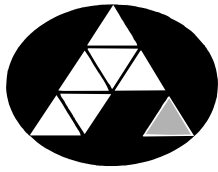


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Juho Sormunen

PUUPYLVÄIDEN TYÖSTÖASEMAN AUTOMAATION MODERNI-
SOINTI

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2011



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2011
Kone- ja tuotantotekniikan koulu-
tusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800 p. (013) 260 6906

Tekijä
Juho Sormunen

Nimeke
Puupylväiden työstöaseman automaation modernisointi

Toimeksiantaja
Iivari Mononen Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli muuttaa Iivari Mononen Oy:n tuotantolaitoksen työstöaseman logiikkaohjaus vastaamaan modernisointisuunnitelmia. Niihin kuului tehokkuuden, turvallisuuden ja työergonomian parantaminen.

Ensin työstöasemalle tehtiin toimintaselostus, jossa käytiin läpi tuotantoprosessi vaihe vaiheelta. Sen jälkeen alettiin suunnitella logiikan muutostöitä. Samalla arvioitiin muutosten vaikutuksia toisiinsa ohjelmoinnissa.

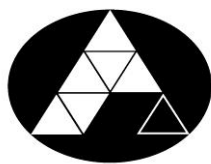
Ohjelmointi ja laitevalinnat suoritettiin noudattaen turvallisuuteen ja muihin määräyksiin liittyviä standardeja ja direktiivejä. Jotta työstöasema noudattaisi uusia asetuksia, tulisi turvallisuuteen kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Pylvään läpimenoaikaa saatiin lyhennettyä suunnittelemalla puskurivarasto, joka samalla vähensi pylvään aiheuttamaa melua.

Ohjelmaa testattiin simuloimalla työstötilannetta tietokoneella. Työn tulos ei kata kaikkia yrityksen työstöasemalle suunniteltuja muutoksia. Se on lähinnä hyvä pohja, jolta lähteä kehittämään modernisointia. Prosessi kasvatti kirjoittajan ammatillisia taitoja ja syvensi tietämystä ohjelmoitavista logiikoista.

Kieli
suomi

Sivuja 50
Liitteet 2
Liitesivumäärä 55

Asiasanat
ohjelmoitava logiikka, työstöaseman modernisointi, työturvallisuus



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
April 2011
**Degree programme in Mechanical
and Production Engineering**
Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6800

Author
Juho Sormunen

Title
Modernization of the Automation of a Processing Station for Wooden Poles

Commissioned by
Iivari Mononen Oy

Abstract

The goal of the thesis was to modify the logic control of the processing station in the production plant of Iivari Mononen Oy to meet the modernization plans. The plans included improving efficiency, safety and work ergonomics.

First a description of the operations for the processing station was made in which the working process was clarified step by step. After that, the design of the modifications of the programmable logic was started. At the same time, the effects of the modifications on one another were evaluated.

Programming and the selection of devices was performed in compliance with the standards and directives dealing with safety and other regulations. In order for the processing station to comply with the new regulations, more attention should be given to safety issues. The through-put time of the pole at the processing station was shortened by designing a buffer stock which also reduced the noise caused by the pole at the same time.

The program was tested by simulating the processing cycle with computer. The result of the thesis does not cover all the changes the company has planned for the processing station. It is mainly a good basis from which the modernization can be evolved. The process increased the writer's occupational skills and knowledge of programmable logics.

Language
Finnish

Pages 50
Appendices 2
Pages of Appendices 55

Keywords
programmable logic, modernization of processing station, industrial safety

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto	5
1.1	Opinnäytetyön tarkoitus ja tehtävän rajaus	5
1.2	Iivari Mononen Oy	5
1.2.1	Yrityksen historia	6
1.2.2	Pylväiden valmistusprosessi	6
2	Ohjelmointi	7
2.1	Toimintaselostus	7
2.1.1	Poikittaiskuljetin	8
2.1.2	Porrasannostelija	9
2.1.3	Vastaanottokuljetin	10
2.1.4	Työstöasema	13
2.1.5	Lajittelukuljetin	16
2.2	Tikapuuohjelmointi ja binäärilogiikka	17
2.3	Vanha ohjelma	19
2.4	Uudistukset	20
2.4.1	Stoppariraudat poikittaiskuljettimelle	20
2.4.2	Puskurivarasto ja siirto työstöasemalle	21
2.4.3	Työstöaseman korkeudensäätö	28
2.4.4	Pylvään lukitus työstöasemalla	30
2.4.5	Pylvään pyöritys työstöasemalla	31
2.5	Turvallisuus	32
2.5.1	Hätäpysäytys	32
2.5.2	Turvarajat	33
2.6	Ohjelman siirto logiikkaan	33
3	Laitevalinnat	39
3.1	Logiikka	39
3.2	Tulo- ja lähtöyksiköt	39
3.3	Käyttöliittymä	42
3.3.1	Käynnistys ja pysäytys	42
3.3.2	Hätäpysäytys	43
3.3.3	Muut toiminnot	44
3.4	Anturit	44
3.5	Turvakytkimet	46
3.6	Virtalähde	47
4	Pohdinta	48
	Lähteet	50

Liitteet

Liite1 Logiikan symbolit

Liite2 Uusi logiikkaohjelma

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tarkoitus ja tehtävän rajaus

Työn tarkoituksena on modernisoida livari Mononen Oy:n Höljäkän kyllästämölle sijaitsevan työstöaseman automaatiojärjestelmä. Työstöhalliin suunnitellaan myös mekaanisia uudistuksia, jotka aiheuttavat omia muutostarpeitaan automaatiopuolelle. Modernisointitarpeen aiheutti tarve saada työstöaseman tehokkuus, työergonomia ja turvallisuus paremmalle tasolle. Yksi tavoitteista oli myös saada hallista läpi nykyistä pidempiä pylviä. Tehokkuutta pyritään parantamaan lyhentämällä pylvään läpimenoaikaa.

Ensin käydään läpi työstöaseman nykyistä toimintaa pohtien samalla tarpeellisia muutoksia ja niiden toteutusta. Seuraavaksi suunnitellaan muutosten ohjelmointia. Se suoritetaan tikapuuohjelmoinnilla, noudattaen turvallisuuden ja mekaniikan vaatimuksia. Näiden asioiden pohjalta suoritetaan myös alustavia laitevalintoja. Laitevalinnoissa keskitytään valitsemaan laitteet niin, että ohjelma toimii suunnitellulla tavalla.

Työstä rajattiin pois pituuden mittauksen muuttaminen konenäköjärjestelmäksi ja pylväiden varastokirjanpidon modernisointi, koska opinnäytetyöhön varattu aika ei riittänyt niiden kattavaan käsittelyyn. Konenäköjärjestelmällä tullaan tulevaisuudessa mittaamaan pituuden lisäksi myös pylvään tilavuutta ja lenkoutta. Varastokirjanpito muutetaan automaattiseksi, jolloin se päivittyy viiveettömästi verkon kautta yrityksen tietokantaan. [10.]

1.2 livari Mononen Oy

livari Mononen Oy:llä on tuotantolaitoksia Nurmeksen Höljäkässä, Vilppulan Kolhossa ja Joensuun syväsatamassa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Joensuun keskustassa. Toimitusjohtajana toimii Ari Mononen, ja työntekijöitä on kaikkiaan noin 50. [1.]

Vuonna 2009 tuotantoprosessien läpi kulki yhteensä noin 85 000 m³ puuta yhtiön liikevaihdon ollessa noin 29 M€. Ulkomaiden osuus liikevaihdosta oli noin 65 %. [1.]

1.2.1 Yrityksen historia

livari Mononen perusti sotien jälkeen 1940-luvun lopulla puutavarayrityksen, jonka ensimmäinen pylvästoimitus lähti Englantiin vuonna 1952. 1970-luvulla pylväsaihoita hankittiin lähinnä Kainuusta ja Pohjois-Karjalasta. Tämän seurauksena livari Mononen Oy hankki 1990-luvun alussa pylväsmetsien keskellä Nurmeksessa sijaitsevan, aiemmin Enso Gutzeit Oy:n omistuksessa olleen kyllästämön itselleen. [1.]

2000-luvulla livari Mononen Oy on tehnyt lukuisia yritysostoja, joihin on kuulunut lähinnä pieniä kyllästämöjä Pohjois-Karjalassa. Yritystojen kautta liiketoiminta laajeni pylväistä myös kyllästettyyn sahatavaraan vuonna 2002. Uusimmat yrityskaupat on tehty vuoden 2011 alussa hankkimalla ScanPole Norge As:n osakekanta livari Mononen Oy:n omistukseen. Kaupan yhteydessä tehtiin myös liiketoimintakauppa, jossa suurin osa ScanPole Sverige Ab:sta siirtyi ScanPole Norge As:n omistukseen. Näiden kauppojen myötä konsernin liikevaihdon odotetaan kasvavan yli 15 miljoonalla eurolla vuoden 2009 tasosta. [1.]

1.2.2 Pylväiden valmistusprosessi

Pylväiden valmistusprosessi alkaa metsästä, jossa leimaaja valitsee pylväsaihoit leimikolta. Kun puut on kaadettu, kuljetetaan ne tuotantolaitokselle kuorittavaksi. Kuorinnan jälkeen pylväät lajitellaan koon ja laadun mukaan. Pylväät varastoidaan kuivumaan taapeleihin tai kuivataan erillisessä kuivaamossa.

Seuraava vaihe on pylvään sorvaus, jossa pylvään pinta tasoitetaan ja ylimääräinen nila ja kuori lähtee pois. Sitten pylvään mitat vielä tarkastetaan, tehdään

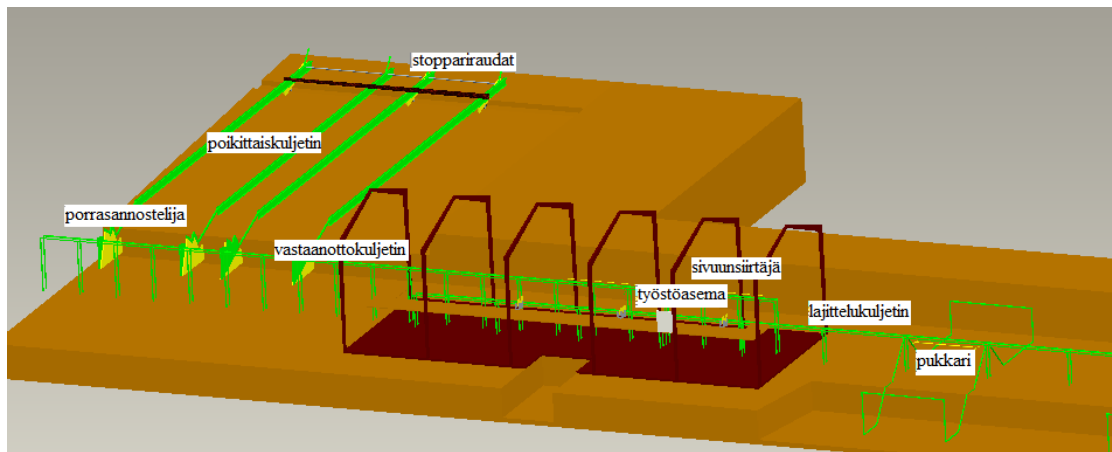
siihen poraamalla tai sahaamalla asiakkaan vaatimat työstöt ja merkataan pylväs tunnistusta varten.

Pylväs on nyt valmis kyllästettäväksi. Kyllästysaineena toimii joko kreosootti tai Tanalith-E -kuparikyllästysaine. Osa pylväistä lähtee tehtaalta kyllästämättöminä. Pylväät toimitetaan asiakkaalle usein suoraan asennuskohteeseen.

2 Ohjelmointi

2.1 Toimintaselostus

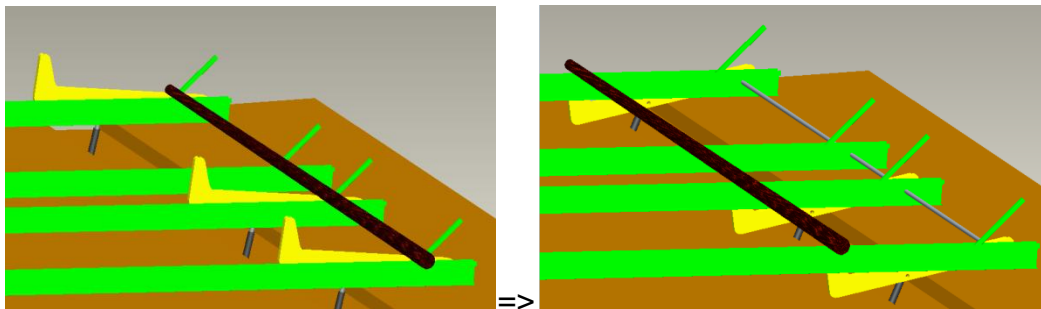
Toimintaselostuksessa kuvataan pylvään valmistusprosessi sorvauksen jälkeen. Samalla selvitetään ohjelman toimintaa. Kuvassa 1 on yleiskuva työstöasemasta ja sen lähiympäristössä sijaitsevista kuljettimista, annostelijoista ja varastoista.



Kuva 1. Työstöaseman yleiskuva.

2.1.1 Poikittaiskuljetin

Sorvauksen jälkeen pylväs putoaa stoppariraudoille (ovat vasta suunnitteilla, kuva 2), johon niitä kerätään koosta riippuen muutama kymmenen kappaletta. Kun lokero täyttyy, sorvaaja laskee stopparit painikkeesta. Nyt puut pääsevät liikkumaan poikittaiskuljettimella. Poikittaiskuljetin vie pylvää sorvilta porrastelijalle. Kuljetin toimii myös välivarastona.



Kuva 2. Stopparin toiminta.

Poikittaiskuljettimen käyttö on säppikäyttö (kuva 3). Hydraulisyntereitä on kuljettimen molemmilla puolilla, ja ne toimivat vuoroiskutoiminnolla. Työstöhallin käyttöpaneelissa on painikkeet kuljettimen automaatti- sekä käsiajolle.



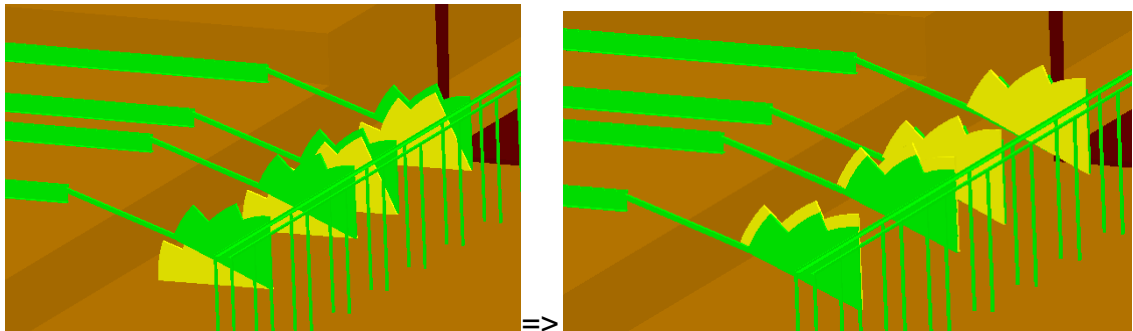
Kuva 3. Säppikäyttö.

Jos työstöhallissa ei ole toimintaa (eli hydraulikka on pois päältä), voidaan sorvilta käsin ajaa kuljetinta impulssittain eteenpäin. Poikittaiskuljettimen impulssi käynnistää hydraulikan, joka sammuu määräajan kuluttua.

Poikittaiskuljettimelta pylvää menevät porrasannostelijan taskuun, jossa on kaksi viiksirajaa tutkimassa taskun täyttöastetta. Kun taskussa on tarpeeksi pylvää (rajat kytketty), poikittaiskuljetin pysähtyy. [3.]

2.1.2 Porrasannostelija

Porrasannostelijan tehtävänä on oikaista poikittaiskuljettimella mahdollisesti ristiin menneet pylvää ja annostella niitä pitkittäiskuljettimelle yksi kerrallaan. Kuvassa 4 porrasannostelijan toimintaa on kuvattu piirroksilla.

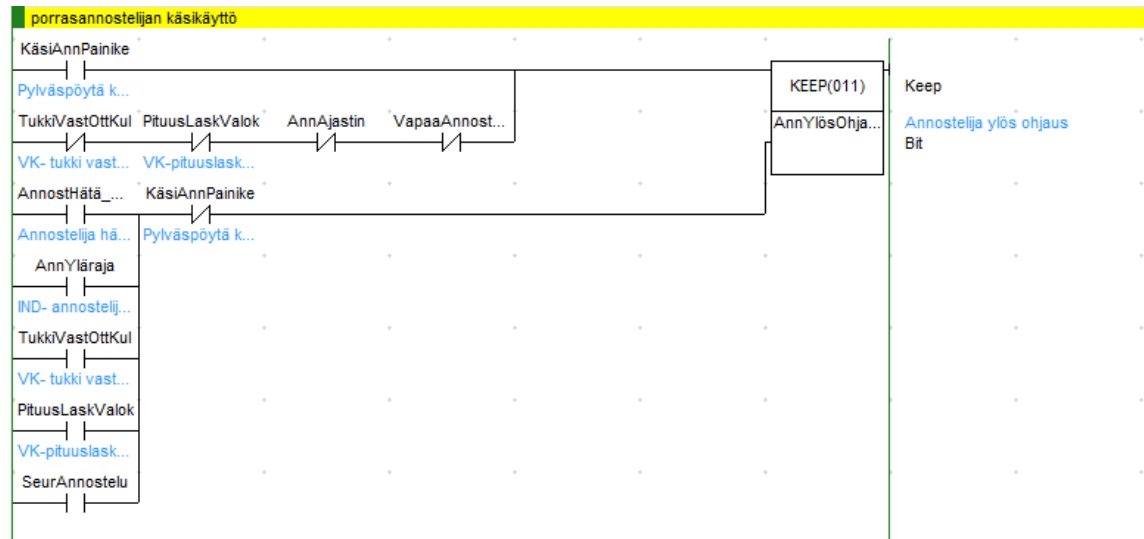


Kuva 4. Porrasannostelijan toiminta.

