16
KUVIO 7. Omaron pro27 -käsiohjelmointilaite	16
KUVIO 8. Siemens Sirius -pehmokäynnistin	17
KUVIO 9. Vanhaa logiikkaohjelmaa LAD- ja STL-muodossa	20
KUVIO 10. FBD-koodina sama kuin yllä	20

KÄSITTEET

CPU	Keskusyksikkö
Mpuk	Kaksiputkinen putkielementti
2Mpuk	Yksiputkinen putkielementti
PN	Paineluokka
DN	Putken halkaisija (mm)
STL	Käskylista
FBD	Logiikkakaavio
LAD	Tikapuukaavio
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu
PLC	Ohjelmoitava logiikkayksikkö
PID	Säätötekniikan säädin
I/O	Input/Output
Digitaalinen	Siirrettävää dataa kuvaava numeerinen arvo
Analoginen	Kuvaa suoraan siirrettävää dataa
FC	Toimintayksikkö, joka ei sisällä staattista dataa
FB	Toimintayksikkö, joka sisältää staattista dataa

1 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

1.1 PV-Putkitus Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Kinnulassa sijaitseva PV-Putkitus Oy. PV-Putkitus Oy on perustettu vuonna 1986 ja yritys on erikoistunut kaukolämpöputkiin ja asennuksiin, teollisuuden putkituksiin ja kunnallistekniikan putkirakentamiseen sekä luokka- ym. hitsauksiin.

Yrityksen toimitilat sijaitsevat Äänekoskella sekä Kinnulassa, ja yritys työllistää 40 ammattitaitoista työntekijää. Vuonna 2009 Kinnulassa aloitti maailman nykyaikaisin putkitehdas, joka on keskittynyt kaukolämpötuotteiden valmistukseen. Yrityksellä on myös vaadittavat luvat paineasennuksiin ja sille on myönnetty vakavaraista yritystä merkitsevä AAA-Rating-tunnustus. Yrityksen tuotteille on myös myönnetty INSTA-CERT-sertifikaatti, joka osoittaa muun muassa yrityksen valmistamien muoviputkien laadun täyttävän pohjoismaiset laatuvaatimukset.

1.2 Opinnäytetyön tausta

Yritys on automatisoinut tuotantoaan hyvin paljon, mistä kertoo se, että yritys on maailman nykyaikaisin toimialallaan. Kaukolämpöputkien valmistusten eri vaiheet on automatisoitu, jotta ylimääräiset työvaiheet saadaan poistettua valmistusprosessista. Työvaiheiden ja -koneiden automatisoinnilla pyritään vähentämään ihmisille vaarallisten ja pitkäveteisten työtehtävien tekemistä. Näin työstä saadaan työntekijöille miellyttävämpää.

Tehtaassa katkaistaan ja tehdään reikiä muovi- ja rautaputkiin painevesileikkurilla. Muoviputkiin tehdään reikä korkeapaineistetun veden avulla ja rautaputkien työstämisessä apuna käytetään hienoa hiekkaa leikkuun tehostamiseksi. Leikkaamisessa käytettävän vedenpaineen nostamiseksi käytetään korkeapainepumppua.

Pumpussa käytetään tällä hetkellä vanhaa Omron sysmac c40k - ohjelmoitavaa logiikkaa. Omron ei enää valmista kyseistä ohjausjärjestelmää, joten yritys haluaa vaihtaa laitteen nykyaikaiseen järjestelmään. Vanhaan laitteistoon kuuluu myös näyttöpaneeli, jossa olisi tarkoitus näyttää veden paine. Tällä hetkellä vanha paneeli ei toimi ja se on tarkoitus vaihtaa uuteen. Pumppu käynnistetään myös tällä hetkellä tähti-kolmiokäynnistimellä. Tämän tilalle vaihdetaan pehmokäynnistin.

1.3 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytteen tavoitteena on suunnitella PV-Putkitus Oy:lle uusi korkeapainepumpun ohjausjärjestelmä. Yritys käyttää Siemensin automaatiotuotteita, joten uusi järjestelmä perustuu myös Siemensin laitteistoon.

Ohjelmoitavaksi logiikaksi toimeksiantaja valitsi Siemensin S7-1200-logiikan, koska yritys käyttää Siemensin automaatiotratkaisuja muissakin prosesseissa. Tämä helpottaa asennus- ja korjaustoimenpiteitä, eikä työntekijöille tarvitse järjestää koulutusta laitteiston käytöstä, kun kaikki toiminnot on tehty tutuilla järjestelmillä. Uusi ohjelma S7-1200-logiikkaan tehdään vanhan ohjelmiston pohjalta. Samalla tehdään myös laitteiston toiminnan kuvaus. Näyttöpaneeli ohjelmoidaan samalla indikoimaan haluttuja tietoja. Työssä tehdään uudelle logiikalle I/O-taulukko, josta näkee ohjausjärjestelmään tulevat signaalit. Yhtenä tavoitteena on myös muuttaa vanhan järjestelmän CAD-kuvat sähköiseen muotoon sekä päivittää ne vastaamaan uutta logiikkaa. Tällä hetkellä kuvat ovat vain paperilla. Työn lopuksi on myös tarkoitus tehdä laitteistolle käyttöönotto yhtiön Kinnulan toimipisteessä.

2 PV- PUTKITUS OY

2.1 Kaukolämpöputkien valmistaminen

Kaukolämpöputkien valmistaminen aloitetaan tekemällä sopivan kokoisia muoviputkia. Putkien halkaisija voi vaihdella DN 20 – DN 1000 ja putkien pituudet voivat olla 6 m, 12 m, 16 m ja 18 m. Kaukolämpöputket (kuvio 2) voivat olla mallia 2Mpuk tai Mpuk. 2Mpuk-putkessa on sisällä yksi kaukolämpöä siirtävä putki, kun taas Mpuk-putkessa niitä on kaksi. Tällöin Mpuk-putkien halkaisijat ovat pienempiä ja maksimikoko yhdellä putkella on DN 250. Yhdessä elementissä on siis suurimmillaan kaksi putkea, joiden halkaisija on DN 250. 2Mpuk putkien suurin halkaisija on DN 1000. (PV-Putkitus Oy 2011)

Muoviputket valmistetaan muovirakeista eli granuliiteista. Rakeet syötetään ruiskuvälukoneen siirtoruuviin, jota lämmitetään putken ulkopuolelta. Rakeet sulavat samalla, kun siirtoruuvi liikuttaa rakeita eteenpäin. Siirtoruuvi käyttäytyy kuin mäntä sen syöttäessä rakeita muottiin. Putki jäähtyy sen kulkiessa linjastolla eteenpäin. Lopussa putken päähän merkitään putken koko, putken tekijän nimi, putken malli, valmistus päivämäärä ja tyyppinumero, jotta putket voidaan tunnistaa. Muoviputkia tekevää konetta kutsutaan ekstruuderiksi (kuvio 1) ja menetelmää kutsutaan suula-kepuristukseksi. Menetelmässä sula muovimassa työnnetään muotin läpi, jolloin saadaan haluttu malli (Wikipedia 2011). Vakuumitankin ja soviterenkaan avulla saadaan määriteltyä putken halkaisija. Putken paksuus voidaan säädellä halutunlaiseksi säätämällä ekstruuderin syöttönopeutta ja vetotankin vetonopeutta. Yrityksellä on käytössään neljä samanlaista tuotantolinjaa muoviputkien valmistamiseksi. Ainoastaan putken halkaisija on näissä koneissa erilainen.

Valmiiden putkien sisään sijoitetaan teräsputki tai putket, joissa kaukolämpöä siirretään. Muoviputken ja teräsputken väliin ruiskutetaan uretaanieristevahto, jotta kaukolämmön siirron aikainen hävikki saadaan mahdollisimman pieneksi. Putkiin

voidaan tarvittaessa tehdä myös liitoskohtia, jolloin muovi- ja metalliputkiin tehdään korkeapaineleikkurilla sopivat läpiviennit.



KUVIO 1. Ekstruuderi

2.2 Muut tuotteet

PV-Putkitus valmistaa kaukolämpöputkien lisäksi vesijohtoputkia paineluokkiin PN 6, PN 10, PN 16 ja PN 20. Putkien koot ovat 20 mm – 800 mm. Lisäksi yritys valmistaa putkiin tarvittavia muotokappaleita, kuten kulmapaloja. Yritys toimittaa myös muun muassa venttiilejä, pumppuja, sähkömuhveja ja muita tarvikkeita.

Viemäriputkia yritys tekee paineluokasta PN 6 – PN 20 ja halkaisijat voivat olla 20 mm – 160 mm. Näitä tuotteita on saatavana kieppi- tai salkotavarana. Suuremmat koot aina 800 mm asti ovat myös saatava salkotavarana. Viemäri- ja vesijohtoputkien lisäksi yritys tarjoaa myös kokonaisratkaisuja. Näitä ovat jätevesipuhdistamot, jätevesipumppaamot, vedenottamot, välipumppaamot ja keinopohjavesilaitokset, joihin on tarjolla koneistotyöt, sähköautomaatio ja rakenteelliset työt. Tämän lisäksi yritys tekee myös putkiasennuksia ja maanrakennustöitä.

2.3 Palvelut

PV-Putkitus tuottaa eri toimialueille erilaisia palveluita: teollisuuden prosessiputkia, pumppu- ja laiteasennuksia sekä kaukolämpöeristyksiä kuten sähkömuhvauksia ja muovihitsauksia. Palveluihin kuuluu myös kaukolämpötöiden konsultointi, lämmönjakokeskukset ja eristystyöt sekä kunnallisteknisiä töitä. Yritys tarjoaa myös uusia sähkömuhveja sekä antaa mahdollista koulutusta tämän tuotteen käyttöön.



KUVIO 2. Kaukolämpöputkisto

3 LAITTEISTO

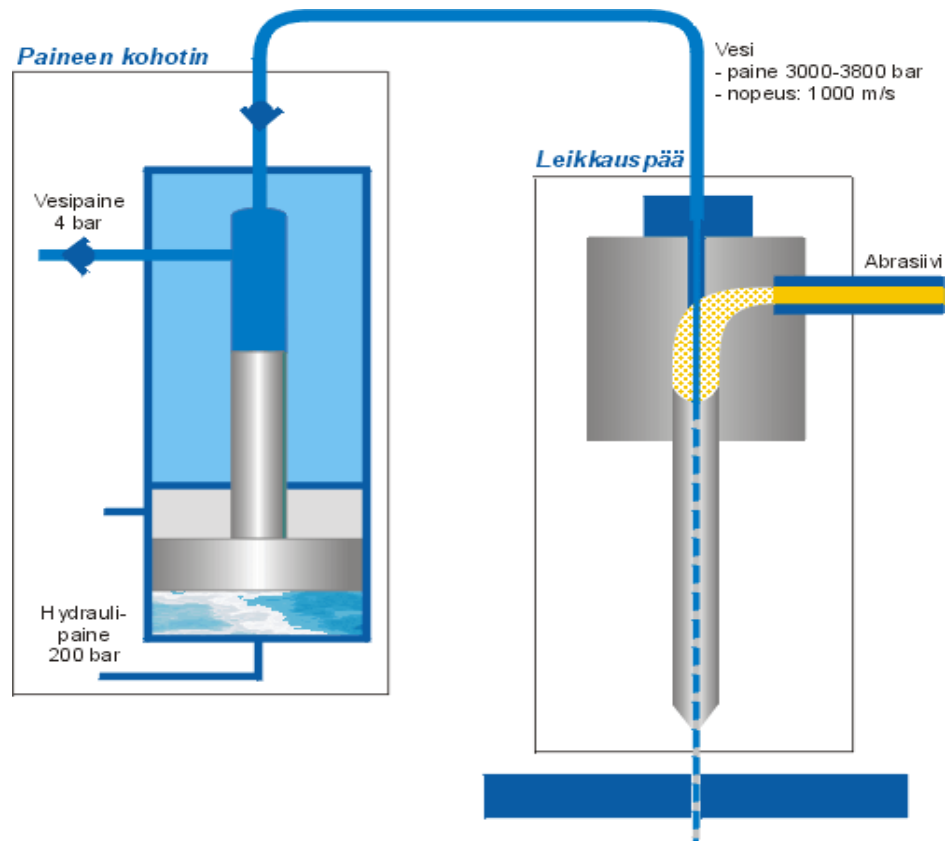
3.1 Vesileikkuri

Korkeapainevesileikkaus perustuu veden kuluttavaan voimaan (Muototerä 2011). Paineistettu vesi voidaan syöttää safiirisuuttimen läpi. Suuttimen halkaisija voi olla 0.1 – 0.4 millimetriä. Vesi on normaalisti maksimissaan 400MPa. Vesisuihkun nopeus

voi olla jopa 2-3 kertaa äänennopeus. Tällä nopeudella ja voimalla voidaan leikata pehmeitä materiaaleja, kuten kumia, paperia, lasikuitua ja muoveja. Vesileikkaus sopii myös muille vaikeasti leikattaville materiaaleille. Kun veden sekaan lisätään hiovaa ainesta, abrasiivia (kuvio 3), voidaan vesileikkausta käyttää jopa metallien ja kiven leikkaamiseen. Abrasiivin lisääminen mahdollistaa myös arvometallien kuten kullin ja hopean leikkaamisen. Hiekkaa käytetään noin 200-350g minuutissa (Watercut 2011). Hiekan määrään vaikuttaa materiaalin paksuus ja kovuus. Osaavissa käsissä vesileikkurin jälkeä ei tarvitse edes metallien kohdalla jälkikäsitellä.

Vesileikkauksen etuina ovat laaja leikattavien materiaalien kirjo, leikkaus ei jätä materiaalin pintaan epäpuhtauksia, jälki on siistiä, leikkumuoto on lähes vapaa eikä leikkauksesta synny lämpöä eikä termistä jännitystä. Tämän ansiosta leikattavaan materiaaliin ei tule värimuutoksia. Myös materiaalihävikki on pienempi. Vesileikkauksella voidaan leikata paksumpiakin materiaaleja kuin laserilla. Oikein käytettynä vesileikkaus on hyvin hellävarainen menetelmä. Se ei aiheuta materiaalin säröilyä, murtumisia eikä repeilyä veden ulostulopuolella. Jopa pintakäsitellyt materiaalit kestävät leikkaamisen, jolloin leikattava materiaali voi olla esimerkiksi villaa, liimattuja kerroslevyjä tai kuitulevyjä. Leikkaus ei juuri kastele leikattavaa materiaalia, joten myös pahvien leikkaaminen on mahdollista (Laserle 2011).