Porrasannostelija annostelee automaattisesti vastaanottokuljettimelle yhden pylvään kerrallaan. Vastaanottokuljettimella on valokenno (TukkiVastOttKul, muistinumero 1.09), joka ohjaa porrasannostelijaa, jottei kuljettimelle tulisi yhtä pylväästä enempää kerrallaan. [3.] Porrasannostelijassa on viiksiraja yläasennon rajatunnistimena. Annostelijaa voidaan myös ajaa käsikäytöllä (KäsiAnnPainike, 2.01). Uusi annostelu tapahtuu, kun pylväs on poistunut kummaltakin valokennolta tai kun painetaan käsiannostelupainiketta. Annostelijaa ylös ohjaavan pi-topiirin resetoimiseksi riittää yksi seuraavista toiminnoista:

- painike; AnnostHätä_Alas, 0.14
- annostelijan yläviiksiraja; AnnYläraja 1.11
- valokenno; TukkiVastOttKul 1.09
- valokenno; PituusLaskValok 1.14
- apumuisti; SeurAnnostelu 40.09, joka määrittää seuraavan annostelun ajan ajastimen T0040 kautta.

Käsiannostelupainikkeella porrasannostelija saadaan ohjattua ylös huolimatta edellisen listan toimintojen tilasta.



Kuva 5. Porrasannostelijan toiminta logiikassa.

2.1.3 Vastaanottokuljetin

Kun porrasannostelija on annostellut pylvään vastaanottokuljettimelle, jatkaa pylväs matkaansa pituuden mittauksen valokennolle (kuvat 6 ja 7), joka yhdessä pulssianturin kanssa laskee pylvään pituuden. Pituuden laskenta alkaa, kun pylvään tyvi saapuu valokennolle ja loppuu silloin, kun latva poistuu valokennolta. Laskennan aikana laskuri laskee pulssianturilta tulleet pulssit ja muuttaa tiedon millimetreiksi. Pulsseja anturi antaa 1000 jokaisella kierroksella ja hammaskehän (kuva 6) halkaisija on noin 700mm [7]. Näiden arvojen perusteella ohjelma tekee laskennan:

$$\frac{\pi * d}{x} = \frac{\pi * 700mm}{1000 \text{ pulssia/kierros}} \approx 2,2 \text{ mm/pulssi}$$

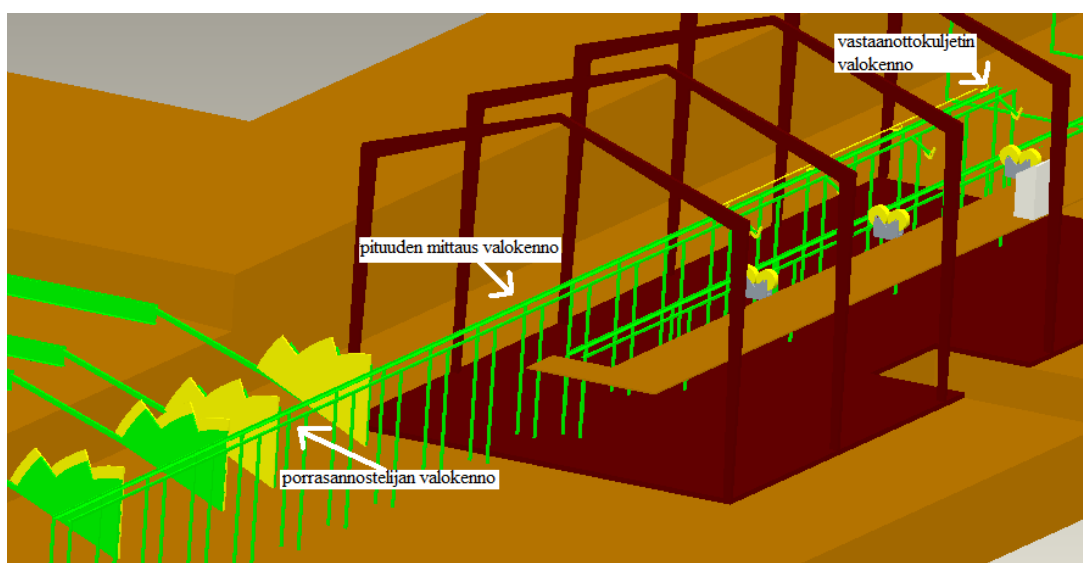
Jos laskurille on tullut valokennon määräämänä aikana esimerkiksi 4000 pulssia (4 pulssianturin kierrosta), on pylvään pituus silloin:

$$l = 2,2 \text{ mm/pulssi} * 4000 \text{ pulssia} = 8800 \text{ mm}$$

Yksi pulssi vastaa siis noin 2,2 millimetriä puun pituudessa. Tämä on mittauksen suurin tarkkuus. Pituus näytetään työstöasemalla sijaitsevalla näytöllä, yhden senttimetrin tarkkuudella.



Kuva 6. Vasemmalla pituuden mittauksen valokenno Omron E3S-CT61D ja oikealla pulssianturi Omron E6C-CWZ.



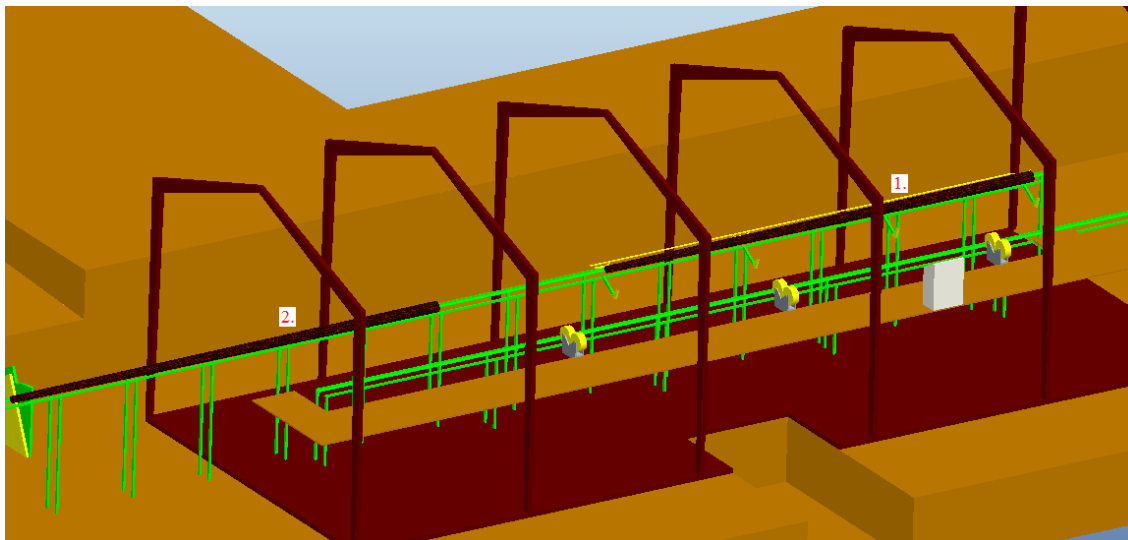
Kuva 7. Kuvaan on merkattu vastaanottokuljettimen varrella sijaitsevat valokennot.



Kuva 8. Vastaanottokuljettimen pysäyttävä valokenno.

Kun pylväs on saapunut vastaanottokuljettimen päässä sijaitsevalle valokennolle (kuvat 7 ja 8), kuljetin pysähtyy. Nykyisellä kokoonpanolla seuraava vaihe on se, että työstäjä painaa käyttöpaneelin annostelupainiketta ja sivuunsiirtäjä (kuva 11) siirtää pylvään työstöaseman rullille. [3.] Tähän on suunnitteilla muutos, jolla pyritään parantamaan pienien ja nopeasti työstettävien pylväiden läpimenoaika (kuva 9). Vastaanottokuljettimen ja työstöaseman väliin tehdään puskurivarasto seuraavasti (kuvissa 11–14 tämä on jo karkeasti mallinnettu):

- Pylvään saapuessa kuljettimen päähän valokenno antaa käskyn sivuunsiirtäjälle, joka siirtää pylvään puskurivarastoon odottamaan työstäjältä tulevaa annostelukäskyä.
- Sivunsiirtäjä ei saa tehdä toista annostelua, jos puskurivaraston raja on aktivoitunut.



Kuva 9. Kun ensimmäinen pylväs annostellaan työstöasemalle ja se saadaan työstettyä nopeasti, ei toinen pylväs ole vielä kerinnyt saapua vastaanottokuljettimen päähän, eikä uutta pylvästä voida annostella työstettäväksi. Tästä muutamaman sekunnin odottelusta kertyy työpäivän aikana jo pitkä ajanjakso.

2.1.4 Työstöasema

Työstöasemalla pylvääseen tehdään tarvittavat työt ja tarkastukset:

- muotoilut (esim. harjalatvat, tyvipyöristykset) sähkösahalla
- mittojen tarkastus
- laadun tarkastus
- kosteuden tarkastus
- reikien poraus
- sorvauksen jäljiltä tyveen/oksankohtiin jääneen kuoren poisto
- pylvään merkintä (maalimerkki/alumiinilappu/kangaslappu).



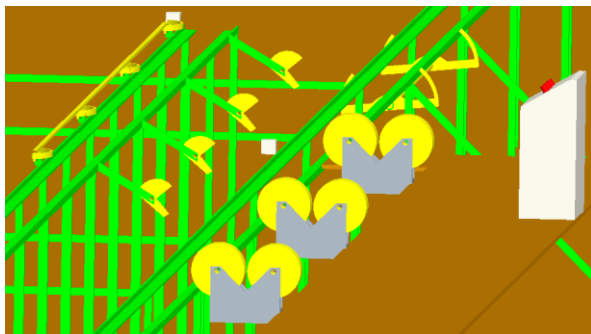
Kuva 10. Työstöasema.



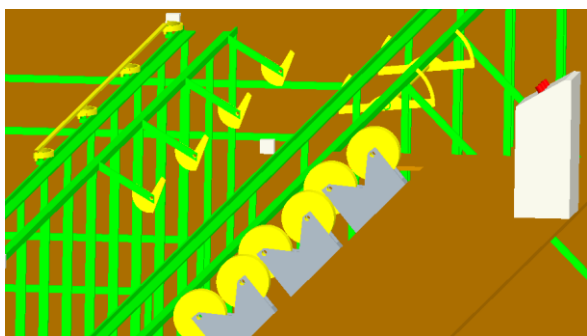
Kuva 11. Työstöasema.



Kuva 12. Pylväs siirretään puskurivarastoon.



Kuva 13. Pylväs annostellaan työstöasemalle.



Kuva 14. Pylväs siirretään lajittelukuljettimelle painamalla yhtä kuudesta loke-
ronlajittelupainikkeesta.

Pylvään ollessa työstöasemalla sitä voidaan pyörittää rullilla, joiden pyöritys tapahtuu joko latvalla ja tyvellä olevilla polkimilla tai narukäytöllä. Käyttönaruja roikkuu katosta koko pylvään matkalla. Kun pylväs on työstetty, merkataan se ylös kirjanpitoon ja lajitellaan johonkin kuudesta lokeroista odottamaan mahdollista kyllästystä. Työstöasema kallistuu hydraulisesti, ja pylväs putoaa johteiden varassa kuljettimelle. [3.]

Työstöasemaan on suunnitteilla seuraavia muutoksia, joiden mekaniikkaa suunnittelee tällä hetkellä toinen alan opiskelija opinnäytetyössään:

- lattian korkeuden säätö (työergonomian takia)
- neljäs pyörittäjien rullapari (ajettaessa läpi pitkiä pylväitä latva jää roikkumaan kolmella tuella)
- pylvään lukitus reikiä poratessa (estetään pylvään liikkuminen porauksen aikana)
- melun vähentäminen ja työergonomian yleinen parantaminen.

2.1.5 Lajittelukuljetin

Kun pylväs on lajiteltu kuljettimelle, laskee valokenno (kuva 15) yhdessä kuljetin liikettä tunnistavan pulssianturin kanssa pylvään keskikohtaan tietyn lokeron kohdalle, jonka perusteella tapahtuu lokeroon pukkaus (kuva 16) [3]. Laskennan periaate on samantyyppinen kuin pituuden laskennassa (2.1.3). Ohjelmassa on "OHO-painike", jolla automaattinen lokeroon pukkaus voidaan ohittaa ja suorittaa se manuaalisesti.



Kuva 15. Vastaanottokuljetin ja varastolokero.



Kuva 16. Pukkaus varastoon.

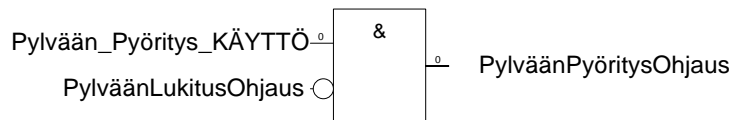
2.2 Tikapuuohjelmointi ja binäärilogiikka

Logiikka on ohjelmoitu käyttäen tikapuuohjelmointia, joka on yleinen ohjelmointitapa. Tikapuuohjelmassa on sääntöjä, tikapuun puolia (rung = tikapuun puola), joiden toteutumista ohjelma seuraa. Ohjelmaa, tikapuita (ladder = tikapuu), kuljetaan koko ajan kehässä (loop = kehä). Tämä kehä, eli koko ohjelma, kiertää useita kertoja sekunnissa, joten kaikki ohjelman muistipaikoissa tapahtuneet muutokset huomioidaan sekunnin murto-osissa. [9.]

Tikapuuohjelmointi on parhaimmillaan silloin, kun muuttujien tilat ovat päällä/ pois päältä -tyyppisiä. Muuttujat ovat siis binäärityyppisiä, ja niiden arvo voi olla joko 1 tai 0. Tyypillinen rivi tikapuulogiikassa muodostuu muuttujista (input) ja kelasta (output), jota ne ohjaavat. Esimerkkinä yksinkertaisesta rivistä toimii kuvan 30 (sivu 31) malli, jossa PylväänPyöritysOhjaus -kelaa ohjaa Pyl-

vään_pyöritys_KÄYTTÖ -input ja negaatio (käänteisarvo) PylväänLukitusOhjaus -inputista. Yhtälö tälle säännölle on seuraava (ilmaistuna kahdella eri tavalla):

$$(Pylvään_pyöritys_KÄYTTÖ) \text{ AND } \overline{(PylväänLukitusOhjaus)} = PylväänPyöritysOhjaus$$



Jos inputit on kytketty sarjaan, kuten kuvassa 30, on kyseessä AND eli JA -toiminto. Jos ne taas ovat kytketty rinnan, puhutaan OR eli TAI -toiminnosta.

Esimerkki:

Muuttujan X arvo on 1 ja muuttujan Y arvo on 0. Yhtälöt ratkeavat seuraavanlaisesti:

$$X \text{ AND } Y = 0$$

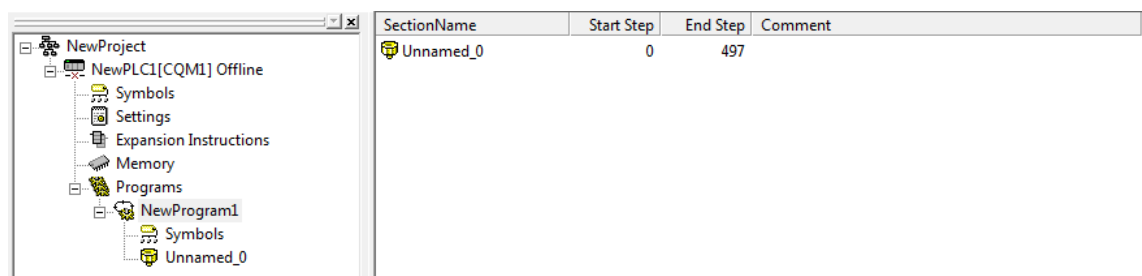
$$X \text{ OR } Y = 1$$

Ohjelmassa input tarkoittaa sisääntuloa. Esimerkiksi painikkeet ja anturit johdetaan logiikan tuloyksikköön, josta niiden tilaa luetaan. Input ohjaa määritettyjen ehtojen mukaisesti logiikkayksikön ulostuloja. Ulostulo eli output tarkoittaa siis lähtöä. Ulostulot kytketään logiikan lähtöyksikköön ja yleisesti ne ovat relelähtöjä, joilla ohjataan esimerkiksi hydrauliiikan venttiilejä. Logiikkaohjelmassa on tulojen ja lähtöjen lisäksi yleensä myös sisäisiä apumuisteja, joilla saadaan ohjelmoitua monipuolisempia ehtoja, esimerkiksi ajastimia tai askelketjuja (ks. 2.4.2). Apumuisteja ei siis kytketä fyysisesti mihinkään, vaan ne ovat pelkästään keskusyksikön sisäisiä toimintoja.

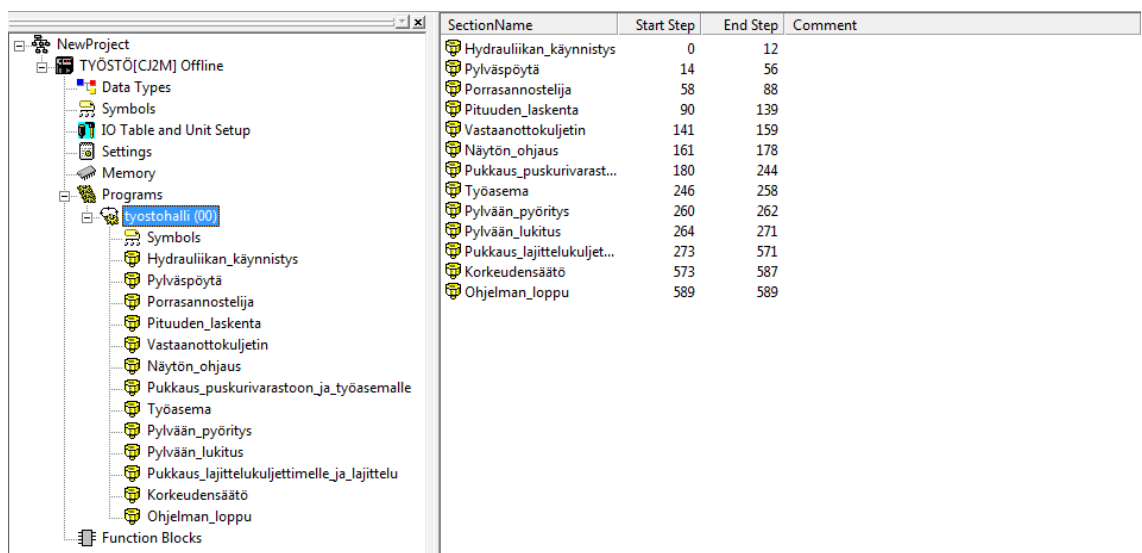
2.3 Vanha ohjelma

Vanha ohjelma avattiin Omron CX-programmer -ohjelmiston versiolla 9.2, joka on ensimmäinen CX-programmerin versio, jolla voidaan ohjelmoida CJ2M-logiikkaa. Logiikan tyyppi vaihdettiin CQM1:stä CJ2M:ään. Ohjelma muuttaa automaattisesti muistialueet uudelle logiikalle sopiviksi.