Hauraiden materiaalien leikkaamiseen sovelletaan matalapainelävistystä. Tällaisia materiaaleja ovat muun muassa kivet ja lasi. Usein leikkauksessa syntyvät haitalliset pölyt ja kaasut eivät aiheuta ongelmia, koska vesi yleensä sitoo kaikki epäpuhtaudet. Vesileikkaus on kannattavaa materiaalin ollessa noin 8–60 mm paksua. Joskus voidaan käyttää sarjatuotannossa useampaa leikkuupäätä, kun muoto on yksinkertainen ja leikkuurata on sama. Tällöin saadaan yhdellä leikkauksella valmistettua useampi samanlainen kappale, jolloin tavaran kappalehinta saadaan pienemmäksi ja tuotantonopeudet suuremmiksi. Vesileikkaus voi myös jossain tilanteissa korvata perinteisiä työmenetelmiä. Yleisesti erilaisia materiaaleja kuten metalleja, muoveja ja kiveä on muokattu hiomalla, poraamalla ja jyrsimällä.



KUVIO 3. Vesileikkurin toiminta

PV-Putkituksen käyttämälle vesileikkurille syötetään leikkaukseen tulevia muovi- ja metalliputkia syöttölinjalta. Leikkuria ohjataan siihen asennetulla tietokoneella, joka sisältää tarvittavat ohjelmistot. Leikkurin ohjelmisto huolehtii automaattisesti putken syötöstä ja leikkaamisesta. Leikkuuaukko ja -muoto määritellään laitteen ohjauspaneelin kautta operoitivalla 3D-ohjelmistolla, jolla voidaan piirtää tarkasti haluttu malli. Muoviputkia leikatessaan leikkuri käyttää vain korkeapaineista vettä leikkaamiseen. Mikäli halutaan leikata metallia, nostetaan leikkuupainetta ja syötetään veden sekaan hienoa hiekkaa.

3.2 Korkeapainepumppu

Opinnäytetyössä keskitytään Ingersoll-Rand Stremlin SLII -korkeapainepumppuun. Ingersoll-Rand-yhtiö on perustettu jo vuonna 1871 ja se on maailman suurin ilma-

painekoneiden valmistaja. Yhtiö on erikoistunut erilaisten paineilmatyökalujen valmistamiseen teollisuudelle.

Korkeapainepumppuja käytetään monenlaisissa eri sovelluksissa. Pumpuilla saadaan nostettua vedenpainetta hyvin korkeisiin lukuihin. Yleensä tämä tapahtuu hydraulikkasyylinterillä. Erilaisia käyttökohteita pumpuille ovat korkeapainepesurit prosessiteollisuudessa sekä erilaisten putkien ja viemäreiden huuhtelu-, avaus- ja puhdistustyöt. Pumppuja käytetään myös palontorjunnassa, katujenpesussa, märkähiekkapuhalluksissa ja pesulaitteissa, joita käytetään esimerkiksi irtoaineksen irrottamiseen kallioseinästä. (Dynaset 2011)

Korkeapainepumppua käytettäessä on hyvä muistaa, että kaikki sähkö-, paineilma-, jäähdytysvesi- ja leikkuuvesikytkennät on tehty turvallisuusstandardien mukaan, jotta laitteen turvallinen käyttö voidaan taata. Korkeapainepumpuille on myös määritetty tietyt vaatimukset veden laadusta. Jos vedessä on paljon liukenemattomia aineita, kuten piioksidia, klorideita tai kalsiumia, voi pumpun eri komponenttien elinikä lyhentyä. Tämä johtaa siis osien kulumiseen ja saattaa häiritä pumpun oikeaa toimintaa. Liitteestä 1 löytyy pumpun leikkausveden laatuarvot. Myös jäähdytysvedelle on annettu omat määräykset. Kalsiumkarbonaatti on yleisin karstoittumista aiheuttava aine. Kun veden lämpötila kasvaa, karbonaatit alkavat saostua lämmönvaihtajan pinnalle.

Yrityksessä käytettävää korkeapainepumppua käytetään yleensä normaalilla käytöllä. Normaalisissa käytöissä ilmanpaine on 6 bar ja syöttövesi, jäähdytysvesi ja päävirta ovat päällä. Tässä toiminnossa pumpulla on seitsemän sekunnin pehmökäynnistysvaihe, jonka aikana pumppu saavuttaa asetetun paineen. Normaalin leikkauksen aikana korkeapainepumppu tekee 0-74 iskua minuutissa. Nämä iskut nostavat vedenpaineen halutulle tasolle. Öljynpaine on 0-120 bar. ja jäähdytysöljy on 2-3 bar. Matalapaineinen leikkuuvesi on ennen suodattimia 7-13 bar ja suodattimien jälkeen 7-12 bar. Korkeapaineleikkuuvesi on 2000-3000 bar. (Käyttöohje 2011)

Pumpun korkeanpaineen saa aikaan mäntäpumppu, joka pumppaa veteen asetetun paineen. Mäntäpumppu aiheuttaa paineen alenemista hydraulikkaöljyn, matala- ja korkeapaineleikkuuveden mittareissa. Tämä paineen aleneminen on normaalia.

3.3 Käyttöpaneeli

Korkeapainepumpun käyttöpaneeli on tarkoitettu laitteiston pääasialliseksi ohjausyksiköksi. Käyttöpaneeli sisältää seuraavat kytkimet ja ohjausvalot:

- Power on
- Reset
- Hätäseis
- Leikkuuveden paine (matala, korkea)
- Pumpun ohjaus (Auto, recirc)
- Hälytysvalot öljyn lämpötilalle (65°C), öljyn pinnan korkeus, matala leikkuupaine, pitkä varallaoloaika, pumpun paine alhainen ja lämpötila korkea
- Varoitusvalot: öljyn lämpötilalle (55°C) ja öljyn suodattimelle

Tämän lisäksi käyttöpaneelin vieressä on itse pumpun operointipaneeli. Tässä paneelissa on pumpun käynnistys- ja sammutuskytkimet, hätäseis-painike, merkkivalot pumpun normaalille käytölle ja varoitusvalo, mikäli laite ei toimi oikein. Tämän operointipaneelin yläpuolelle sijoitettiin myös uusi näyttöpaneeli.

4 OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Ennen ohjelmoitavia logiikoita ohjaukset suoritettiin kontaktoreilla ja releillä. Ohjaukset toteutettiin näin ollen johdotusten ja kytkentäkomponenttien avulla. Virtapiirikuvat, johdotuslistat ja sijoitus kuvat olivat peruselementtejä tämänkaltaisissa vanhoissa järjestelmissä. Tämän vuoksi johdotukset voitiin tehdä vasta dokumentaation

ollessa kunnossa, mikä hidasti asennustyötä. Mikäli jossain dokumentissa oli tehty virhe, johti se aina johdotuksen uusimiseen. Nykyään automaatiolaitteet hoitavat kyseiset toiminnot ja paljon monimutkaisemmatkin toteutukset. Tässä toimintatavassa myös johdotuksien määrä on huomattavasti pienempi. Tällöin muutosten tekeminen on huomattavan paljon helpompaa. Ohjelmoitavien logiikoiden käyttö säästää aikaa asennustöissä ja laitteisto vie vähemmän tilaa. Vanhoja järjestelmiä uusittaessa vapautuvaa tilaa voidaankin saada parempaan hyötykäyttöön.

Rele- ja logiikkaohjausta vertaillen huomataan myös, että releohjaus on kalliimpi ja hankalammin toteutettavissa kuin logiikkaohjaus. Tämän vuoksi vian etsintä järjestelmästä ja mahdollisuus liittää ohjaus kenttäväylään ovat paljon huonompia. Toisaalta logiikkaohjelmointi vaatii aina käyttäjältä ohjelmointituntemusta ja lisensoitujen ohjelmistojen omistamista. (Edu 2011)

4.1 Siemens S7-1200

Opinnäytetyössä suunniteltava ohjausjärjestelmä toteutetaan Siemensin automaatioratkaisulla. Työssä oli käytössä Siemens S7-1200 starter -paketti. Tämä paketti sisältää 1212C AC/DC/RLY CPU:n, jossa on 8 digitaalituloa, 2 analogituloa ja 6 relelähtöä sekä KTP 400 -operointipaneelin, Simatec Step 7 -ohjelmointiohjelmiston, ethernet-kaapelin ja digitaalisen tulosimulaattorin SIM 1274.

Siemens S7-1200 on käytettävyydeltään helppo ohjelmoitava logiikka (kuvio 4). S7-1200-sarja on modulaarinen ja sitä voidaan hyvin helposti laajentaa uusilla korteilla modulaarisuutensa avulla. Logiikassa on valmiiksi ohjelmoituja kirjastoja, mitä voidaan käyttää ohjelmoinnissa apuna. Tämä nopeuttaa ja helpottaa ohjelmoimista, koska kertaalleen tehtyä koodia voidaan käyttää aina uudestaan. 1200-sarjan etuihin kuuluu myös, että se on erittäin tehokas, ja koska Siemensin HMI Basic -paneelit voidaan helposti liittää logiikkaan, voidaan sekä ohjelma että käyttöliittymä tehdä nopeasti samalla työkalulla. Ohjelmointityökaluna käytetään Step 7 Basic V10.5 -ohjelmistoa. (Siemens 2011)

S7-1200 sarjan logiikka sisältää kuusi erittäin nopeaa laskuria, kolme 100 kHz:n ja kolme 30 kHz:n tuloa. Näiden integroitujen ominaisuuksien ansiosta logiikalla voidaan mitata ja laskea muun muassa pulssiantureilta tulevia pulsseja. CPU sisältää myös kaksi 100 kHz:n alueella toimivaa lähtöä, joilla voidaan ohjata esimerkiksi servomootoreita. Laite sisältää 16 PID-kontrollia yksinkertaisiin toimintoihin. 50 KB:n työmuisti takaa muistin riittävyyden isollekin ohjelmalle, ja mahdollisuus käyttää ulkoista muistikorttia helpottaa ohjelmien siirrettävyyttä. CPU:hun on myös saatavilla helppo laajennusmoduuli logiikan päälle, tämä moduuli voi olla digitaalinen tai analoginen I/O-moduuli. (Siemens 2010)

Logiikkaohjelmaa voidaan tehdä kolmella eri ohjelmointikielillä. STL eli käskylistaohjelmointi vastaa eniten normaalia ohjelmointia, jota tehdään ohjelmistotaloissa. Tekstimuotoista STL-kieltä voidaan käyttää tilanteissa, joissa ohjelmaa ei voida esittää graafisesti. Ohjelma käy läpi kirjoitettua ohjelmaa rivi kerrallaan. FBD:ssä eli toimintakaavio-ohjelmoinnissa käskyt esitetään suorakaiteen sisällä olevilla symboleilla. Symbolien vasemmalla puolella ovat tulosignaalit ja oikealla puolella lähtösignaalit. LAD eli kontaktikaavio on virtapiirikaavion tapainen esitystapa, jossa signaali kulkee vasemmalta oikealle.



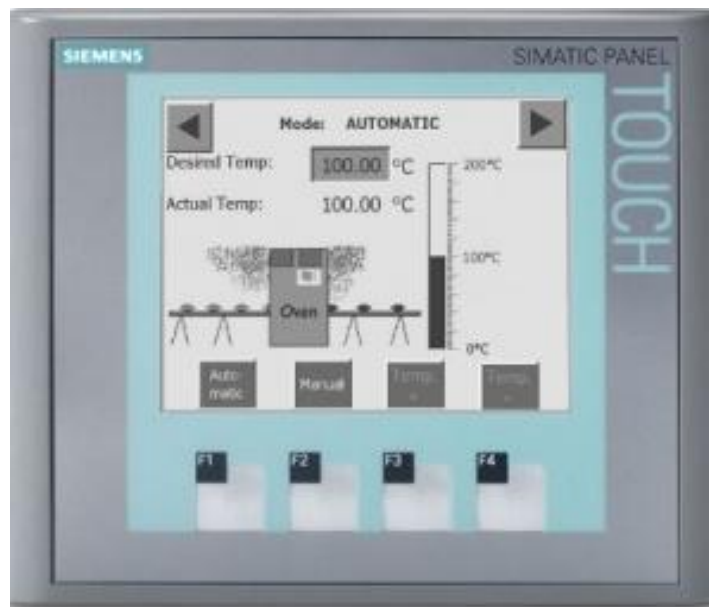
KUVIO 4. Siemens S7-1200 -logiikka, kommunikointimoduuli ja I/O-kortit

4.2 Siemens TOUCH-paneeli

Siemens KTP 400 touch-paneeli on 3,8” informaatiopaneeli (kuvio 5), jonka avulla on helppo näyttää ja tehdä erilaisia yksinkertaisia prosessitoimintoja. Paneeli on opti-

moitu käytettäväksi S7-1200-logiikan kanssa, mutta se soveltuu myös muiden laitteiden apunäytöksi. Paneeli on kokoonsa ja hintaansa nähden hyvin monipuolinen laite. Paneelin etuina ovat myös tuki 32 eri kielelle sekä neljä vapaasti ohjelmoitavaa painiketta. Paneelin ohjelmointi voidaan suorittaa helposti samalla työkalulla, jolla itse logiikkakin ohjelmoidaan. (Siemens 2011)

Työssä käytössä olevassa CPU:ssa käytetään kahta signaalikorttia, jotta siihen saadaan mahdutettua kaikki tarvittavat tulot ja lähdöt. Ensimmäinen kortti on SM 1221, jossa on yhteensä 16 binäärituloa, ja toinen kortti on SM 1222, jossa on 16 binäärilähtöä. (Siemens 2011)



KUVIO 5. Siemens KTP-400 -näyttöpaneeli

4.3 Omron-logiikka

Omron Sysmac C40K on ohjelmoitava logiikka (kuvio 6), johon voidaan liittää vain binäärituloja, ja sillä voidaan ohjata vain binäärilähtöjä. Logiikkaan voidaan siis tuoda vain on/off-tietoa erilaisilta antureilta. Logiikkaan voidaan myös liittää tarvittaessa ylimääräisiä I/O-moduuleita, joilla voidaan lisätä tulojen ja lähtöjen määrää. Sysmac C40K on jo suhteellisen vanha järjestelmä (90-luvun lopusta), mikä vaikuttaa mahdollisten varaosien ja teknisen tuen saamiseen. Tästä syystä logiikka haluttiin vaihtaa

nykyaikaisempaan ja paremmin käytettävään logiikkaan. Ohjelmointikielenä on käytetty ladder-ohjelmointia. Logiikkaohjelmointi tapahtuu joko tietokoneella käytettävällä Syswin-ohjelmalla tai vaihtoehtoisesti käsiohjelmointilaitteella (kuvio 7). (Ramcodeals 2011)



KUVIO 6. Omron Sysmac C40K - ohjelmoitava logiikka



KUVIO 7. Omron pro27 -käsiohjelmointilaitte

4.4 Moottorin käynnistys

Vanhaa pumppua ohjattiin tähti-kolmiokytkennällä. Tällä kytkennällä pyritään vähentämään käynnistysvirtaa ja -momenttia. Kytkenä koostuu yleensä kolmesta kontaktista, ylikuormitusreleestä ja ajastimesta. Ajastimella määritetään aika, jonka moottori on tähtikytkennässä. Tähti-kolmiokytkentä soveltuu vain tilanteisiin, joissa moottorin kuormitus käynnistyshetkellä on pieni. Siksi se soveltuu pumppujen ja puhaltimien käynnistykseen.

Pumpun modernisoinnin yhteydessä tähti-kolmiokytkentä muutetaan pehmokäynnistimeen (kuvio 8). Pehmokäynnistys eroaa merkittävästi muista moottorien käynnistysmenetelmistä. Pehmokäynnistin sisältää tyristoreja, ja sen jännitettä säädelään piirilevyjen elektroniikalla. Tällä menetelmällä saavutetaan pienet käynnistysmomentit ja -virrat. Käynnistyksen alussa moottorille ohjataan vain sen verran jännitettä, että rattaat ja vetohihnat kiristyvät. Pikkuhiljaa jännitteen kasvaessa myös moottorin pyörimisnopeus kasvaa ja moottori käynnistyy. Näin vältetään tarpeettomilta nykyisiltä käynnistyksen aikana. Toinen suuri etu on pehmopysäytys. Tällä vältetään etenkin pumppukäytössä tarpeettomat paineiskut putkistoon. (ABB 2011)



KUVIO 8. Siemens Sirius -pehmokäynnistin

4.5 I/O-KORTIT

Siemens S7-1200-sarjan ohjelmoitavat logiikat ovat modulaarisia, joten niihin voidaan helposti lisätä uusia analogisia tai digitaalisia I/O-signaalikortteja. Kortit on helppo lisätä CPU:n oikealle puolelle. Työssä käytettävään malliin CPU 1212A voidaan lisätä kaksi erilaista signaalikorttia. Signaalikortteja on monen kokoisia aina muutamasta I/O:sta aina 16 I/O:hon. Tällä saavutetaan se etu, että järjestelmistä voidaan tehdä juuri oikean kokoisia. On kuitenkin muistettava, että on hyvä aina jättää muutamia vapaita paikkoja I/O-kortteihin, tällä varmistetaan helppo laajennettavuus. Tämän lisäksi CPU:hun voidaan lisätä jopa kolme kommunikaatiomodulia laitteen vasemmalle puolelle. Näihin moduuleihin voidaan liittää esimerkiksi näyttöpaneelleja.

5 PERUSSUUNNITTELU

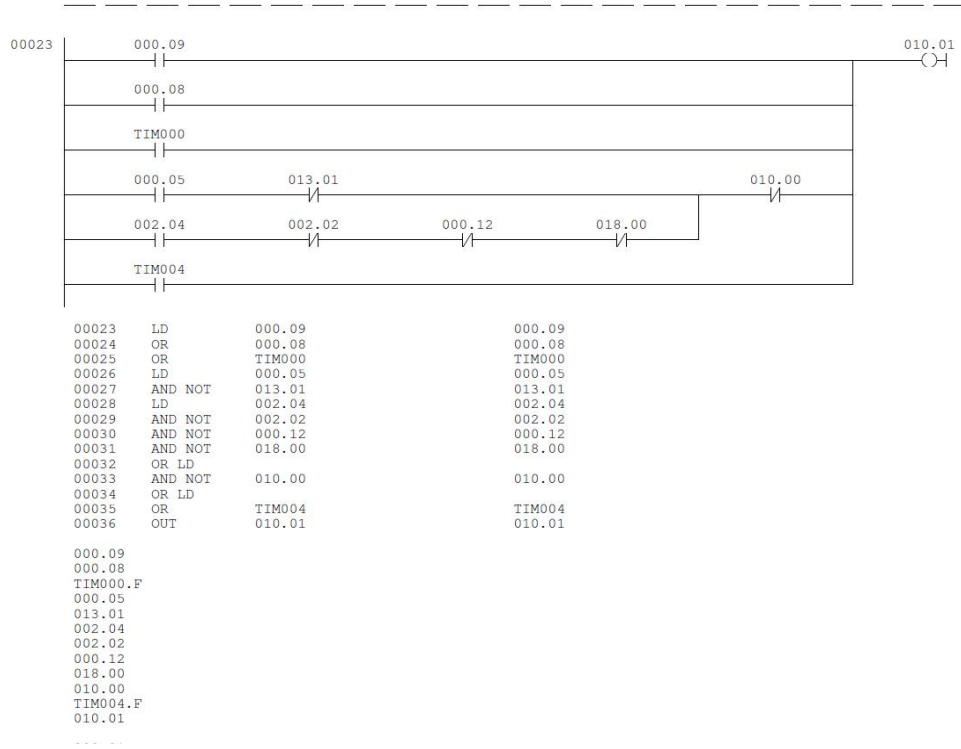
Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla vanhaan logiikkaan ja korkeapainepumpun materiaaleihin. Omronin logiikka oli jo sen verran vanha, että logiikkaohjelma oli hankala purkaa, koska tarvittavia laitteita ei enää ollut montaa saatavilla. Alkuvaiheessa myös päätettiin, mitä kaikkea halutaan uusia ja kuinka paljon vanhaa materiaalia jätetään jäljelle. Jo työn alussa oli hyvin selvää miten paljon laitteistoa uusitaan. Yritys halusi uusia vain logiikan, näyttöpaneelin ja tähti-kolmiokäynnistimen.

Perussuunnittelu aloitettiinkin tutustumalla korkeapainepumpun CAD-kuviin. Kuvista etsittiin logiikkaa kuvaavat kohdat ja kuvien perusteella tehtiin laitteen I/O-taulukko (Liite2). Kuvista määriteltiin logiikkaan tulevat binääriset tulot ja lähdöt. Näiden tietojen selvittämisen apuna olivat vanhasta logiikasta otetut kuvat, jotka auttoivat hahmottamaan lähtöjä ja tuloja. Näiden tietojen pohjalta pystyttiin ostamaan tarvittavat analogia- ja binäärikortit logiikkaan.

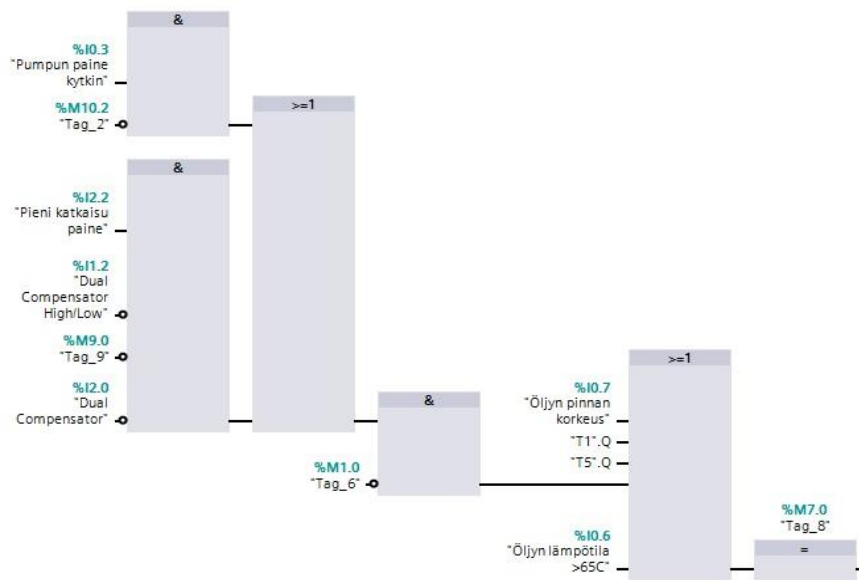
Omronin logiikasta ei ollut olemassa CAD-kuvia enää sähköisessä muodossa, vaan ainoastaan paperiversiona. Seuraavaksi työssä tehtiin vanhojen kuvien perusteella päivitettyt versiot CAD-kuvista. Päivitykset liittyivät lähinnä uusien osoitteiden kirjaamiseen ja muutamaa johdotuksen muutokseen. Kuvat muutettiin sähköiseen muotoon ja ne päivitettiin uusiin kuvapohjiin.

Kun vanha logiikkaohjelma saatiin käytettäväksi, oli opinnäytetyön seuraavana vaiheena tutustua tähän vanhaan ohjelmaan. Vanha logiikkaohjelma oli kirjoitettu LAD-muotoon (kuvio 9). Koska uusi ohjelma on tarkoitus suunnitella FBD-muotoon (kuvio 10), oli vanha koodi tulkittava ja käännettävä uuteen muotoon. Ennen ohjelman kääntämistä tehtiin vanhan ohjelman pohjalta toimintakuvaus ja piirrettiin signaali-reitit, jotta itse ohjelmointityö sujuisi helpommin. Vanha ohjelma kirjoitettiin Excel-taulukkoon (liite 3), joka kuvastaa FBD-muotoa. Tällöin itse logiikkaohjelmaa voidaan tarkastella myös ilman ohjelmointiohjelmistoa. Tämä helpottaa ohjelman käytettävyyttä. Taulukkoon kirjoitettiin eri tulot ja lähdöt oikeilla osoitteilla, toimintalohkot, joissa osoitteet kerätään yhteen sekä signaalien päätepisteet eli erilaiset kiikut, laskurit ja lähdöt. Excel-taulukossa on myös määriteltynä vanhojen muistipaikkojen uudet vastineet.

Opinnäytetyössä paneelia käytetään näyttämään painepumpun veden painetta. Paneelista voidaan myös valita, ajetaanko pumppua matalalla paineella, jota käytetään, kun halutaan leikata muovia. Korkeapaine valitaan, mikäli halutaan leikata metallia. Paneeliin halutaan myös indikoinnit mahdollisista varoitus- ja hälytystapahtumista.



KUVIO 9. Vanhaa logiikkaohjelmaa LAD- ja STL-muodossa



KUVIO 10. FBD-koodina sama kuin yllä

6 TOTEUTUSSUUNNITTELU

S7-1200-logiikan ohjelmointi toteutettiin vanhan logiikkaohjelman pohjalta. Koska vanha ohjelma oli tehty kontaktikaaviotyylillä, ei sitä voinut suoraan kopioida uuteen ohjelmaan. S7-ohjelmointi on hyvin yksinkertaista, kun ohjelma tehdään FBD-muodossa. Ohjelmalohkoja vedetään valikosta haluttuun networkiin eli ohjelmaosioon. Ohjelma tehtiin kahteen yksikköön, jolloin ohjelmasta saatiin luettavampi. Pääohjelma on kirjoitettu FB-osioon. Näyttöpaneelin hälytysasetukset sen sijaan ovat FC-osiossa, jossa käytetään staattisia arvoja ja joka on käyttökelpoinen perusohjelmoinnissa. Kun pääohjelma on FB-yksikössä, voidaan ohjelmoinnissa käyttää parametroitavia arvoja, joita voidaan kutsua main-lohkossa. Näitä FB-lohkossa olevia ohjelmia voidaan kutsua useasti, kuten moottoreita käynnistettäessä, jolloin saadaan toteutettua monimutkaisempia ohjelmia. FB-yksikkö sisältää sen vuoksi oman muistialueen. Ohjelma sisältää myös DB-yksiköitä, joissa säilytetään laskurien ja pulssi-generaattoreiden käyttäjätietoa. Itse pääohjelmaa FB-lohkosta ja näyttöpaneelin hälytyksiä FC-lohkosta kutsutaan ohjelman OB-lohkossa. Kun tarvittavat lohkot on valittu, annetaan niille tarvittavat tulo- ja lähtöosoitteet tai tarvittavat arvot erilaisiin laskureihin ja kelloihin. Lohkot yhdistetään toisiinsa viivoilla, jotka kuvastavat signaalien kulkureittejä.

Samalla kun ohjelmaa kirjoitettiin, tehtiin myös laitteistolle tarvittava konfiguraatio. Laitteistomäärittelyssä valittiin ohjelmaan oikea CPU. CPU valittiin listasta vertaamalla tuotenumeroita ohjelmassa ja itse laitteessa. Tämän jälkeen valittiin oikeat korttiyksiköt. Kun oikeat kortit oli valittu, muutettiin niiden osoiteavaruutta. Tulokortin osoitealueeksi valitsimme I1.0 - 2.7 ja lähtökortin osoitteiksi Q 1.0 - 2.7, koska CPU:ssa oli tulopaikat I0.0 - 0.7 ja lähtöpaikat Q0.0 - 0.5. Näin saimme kaikki signaalit hyvään ja selkeään järjestykseen. Kun tämä vaihe oli suoritettu, valitsimme ohjelmaan oikean näyttöpaneelin. Näyttöpaneelin valinta oli yhtä saumatonta, kuin muunkin konfiguraatio. Laitteistoon määriteltiin vielä oikeat IP- ja aliverkko-osoitteet, jotta laitteistoa voidaan ohjelmoida ja simuloida käytön aikana.