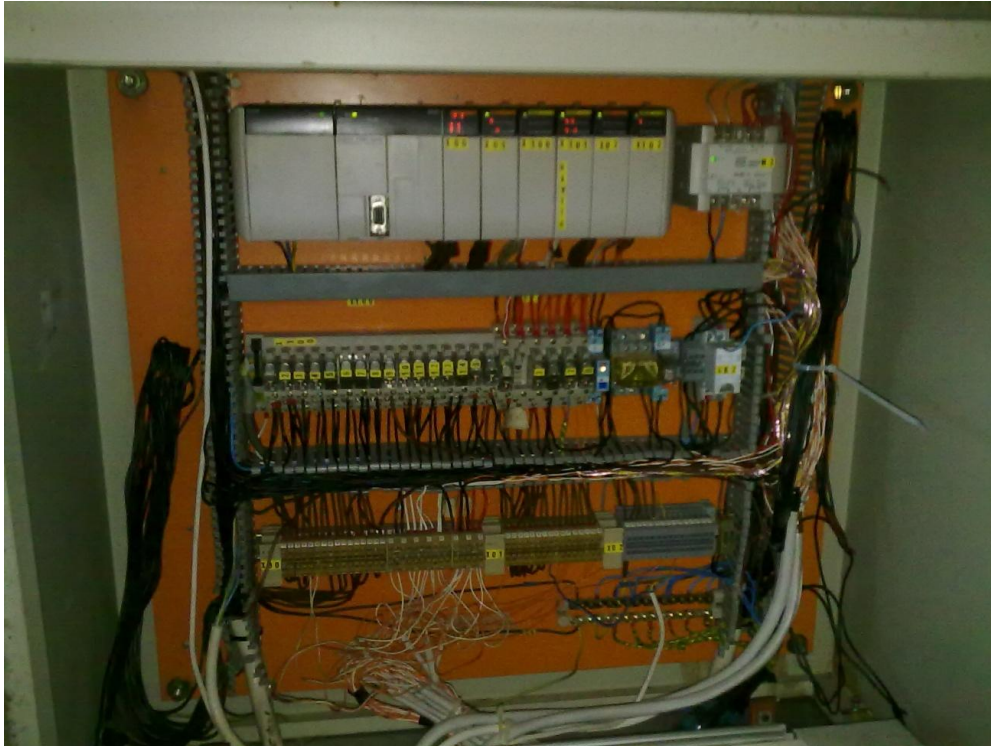
Ohjelma on alunperin ohjelmoitu käyttäen Omron PR001 -käsiohjelmointilaitetta ja Omron CQM1 -logiikkaa. Ohjelma on kirjoitettu jaottelelematta osa-alueisiin, eli se on vaikealukuinen (kuva 17). Ennen kuin ohjelmaan alettiin tehdä muutoksia, jäsenneltiin se pienempiin osioihin, jotka ovat toiminnallisessa järjestyksessä (kuva 18). Tämä selkiyttää ohjelman tulkintaa.



Kuva 17. Vanha ohjelma.



Kuva 18. Ohjelma jaoteltuna osioihin ja muutettuna CJ2M:lle sopivaksi.



Kuva 19. Nykyinen logiikka, Omron CQM1.

2.4 Uudistukset

Työstöasemalle tehtävät mekaaniset muutokset vaativat myös ohjelmallisia uudistuksia. Muutoksia suunnitellessa erityisesti turvallisuusnäkökohdat on pyritty ottamaan huomioon ja ohjelman eri osien vaikutusta toisiinsa on myös mietitty uudestaan. Uudistuksia käsitellään seuraavissa kappaleissa.

2.4.1 Stoppariraudat poikittaiskuljettimelle

Poikittaiskuljettimelle heti sorvin jälkeen rakennetaan stoppariraudat (ks. toimintaselostus, 2.1.1), joilla parannetaan pylväiden hallittavuutta kuljettimella. Rautojen käyttö tapahtuu pylvässorvin logiikan kautta, joten niiden käytön ohjelmointiin ei tässä puututa.

2.4.2 Puskurivarasto ja siirto työstöasemalle

Vastaanottokuljettimen valokenno siirtää pylvään kuljettimen pysähtyttyä puskurivarastoon (ks. toimintaselostus, 2.1.3). Puskurivarastoon siirron ohjaukseen asetetaan seuraavat ehdot:

- puskurivaraston raja ei ole aktivoitunut
- pylvästä ei olla annostelemassa työstöasemalle
- vastaanottokuljetin ei ole päällä.

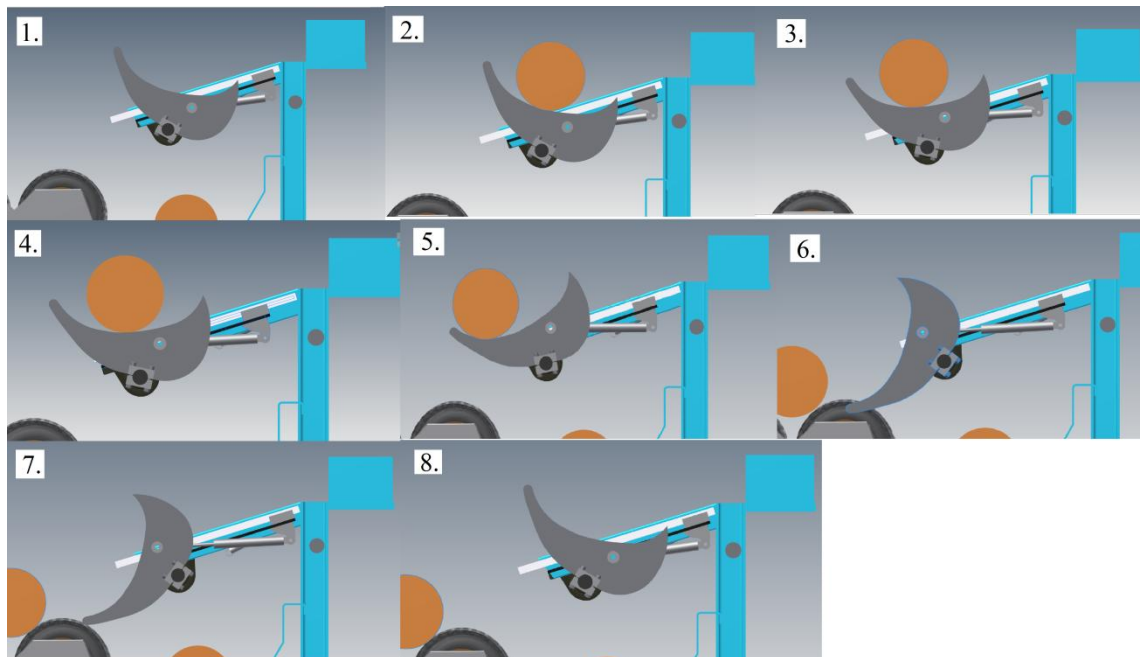
Puskurivaraston annostelijan mekaniikasta riippuu, tarvitaanko ohjelmassa äskeisen listan toista ehtoa. Jos työstöasemalleannostelijan rakenne on sellainen, että uusi annostelu vastaanottokuljettimelta ei haittaa annostelua puskurista työstöasemalle, voidaan ehto poistaa ohjelmasta.

Puskurivaraston koko on rajallinen, eikä sinne mahdu kerralla kahta pylvästä enempää. Täyttöastetta tulee siis valvoa, ja sitä tehtävää hoitamaan asennetaan viiksiraja, joka aktivoituu pylvään ollessa sen päällä. Rajalle tehdään ohjelmaan sisääntulo, joka käyttää muistipaikkaa 2.07. Rajan paikkaa säätämällä täyttöastetta voidaan muuttaa.

SivSiirtoOhjaus 100.06 aiheuttaa puskurivarastoon annostelun piiriin pitopiirin, joka nollautuu, kun ajastimen T0005 aika on kulunut. Ohjaus toteutuu, kun vastaanottokuljettimen ohjaus (100.2) ei ole päällä, pylvästä ei olla lajittelemassa työasemalle (102.09), puskurivaraston raja (2.07) ei ole aktivoitunut, vastaanottokuljettimen pysäyttävä valokenno (2.00) on aktivoitunut, ja ajastusaika (T0005) ei ole kulunut.

Annostelijalle (puskurivarastosta työasemalle) on päädytty suunnittelemaan hydraulisylinterien lisäksi lineaarijohteet tilanpuutteen takia [11]. Ratkaisulla saadaan myös pienennettyä melua ja tärinää (pylväät saatetaan työasemalle pudottamisen sijasta), mikä on yksi modernisoinnin tavoitteista. Ratkaisu vaatii ohjelmoinnilta hieman enemmän kuin tavallinen yhden sylinterin ohjaus. Annostelijan toiminta on kuvattu kuvassa 20 vaihe vaiheelta:

1. Pylvästä odotetaan vastaanottokuljettimelta.
2. Pylväs on saapunut puskuriin, ja raja (2.07) on aktivoitunut (uutta annostelua puskuriin ei voida suorittaa). Työasemalle annostelun painiketta (0.13) painetaan.
3. Annostelu alkaa. Kippaussylinteri kääntää annostelijaa (lähtö 102.09) niin, että pylväs jää sen varaan. Tätä asentoa tunnistamaan asennetaan induktiivinen anturi (tulo 2.10).
4. Pylväs viedään lineaariliikkeellä (lähtö 102.12) lähemmäs työasemaa. Samalla kippausta (lähtö 102.9) jatketaan hidastetusti (lähtö 102.15, ohjaa kuristinta).
5. Kippaus suoritetaan loppuun (lähtö 102.09).
6. Pylväs putoaa työasemalle.
7. Lineaariliike tekee miinusliikkeensä (lähtö 102.13).
8. Kippaus palaa ylös (lähtö 102.14).



Kuva 20. Annostelun toiminta [11].

Ohjaus toteutetaan siirtorekisterillä (SFT, Shift Register). Kyse on sekvenssiohjauksesta, jossa ohjelmoidut liikkeet tapahtuvat tietyssä järjestyksessä määrättyjen toimintojen toteuduttua. Siirtorekisterin askelohjaukset on toteutettu ensimmäistä askelta lukuun ottamatta ajastimilla. Jokaisen ajastimen oletusaikana

on yksi sekunti. Jotta annostelussa päästäisiin mahdollisimman lyhyeen aikaan ja turvalliseen toimintaan, täytyy askelketjun liikkeet optimoida säätämällä hydrauliiikan ominaisuuksia (virtaus, paine) ja ohjelman ajastuksia. Tarvittavat arvot tiedetään vasta käytännön kokeilujen jälkeen.

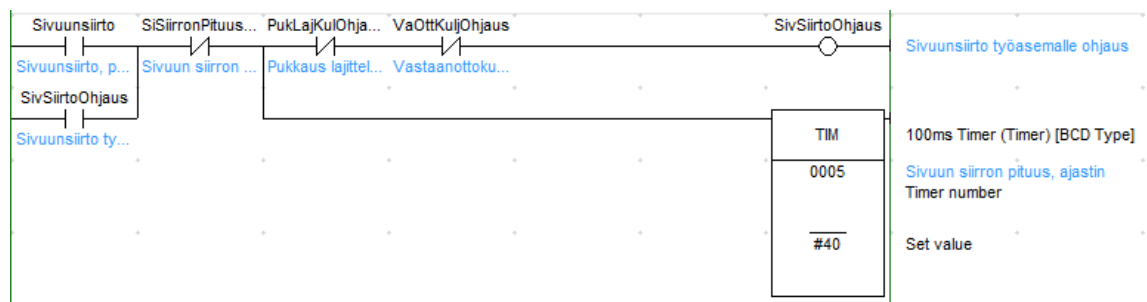
Ajastimia käytettäessä on olemassa riski, ettei järjestelmä aina toimi odotetulla tavalla työstöaseman olosuhteista johtuen (esim. pakkasella hydrauliiikka toimii tahmeammin, ja ajastusajat eivät sen seurauksena ole riittäviä). Tarvittavaan aikaan vaikuttavat siis pylvään massa, annostelijan rakenne sekä hydrauliiikan ominaisuudet (+olosuhteet). Tällöin puskurivaraston mekaniikkaan on asennettava asentoantureita, jotka korvaavat sekvenssiohjauksen ajastimet. Tämä muutos voidaan tarvittaessa tehdä ohjelmaan helpoilla muutoksilla: poistetaan ajastimet lähtöohjauksista ja vaihdetaan askelketjuun niiden tilalle anturitulos. Ohjelmaa kannattaa testata ajastimilla, koska silloin saatetaan säästyä antureiden hankkimiselta.

Kun työstöasemalle siirron painiketta painetaan, käynnistetään MOV-toiminnon (move, apumuisti) avulla siirtorekisteri (SFT), joka käynnistää askelketjun (muistipaikka H1). MOV-toiminto ei toteudu, jos pylvään lukitus (102.10) tai lajittelukuljettimelle pukkaus (100.07) on käytössä. Näiden kahden toiminnon (102.10 ja 100.07) ohjelmointiin lisätään ehto, ettei niitä voi käyttää samanaikaisesti työasemalle pukkauksen kanssa. Kun ensimmäinen askel (H1.00) on suoritettu (kipkaus on rajalla 2.10), siirtää kellotuspulssi (apumuisti, 70.00) siirtorekisterin seuraavaan askeleeseen. Kellotuspulssista tekee pulssityyppisen se, että kytkeytyessään se ohjaa päälle myös katkaisupiirin (71.00), joka katkaisee kellotuspulssin välittömästi. Seuraava askel ohjautuu päälle, ja se on kytkettynä sille osoitettuun ajastimeen määrätyn ajan. Kun koko ketju on käyty läpi, nollaa apumuisti AskelketjuValmis (H1.05) siirtorekisterin.

Jos hätäseis-painiketta painetaan, tai virrat katkeavat jostakin muusta syystä kesken askelketjun, jää ketjun suoritus kesken. Seuraavan kerran, kun askelketjua yritetään käynnistää, ovat liikkeet mahdollisesti väärissä asennoissa, ja ketju ei toimi suunnitellusti. Siksi ohjelmaan lisätään askelketjun resetointipiiri (apumuisti 65.00), millä liikkeet ajetaan alkuasentoihinsa ja siirtorekisteri nolla-

taan. Ohjaus resetoinnille otetaan hydraulikan käynnistuspainikkeelta. Tämä aiheuttaa sen, että joka kerta kun kone käynnistetään, tulee puskurivaraston annostelijan toimilaitteiden oikeat asennot samalla varmistettua.

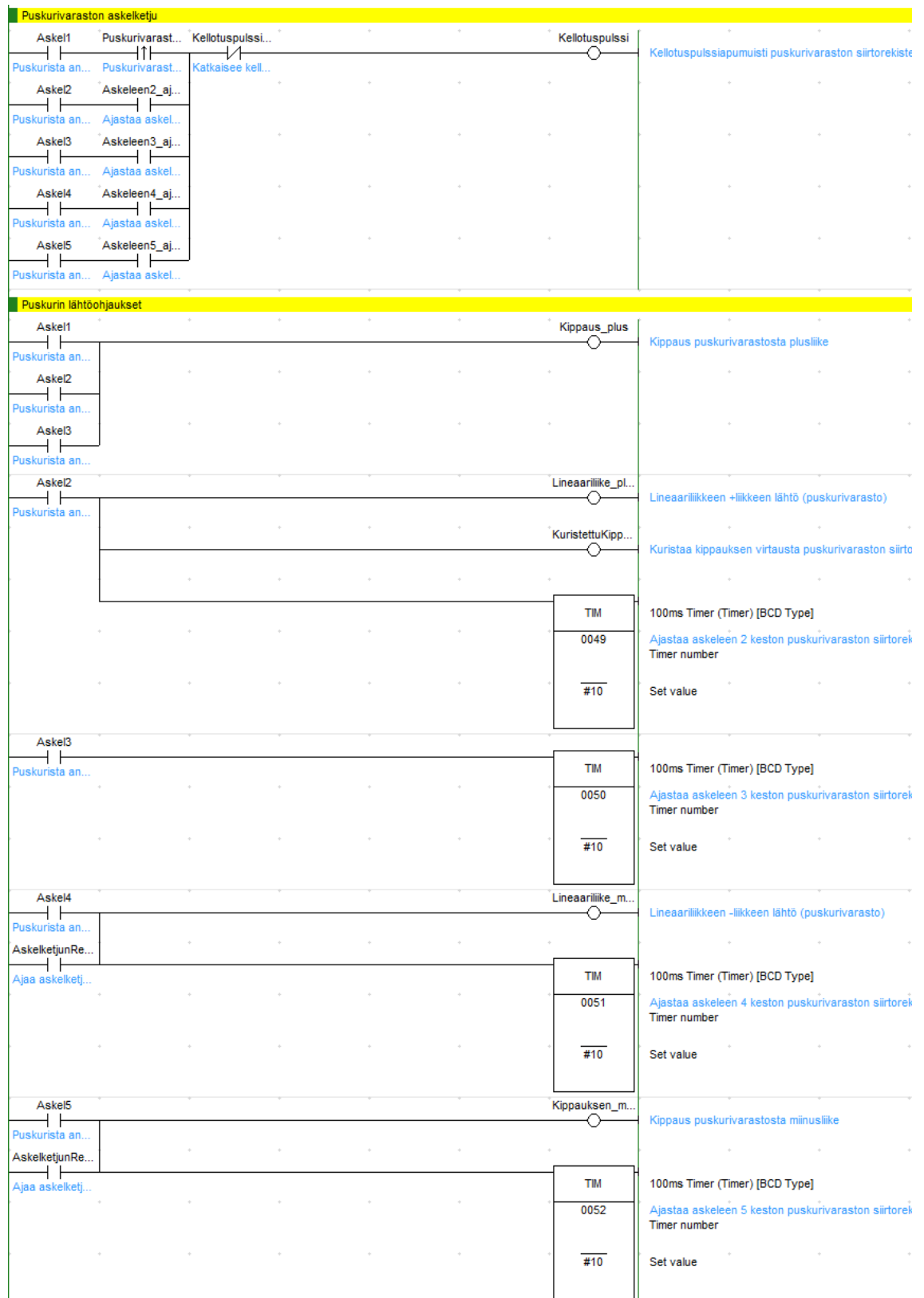
Sekvenssiohjauksen toiminnoissa 102.09, 102.12, 102.13 ja 102.14 käytetään 4/3-venttiilejä (kuva 26). Lähtö 102.15 ohjaa monostabiilia venttiiliä (3/2), joka hidastaa kippauksen (102.9) liikettä ohjaamalla virtauksen (4/3-venttiilin jälkeen) säädettävän kuristimen läpi. Kun lähtö 102.15 ei ole päällä, virtaus pääsee kuristimen ohi suoraan sylinterille.