Samalla suunniteltiin ja ohjelmoitiin myös näyttöpaneeli pumpun yhteyteen näyttämään pumpussa olevaa leikkauspainetta. Näyttöpaneelin ohjelmointi pystyttiin tekemään samalla ohjelmalla, kuin muukin ohjelmointi. Tämä on mahdollista, koska Siemens on integroinut näyttöpaneelien ohjelmoinnin ja logiikan ohjelmoinnin samaan ohjelmaan. Tämä teki näyttöpaneelin ohjelmoinnista helppoa. Vanhassa järjestelmässä ei ollut suoraa mahdollisuutta saada painetietoa uudelle näytölle, joten järjestelmään piti tehdä tiettyjä muutoksia, jotta analogiatieto painelähettimeltä saatiin näyttöön.

Pumpun käynnistämiseksi toimeksiantaja oli valinnut Siemens Sirius -pehmokäynnistimen. Käynnistin toimii 400 voltilla, 80 ampeerilla ja 45 kW:n tehoalueella. Pumpun moottorin teknisistä tiedoista kävi ilmi, että teho on maksimissaan 37 kW, ohjausjännite 380 V ja maksimivirta 66 A. Näiden tietojen pohjalta oli mitoitettu juuri oikean kokoinen pehmokäynnistin. Pehmokäynnistin voidaan mitoittaa valitsemalla käynnistin pumpun nimellistehon ja virran mukaan. Pehmokäynnistimen asetuksista myös valittiin sopivat ajat käynnistys- ja pysäytysrampeille.

Siemens touch-paneeliin tehtiin vikatilanteista kertova näyttö. Hälytystaulu löytyi valmiina Siemensin kirjastoista ja siihen oli helppo lisätä tageina kaikki lähdöt, jotka aiheuttavat varoituksia tai hälytyksiä. Nämä olivat samoja tageja, joita käytetään itse ohjelmassa. Tageilla tarkoitetaan ohjelmassa käytettäviä signaalien ja muistipaikkojen osoitteita ja nimiä. Ohjelmaan piti lisätä "hälytyssana1" - ja "hälytyssana2"-muistipaikat, joiden avulla hälytyksistä ilmaisevat tulot saatiin liitettyä näyttöpaneeliin. Lisäksi ohjelmaan tehtiin uusi ohjelmalohko, FC-lohko (liite 4), jossa hälytykset asetettiin muistipaikkaan. Tätä muistipaikkaa kutsutaan näyttöpaneelin hälytyslistassa (liite 5). Mikäli pumpulta tulee hälytys, se näkyy pop-up ikkunana näytössä.

Suunnittelutyön suurimpana haasteena oli puutteellinen dokumentaatio laitteistosta ja vanhasta logiikkaohjelmasta. Vanhaa logiikkaohjelmaa ei saatu ulos kommenttien kanssa, joten laskurien käyttötarkoitusta oli erittäin hankala saada selville. Myös se, mihin asti laskureilla olisi tarkoitus laskea, oli hämärän peitossa. Edes laitteiston maahantuoja ei voinut auttaa asiassa. Pumpun paineanturistakaan ei ollut tietoa sen

enempää. Emme saaneet selvitettyä, tuleeko painetieto logiikalle milliampeeri- vai volttiliikkeenä, koska paineanturilta tuleva viesti meni elektroniikkayksikölle, joka muuttaa signaalin näyttöpaneelille. Elektroniikkayksikkö oli jollain tavalla rikki, koska painearvo heittelee maksimi- ja minimiarvon välillä ilman johdonmukaisuutta. Näyttöpaneeli näyttää paineen numeroarvoina. Elektroniikkayksikköön ei löytynyt mitään dokumentaatiota, mikä esti laitteen toiminnan selvittämisen.

Viimeinen työtä hankaloittanut asia oli pumpun oman sähkönsyötön huono dokumentaatio. Itse keskukselta ei ollut lainkaan kuvia, joten eri johtojen toiminta piti selvittää käyttöönoton yhteydessä käymällä jokainen johto läpi. Johdot otettiin irti riviliittimeltä ja yleismittarin avulla etsittiin paikka, johon tämä johto oli kytketty. Oli selvitettävä, menikö se esimerkiksi toiselle riviliittimelle vai kontaktorille. Tämä oli huomattavan hidasta ja vaikeutti käyttöönottoa, koska johtoja oli paljon ja ahtaan tilan vuoksi ne olivat hyvin sekaisin. Oman haasteensa toi myös pumpun käynnistysuusiin. Vanhaan logiikkaohjelmaan oli tehty käynnistysten ajoitukset tähti-kolmiokäynnistimen perusteella. Pumpun käyntitieto oli saatu, kun käynnistys oli mennyt kolmiokäynnistimeen. Uudessa pehmokäynnistimessä tämä ei ollut mahdollista, joten ohjelman käynnistysaikoja piti muuttaa pehmokäynnistimelle sopivaksi. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että ohjelma odottaa hieman pidempää, kun starttisignaali tulee, jotta pumppu ehtii käynnistyä, ennen kuin starttisignaali katkaistaan.

7 TOIMINTAKUVAUS

Korkeapainepumpun ohjausjärjestelmän toiminta voidaan selvittää seuraamalla ohjelmoitavaan logiikkaan tulevia ja lähteviä signaaleja (liite 3). Toiminnan kuvauksessa viitataan ohjelman lohkoihin eli networkeihin, jonka avulla ohjelman toimintaa voidaan seurata.

Logiikkaohjelman tarkoituksena on sisältää kaikki toiminnot jotka vaikuttavat laitteen toimintaan. Pumppua käynnistettäessä ohjelma tarkistaa, että stop-kytkimet

ovat oikeissa asennoissa eikä pumpulle tule yhtään häiriö- tai varoitussignaalia. Pumpun käydessä se nostaa veden paineen halutulle tasolle käyttöpaneelin käyttökytkimen asennon mukaan. Mikäli pumpulta tulee häiriösignaaleja, ohjelma joko ilmoittaa niistä varoitusvaloilla tai tarvittaessa sammuttaa pumpun. Sammutus voi tulla kyseeseen, mikäli veden lämpötila kasvaa liian suureksi (yli 65 astetta), pumppu on pitkään tyhjäkäynnillä tai mikäli vedenpaine kasvaa liian suureksi. Ohjelmaan on tehty tarvittavat toiminnot, jotta pumppu pysähtyy turvallisesti stop- tai reset-napeilla. Ohjelma myös vastaa näyttöpaneelin ilmoitusten toiminnasta näyttämällä ne operaattorille käytön aikana. Seuraavissa kappaleissa ohjelman toiminta käydään hyvin seikkaperäisesti läpi, jotta mahdolliset muutostyöt logiikkaohjelmaan olisivat helpompia. Seikkaperäinen selostus helpottaa myös ohjelman toiminnan ymmärtämistä paremmin, kuin pelkkä ohjelmakoodin lukeminen.

7.1 Tulosignaalit

Pumpun lämpötilakytkimen mennessä päälle tulee 300 ms:n viive (network 1). Startnapin painaminen joko ohjauspaneelistä tai erillisestä ohjauspaneelistä aiheuttaa start-signaalin, joka käynnistää 2500 ms:n viiveen (network 3). Tämän jälkeen start-signaali pysähtyy joko stop-napeilla tai 2500 ms:n viiveen jälkeen (network 2).

Dual compensatorin käyttö asettaa muistipaikan M9.0 päälle (network 4). Muistipaikka nollaantuu, kun kytkimet käännetään pois päältä, jolloin tulee muistipaikan M9.0 nollaava 60 ms:n viive (network 5). Dual compensatorin käyttö käynnistää myös laskurin (network 6), joka laskee käyttökertoja. Laskuri asettaa muistipaikan M10.0 päälle. Kun muistipaikkaan tulee laskeva reuna, asetetaan muistipaikka M10.2 päälle (network 7), joka nollataan samalla kuin muistipaikka M9.0. Muistipaikka M7.0 asetetaan networkin 8 ehtojen mukaisesti päälle. Muistipaikkaan tulee tieto monilta pumpun toimintaan vaikuttavilta hälytystuloilta.

Pumpun vasemman sylinterin rajakytkimen tieto ohjataan kahdelle laskurille, jotka laskevat lyöntikeroja ylös- ja alaspäin (network 9). Sylinterin alaspäin laskeva laskuri asettaa muistipaikan M6.2 päälle ja ylöspäin laskeva laskuri asettaa paikan M6.0

päälle. Muistipaikkaan M6.0 nollataan, kun pumpun oikealta rajakytkimeltä saadaan tulosignaali. M6.2 muistipaikka asettaa muistipaikan M1.2 päälle (network 10). Tämä paikka nollataan sylinterin ylöspäin laskevan laskurin signaalilla tai kun pumppu pysäytetään. Muistipaikka M1.2 aiheuttaa 1 sekunnin pulssin, näitä pulsseja lasketaan laskurilla C1 aina 20:een asti (network 11). Laskuri nollataan taas pumpun pysähtyessä tai pumpun ylöspäin laskevalta laskurilta tulevalta positiivisella signaalilla. Laskuri C1 asettaa muistipaikan M1.4 päälle ja muistipaikka nollataan pumppua käynnistettäessä tai sammutettaessa tai rajakytkimen ylöspäin laskevan laskurin signaalilla (network 12). Laskurilta C1 tuleva signaali käynnistää myös 9000 ms:n viiveen, jonka jälkeen tulee myös toinen 9000 ms:n viive (network 13/14).

Booster controllin käyttäminen asettaa muistipaikan M1.6 päälle, tämä nollataan 20 ms:n jälkeen (network 15). Tämä 20 ms:n viive asetetaan päälle, kun booster controlit ovat pois päältä ja kun muistipaikalta M1.6 tulee signaali (network 16). Booster controllin käyttäminen asettaa myös muistipaikan M3.0 päälle, ja se nollataan controllin ollessa pois päältä (network 21).

Start-napin painallus ja tulolta I1.6 tuleva invertoitu signaali asettavat muistipaikan M1.7 päälle. Tämä paikka nollataan 70 ms:n jälkeen, kun muistipaikka M1.7 on asetettu päälle (network 19/20). Muistipaikka M2.2 asetetaan networkin 26 ehtojen mukaisesti päälle, kun pumppu ei ole päällä ja muistipaikka nollataan pumppua käynnistettäessä. Pumppu pysäytetään, kun painetaan stop- tai reset-nappia ja asetetaan muistipaikka M2.0 päälle (network 27). Tämä muistipaikka nollataan 40 ms:n jälkeen, kun M2.0 on mennyt päälle (network 28). Stop-napin painallus asettaa myös muistipaikan M3.2 päälle (network 44), ja M3.2 nollataan, kun start-nappia painetaan.

Muistipaikat M7.6, M8.2 ja M8.4 asetetaan networkien 38, 39 ja 40 mukaisesti päälle. M8.4 asetetaan päälle muistipaikalla M7.6 ja nollataan start-käskyllä. Muistipaikat antavat päälle mennessään pieni katkaisupaine -signaalin.

7.2 Lähtöjen asetus

Lähtö Q0.0 eli hydraulipumpun start-signaali asetetaan päälle pumppua ajettaessa ja käyttöehtojen toteutuessa (network 18), kun pumpulta ei tule hälytyksiä eikä stop-nappeja ole päällä.

Lähtö Q1.2 eli hydrauliosan solenoidi asetetaan päälle muistipaikan M3.0 tai M1.7 ollessa päällä (network 22). Lähtö Q0.1 asetetaan päälle pumppua pysäytettäessä ja dual compensaattorien ollessa pois päältä (network 23). Lähtö Q0.2 ja Q0.3 eli 4-suunta venttiilien A ja B portit asetetaan päälle networkissa 24/25 olevien ehtojen mukaisesti. Lähtöä asetettaessa tarkistetaan, että sylinteri on oikealla rajalla. Lähdöt nollataan, kun sylinteri tulee toiselle rajalle tai jos pumppua ei käytetä. Esimerkiksi mikäli pumpun sylinteri tulee oikealle rajalle, vasenta rajaa merkitsevä lähtö nollataan. Lähtö Q0.4 eli pumpun turvaventtiili menee päälle ja pois, kun painetaan reset-nappia tai painetaan stop-nappia. Samoilla ehdoilla asetetaan myös lähtö Q0.5 eli vedenjakeluventtiili päälle ja pois (network 29/30). Lähtö Q1.5 eli öljyn lämpötila yli 55 astetta menee päälle lämpötila-anturilta tulleesta signaalista (network 31). Myös lähtö Q1.6 eli öljyn lämpötila yli 65 astetta menee päälle lämpötila-anturista tulevalla signaalilla (network 32). Lähtö nollataan, mikäli pumppua käytetään ja lämpötila on alle 65 astetta. Lähtö Q1.3 eli pitkä varallaoloaika menee päälle, mikäli pumppu on ollut tarpeeksi pitkään käyttämättä ja lähtö nollataan start-napin käytöllä (network 33).

Muistipaikat M7.4 ja M7.7 asetetaan networkien 34 ja 35 mukaisesti. Muistipaikkojen asetukseen vaikuttaa muun muassa pumpun painekeytkimeltä tuleva tieto. Muistipaikka M7.4 asettaa paikan M8.0 päälle, joka asettaa yhdessä paikan M7.7 lähdön Q1.4 päälle eli pumpunpaine alhainen (network 37). Muistipaikat M8.2 ja M8.4 asettavat lähdön Q1.7 eli pienen katkaisupaineen päälle (network 41). Muistipaikkoihin vaikuttaa tieto, mikäli pumpun leikkauspaine on liian alhainen. Lähtö Q1.0 eli pumpun normaalikäyttö on päällä, kun pumpulta ei tule yhtään varoitusta (network 42). Vahvistimen tarkistus lähtö Q2.1 menee päälle, kun pumpulta tulee varoituksia erilaisista häiriöistä (network 43). Muistipaikka M3.2 asettaa lähdön Q1.1 eli pumpun py-

säytyksen päälle yhdessä muistipaikan M7.0 kanssa (network 45), kun logiikalle tulee stop-signaali. Lähtö Q2.0 eli vahvistimen varoitus menee päälle, mikäli pumpulta tulee varoituksia lämpötiloista tai öljynsuodattimelta (network 46). Kun pumpun turva-venttiililtä ja vedenjakeluventtiililtä tulee signaali, muistipaikka M7.2 menee päälle (network 17).

FC-blockissa olevat networkit 1-11 asettavat muistipaikat päälle, kun niihin tulee signaali. Näitä muistipaikkoja käytetään, kun halutaan saada näyttöpaneeliin ilmoitukset ja varoitukset (liite 4).