Kuva 21. Vanhan ohjelman työasemalle siirto.



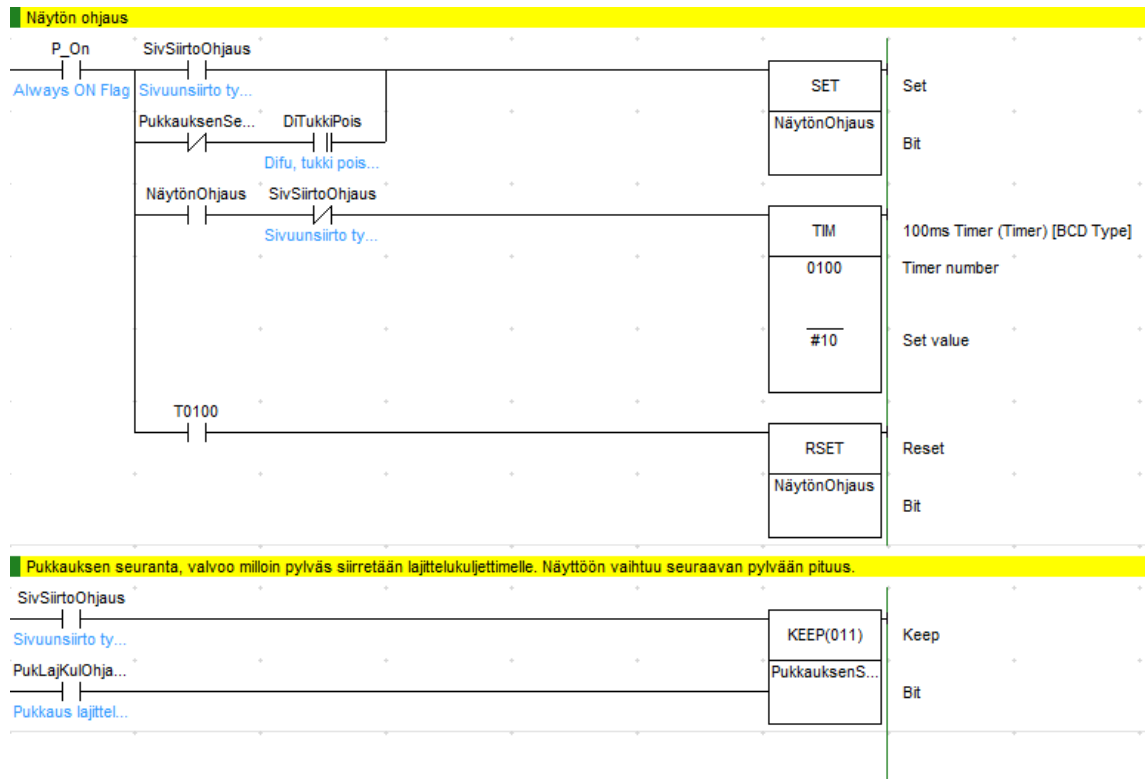
Kuva 22. Uuden ohjelman puskurivarastoon siirto ja puskurista työasemalle siirron siirtorekisteri.



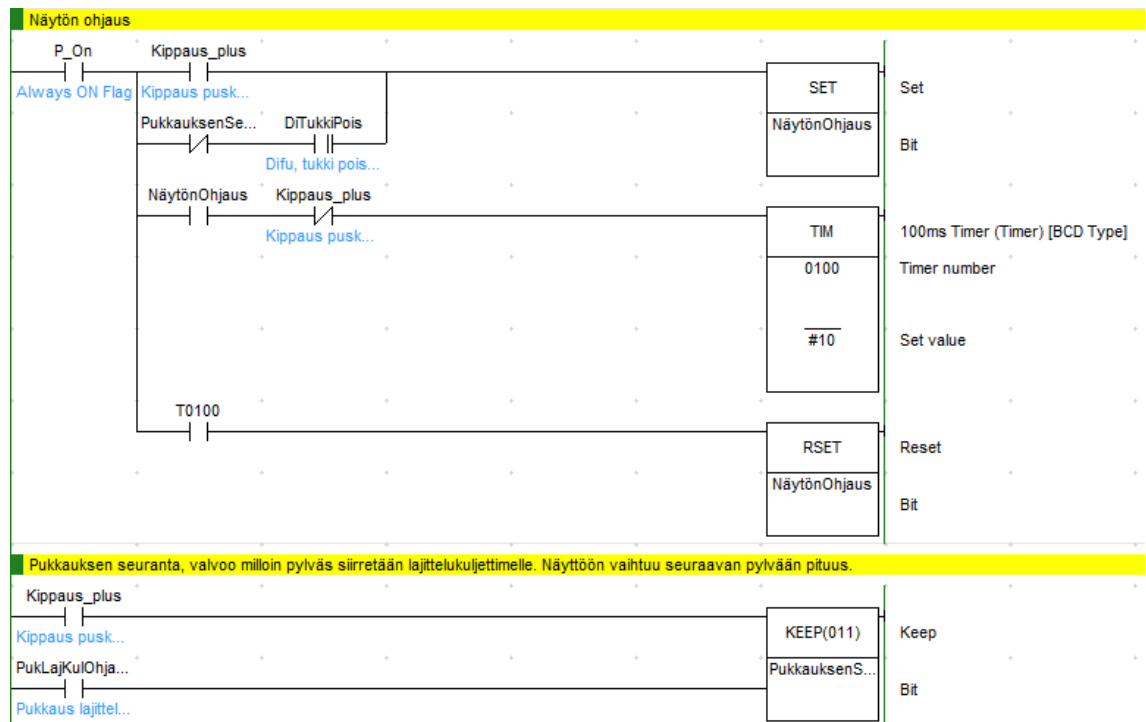
Kuva 23. Puskurivaraston askelketju ja sen lähtöohjaukset.

Näytön ohjauksessa olevaan pitopiiriin (PukkauksenSeur, H0.00) vaihdetaan SET-tuloksi Kippaus_plus (102.09) siinä aiemmin olleen SivSiirtoOhjaus

(100.06) muistipaikan tilalle. Tämä tehdään, että näyttöön vaihtuisi uusi lukema oikeaan aikaan eli silloin, kun pylvästä ollaan siirtämässä työasemalle.



Kuva 24. Vanhan ohjelman näytön ohjaus.



Kuva 25. Uusittu näytön ohjaus.

2.4.3 Työstöaseman korkeudensäätö

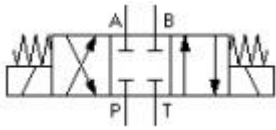
Eripituisten työntekijöiden ja eripaksuisten pylväiden takia työasento on joskus huono. Ergonomian parantamiseksi työstöaseman tasoon tehdään korkeudensäätö, jolla tason korkeutta voidaan muuttaa noin 47 cm. Tapaturmien välttämiseksi säädön liikenopeuden tulee olla hidas. Tasonsäädön säätövaran tarpeen on mitoitannut toinen alan opiskelija opinnäytetyössään.

Käyttöä ei kannata toteuttaa servotekniikalla, koska sähköiset servomootorit eivät kestä työstöaseman olosuhteita (lämpötila, värinä, pöly) [4, servojärjestelmät]. Servotekniikalla saataisiin tarkka ja jatkuva paikoitus, jolla päästäisiin millimetrin kymmenyksien tarkkuuteen. Tällaiselle tarkkuudelle ei tässä sovelluksessa ole perusteltua tarvetta ja hinnaltaankin servojärjestelmä on turhan kallis käyttötarkoitukseen ja -määriin nähden. Servojärjestelmällä tarkoitetaan sellaista piiriä, jossa säädettävässä kohteessa oleva anturi antaa tietoa tilastaan säätävälle laitteelle.

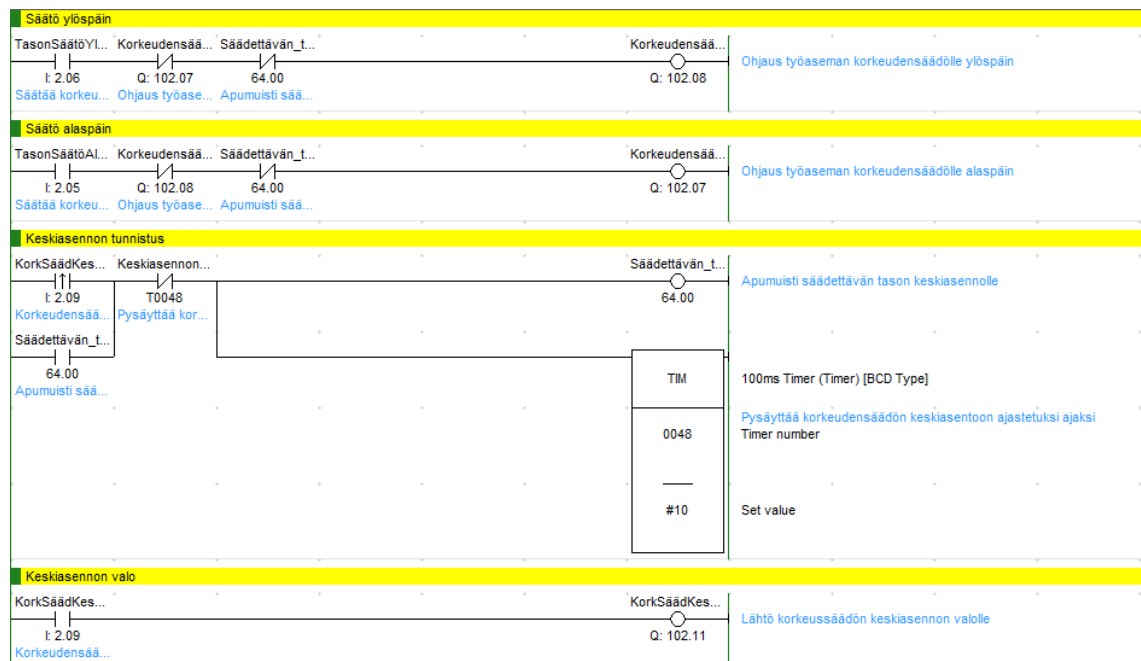
Järkevin ja tarkoitukseen parhaiten sopiva ratkaisu on käyttää omaa painiketta ylös- ja alaslaskuun ilman tarkkoja asemaa tunnistavia antureita. Ainoa anturi korkeudensäädössä on keskiasentoa tunnistava anturi. Toiminnassa ei ole tällaisella kokoonpanolla yhtään automaattista liikettä. Se tarkoittaa sitä, ettei turva-antureita tarvita säätöä käytettäessä, kunhan käyttöpainikkeet sijoitetaan tarpeeksi kauas säädettävästä tasosta, ja ylimääräisten ihmisten pääsy alueelle estetään. Toiminta on varmempaa, koska vikaantuvia kohteita on vähemmän. Ratkaisu on myös halvempi kuin servojärjestelmä.

Lattian runko rakennetaan liikkumaan johteiden varaan, ja käyttö tapahtuu hydraulisylintereillä, joiden liike on synkronoitu virranjakoventtiilillä. Jotta taso jäisi paikalleen virtojen katkaisun jälkeen, tulee tasonsäätöä käyttävän sylinterin olla kuvan 26 mukainen 4/3 suuntaventtiili. Se palautuu suljettuun keskiasentoon jousiavusteisesti, jos ohjaukset eivät ole päällä (keskiasennossa hydrauliohjainvirtaus sylintereille estetään). Tällaisella venttiilillä myös hätäpysäytyspiiri toimii oikein: liike pysähtyy virtojen katkettua. Alaspäin suuntautuvassa liikkeessä vir-

tausta joudutaan todennäköisesti kuristamaan enemmänkin johtuen työtason painovoimaisesta liikkeestä.



Kuva 26. 4/3 suuntaventtiili [12].



Kuva 27. Korkeudensäädön ohjelmointi. Jos kumpaankin painikkeeseen vaikutetaan yhtä aikaa, taso ei liiku kumpaankaan suuntaan.

Ohjelmaan lisättiin sisäänmenot korkeudensäädön painikkeille ylös (2.05) ja alas (2.06) ja ulostulot ohjaukselle ylös (102.08) ja alas (102.07). Tason tulee olla helposti ajettavissa keskiasentoonsa (tasaan muiden lattiatasojen kanssa), joten ohjelmaan lisätään tason keskiasentoa tunnistava anturi (input 2.09). Anturi antaa ohjelmaan DIFU-pulssin (Differentiate Up = Nouseva reuna). Ajastimen (T0048) käynnistävä pulssi anturilta tulee siis silloin, kun säädettävä taso tulee anturin tunnistusalueelle. Anturin pulssi katkaisee tasonsäädön ohjaukset ajastetuksi ajaksi ohjelmaan lisätyn apumuistin 64.00 avulla. Anturi syyttää myös ohjauspaneeliin valon (output 102.11) aktivoituessaan, jolloin käyttäjä tietää säädön olevan puolivälissä. Valo palaa niin pitkään kuin taso on keskiasennossa.

2.4.4 Pylvään lukitus työstöasemalla

Joihinkin pylväisiin tulee työstöasemalla porata reikiä, joskus useampiakin. Jotta reiät saataisiin samaan linjaan, on tärkeää saada pylväs pysymään samassa asennossa koko porauksen ajan. Siksi se täytyy lukita paikalleen. Lukituksen käyttö tapahtuu logiikan kautta painonapilla.

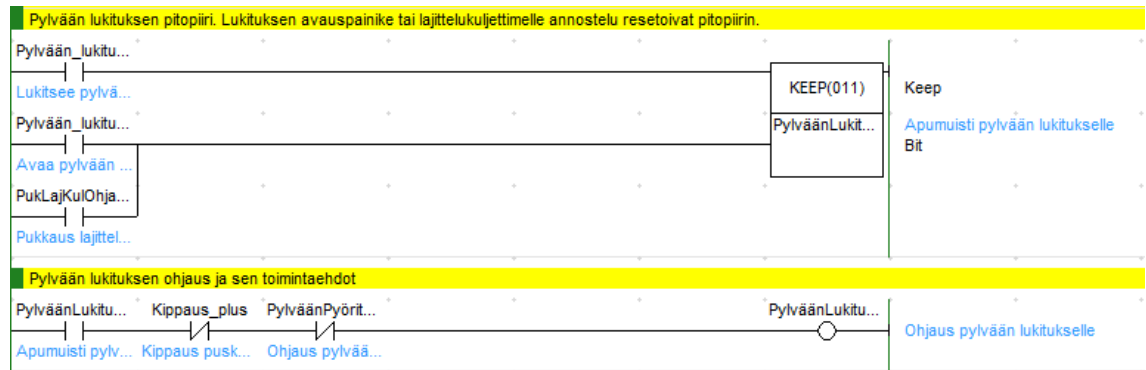
Lukitusta käytettäessä seuraavat toiminnot ohjelmassa eivät saa olla käytössä samaan aikaan, koska nämä toiminnot voivat lukituksen kanssa yhtä aikaa toimiessaan aiheuttaa vaaratilanteita:

- pylvään pyöritys
- annostelu työstöasemalle.

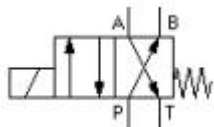
Pylvään pyörityksen ja työstöasemalle annostelun ohjelmointiin lisätään ehdoksi se, ettei lukitus ole käytössä. Lajittelukuljettimelle annostelu resetoi lukituksen pitopiirin, eli lukitus vapautuu lajittelukuljettimelle annosteltaessa.

Uudeksi sisäänmenoksi ohjelmaan tuli pylvään lukitusta käyttävä painike, jonka muistipaikka on 2.03 ja lukituksen avaava painike 2.04. Ohjelmaan lisättiin myös ulostulo 102.10 pylvään lukituksen ohjaukselle. Pitopiirille luotiin ohjelman sisäinen apumuistipaikka 63.00.

Lukitusta käytetään hydraulisynterillä. Sitä ohjaava venttiili on jousipalautteinen (monostabiili), sähköisesti logiikalta ohjattu 4/2 venttiili (kuva 29). Kun lukituspainiketta (2.03) painetaan, ohjataan pylvään lukituksen ohjaus päälle pitopiirillä. Pitopiirin resetoi lukituksen avaava painike 2.04 tai pukkaus lajittelukuljettimelle (100.07). Ohjauksen loputtua lukitusylinteri avautuu jousipalautteisen venttiilin ansiosta. Lukituksen ”tiukkuutta” säädetään paineensäätimellä.



Kuva 28. Pylvään lukitus ohjelmoituna.

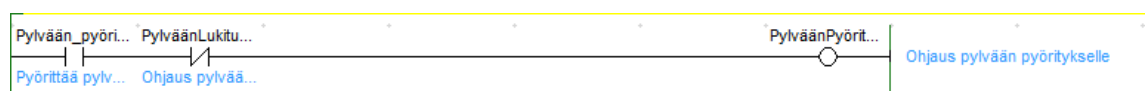


Kuva 29. 4/2 Suuntaventtiili [12]

2.4.5 Pylvään pyöritys työstöasemalla

Pylvään pyöritys on lisätty halliin jälkikäteen, eikä sen ohjaus kulje logiikan kautta. Pyöritys lisätään logiikkaan, jotta se saataisiin estettyä lukituksen aikana. Nykyisellään käyttö tapahtuu katosta roikkuvien narujen avulla ja kahdella polkimella. Jotta molemmat kädet saataisiin vapautettua sähkösahan käyttöön, integroidaan pyörityksen käyttö kummankin sahan etukahvoin. Idea käyttöjen integroimisesta sahoihin tuli asemalla työskentelevältä henkilöltä. Johdotukset käytölle voidaan vetää sähkösahan virtajohdon rinnalla.

Uudeksi sisäänmenoksi ohjelmaan tuli pylvään pyörityksen käyttö, jonka muisti-paikka on 2.08. Ohjelmaan lisättiin myös ulostulo 102.6 pylvään pyörityksen ohjaukselle.



Kuva 30. Pylvään pyöritys ohjelmoituna.

2.5 Turvallisuus

Työstöhallissa ja sen ympäristössä turvallisuusriskejä aiheuttavat lähinnä kuljettimet ja niillä liikkuvat pylväät. Vaaravyöhykkeille pääsy tulee estää turvarajoilla ja vaarallisille alueille täytyy asentaa hätäpysäytyslaitteet. Uusia riskikohteita syntyy myös modernisoinnin myötä, kuten korkeussäädettävän työtason aiheuttama puristumisvaara. Standardeissa määrätään turvallisuuteen liittyen tiettyjä asioita, joita käsitellään seuraavissa luvuissa.

2.5.1 Hätäpysäytys

Hätäpysäytyksen tarkoituksena on pysäyttää henkilöille ja työprosessille vaaralliset toiminnot mahdollisimman nopeasti siten, että lisävaaraa ei synny. Hätäpysäytys aktivoi tarvittaessa turva- ja jarrutusominaisuuksia (luokan 1 pysäytys). Vapauttamisen jälkeen kone ei saa käynnistyä itsestään uudelleen, vaan ainoastaan uudelleenkäynnistys saa tulla mahdolliseksi. Hätäpysäytys ohittaa kaikki muut toiminnot kaikissa toimitavoissa. [4, turvatuotteet, Safety käsikirja, s. 15; 5, koneiden ohjausjärjestelmät, s. 14–15; 8.]

Tällä hetkellä työstöaseman hätäpysäytys ei kulje logiikan kautta, vaan se katkaisee virrat logiikalta [7]. Pysäytys on siis koneasetuksen määrittelemä luokan 0 pysäytys [5, koneasetus, s. 6]. Hätäpysäytystä ei ole tarpeen ohjelmoida logiikkaan, koska se toimii turvallisesti myös ohjelman ulkopuolisesti toteutettuna. Jopa turvallisemmin siinä määrin, että logiikan ulkopuolinen ohjaus toimii myös mahdollisessa logiikan sisäisessä vikatilanteessa. Kaikki toiminnot, joista aiheutuu jotain vaaraa, toimivat hydraulikalla lukuun ottamatta vastaanotto- ja lajitte-lukuljettimia. Hydraulikan sekä kuljettimien ohjaukset logiikassa toimivat pitopii-reillä, joten hätäpysäytyksen jälkeen ne eivät itsestään kytkeydy päälle. Pitopii-rejä ohjaavien sisääntulojen painikkeiden tulee olla tyypiltään sellaisia, etteivät ne painettaessa lukkiudu pohjaan vaan palautuvat johtamattomaan tilaan. Hydraulikan toimintojen tila hätäpysäytyksessä määritellään venttiilivalinnoilla. Esimerkiksi kuvan 29 venttiili aiheuttaa toimilaitteen palautumisen perustilaan ohjauksen katketessa.

Hätäpysäytyksessä ja sen jälkeisessä toiminnassa tulee myös ottaa huomioon koneen eri osiin mahdollisesti varastoitunut energia. Sitä voi olla esimerkiksi sähköenergiana (akut, kondensaattorit) tai mekaanisena energiana (potentiaali- ja liike-energia, esim. jouset). Työstöasemalla energiaa varastoituu korkeussäädettävään työtasoon, joka hätäpysäytyksen jälkeen jää paikalleen. Jos tämän alueen läheisyydessä tehdään huoltotöitä, tulee laite siis lukita mekaanisesti. Tason voi vaihtoehtoisesti ajaa ala-asentoonsa huollon ajaksi. Logiikan virrat tulee tällöin olla myös katkaistuna, jottei liikkeitä käytettäisi vahingossa. Mekaanisen lukituksen yhteyteen voidaan myös asentaa anturi, joka estää korkeudensäädön käytön ohjelmassa.

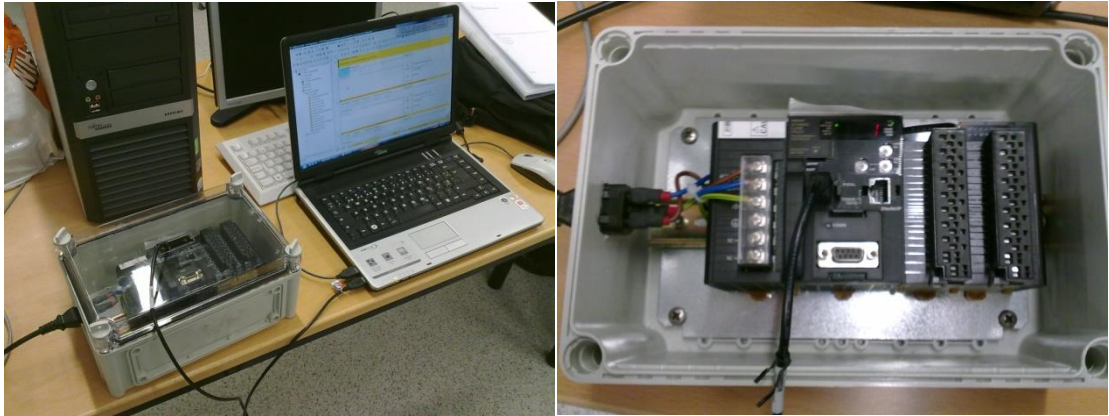
2.5.2 Turvarajat

Työstöasemalle on kolme sisäänkäyntiä, joista jokainen on työstäjän huomattomissa työskentelyn aikana. Oviin asennetaan turvarajat, jottei kukaan pääsisi vaara-alueelle koneen ollessa käynnissä. Rajat kytketään hätäpysäytyspiiriin varsinaisten hätäpysäytyspainikkeiden kanssa sarjaan.

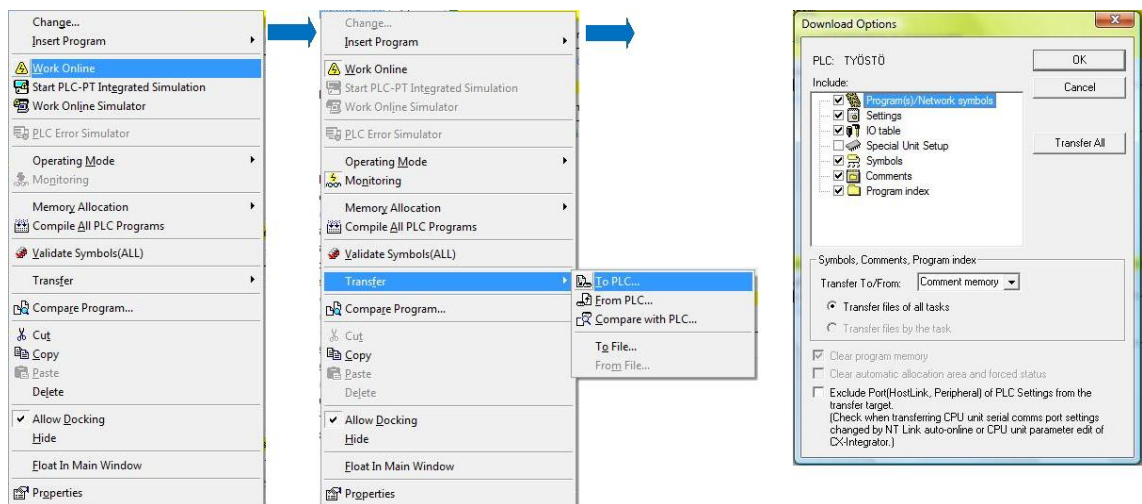
Tarpeen ovien turvarajoille aiheutti uudistuksista lähinnä korkeussäädettävä työtaso, joka aiheuttaa puristumisvaaran henkilön ollessa tason alapuolella sitä säädettäessä. Myös kuljettimet aiheuttavat mahdollisen loukkaantumisvaaran.

2.6 Ohjelman siirto logiikkaan

Logiikka asennettiin turvallisuussyistä DIN-kiskoon kotelon sisään testauksen ja ohjelman siirron ajaksi. Tämä tehtiin, koska virtalähteelle tulee verkkovirtaa. Sähköiskun riski on siis olemassa. Keskusyksikkö kytkettiin usb-liittimellä tietokoneeseen, jossa uusi ohjelma oli. Logiikan ja tietokoneen välille luotiin yhteys käyttäen CX-programmer -ohjelmistoa (kuvat 31 ja 32).

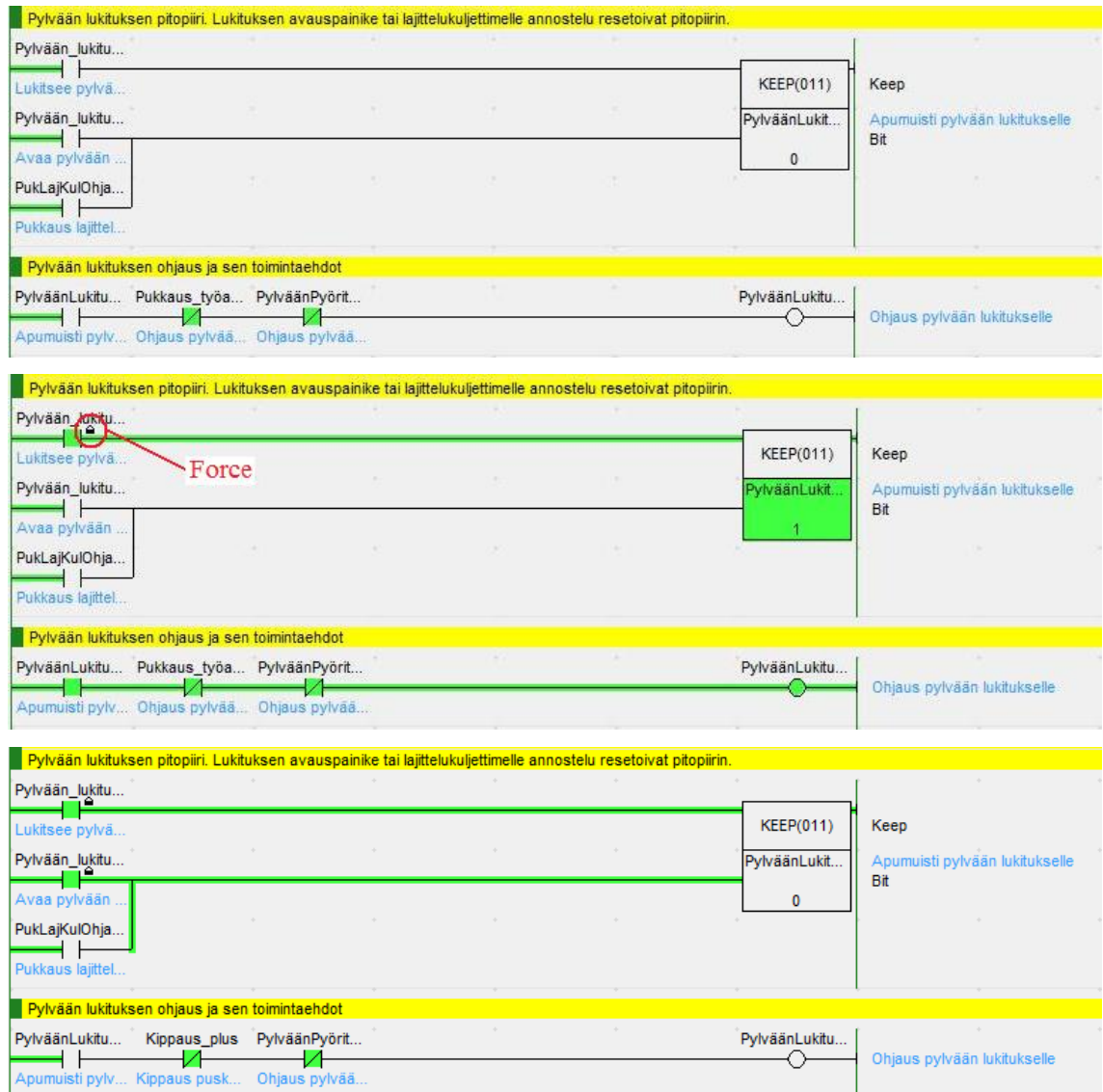


Kuva 31. Testikoonpano.

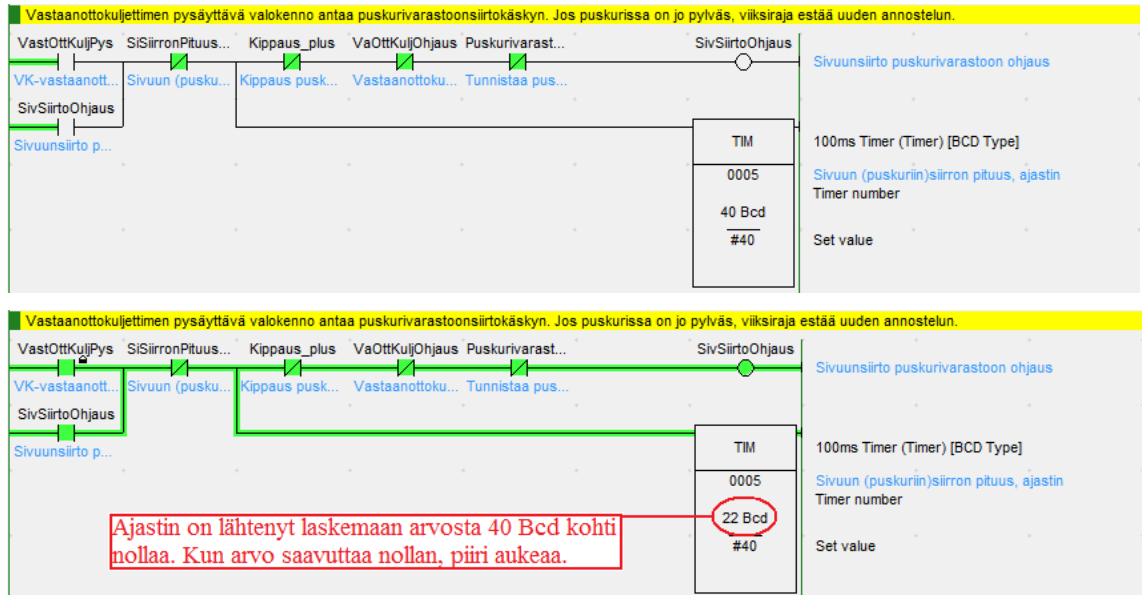


Kuva 32. Ohjelman siirto logiikkaan.

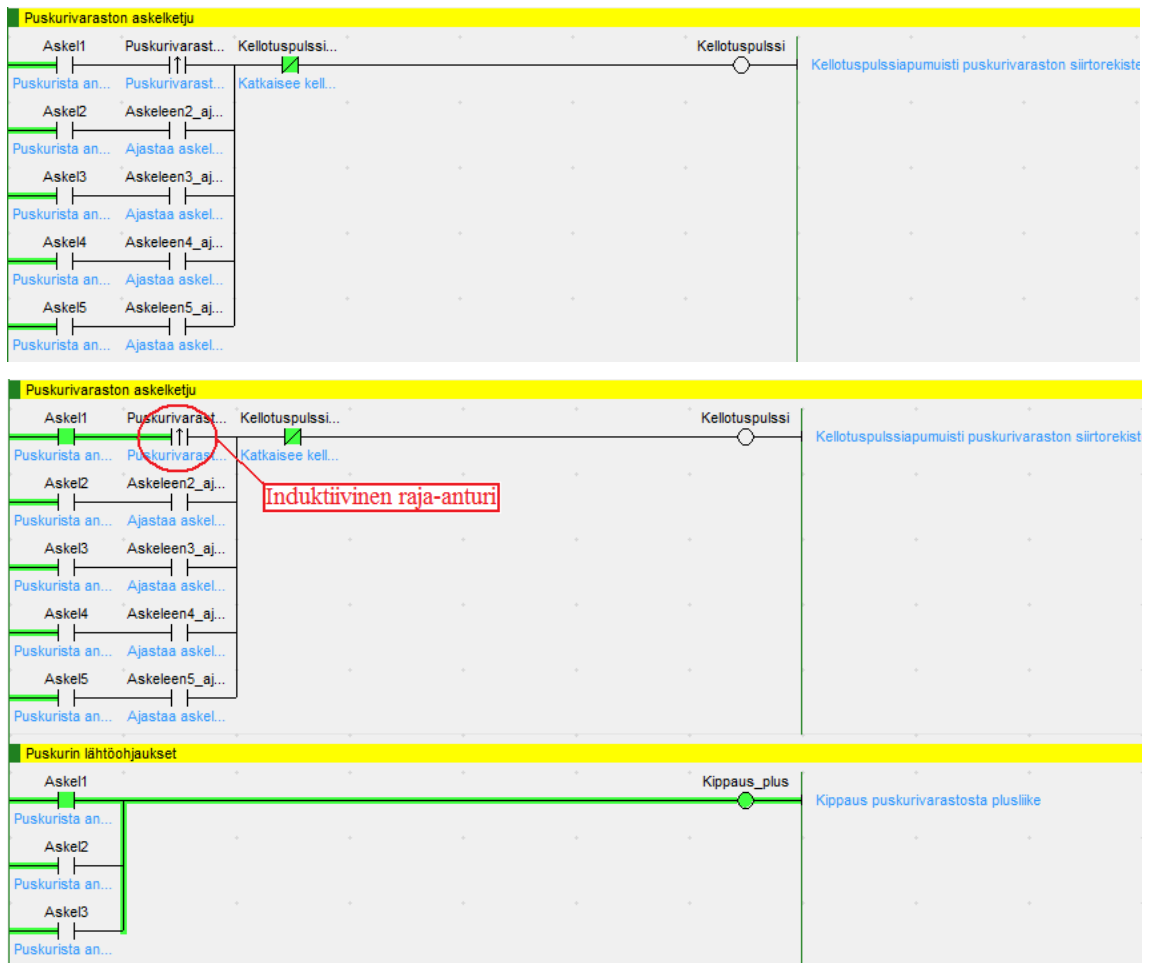
Uusia toimintoja testattiin pakko-ohjaamalla tuloja päälle logiikan online-tilassa. Testaus olisi voitu toteuttaa myös ohjelman simulointityökalulla (Work Online Simulator), mutta se tehtiin kuitenkin näin, koska ohjelma oli joka tapauksessa siirrettävä logiikkaan. Näin nähtiin, toimivatko esimerkiksi pitopiirit ja ajastimet suunnitellulla tavalla. Samalla tarkistettiin, syttyykö lähtöyksikköön valo oikeaan paikkaan ohjauksen kytkeytyessä päälle. Koska tällä hetkellä käytössä ei ole kuin yksi tulo- ja yksi lähtöyksikkö, täytyi ohjelma jakaa testauksen ajaksi pienempiin osioihin ja muuttaa yksiköiden ja ohjelman liityntöjen muistipaikat toisilleen sopiviksi. Jokainen osa-alue siirrettiin logiikkaan vuorollaan. Kaikki uudet toiminnot testattiin oheisten kuvien mukaisesti.