8 KÄYTTÖÖNOTTO

Uusitun järjestelmän asennus ja käyttöönotto suoritettiin opinnäytetyön tilanneen yrityksen toimipisteessä Kinnulassa. Käyttöönotto tapahtui yhden viikonlopun aikana.

Toimeksiantaja oli vaihtanut käyttöönoton nopeuttamiseksi vanhan tähti-kolmiokäynnistimen pehmokäynnistimeen ja poistanut vanhan ohjelmoitavan logiikan. Myös sähkönsyöttö oli järjestetty pehmokäynnistimelle. Itse asennustyöt ja käyttöönotto aloitettiin selvittämällä miten uuteen logiikkaan saadaan tehtyä tarvittava sähkönsyöttö. Tässä käytettiin apuna järjestelmästä piirrettyjä kuvia. Työtä hidasti kuitenkin itse sähkökaapin piirustusten puuttuminen, joten yleismittarilla piti monta kertaa tarkistaa, mille riviliittimelle tulee mitäkin tietoa. Vanhaa järjestelmää muutettiin myös sillä tavoin, että saatiin tulotietojen sähkönsyöttö yhden sulakkeen taakse ja lähtöjen syöttö toisen sulakkeen taakse. Tämä toimenpide helpottaa myöhempää vianetsintää järjestelmästä. Työn edetessä myös järjestelmän dokumentteja päivitettiin sitä mukaa, kun muutoksia tuli. Muutokset koskivat sähköpuolta ja liittyivät lähinnä siihen, mitä kautta uudelle logiikalle ja releille saadaan sähkönsyöttö. Ensimmäisen päivän loppuksi logiikkaan yhdistettiin tulotietojen johdot.

Toisena päivänä pääsimme asentamaan logiikasta lähtevien signaalien johdotukset. Ohjausjärjestelmää muutettiin hieman ohjaamalla jokaista lähtöä releiden kautta. Vanhassa järjestelmässä ei ollut releohjausta, vaan lähtöjä ohjattiin suoraan logiikal-

ta. Releiden lisäämisellä haluttiin parantaa ohjauksen viansietokykyä. Kun lähtöjä ohjataan releiden avulla, se ei kuormita logiikkaa. Silloin kun lähtevän signaalin johon tulee virtapiikki, se ei riko logiikan korttiyksikköä eikä logiikkaa, vaan pelkästään releen. Kun kaikki ohjaussignaalit oli kytketty, tarkistimme vielä kerran, että sähkönsyöttö oli oikein eikä virhekytkennöistä johtuvia oikosulkuja ollut missään. Tässä vaiheessa kytkimme myös ohjauksen pehmokäynnistimelle ja otimme siitä käyntitiedon. Tätäkin työtä hidastivat puutteelliset kuvat sähkökaapista. Päivän loppuksi käynnistimme järjestelmän ja ajoimme logiikkaohjelman järjestelmään. Teimme vielä nopeita tarkistuksia siitä, että ohjelmassa toimii ensinnäkin kaikki hätäseis-painikkeet oikealla tavalla ja sen, että stop-painikkeet pysäyttävät myös pumpun. Päivän loppuksi huomasimme, että järjestelmässä oleva painelähetin ei toimi oikein, vaan se näyttää jatkuvasti maksimiarvoa.

Viimeisenä päivänä käyttöönotossa aloimme tarkastaa logiikkaohjelman toimintaa. Ajoimme pumpua ja selvitimme sen toiminnallisuutta seuraamalla tietokoneen avulla signaalien kulkua ohjelmassa ja eri komponenttien toimintaa. Koska vanha logiikkaohjelma oli saatu vain pelkkänä ohjelmakoodina, puuttuivat siitä tärkeät kommentit. Tämä seikka hidasti myös tuntuvasti käyttöönottoa, koska ohjelmassa on monta erilaista laskuria eikä meillä ollut tietoa siitä, mitä niillä lasketaan ja miksi. Myöskään laskurien ylä- ja alarajoista ei meillä ollut tietoa. Paineanturin näyttäessä väärää arvoa, emme voineet täysipainoisesti kokeilla laitteistoa. Paineanturista ei myöskään löytynyt teknisiä tietoja, joten emme saaneet selvitettyä, tuleeko painetieto paineanturilta milliampeeriviestinä vai jänniteviestinä. Tästä syystä näyttöpaneelia ei pystytty vielä ohjelmoimaan vaan tämä työvaihe jätettiin myöhempään ajankohtaan. Pystyimme kuitenkin testaamaan, että kaikki lukitukset toimivat oikein ohjelmassa eli korkeapainepumppu pysähtyy esimerkiksi, jos paineveden lämpötila nousee riittävän korkeaksi.

Toimeksiantaja selvitti korkeapainepumpun toimittaneelta yritykseltä seuraavalla viikolla paineanturin teknisiä tietoja, jotta hän pystyi järjestämään anturille oikean sähkönsyötön ja jotta saataisiin tieto siitä tuleeko paineanturin viesti milliampeereina

vai voltteina. Samalla toimeksiantaja selvitti myös ohjelmassa käytettyjen laskurien toiminta-ajatuksen. Maahantuoja ei kuitenkaan pystynyt auttamaan tässä asiassa.

9 OMAT PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyö onnistui suurimmilta osin juuri suunnitellulla tavalla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä yritykselle korkeapainepumpun ohjausjärjestelmän modernisointi. Työssä vaihdettiin vanha Omron Sysmac C40K – ohjelmoitava logiikka uuteen ja nykyaikaiseen Siemens S7-1200 -sarjan ohjelmoitavaan logiikkaan. Lisäksi uudistettiin pumpun sähkönsyöttö toimimaan pehmökäynnistimellä, tähti-kolmiokäynnistimen sijaan. Työssä päivitettiin myös vanhat CAD-kuvat vastaamaan uutta logiikkaa ja uudesta logiikkaohjelmasta tehtiin Excel-taulukon malli (liite 3). Modernisointiin liittyi kuitenkin muutama haaste. Vanha logiikkaohjelma oli tehty LAD-ohjelmointitavalla. Koska uusi ohjelma tuli FBD-muodossa, piti ohjelma kääntää eri kielelle. Kääntämistä vaikeutti paikoin suuresti dokumentaation puute. Vanhasta ohjelmasta ei ollut saatavilla dokumentaatiota, joten monesti piti arvailla, mitä ohjelmassa tapahtuu. Myös temppuileva paineanturi vaikeutti käyttöönottoa, koska pumppua ei voitu testata kunnolla ilman luotettavaa painetietoa. Korkeapainepumpun ollessa kyseessä voi paine olla useita tuhansia baareja, ja putkirikko voi aiheuttaa vakavia vammoja laitteistolle ja ihmisille.

Opinnäytetyön suurin työvaihe oli vanhan ohjelman kääntäminen uudelle logiikalle ja näyttöpaneelin ohjelmointi. Tähän työhön sai kuitenkin tarvittaessa aina apua yrityksen puolesta. Myös dokumentaation päivittäminen ja erityisesti CAD-kuvien piirtäminen vei paljon aikaa. Ajallisesti ohjelmointi ja dokumentaatio kestivät suunnilleen yhtä kauan.

Ohjelman tekemisen jälkeen suoritettiin laitteiston asennus ja käyttöönotto. Käyttöönotto suoritettiin eräänä viikonloppuna yrityksen toimitiloissa yhdessä opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa. Käyttöönotto ja asennus olivat minulle uusia kokemuksia, sillä en ollut aiemmin tässä mittakaavassa ottanut laitteistoa käyttöön.

Opinnäytetyö oli kattava projekti, jossa sai olla mukana koko projektin kulussa, aina alkusuunnittelusta itse toteutukseen. Työssä pääsi toimimaan niin logiikkaohjelmien, kuin AutoCAD-ohjelmankin parissa. Työssä pääsi käyttämään monipuolisesti automaatio suunnittelussa käytettäviä ohjelmistoja. Opinnäytetyö antoi minulle hyvän kuvan vanhoihin järjestelmiin kohdistuvista haasteista, kun niitä yritetään modernisoida ja päivittää. Työ vastasi vaatimuudeltaan tekniseltä toteutukseltaan hyvin omia tavoitteitani ja odotuksiani.

Parannus- ja jatkoehdotuksia opinnäytetyön pohjalta ei yrityksen edustajalta tullut. Ohjausjärjestelmää voidaan kuitenkin kehittää edelleen. Näyttöpaneeliin voidaan lisätä korkeapainepumpun käynnistys- ja pysäytyspainikkeet. Näyttöpaneelista voitaisiin myös valita, ajetaanko pumppua korkealla vai matalalla paineella. Näyttöpaneelissa voitaisiin myös näyttää pumpun sylinterin lyöntikertoja aina ajon aikana.

LÄHTEET

ABB. (2011). Viitattu 5. 10 2011 osoitteesta

www05.abb.com/global/.../pehmokaynnistinopas%202007%20fi.pdf

Dynaset. (2011). Viitattu 22. 9 2011 osoitteesta

<http://www.dynaset.com/fi/korkeapainepumput.html>

Edu. (2011). Viitattu 17. 9 2011 osoitteesta

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka_a3_logiikkaohjausjarjestelma_tehtavat.html

Käyttöohje. (5. 10 2011). *Korkeapainepumppu Streamline SLII ohjeet .*

Laserle. (2011). Viitattu 22. 9 2011 osoitteesta <http://www.laserle.fi/vesileikkaus.htm>

Muototerä. (2011). Viitattu 22. 9 2011 osoitteesta

http://www.muototera.fi/palvelut_vesileikkaus.html

PV-Putkitus Oy. (2011). Viitattu 13. 9 2011 osoitteesta [http://www.pv-](http://www.pv-putkitus.fi/index.php?id=105)

[putkitus.fi/index.php?id=105](http://www.pv-putkitus.fi/index.php?id=105)

Ramcodeals. (2011). Viitattu 5. 10 2011 osoitteesta

www.ramcodeals.com/pdf/c28kcara.pdf

Siemens. (2011). Viitattu 14. 9 2011 osoitteesta

<http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/simatic-hmi-ctp400-basic-mono/Pages/Default.aspx>

Siemens. (2011). Viitattu 29. 9 2011 osoitteesta

<https://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&objID=34612486&subtype=133200>

Siemens. (2011). Viitattu 14. 9 2011 osoitteesta Teollisuudentuotteet ja -ratkaisut:
http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/s7_1200.htm

Siemens. (2010). Esite. *Simatic S7-1200* , 6-12.

Watercut. (2011). Viitattu 22. 9 2011 osoitteesta
<http://www.watercut.fi/vesileikkaus.html>

Wikipedia. (2011). Viitattu 13. 9 2011 osoitteesta Muovi:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Muovi>

LIITTEET

Liite 1. Veden laatuarvot

Veden laatuarvot	Minimivaatimukset	Parempi	Paras
Alkaliteetti (mg/l)	50	25	10
Kalsium, Ca (mg/l)	25	5	0.5
Hiilidioksidi, CO ₂ (mg/l)	0	0	0
Kloridi, Cl (mg/l)	15	1	0.1
Vapaa Kloori, Cl ₂ (mg/l)	0.05	0.05	0.05
Rauta, Fe (mg/l)	0.2	0.1	0.01
Mangaani, Mn (mg/l)	0.1	0.1	0.1
Magnesium, Mg(mg/l)	0.5	0.1	0.1
Nitraatti, NO ₃ (mg/l)	25	25	10
Happi (mg/l)	2	1	0.1
pH-luku	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Piiksidit (mg/l)	15	10	1
Natrium, Na (mg/l)	50	10	1
Sulfaatti, SO ₄ (mg/l)	25	25	1
Kokonais(liukoinen) Kuiva-aine (mg/l)	200	100	25*
Kokonaiskovuus CaCO ₃ :na (mg/l)	25	15	1
Sähkönjohtavuus (µS/cm)	290	145	45*
Sameus (NTU)	5	5	1

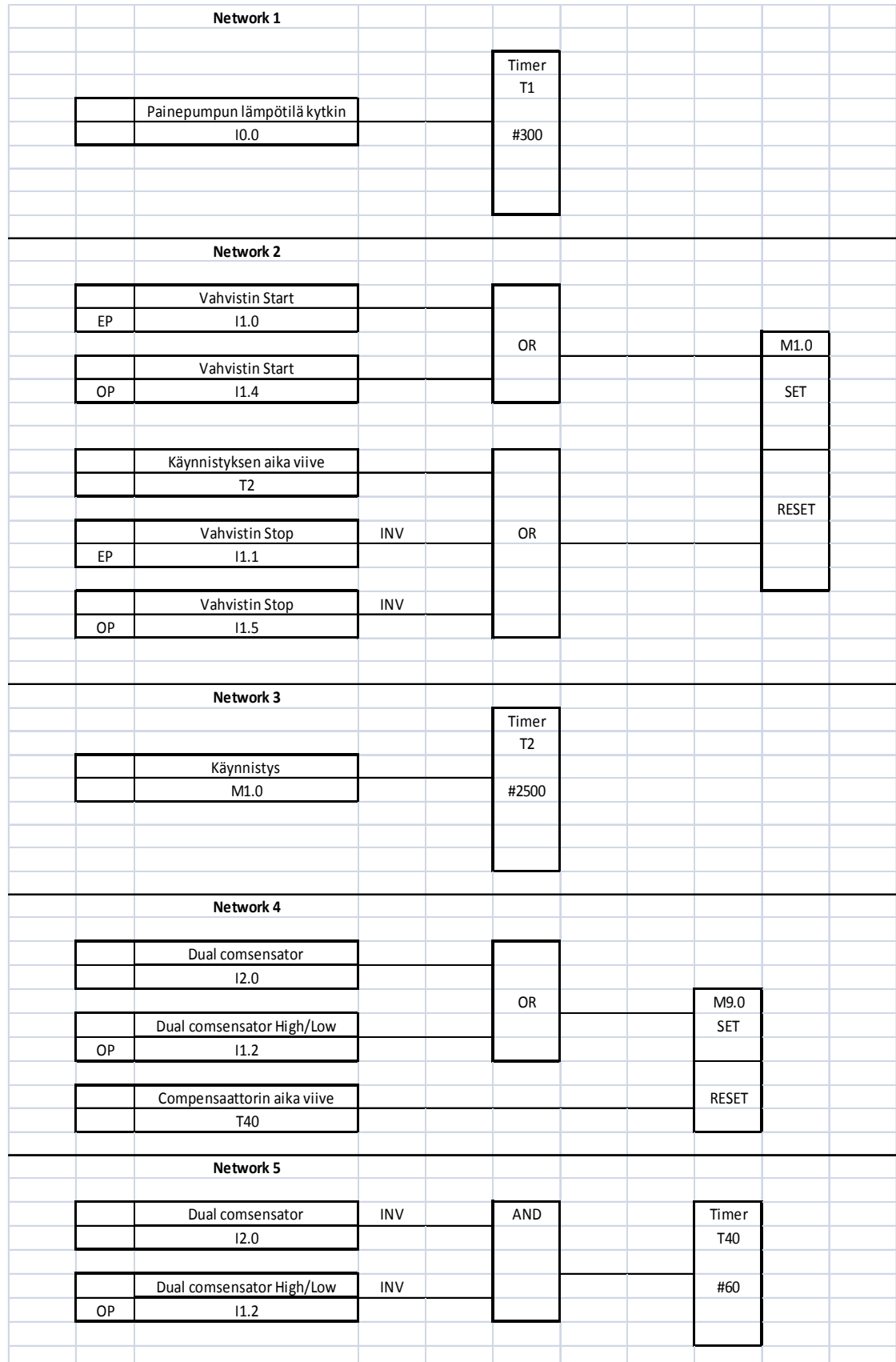
*Älä vähennä tämän rajan alapuolelle tai vesi muuttuu liian aggressiiviseksi.