Kuva 33. Ylimmäisenä näkyy lukituksen lähtötilanne online-tilassa. Seuraavaksi pylvään lukituspainike pakotettiin päälle (Force). Pitopiiri aktivoituu, ja pylvään lukitus ohjautuu päälle. Alimmaisena on esitetty piirin resetointi. Jos kumpaankin painikkeeseen vaikutetaan samaan aikaan, pitopiiri ei johda ($KEEP = SET \text{ AND } \overline{RSET}$). Reset on siis piirissä dominoiva.

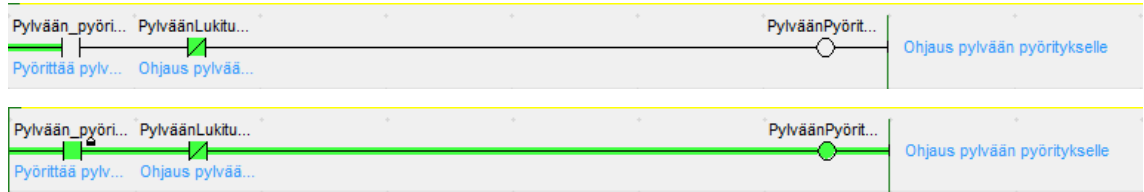


Kuva 34. Vastaanottokuljettimen valokenno (Force on) antaa käskyn pitopiirille, joka on päällä ajastimen T0005 määrittämän ajan.



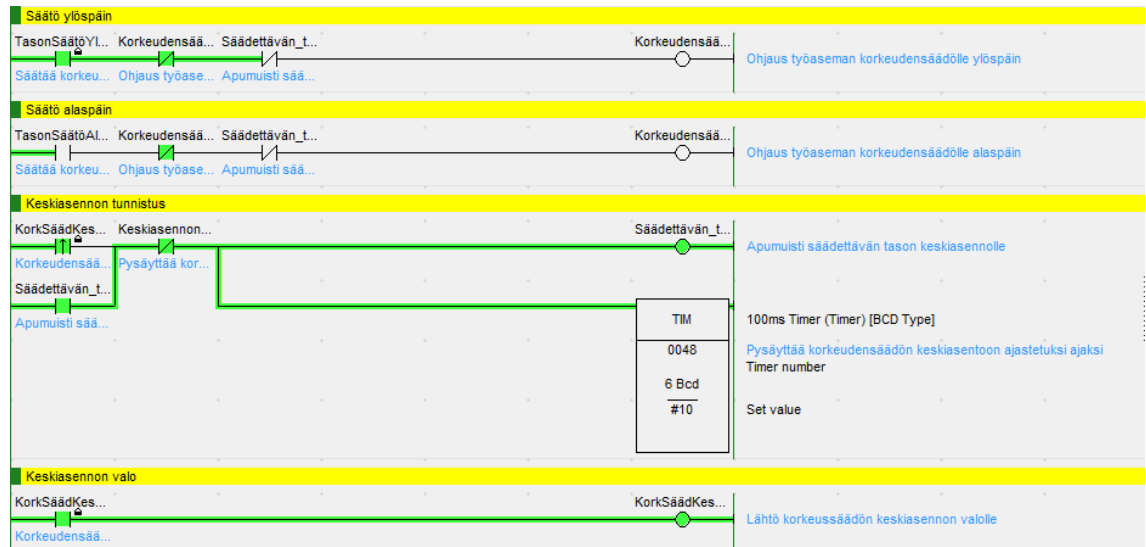
Kuva 35. Ylemmässä kuvassa näkyy alkutilanne, alemmassa askelketjun ensimmäinen askel on lähtenyt käyntiin.

Kuvassa 35 on simuloitu puskurivaraston annostelijan toimintaa. Ketju on laitettu liikkeelle pakottamalla työasemallesiirron painikkeen tulo päälle. Siirtorekisteri on aktivoinut ensimmäisen askeleen. Ketju etenee, kun Kippaus_plus etenee induktiiviselle rajalle asti. Tämän jälkeen kellotuspulssi muuttaa siirtorekisterin arvon askeleeseen kaksi. Ketju etenee ajastimien avulla, kunnes viimeisellä askeleella siirtorekisteri nollataan.



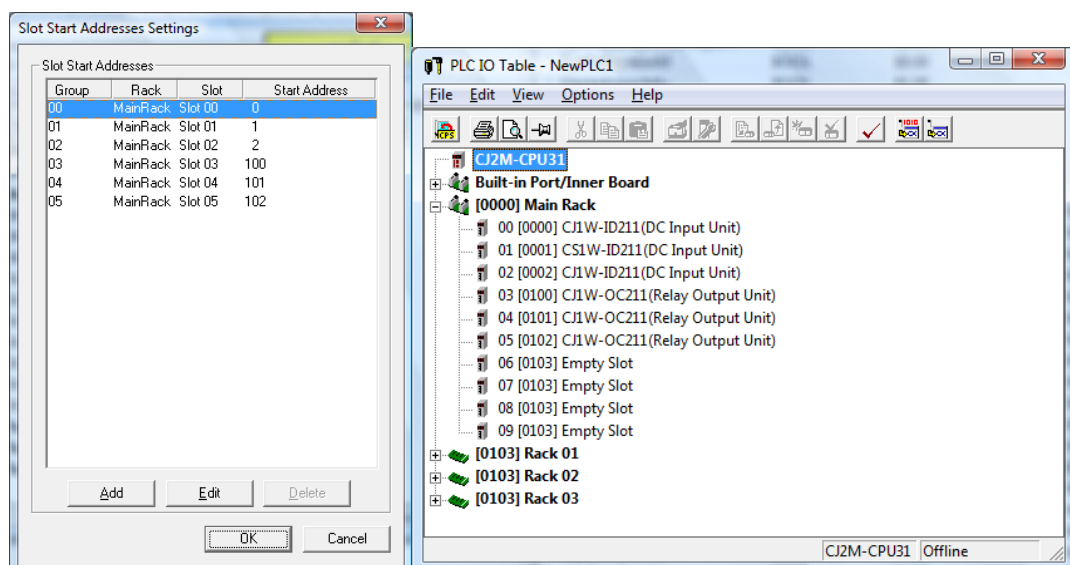
Kuva 36. Pylvään pyörytyksen toiminta.





Kuva 37. Korkeudensäätö. Ylimmäisenä (edellinen sivu) alkutilanne. Seuraavana tasoa ylöspäin säätävä painike pakotetaan päälle. Alimmaisena pakotetaan keskiasentoa tunnistava anturi päälle, jolloin korkeudensäätöjen ohjaukset estetään ajastimen T0048 määrittämäksi ajaksi.

Kun kaikki osiot oli testattu, määritettiin tulo- ja lähtöyksiköt tulevan kokoonpanon mukaan (kuva 38), ja koko ohjelma siirrettiin logiikkaan. Ohjelman siirron jälkeen logiikka antaa keskusyksikön näyttöön virheilmoituksen ”Er HH IP 01”. Ilmoituksen aiheuttaa se, että tulo- ja lähtöyksiköitä ei ole kytketty niin montaa kuin ohjelma vaatii. Todellinen fyysinen kokoonpano saadaan myös ladattua logiikasta tietokoneeseen, jolloin yksiköiden sijainteja ei tarvitse manuaalisesti määrittää.



Kuva 38. Ohjelmaan määritettiin tulo- ja lähtöyksiköiden fyysiset sijainnit.

3 Laitevalinnat

3.1 Logiikka

livari Mononen Oy:ssä valitaan kaikki uudet logiikat Omronin mallistosta, jotta logiikat saataisiin yhdenmukaistettua ja sitä myötä kunnossapitoon ja ohjelmointiin liittyvät asiat hoidettua yhden toimittajan kautta. Vanha ohjelma oli myös tehty käyttäen Omronin logiikkaa (CQM1), joten ohjelman siirto Omronin uuteen laitteeseen oli luonnollista.

Logiikaksi valittiin Omron CJ2M-CPU31, jossa on USB- ja Ethernet IP -liitännät ja RS232-lisäportti. Ethernet-liitynnän kautta logiikkaa voidaan ohjelmoida myös verkon kautta. Logiikka oli juuri tullut markkinoille, ja se oli kampanjatarjouksessa. Mukana tuli virtalähde CJ1W-PA202, keskusyksikkö, digitaalinen input-yksikkö CJ1W-ID211(SL) ja digitaalinen output -yksikkö CJ1W-OC211(SL).



Kuva 39. Omron CJ2M [4, Ohjelmoitavat logiikat/Modulaarinen logiikkasarja].

3.2 Tulo- ja lähtöyksiköt

Ohjelmassa oli valmiina 34 sisääntuloa ja 23 lähtöä (taulukko 1 ja liite 1). Uusia tuloja ohjelmaan tuli 8 ja lähtöjä 10:

- pylvään lukitus, input 2.03

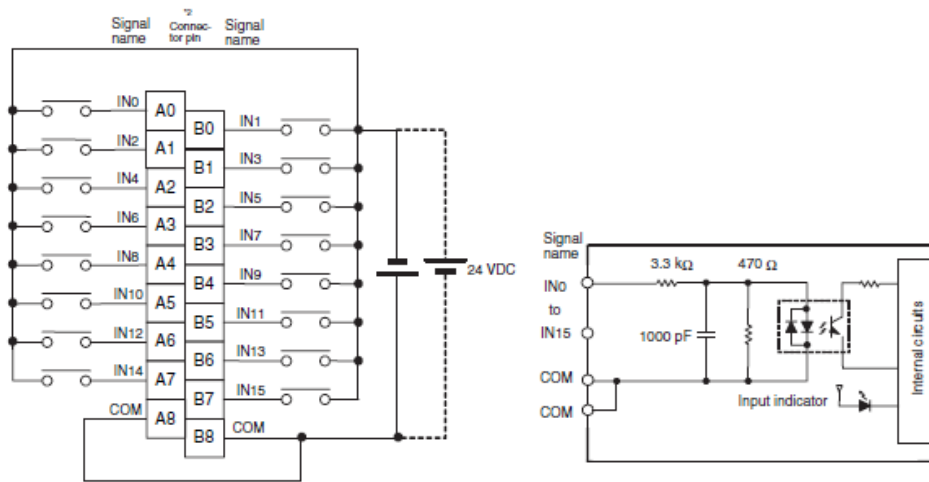
- pylvään lukitus auki, input 2.04
- pylvään lukitus, output 102.10
- pylvään pyöritys, input 2.08
- pylvään pyöritys, output 102.06
- korkeudensäätö alas, input 2.05
- korkeudensäätö alas, output 102.07
- korkeudensäätö ylös, input 2.06
- korkeudensäätö ylös, output 102.08
- korkeudensäädön asentoanturi, input 2.09
- korkeudensäädön asentoanturin valo, output 102.11
- puskurivaraston viiksiraja, input 2.07
- puskurivaraston asentoanturi, input 2.10
- kippaus+ työasemalle, output 102.09
- kippaus- työasemalle, output 102.14
- lineaariliike+ työasemalle, output 102.12
- lineaariliike- työasemalle, output 102.13
- kippauksen kuristus, output 102.15

Taulukko1. Ohjelman sisään- ja ulostulot.

	vanhat		uudet	
	in	out	in	out
valokennot	4			
painikkeet	23		5	
rajat	5		3	
ratapulssit	2			
merkkivalot		2		
ohjaukset		20		10
pituuden näyttö		1		
yhteensä				
		input	output	
		42	33	

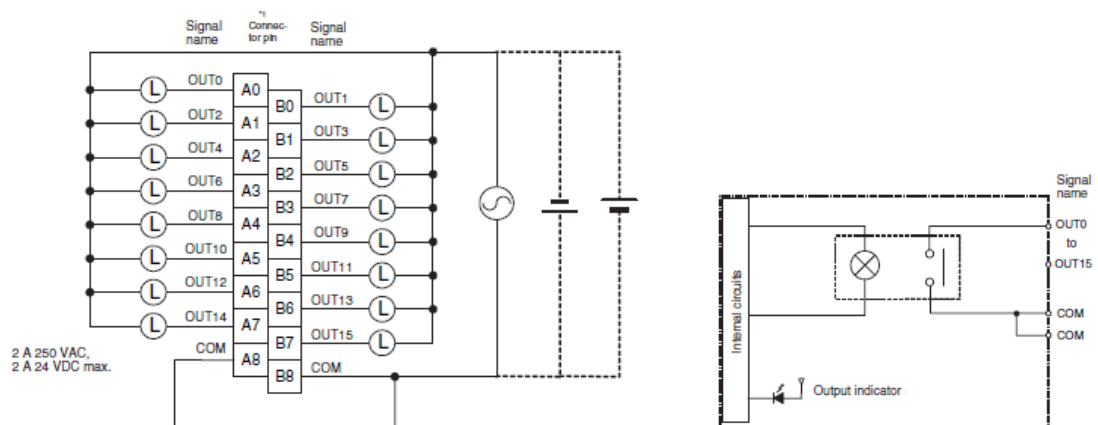
Jokaisessa digitaalisessa tuloyksikössä [Omron CJ1W-ID211(SL)] on 16 liitäntää, ja uudistetussa ohjelmassa sisääntuloja on yhteensä 42. Jotta kaikki ne

saataisiin kytkettyä, täytyy tilata kaksi tuloyksikköä lisää. Tuloyksiköiden kytkentä esitetty kuvassa 40 ja lähtöyksiköiden kuvassa 41.



Kuva 40. Tuloyksikön kytkennät [2, s. 268].

Jokaisessa digitaalisessa lähtöyksikössä [Omron CJ1W-OC211(SL)] on 16 liitäntää, ja uudistetussa ohjelmassa uloslähtöjä on yhteensä 33. Pituuden näyttölle, sireenille ja pyörivälle valolle on varattu yksi lähtöyksikkö (muistinumero 101). Jotta kaikki ne saataisiin kytkettyä, täytyy siis tilata kaksi lähtöyksikköä lisää.



Kuva 41. Lähtöyksikön kytkennät [2, s. 283].

3.3 Käyttöliittymä

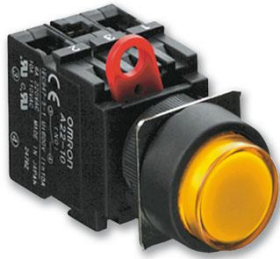
Koska työstöasemalla tehdään töitä myös pakkasella, täytyy kaikkien toimintojen olla käytettävissä myös hansikkaat kädessä, ja niiden tulee toimia kaikissa hallin työolosuhteissa. Tämän takia esimerkiksi kosketusnäyttö ei käy, vaan on käytettävä ohjauspaneeliin sijoitettavia painikkeita.



Kuva 42. Nykyinen ohjauspaneeli.

3.3.1 Käynnistys ja pysäytys

Käynnistuspainikkeiden väri on määritelty valkeaksi standardissa SFS-EN 60073. Painikkeissa on oltava vahingossa vaikuttamisen estävä kaulus, jottei kone käynnistyisi vahingossa. Painike ei saa johtaa silloin, kun siihen ei vaikute- ta, koska käynnistystoiminnot logiikassa toimivat pitopiireillä ja siten eivät tarvitse kuin pulssin toimiakseen. Käynnistuksen aikana koneen vaaravyöhykkeellä ei saa olla henkilöitä. Jos koneen käynnistävä henkilö ei voi nähdä koko koneen toiminta-aluetta, on käynnistymisen yhteydessä kuuluttava varoitusääni. [5, 6.] Esimerkkipainike on taustavalaistu Omron A22L-GW [4, Releet ja kytkimet/Painikekytkimet].



Kuva 43. Painike Omron A22 [4, Releet ja kytkimet/Painikekytkimet].

Pysäytyspainikkeiden väri on musta [5, 6]. Esimerkki sopivasta painikkeesta on Omron A22-TB [4, Releet ja kytkimet/Painikekytkimet]. Ohjelmassa pysäytyspainike resetoi käynnistyksessä aktivoidun pitopiirin.