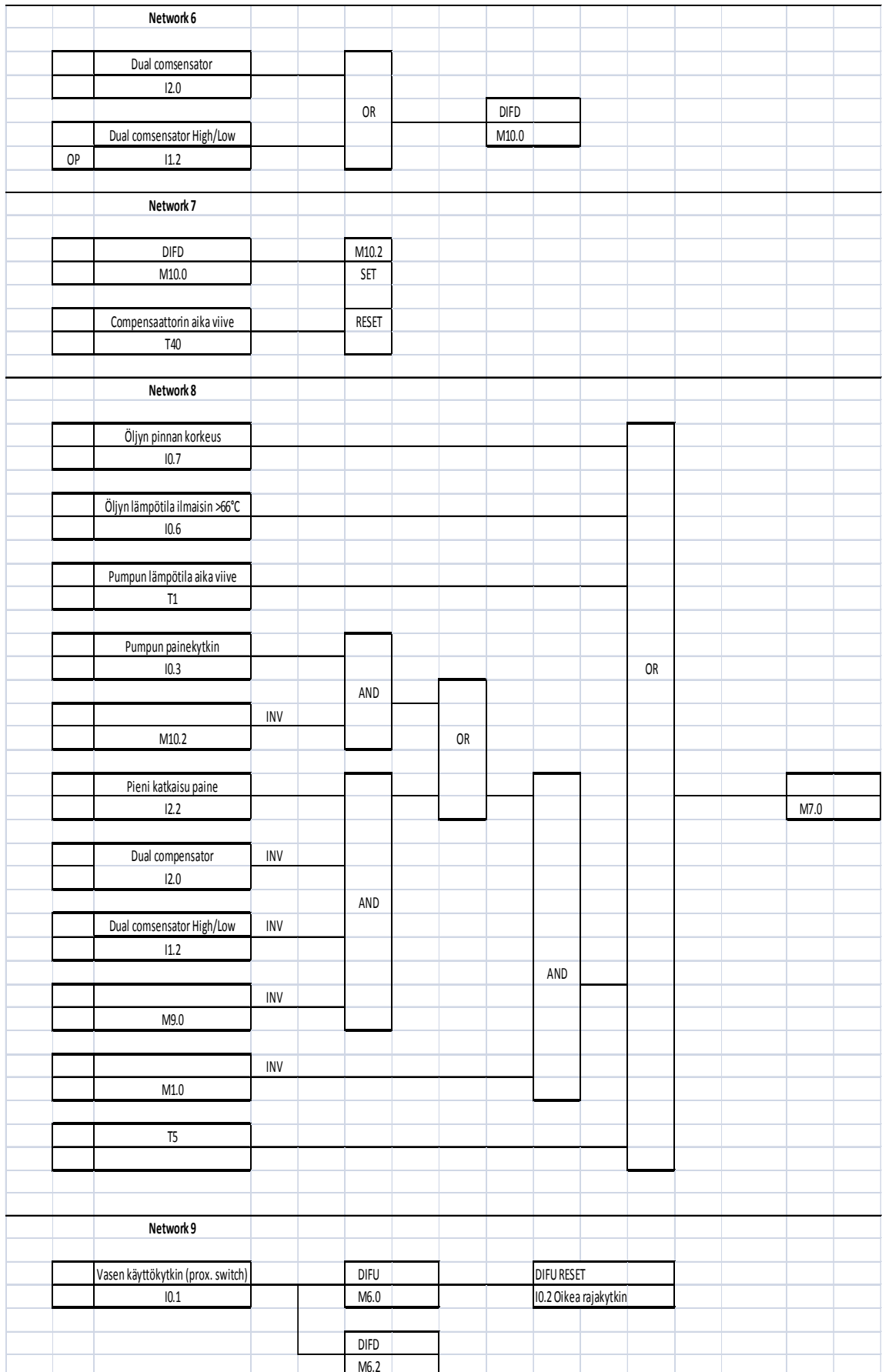
Liite 2. Input/Output-taulukko

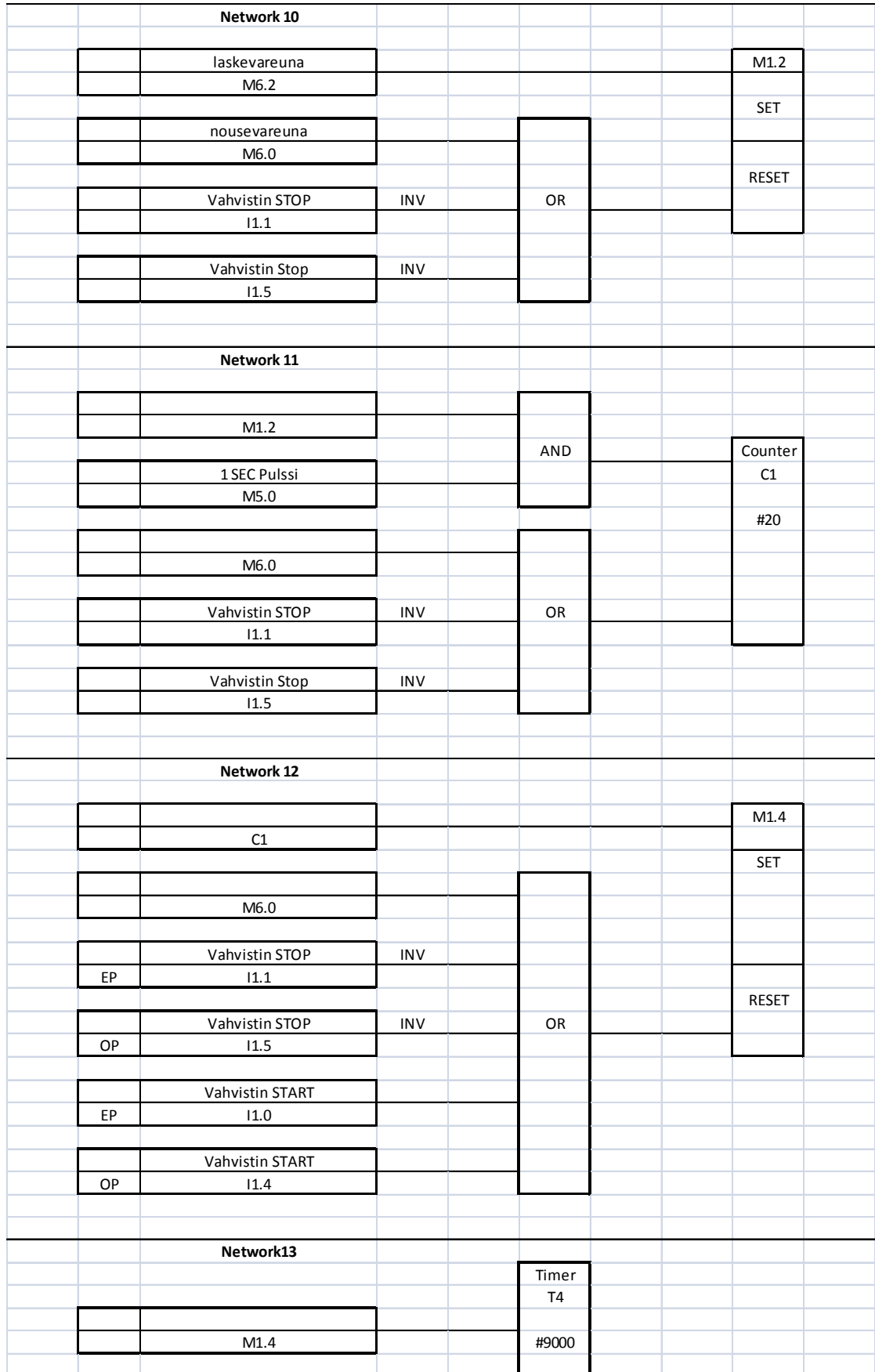
Omron	Tulot	IN	Tominto	Sijainti	Funktio	S7-1200	Tulot	IN	
	Bl	0002	Paine pumpun lämpötilä kytkin		Kun veden lämpötilä > 50C -> sammutus		I	I0.0	CPU 1212C
	Bl	0003	Vasen rajakytkin (prox. switch)		Korkeapaine sylinterin rajakytkin		I	I0.1	CPU 1212C
	Bl	0004	Oikea rajakytkin (prox. switch)		Korkeapaine sylinterin rajakytkin		I	I0.2	CPU 1212C
	Bl	0005	Pumpun paine kytkin				I	I0.3	CPU 1212C
	Bl	0006	Öljyn suodatin likainen		Öljyn suodattimen likaisuuden varoitus		I	I0.4	CPU 1212C
	Bl	0007	Öljyn lämpötila ilmassin >55°C		Öljyn lämpötila > 55C -> varoitus		I	I0.5	CPU 1212C
	Bl	0008	Öljyn lämpötila ilmassin >66°C		Öljyn lämpötila > 65C -> sammutus		I	I0.6	CPU 1212C
	Bl	0009	Öljyn pinnan korkeus		Matala öljyn pinnan korkeus -> sammutus		I	I0.7	CPU 1212C
	Bl	0010	Vahvistin Start	Erillispaneeli	Käynnistys		I	I1.0	SM 1221
	Bl	0011	Vahvistin Stop	Erillispaneeli	Pysäytys		I	I1.1	SM 1221
	Bl	0012	Dual comsator (High/Low) kytkin (3S1)	Operointipaneeli	Kytkin korkea/matala paineelle		I	I1.2	SM 1221
	Bl	0013	Booster/Recirc control (Auto/Recirc) kytkin (3S2)	Operointipaneeli	Kytkin pumpun toiminnalle		I	I1.3	SM 1221
	Bl	0014	Vahvistin Start	Operointipaneeli	Käynnistys		I	I1.4	SM 1221
	Bl	0015	Vahvistin Stop	Operointipaneeli	Pysäytys		I	I1.5	SM 1221
	Bl	0200	Hydraulipumpun käynnistys	Start paneeli			I	I1.6	SM 1221
	Bl	0201	Booster-Recirc control (1S5)				I	I1.7	SM 1221
	Bl	0202	Dual comsator (1S6)				I	I2.0	SM 1221
	Bl	0203	Reset		Hätäseis		I	I2.1	SM 1221
	Bl	0204	Pieni katkaisupaine	Erillispaneeli	Pieni katkaisupaine -> sammutus		I	I2.2	SM 1221
		0205	Tyhjä						
		0206	Tyhjä						
		0207	Tyhjä						
		COM							