3.3.2 Hätäpysäytys

Hätäpysäytyspainikkeen värin on oltava punainen ja sen taakse mahdollisesti asennettavan taustan keltainen. Painikkeen tulee olla nopeasti käytettävä (yhellä ihmisen suorittamalla toimenpiteellä), ja sen täytyy lukittua pohjaan siihen vaikutettaessa. Painikkeessa ei saa olla kauluksia tai muita esteitä, jotka vaikeuttavat sen käyttöä. Painikkeessa saa korkeintaan olla vahingossa vaikuttamisen estävä suojuus, jolla estetään vaikuttaminen esimerkiksi horjahduksen seurauksena. [4, turvatuotteet, Safety käsikirja, s. 16–17; 5; 6; 8.] Esimerkkipainike on Omron A22E (kuva 44).



Kuva 44. Omronin esimerkki hätäpysäytyspainikkeesta ja sen taustasta [4, turvatuotteet, Safety käsikirja].

Kuljettimille hallin ulkopuolelle asennetaan hätäpysäytyslaitteiksi turvaköysirajat (kuva 45). Köysirajalla hätäpysäytys saadaan mahdollistettua koko kuljettimen matkalla, eikä vain tietyissä pisteissä, kuten painikkeella toteutettuna. Asentaessa tulee ottaa huomioon myös sääolosuhteet: rajoja ei saa asentaa liian alas, etteivät ne talvella jää lumen alle.



Kuva 45. Turvaköysiraja Omron ER5018 [4, turvatuotteet / hätäpysäytyspainikkeet ja kytkimet].

3.3.3 Muut toiminnot

Sininen väri tarkoittaa määräystä. Sitä käytetään muiden toimintojen ohjauksessa. [5, 6.] Korkeudensäätöön ja pylvään lukitukseen painikkeiksi käy esimerkiksi Omron A22L-HA, joka on halkaisijaltaan 22 millimetrin kokoinen pyöreä painike sinisellä taustavalolla ja ”half-guard” -tyyppisellä kauluksella. [4, Releet ja kytkimet/Painikekytkimet.]

Pylvään pyöryksessä käytettäväksi painikkeiksi valitaan sellaiset painikkeet, jotka ovat pienikokoisia, ja ne saa kiinnitettyä sähkösahan etukahvaan siten, etteivät ne ole tiellä työskennellessä. Painikkeen tyyppi on palautuva: pyörytys on päällä niin kauan kuin painiketta painetaan.

3.4 Anturit

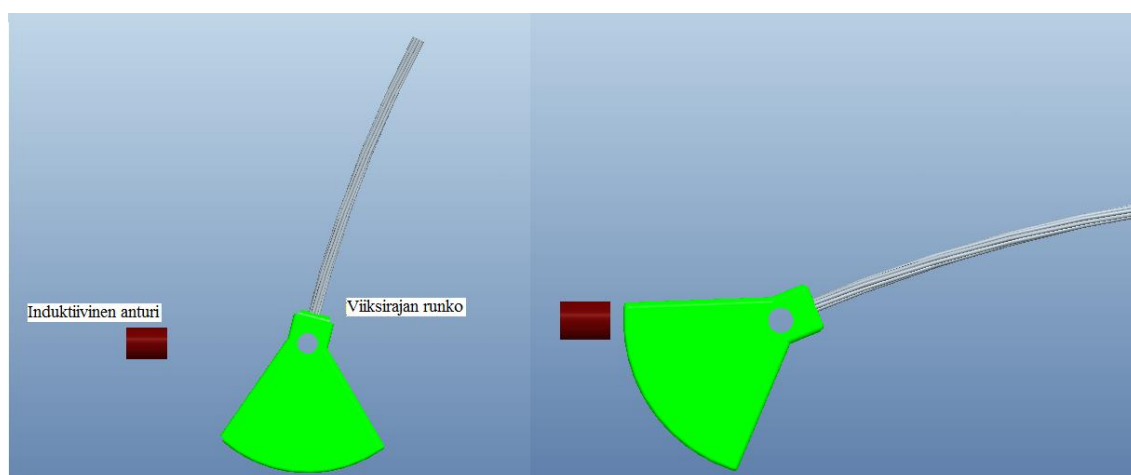
Viiksirajaksi puskurivarastoon käy esimerkiksi Omronin WL-mallistosta kylmiä oloja kestävä WLNJ-S2-TC (normaalit mallit kestävät pakkasta vain -10°C...-20°C, kun TC-malli kestää -40°C [TC-mallissa kumiosat on korvattu silikonilla]). Anturin viiksenä toimii pätkä teräsvaijeria. [4, Releet ja kytkimet/rajakytkimet.]

Viiksen täytyy olla joustava, ettei se itsessään säry tai tee pylvääseen jälkiä pylvään tullessa anturin päälle. Pylväiden vaihtelevasta muodosta johtuen viiksen on oltava pidempi ja erityyppinen kuin esimerkiksi kuvassa 46 näkyvässä anturissa oleva, jotta anturi toimisi oikein.

Anturi voidaan myös toteuttaa induktiivisena, jolloin sen ympärille rakennetaan kuvan 47 mukainen mekanismi. Tällaisella anturityypillä saadaan lisättyä toimintavarmuutta ja käyttöikä, kun kuluttavaa mekaanista kosketusta ei ole. Ainoa kuluva osa on mekanismin laakerointi. Mekanismin muotoilulla vaikutetaan anturin kytkentäalueeseen. Riittävän laajalla kytkentäalueella varmistetaan toiminta kaikenkokoisilla ja -muotoisilla pylvällä. Induktiivista anturia voidaan käyttää myös puskurivaraston muissa toiminnoissa.



Kuva 46. Omron WL -rajakytkin [4, Releet ja kytkimet/rajakytkimet].



Kuva 47. Induktiivisen viiksirajan toiminta.

Tasonsäädön keskiasentoa tunnistavaksi anturiksi valitaan induktiivinen anturi. Anturi luo ympärilleen magneettikentän, ja kun metalliesine kulkee tähän kent-

tään, aiheutuu muuttuvasta magneettikentästä sähkövirtaa (induktio). Anturi tunnistaa kappaleen sen avulla. Esimerkkianturi Omron TL-W (kuva 48).



Kuva 48. Induktiivinen anturi Omron TL-W [4, Anturit/Induktiiviset anturit].

Porrasannostelijan anturit ovat nykyään tyypiltään mekaanisia viiksiantureita (ks. toimintaselostus, 2.1.1). Ulkokäytössä ne vikaantuvat ja niiden toiminta on epävarmaa. Antureiksi vaihdetaan lähetin-vastaanotin -tyyppiset valokennot, jotka eivät häiriinny ympärillä tapahtuvasta toiminnasta kuten muun tyyppiset valokennot. [10.] Valokennoksi sopii esimerkiksi Omron E3Z-T66H (kuva 49).



Kuva 49. Valokenno Omron E3Z [4, Anturit/Valokennot].

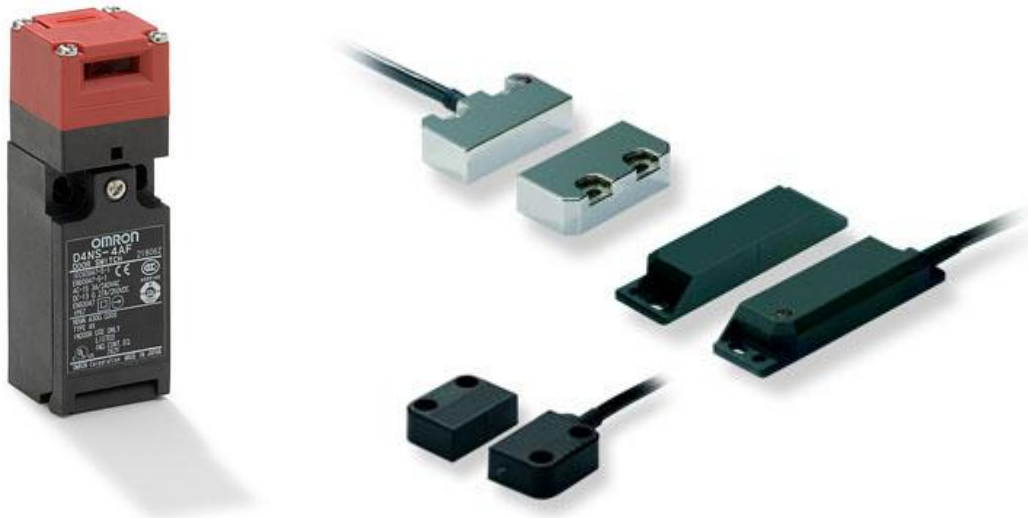
3.5 Turvakytkimet

Turvakytkimet asennetaan työstöaseman sisäänkäyntien oviin. Turvaovikytkimiä on useaa eri tyyppiä:

- ohjainkielellä varustetut
- saranamalliset
- kosketuksettomat
 - Reed-anturi
 - Hall-anturi.

Ohjainkielellä varustetut kytkimet on helppo ohittaa irrottamalla kieli ja asentamalla se pysyvästi vastakappaleen hahloon. Se huonontaa turvallisuutta. Tämä voidaan estää asentamalla hitsaamalla kieli paikalleen tai asentamalla se ”yksisuuntaisilla” ruuveilla. Tämänmalliset Omronin kytkimet kestävät lämpötiloja $-30^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$. Saranamallisia turvakytkimiä on vaikeampi ohittaa, mutta niiden asennus saattaa kohteesta riippuen olla hankalampaa. Omronin kosketuksettomat kytkimet kestävät lämpötiloja $-25^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$. [4, turvatuotteet / turvaovikytkimet.]

Omronin turvakytkimet ovat standardin EN60947-5-1 (Control circuit devices and switching elements. Electromechanical control circuit devices) mukaisia [4, turvaovituotteet/turvakytkimet].



Kuva 50. Turvaovikytkimiä. Vasemmalla on ohjauskielellä varustettu Omron D4NS ja oikealla kosketukseton Omron FS3-TGR-N_C [4, Turvatuotteet/turvarajakytkimet].

3.6 Virtalähde

Logiikan mukana tullut virtalähde pystyy antamaan virtaa 5VDC jännitteellä maksimissaan 2,8 ampeerin virran. Yksi digitaalinen tuloyksikkö [CJ1W-ID211(SL)] kuluttaa 0,08A 5VDC jännitteellä. Lähtöyksikkö [CJ1W-OC211(SL)]

kuluttaa 0,11A. Keskusyksikkö CJ2M-CPU31 kuluttaa 0,72A. [2, s. 85, s. 121.]

Yhteensä virtaa kuluu:

$$I_{kok} = 3 * I_{in} + 3 * I_{out} + I_{cpu} = 3 * 0.08A + 3 * 0.11A + 0.72A = 1.29A < 2.8A$$

Virrankulutus on pienempi kuin virtalähteen maksimivirta, joten yhden virtalähteen teho riittää.

Omron CX-programmer -ohjelmistossa on myös oma laskuri virrankulutukselle, josta saatiin samat tulokset (kuva 51).

Rack	Power Supply Unit	I/O module	Option board	Expansion unit	Consumption(mA)		Total power consumption (w)	Width(mm)
					5V	26V/24V		
CPU Rack	CJ1W-PA202	.	.	<input type="checkbox"/>	1290	288	13,4	276,7
Rack 01	CJ1W-PA202	.	.	<input type="checkbox"/>				
Rack 02	CJ1W-PA202	.	.	<input type="checkbox"/>				
Rack 03	CJ1W-PA202	.	.	<input type="checkbox"/>				

Kuva 51. Logiikan virran- ja tehonkulutus (1290mA ja 13,4W).

4 Pohdinta

Tavoitteena opinnäytetyössä oli muuttaa logiikkaohjelma toimimaan uudella mekaanisella kokoonpanolla. Tässä tavoitteessa onnistuttiin hyvin, ja samalla tutustuttiin myös aiheeseen liittyviin standardeihin ja direktiiveihin. Muutokset pyrittiin tekemään niitä noudattaen.

Työtä tehdessä tietoni logiikkaohjelmoinnista ja logiikoiden ympärille rakentuvista järjestelmistä kasvoivat. Kykyäni hahmottaa laajempien järjestelmien toimintaa kokonaisuudessaan parani merkittävästi. Opinnäytetyön teko ja samaan aikaan

koulussa käytävät aiheeseen liittyvät kurssit täydensivät hyvin toisiaan. Jos lähitisin nyt tekemään samanlaista työtä uudestaan, siihen kuluisi todennäköisesti huomattavasti vähemmän aikaa, koska tietäisin heti alusta alkaen työn vaatimuksista enemmän ja osaisin keskittyä oikeisiin seikkoihin.

Pylvään läpimenoaikaa työstöprosessissa onnistuttiin lyhentämään suunnitteleamalla puskurivarasto, joka parhaassa tapauksessa säästää aikaa jokaisen pylvään kohdalla useita sekunteja. Tarkasti säästetty aika tiedetään vasta, kun järjestelmä on asennettu paikalleen ja säädetty optimaaliseksi. Puskurivarasto vähentää myös työstöaseman yhden suurimman yksittäisen melunlähteen aiheuttamaa ääntä saattamalla pylvään työstöasemalle pudottamisen sijasta. Melua ja tärinää vähensi myös korkeussäädettävän työtason suunnittelu; se on uudistuksen jälkeen eristetty työstöaseman rungosta. Näillä muutoksilla myös työstöaseman ergonomiaan saatiin selkeitä parannuksia. Tavoitteet siis täyttyivät myös näiltä osin, ainakin teoreettisella tasolla.

Modernisointi tehtiin yhteistyössä toisen tekniikan opiskelijan kanssa. Tulosten toimivuus nähdään kokonaisuudessaan vasta siinä vaiheessa, kun muutostyötä aletaan toteuttaa käytännössä. Laajoja järjestelmiä on hankalaa suunnitella kerralla täydellisiksi, vaan lopputulosta hiotaan paremmaksi käytännön kokeilujen jälkeen sitä mukaa, kun virheitä ja korjaustarpeita ilmenee asennuksen ja käytön yhteydessä. Modernisointiin liittyy paljon asioita, jotka on rajattu pois tästä työstä. Tämän seikan takia opinnäytetyö itsessään ei vielä kata koko modernisointia, vaan tulokset ovat lähinnä hyvä pohja laajemmalle suunnittelulle.

Lähteet

1. Iivari Mononen Oy:n verkkosivut
<http://www.iivarimononen.fi/> 31.1.2011
2. Omron CJ2 CPU Units Hardware Operation Manual
http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/automation_systems/programmable_logic_controllers/modular_plc_series/cj2m/cpu_units/default.html
17.3.2011
Gonzalez, Irene. 2011. Lupa Omronin kuvien käyttöön opinnäytetyössä. E-mail Irene_Gonzalez_More@eu.omron.com. 17.3.2011
3. Tikkanen, Taito, Pylväslajittelijan toimintaselostus 13.6.1995
4. Omron Katalogi
<http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/default.html> 17.3.2011
Gonzalez, Irene. 2011. Lupa Omronin kuvien käyttöön opinnäytetyössä. E-mail Irene_Gonzalez_More@eu.omron.com. 17.3.2011
5. Siirilä, Tapio, Koneturvallisuuden uudet asetukset ja standardit. Pohjois-Karjalan Yrittäjät. 6.10.2010
6. Standardi SFS-EN 60073 Ihmisen ja koneen välisen rajapinnan perus- ja turvallisuusperiaatteet. Merkinantolaitteiden ja ohjaimien koodaus. Suomen Standardoimisliitto SFS
7. Varpiola, Jussi. 2010. Logiikan toiminta. E-mail jussi.varpiola@varpiola.com.18.10.2010 ja 18.11.2010
8. Standardi SFS-EN 13850 Koneturvallisuus. Häätöpysäytys. Suunnitteluperiaatteet. Suomen Standardoimisliitto SFS
9. Tikapuuohjelmointi
<http://www.plctutor.com/index.php?page=relay-ladder-logic>. 31.1.2011
10. Tahvanainen, Pekka. 2011. Anturien valinnasta ja modernisoinnista yleensä. E-mail pekka.tahvanainen@iivarimononen.fi. 24.2.2011
11. Suutarinen, Jussi. 2011. Annostelijan toiminta. E-mail jussi.suutarinen@gmail.com. 9.3.2011
12. Hydrauliiikan symbolit, Festo
<http://www.festo-didactic.com/int-en/services/symbols/hydraulic-din-iso-1219/?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4zNC4xMjI5>. 17.3.2011
Hassinen, Hannu. 2011. Lupa Feston kuvien käyttöön opinnäytetyössä. E-mail hannu.hassinen@festo.com. 17.3.2011

Logiikan symbolit

Input

HydrKäyntPainik	0.00	Hydrauliikka käyntiin painike
HydrSeisPainik	0.01	Hydrauliikka seis painike
AnnosAutomPaini	0.02	Annostelija automaattilla painike
AnnosSeisPainik	0.03	Annostelija seis painike
RatapulssPituus	0.04	Ratapulssit pituus
RatapulssPukKoh	0.05	Ratapulssit pukkauskohta
VastOttKuljKäyn	0.07	Vastaanottokuljetin käyntiin, painike
VastOttKuljSeis	0.08	Vastaanottokuljetin seis, painike
LajittKuljKäynt	0.09	Lajittelukuljetin käyntiin, painike
LajittKuljSeis	0.10	Lajittelukuljetin seis, painike
TyöasemaKäynt	0.11	Työasema käyntiin, painike
TyöasemaSeis	0.12	Työasema seis, painike
Sivuunsiirto	0.13	Sivuunsiirto työasemalle, painike
AnnostHätä_Alas	0.14	Annostelija hätä-alas, painike
HydrKäyntSorvil	0.15	Hydrauliikka käyntiin sorvilta, painike
PuitaAnnosPaini	1.00	Puita annos, painike
_6_LokerValintaA	1.01	6-lokeron valinta
_3_LokerValintaA	1.02	2-lokeron valinta
_5_LokerValintaA	1.03	5-lokeron valinta
_2_LokerValintaA	1.04	2-lokeron valinta
_4_LokerValintaA	1.05	4-lokeron valinta
_1_LokerValintaA	1.06	1-lokeron valinta
OHO_nappi	1.07	OHO-nappi
PylväspöydRaja	1.08	Pylväspöydän raja
TukkiVastOttKul	1.09	VK- tukki vastaanottokuljettimella
AnnTaskuraja	1.10	IND- annostelijan taskuraja
AnnYläraja	1.11	IND- annostelijan yläraja
TyöasTurvaraja	1.12	IND- työaseman turvaraja
TyöasPyörRaja	1.13	IND- työaseman pyöritysraja
PituusLaskValok	1.14	VK-pituuslaskenta
PukkauLaskValok	1.15	VK-pukkauslaskenta
VastOttKuljPys	2.00	VK-vastaanottokuljettimen pysäytys
KäsiAnnPainike	2.01	Pylväspöytä käyntiin, painike
PylväsPöytäSeis	2.02	Pylväspöytä seis, painike
Pylvään_lukitus_PAINIKE	2.03	Lukitsee pylvään työstöasemalla reikiä poratessa
Pylvään_lukitus_auki_PAINIKE	2.04	Avaa pylvään lukituksen työstöasemalla
TasonSäätöAlasPAINIKE	2.05	Säätää korkeussäädettävää työtasoa alas-päin
TasonSäätöYlösPAINIKE	2.06	Säätää korkeussäädettävää työtasoa ylös-päin
Puskurivaraston_viiksiraja	2.07	Tunnistaa puskurivarastossa olevan pylvään
Pylvään_pyöritys_KÄYTTÖ	2.08	Pyörittää pylvästä työasemalla