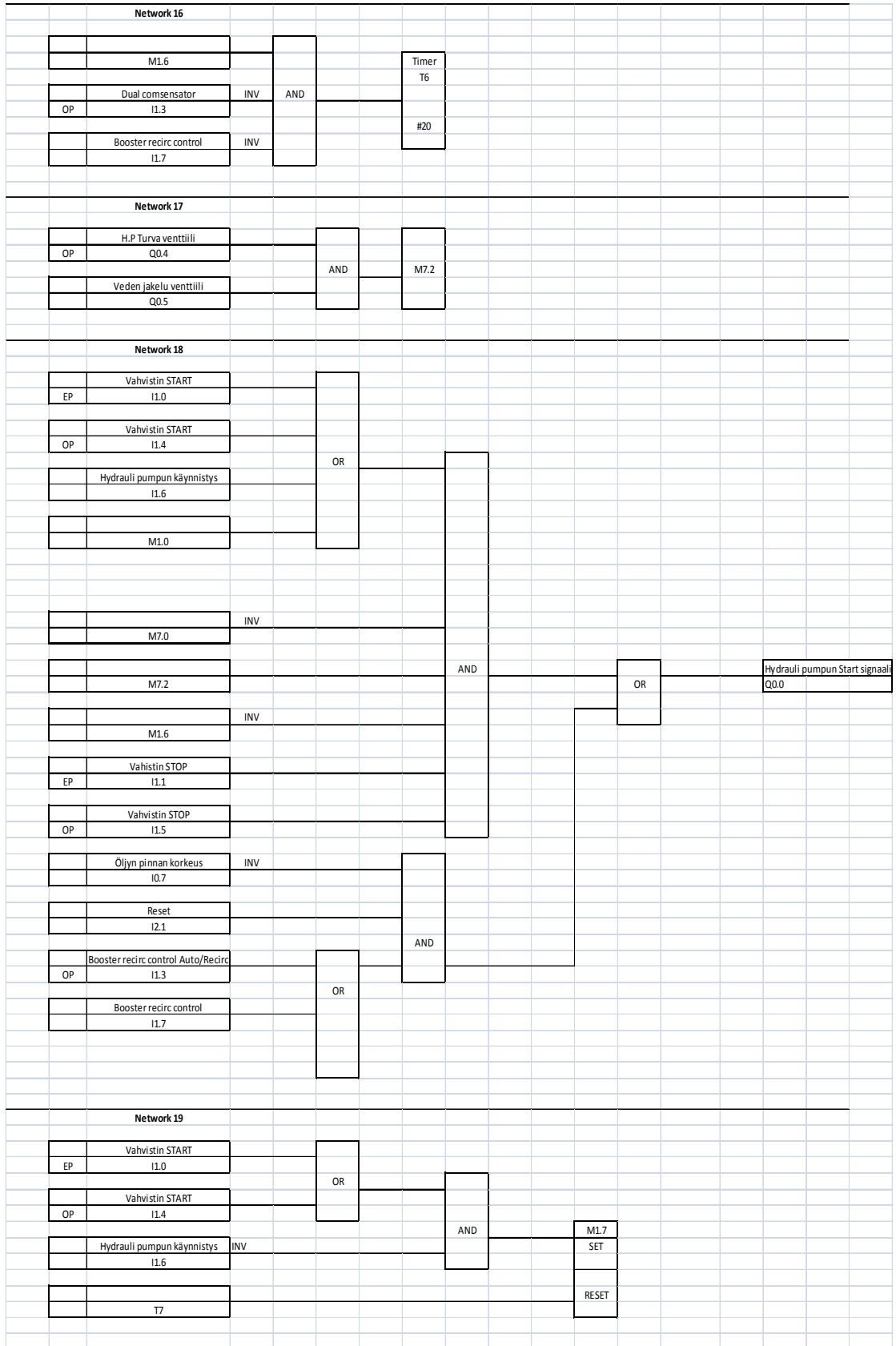
Omron	Lähdöt	OUT			S7-1200	Lähdöt	OUT
	BO	0100 Hydraulii pumpun Start signaali	Start paneeli			Q	Q0.0
		COM					
	BO	0101 Dual consensor or P.P.C option				Q	Q0.1
		COM					
	BO	0102 4-suunta venttiili 'A' portti				Q	Q0.2
		COM					
	BO	0103 4-suunta venttiili 'B' portti				Q	Q0.3
		COM					
	BO	0104 H.P turva venttiili				Q	Q0.4
	BO	0105 Veden jakelu venttiili				Q	Q0.5
	BO	0106 Lamppu testi	Erillispaneeli			Q	Q1.0
	BO	0106 Normaali operaatio	Operointipaneeli			Q	Q1.0
	BO	0107 Vahvistimen sulkeminen	Operointipaneeli			Q	Q1.1
		COM					
	BO	0108 Hydrauliiikka osan solenoidi				Q	Q1.2
	BO	0109 Pitkä varalla olo aika		Kun käyttämättä 30 min -> sammutus		Q	Q1.3
	BO	0110 Pumpun paine alhainen		Kun veden paine alle 7 bar ->sammutus		Q	Q1.4
	BO	0111 Öljyn lämpötila yli 55°C		Hälytys		Q	Q1.5
		COM					
	BO	0300 Öljyn lämpötila yli 65°C		Kun lämpötila yli 65C ->Sammutus		Q	Q1.6
	BO	0301 Pieni katkaisupaine				Q	Q1.7
	BO	0302 Vahvistimen varoitus	Operointipaneeli			Q	Q2.0
	BO	0303 Tarkista vahvistin	Operointipaneeli	Epänormaali toiminto -> tarkista/sammuta		Q	Q2.1
	BO	0303 Tarkista vahvistin	Erillispaneeli	Epänormaali toiminto -> tarkista/sammuta		Q	Q2.1
		COM					

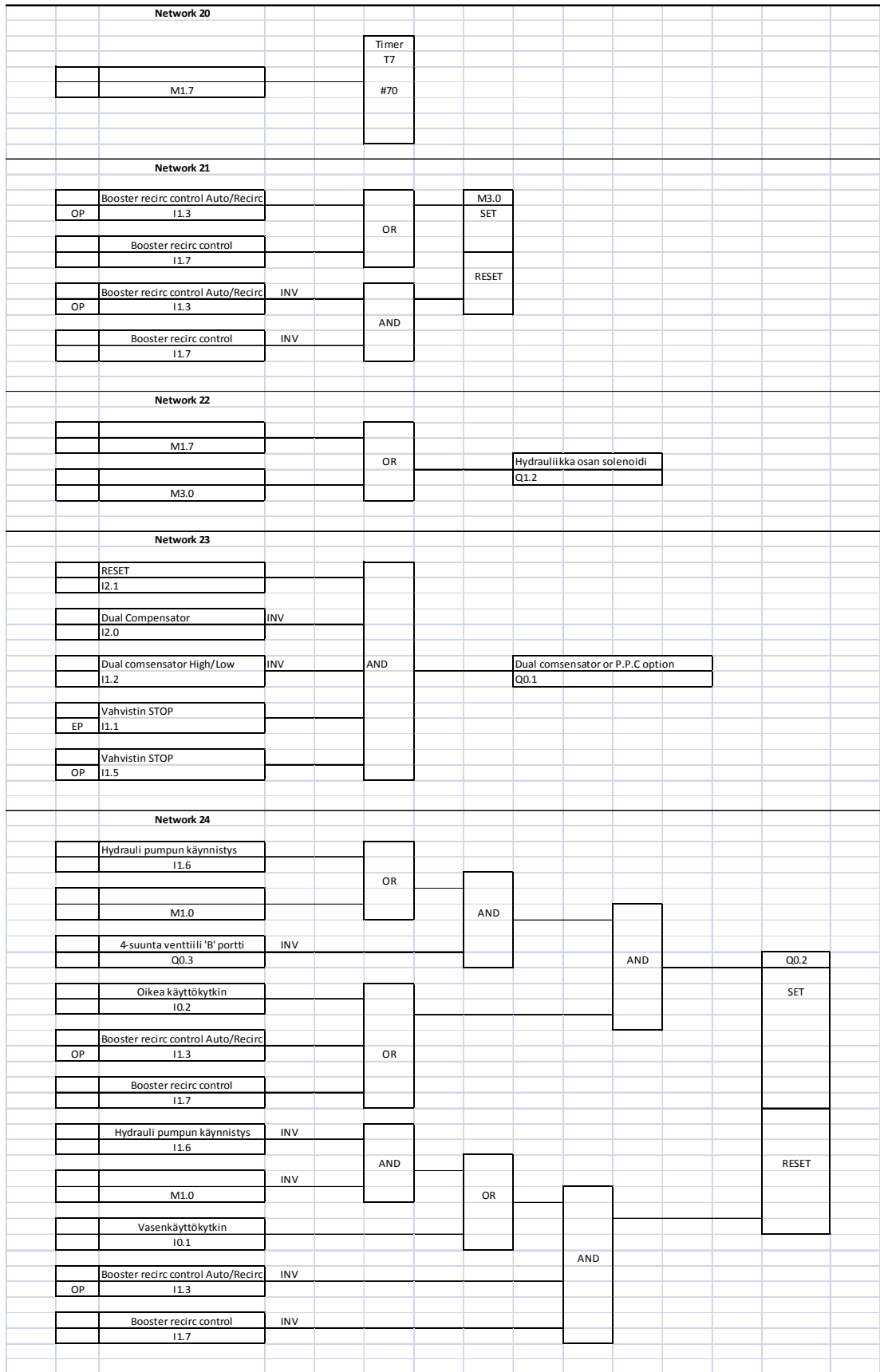
Liite 3. Logiikkaohjelma FB-lohkossa

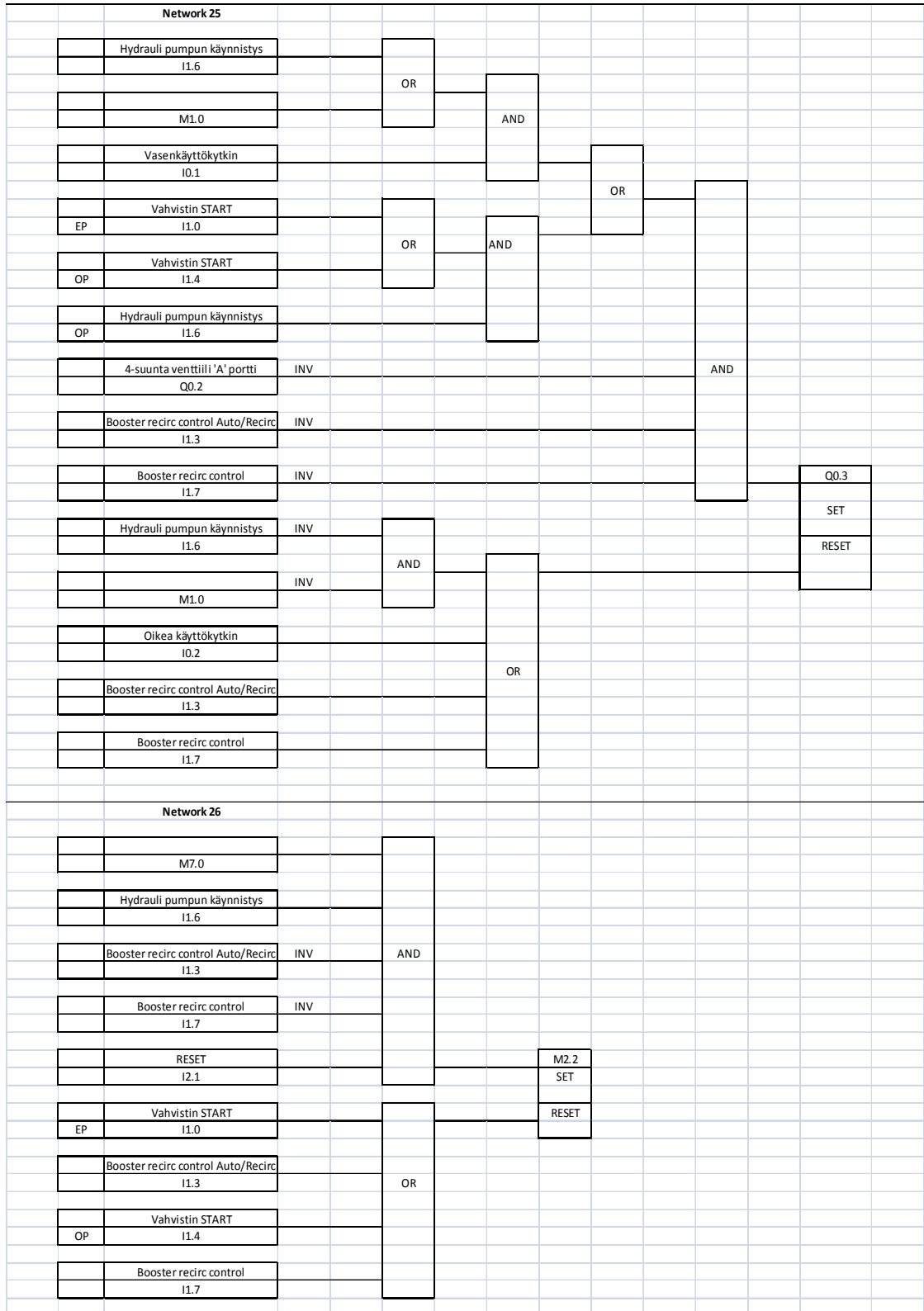


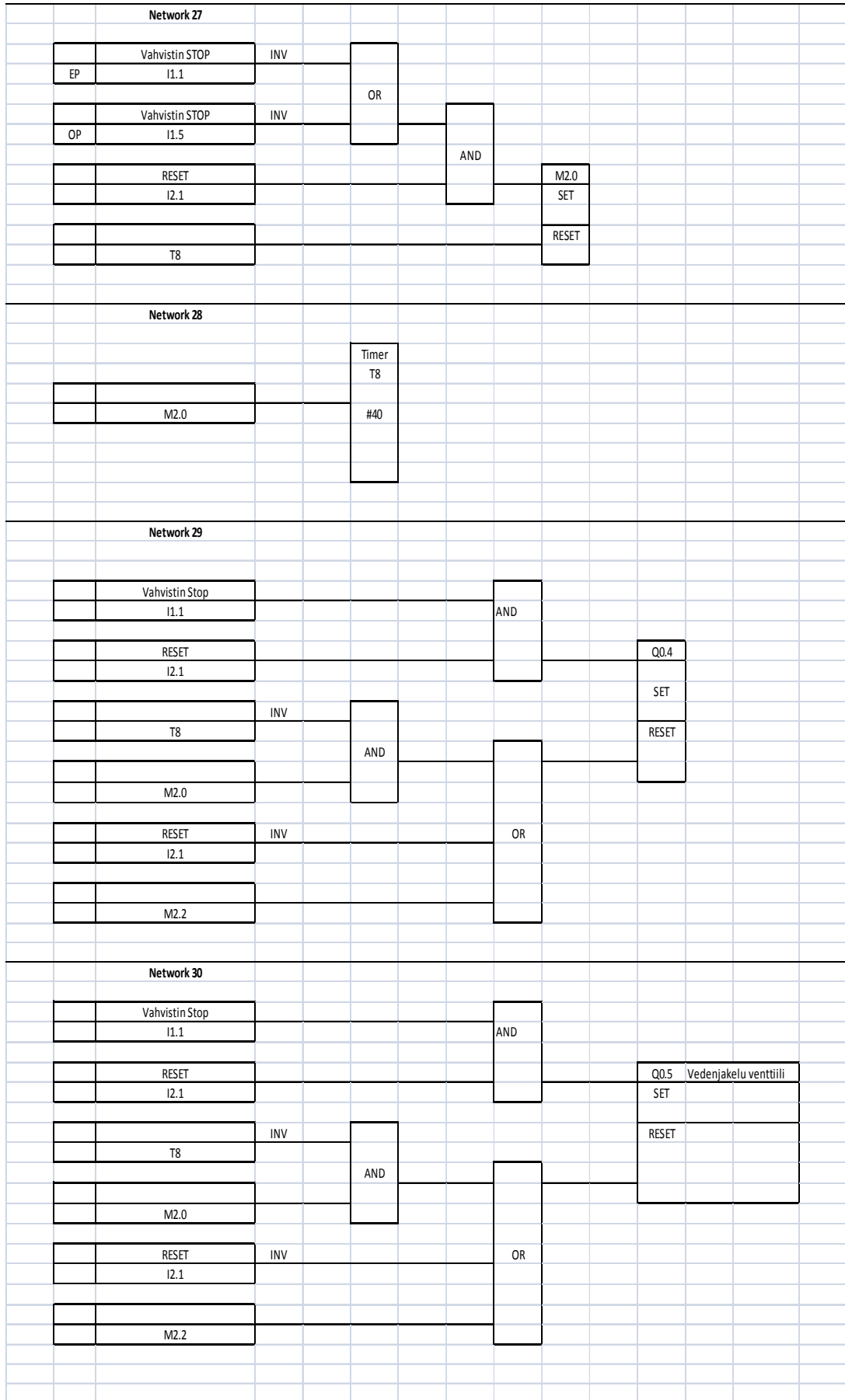


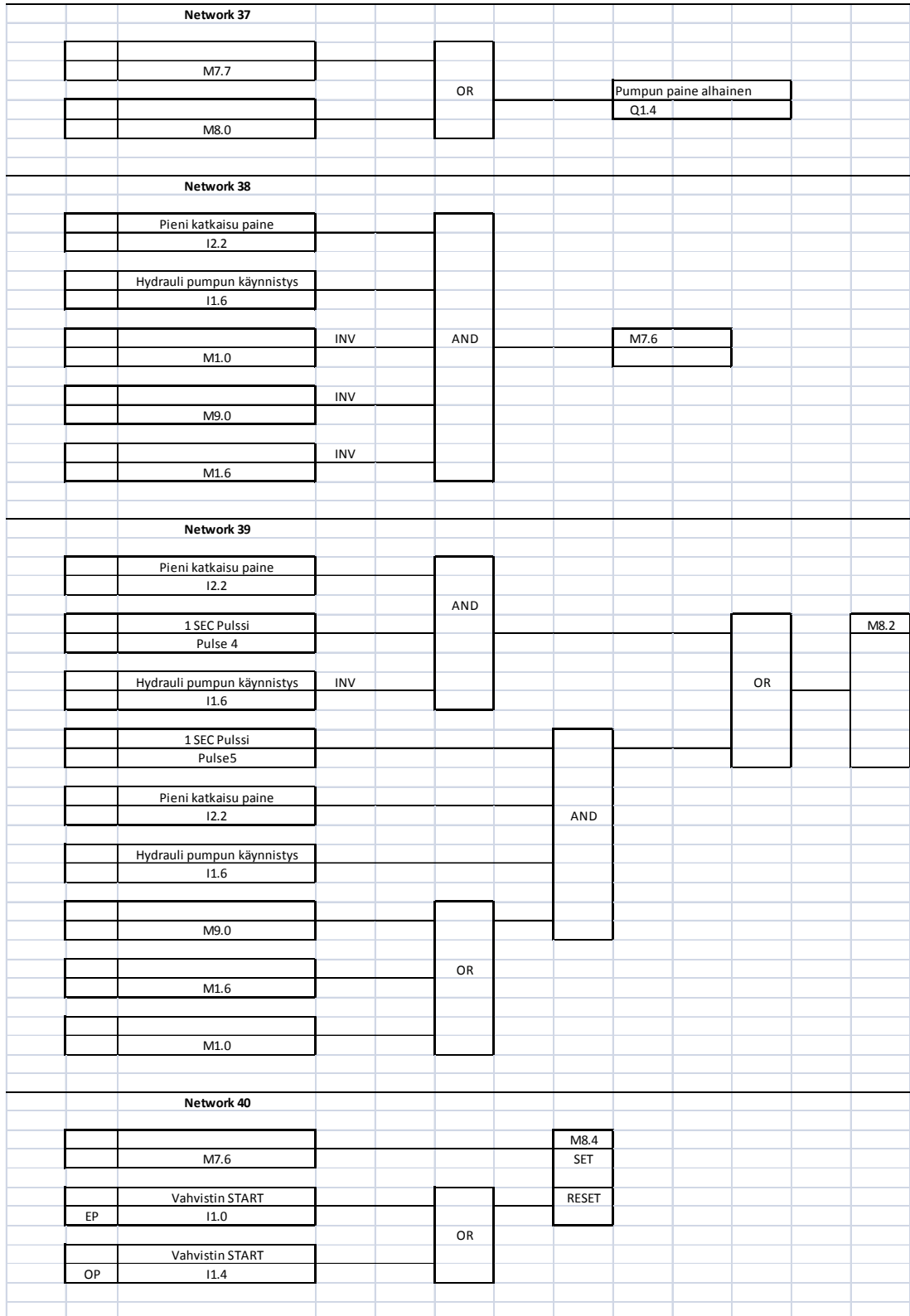


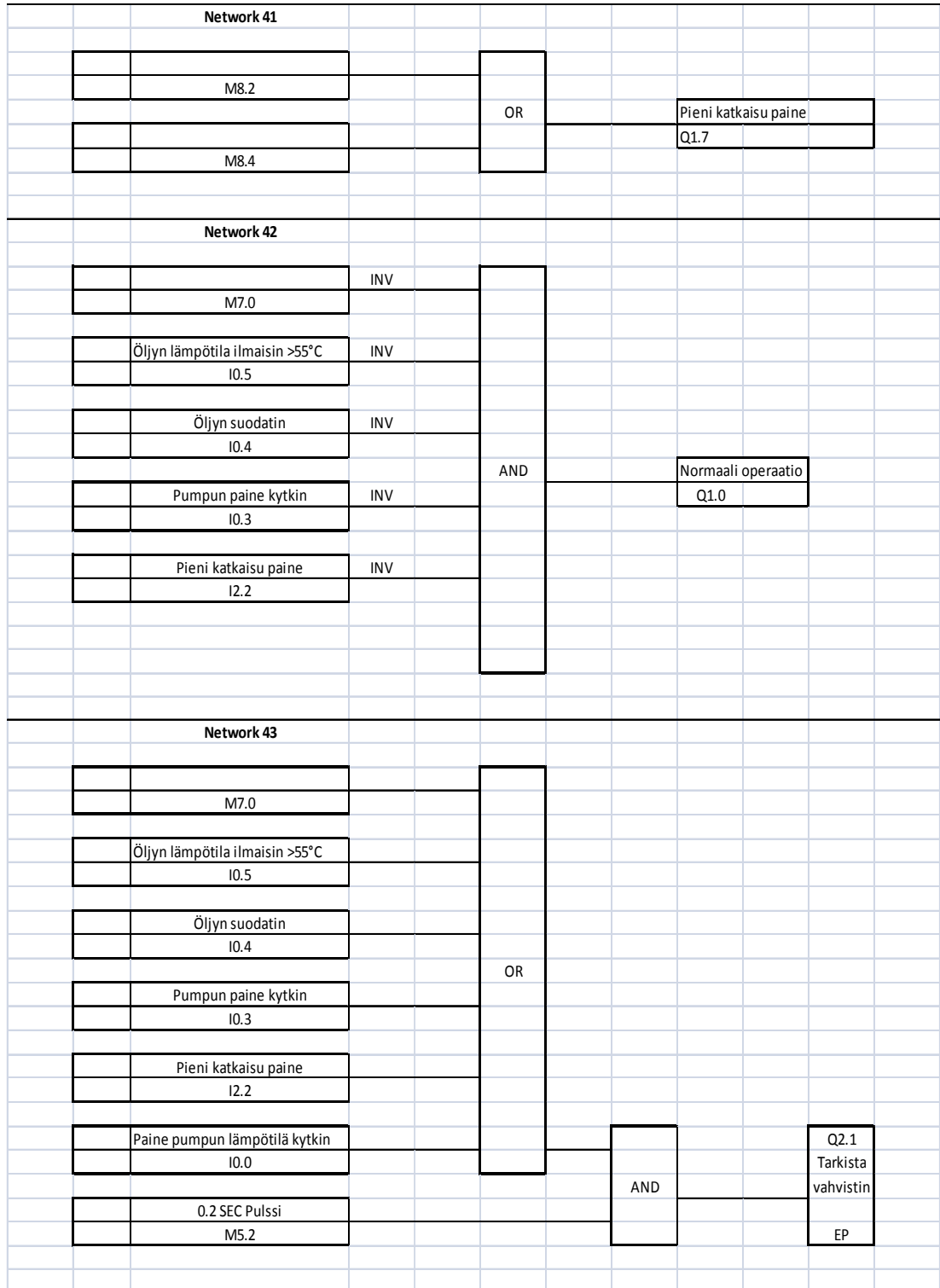


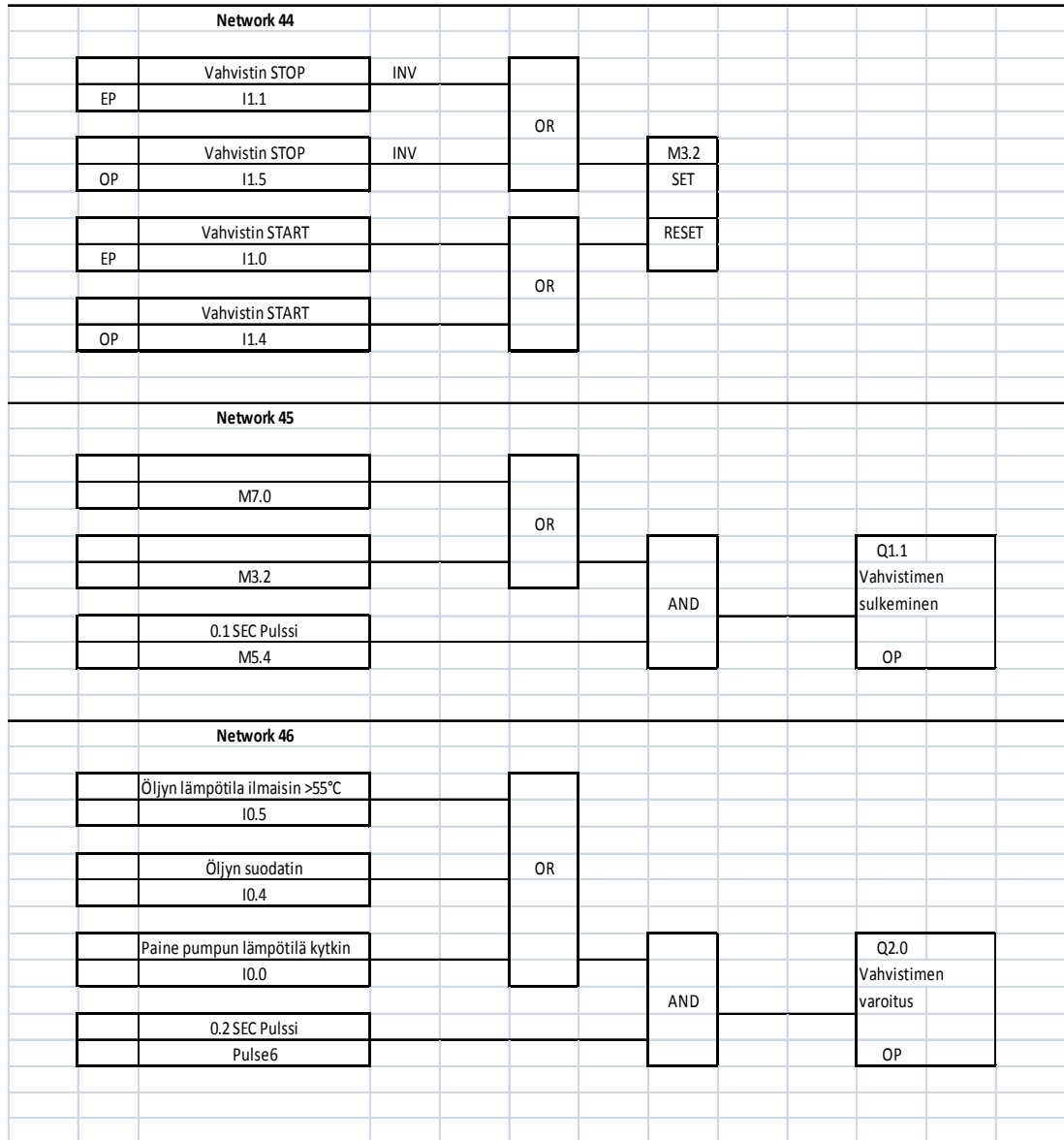












Liite 4. Logiikkaohjelma FC-lohkossa

FC-Block		
Network 1		
Öljynlämpötila yli 55 astetta	Q1.5	M220.0
Network 2		
Öljynlämpötila yli 65 astetta	I0.6	M220.1
Network 3		
Öljynpinnan korkeus	I0.7	M220.2
Network 4		
Pumpunpaine alhainen	Q1.4	M220.3
Network 5		
Vahvistimen sulkeminen	Q1.1	M220.4
Network 6		
Vahvistimen varoitus	Q2.0	M220.5

Network 7		
Pumpun lämpötilakytkin >50°	I0.0	M220.6
Network 8		
Öljynsuodatin	I0.4	M220.7
Network 9		
Pieni katkaisupaine	I2.2	M221.0
Network 10		
Pitkä varallaoloaika	Q1.3	M221.1
Network 11		
Tarkista vahvistin	Q2.1	M221.2

Liite 5. Näyttöpaneelin hälytyslista

KorkeapainePumppu ▶ HMI_1 ▶ HMI alarms

Discrete alarms Analog alarms Alarm classes Alarm groups

Discrete alarms

ID	Event text	Alarm class	Trigger tag	Trigger..	HMI acknowle...	HMI ac..
1	Öljyn lämpötila yli 55C	Virheet_1	Halytyssana1	0	<No tag>	0
10	Pitkä varallaolo aika	Virheet_1	Halytyssana2...	1	<No tag>	0
11	Tarkista vahvistin	Virheet_1	Halytyssana2	2	<No tag>	0
3	Öljyn pinnankorkeus	Virheet_1	Halytyssana1	2	<No tag>	0
2	Öljyn lämpötila yli 65C	Virheet_1	Halytyssana1	1	<No tag>	0
4	Pumpun paine alhainen	Virheet_1	Halytyssana1	3	<No tag>	0
5	Vahvistimen sulkeminen	Virheet_1	Halytyssana1	4	<No tag>	0
6	Vahvistimen varoitus	Virheet_1	Halytyssana1	5	<No tag>	0
7	Painepumpun lämpötilakytkin,	Virheet_1	Halytyssana1	6	<No tag>	0
8	Öljynsuodatin likainen	Virheet_1	Halytyssana1	7	<No tag>	0
9	Pieni katkaisupaine	Virheet_1	Halytyssana2	0	<No tag>	0
<Add new>						