KorkSäädKeskiAs_Raja	2.09	Korkeudensäädön keskiasennon tunnistava anturi
PuskurivarastonValiasento	2.10	Puskurivaraston "väliasennon" induktiivinen anturi

Apumuistit

DiTukkiTullutVK	15.00	Difu, tukki tullut pit. lask. valokennolle
DiTukkiPois	15.01	Difu, tukki poistunut pit. lask. valokennolta.
DiPituusPulssi	15.02	Difu, pituuspulssi
DiRataPulssit	15.05	Difu, ratapulssit
DiTukPoisVaOtKu	15.09	Difu, tukki pois vastaanottokuljettimelta
Lokero_6	20.01	
Lokero_4	20.02	
Lokero_2	20.03	
Lokero_5	20.04	
Lokero_3	20.05	
Lokero_1	20.06	
DiLokeroValinta	30.00	
DiLokValPois	30.01	Difu, lokeron valinta difu, pois
DiLokValintaOnP	30.02	Difu, lokeron valinta on pois
DiTukkiLok_1Koh	30.05	Difu, tukki on lokeron 1 kohdalla
DiPukLajKuljOhj	30.12	Difu, pukkaus lajittelukuljettimelle ohjaus
LokValintaTehty	40.00	Lokeron valinta on tehty
AnnAjastin	40.07	
SeurAnnostelu	40.09	
PukkausKohta	41.00	
HydrKäyntSorvM	41.02	Hydrauliikka käyntiin sorvilta, apumuisti
HydrKäyntKäsin	41.13	Hydrauliikka käyntiin käsin
AnnosteluAika	42.03	
JokuLokerorVali	42.04	Joku lokeroista on valittu
TukkiLok_1Kohda	45.01	Tukki on lokeron 1 kohdalla
PylvPöydKäyttöSorvApum	50.00	Pylväspöydän käyttö sorvilta, apumuisti
TyöAsKäyntiinM	60.00	Työasema käyntiin, apumuisti
VapaaAnnostelu	61.00	
UusiAnnostelu	62.00	
PylväänLukitusApum	63.00	Apumuisti pylvään lukitukselle
Säädettävän_tason_keskiasento_apum	64.00	Apumuisti säädettävän tason keskiasennolle
AskelketjunResetointiPuskurivarasto	65.00	Ajaa askelketjun liikkeet perusasentoon hydrauliiikan käynnistyksen yhteydessä
Kellotuspulssi	70.00	Kellotuspulssiapumuisti puskurivaraston siirtorekisterissä
KellotuspulssinKatkaisu	71.00	Katkaisee kellotuspulssin
DiVastOttKuPys	98.00	Difu, vastaanottokuljetin pysäytys
VastOttokuljPää	99.00	Vastaanottokuljetin on päällä

Output

	100.00	Hydrauliikan ohjaus
HydrOhjaus		
LajitKuljOhjaus	100.01	Lajittelukuljettimen ohjaus
VaOttKuljOhjaus	100.02	Vastaanottokuljettimen ohjaus
TyöAsPyörOhjaus	100.03	Työaseman pyöritys ohjaus
PylväspöyOhjaus	100.04	Pylväspöydän ohjaus
AnnYlösOhjaus	100.05	Annostelija ylös ohjaus
SivSiirtoOhjaus	100.06	Sivuunsiirto puskurivarastoon ohjaus
PukLajKulOhjaus	100.07	Pukkaus lajittelukuljettimelle ohjaus
Lok_6PukkOhjaus	100.08	Lokero 6 pukkauksen ohjaus
Lok_4PukkOhjaus	100.09	Lokero 4 pukkauksen ohjaus
Lok_2PukkOhjaus	100.10	Lokero 2 pukkauksen ohjaus
Lok_5PukkOhjaus	100.11	Lokero 5 pukkauksen ohjaus
Lok_3PukkOhjaus	100.12	Lokero 3 pukkauksen ohjaus
Lok_1PukkOhjaus	100.13	Lokero 1 pukkauksen ohjaus
VastKuljMerkVal	100.14	ML-vastaanottokuljetin käy
PyörValoOhjaus	100.15	Pyörivän valon ohjaus
NäyttöPituudest	101	Pituuden näyttö
ML_PylvPöytKäy	101.00	ML-pylväspöytä käy
SireeniOhjaus	101.01	Sireenin ohjaus
AnnostAutomM	102.00	Annostelu automaattisesti
SireeninOhjaus	102.01	Sireenin ohjaus
NäytönOhjaus	102.02	
PöydänVetoOhjaus	102.04	Pöydän veto ohjaus
TaajMuuttOhj	102.05	Vastaanottokuljettimen taajuusmuuttajan ohjaus
PylväänPyöritysOhjaus	102.06	Ohjaus pylvään pyöritykselle
KorkeudensäätöAlasOHJAUS	102.07	Ohjaus työaseman korkeudensäädölle alas-päin
KorkeudensäätöYlösOHJAUS	102.08	Ohjaus työaseman korkeudensäädölle ylös-päin
Kippaus_plus	102.09	Kippaus puskurivarastosta plusliike
PylväänLukitusOhjaus	102.10	Ohjaus pylvään lukitukselle
KorkSäädKeskiAsValo	102.11	Lähtö korkeussäädön keskiasennon valolle
Lineaariliike_plus	102.12	Lineaariliikkeen +liikkeen lähtö (puskurivarasto)
Lineaariliike_miinus	102.13	Lineaariliikkeen -liikkeen lähtö (puskurivarasto)
Kippauksen_miinus	102.14	Kippaus puskurivarastosta miinusliike
KuristettuKippaus	102.15	Kuristaa kippauksen virtausta puskurivaraston siirtorekisterissä

Apumuistit














PituusLaskur1_1	230	Tukin pituuden nopea laskuri
PituusLaskur1_2	231	Tukin pituuden nopea laskuri
LaskurinNollaus	252.00	

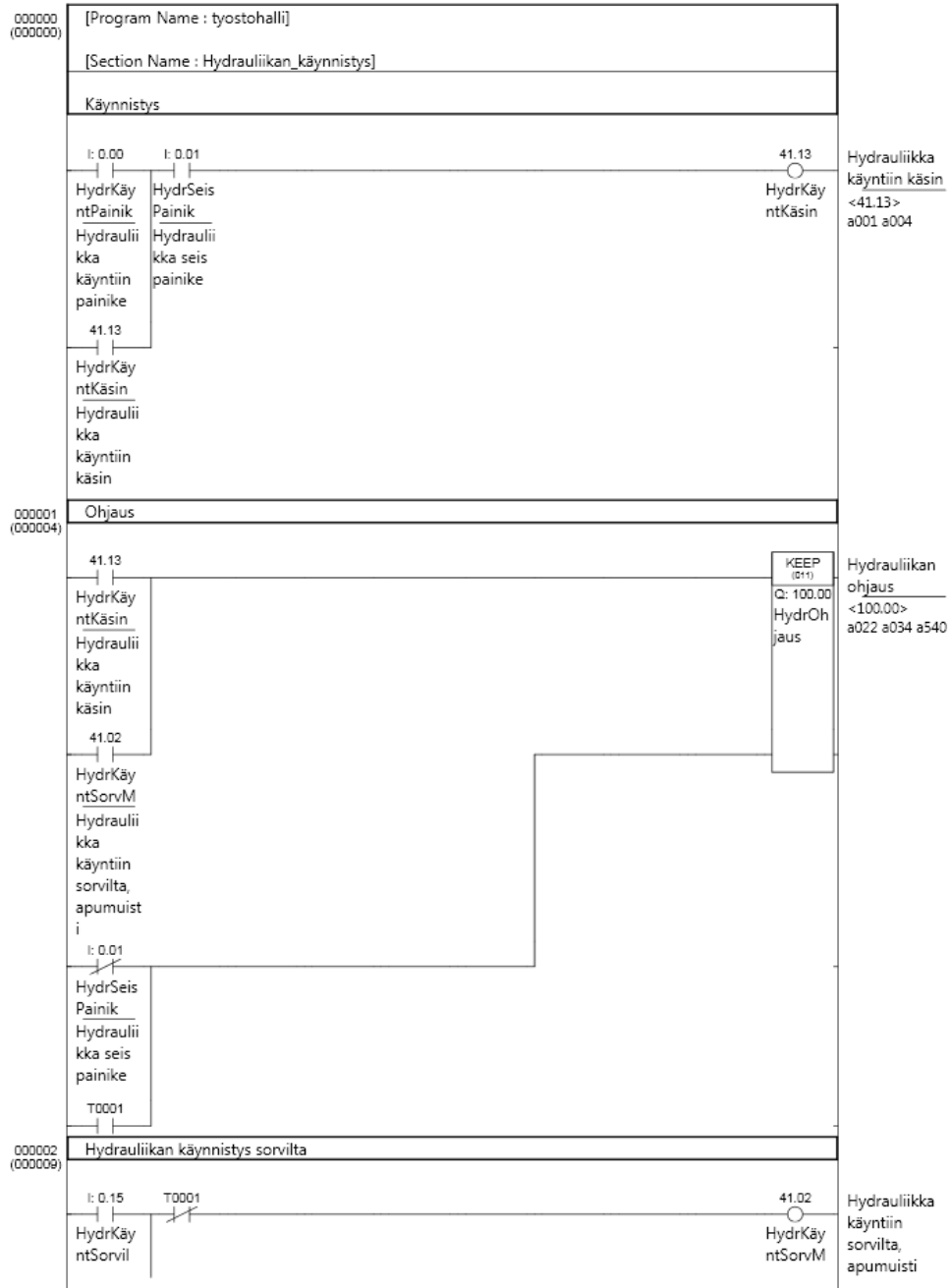
Off	253.14	
P_First_Cycle	A200.1	
	1	First Cycle Flag
P_Step	A200.1	
	2	Step Flag
P_First_Cycle_Task	A200.1	
	5	First Task Execution Flag
P_Max_Cycle_Time	A262	Maximum Cycle Time
P_Cycle_Time_Value	A264	Present Scan Time
P_Cycle_Time_Error	A401.0	
	8	Cycle Time Error Flag
P_Low_Battery	A402.0	
	4	Low Battery Flag
P_IO_Verify_Error	A402.0	
	9	I/O Verification Error Flag
P_CIO	A450	CIO Area Parameter
P_WR	A451	WR Area Parameter
P_HR	A452	HR Area Parameter
P_DM	A460	DM Area Parameter
P_EM0	A461	EM0 Area Parameter
P_EM1	A462	EM1 Area Parameter
P_EM2	A463	EM2 Area Parameter
P_EM3	A464	EM3 Area Parameter
P_EM4	A465	EM4 Area Parameter
P_EM5	A466	EM5 Area Parameter
P_EM6	A467	EM6 Area Parameter
P_EM7	A468	EM7 Area Parameter
P_EM8	A469	EM8 Area Parameter
P_EM9	A470	EM9 Area Parameter
P_EMA	A471	EMA Area Parameter
P_EMB	A472	EMB Area Parameter
P EMC	A473	EMC Area Parameter
P_Output_Off_Bit	A500.1	
	5	Output OFF Bit
SirSoittoAika_PV	C13	Sireenin soittoaika
SirSoittoAika_Status	C0013	Sireenin soittoaika
RataPulssLasken_PV	C14	Laskuri ratapulsseille
RataPulssLasken_Status	C0014	Laskuri ratapulsseille
Lok_1Keskipiste_PV	C15	Lokeron 1 keskipisteen laskenta
Lok_1Keskipiste_Status	C0015	Lokeron 1 keskipisteen laskenta
Lok_2Keskipiste_PV	C16	Lokeron 2 keskipisteen laskenta
Lok_2Keskipiste_Status	C0016	Lokeron 2 keskipisteen laskenta
Lok_3Keskipiste_PV	C17	Lokeron 3 keskipisteen laskenta
Lok_3Keskipiste_Status	C0017	Lokeron 3 keskipisteen laskenta
Lok_4Keskipiste_PV	C18	Lokeron 4 keskipisteen laskenta
Lok_4Keskipiste_Status	C0018	Lokeron 4 keskipisteen laskenta
Lok_5Keskipiste_PV	C19	Lokeron 5 keskipisteen laskenta
Lok_5Keskipiste_Status	C0019	Lokeron 5 keskipisteen laskenta
Lok_6Keskipiste_PV	C20	Lokeron 6 keskipisteen laskenta

Lok_6Keskipiste_Status	C0020	Lokeron 6 keskipisteen laskenta
P_GE	CF000	Greater Than or Equals (GE) Flag
P_NE	CF001	Not Equals (NE) Flag
P_LE	CF002	Less Than or Equals (LE) Flag
P_ER	CF003	Instruction Execution Error (ER) Flag
P_CY	CF004	Carry (CY) Flag
P_GT	CF005	Greater Than (GT) Flag
P_EQ	CF006	Equals (EQ) Flag
P_LT	CF007	Less Than (LT) Flag
P_N	CF008	Negative (N) Flag
P_OF	CF009	Overflow (OF) Flag
P_UF	CF010	Underflow (UF) Flag
P_AER	CF011	Access Error Flag
P_0_1s	CF100	0.1 second clock pulse bit
P_0_2s	CF101	0.2 second clock pulse bit
P_1s	CF102	1.0 second clock pulse bit
Vilkku	CF102	
P_0_02s	CF103	0.02 second clock pulse bit
P_1min	CF104	1 minute clock pulse bit
P_0_01s	CF105	0.01 second clock pulse bit
P_1ms	CF106	1 milisecond clock pulse bit
P_0_1ms	CF107	0.1 milisecond clock pulse bit
P_On	CF113	Always ON Flag
P_Off	CF114	Always OFF Flag
PukkausKohtaM	D0	Laskettu pukkauskohta
SiirtorekAlku1_	D450	
PuunPulssit	D950	Puun pituus pulsseina
PuunPulssitM	D952	Puun pituus pulsseina, muisti
LaskentaApu	D954	Pituuden laskennan apu
LaskennanApu	D956	Pituuden laskennan apu
LaskennanApuM	D958	Pituuden laskennan apu
PuunPituus	D960	Puun pituus mm:nä
PuunPulssitM1	D965	Puun pulssit muistiin
PuunPulssitMDIVIDE10	D970	
TukinPituusPuls	D971	Tukin pulssit pudotusta varten
PuunPituusDIVIDE2	D972	Puun pituus jaettuna 2:lla (keskipiste)
PuunKeskipiste	D973	Puun keskipiste pudotusta varten
PukkauksenSeur	H0.00	
Askelketju	H1	
Askel1	H1.00	Puskurista annostelun askelketjun askel 1
Askel2	H1.01	Puskurista annostelun askelketjun askel 2
Askel3	H1.02	Puskurista annostelun askelketjun askel 3
Askel4	H1.03	Puskurista annostelun askelketjun askel 4
Askel5	H1.04	Puskurista annostelun askelketjun askel 5
AskelketjuValmis	H1.05	Nollataan siirtorekisteri
Lokero_1Pukkoht	H21	Lokeron 1 pukkauskohta
PuunKeskLoker_1	H22	Puun keskipiste lokero 1

Lokero_2PukKoht	H31	Lokeron 2 pukkauskohta
PuunKeskLoker_2	H32	Puun keskipiste lokero 2
Lokero_3PukKoht	H41	Lokeron 3 pukkauskohta
PuunKeskLoker_3	H42	Puun keskipiste lokero 3
Lokero_4PukKoht	H51	Lokeron 4 pukkauskohta
PuunKeskLoker_4	H52	Puun keskipiste lokero 4
Lokero_5PukKoht	H61	Lokeron 5 pukkauskohta
PuunKeskLoker_5	H62	Puun keskipiste lokero 5
Lokero_6PukKoht	H71	Lokeron 6 pukkauskohta
PuunKeskLoker_6	H72	Puun keskipiste lokero 6
PukkLajKuljAika_PV	T0	Pukkaus lajittelukuljettimelle, kesto
PukkLajKuljAika_Status	T0000	Pukkaus lajittelukuljettimelle, kesto
PöydVedOhjPituu_PV	T3	Pöydän vedon ohjauksen pituus
PöydVedOhjPituu_Status	T0003	Pöydän vedon ohjauksen pituus
AnnAjanPituu_PV	T4	Annosteluajan pituus
AnnAjanPituu_Status	T0004	Annosteluajan pituus
SiSiirronPituu_PV	T5	Sivuun (puskuriin)siirron pituus, ajastin
SiSiirronPituu_Status	T0005	Sivuun (puskuriin)siirron pituus, ajastin
LokValintaPois_PV	T6	Lokeron valinta pois viive
LokValintaPois_Status	T0006	Lokeron valinta pois viive
AnnostAjastin_PV	T32	Annostelun ajastin
AnnostAjastin_Status	T0032	Annostelun ajastin
SeurAnnostAika_PV	T40	Seuraavan annostelun aika
SeurAnnostAika_Status	T0040	Seuraavan annostelun aika
PukkauksenPituu_PV	T46	Pukkauksen pituus, ajastin
PukkauksenPituu_Status	T0046	Pukkauksen pituus, ajastin
PuskurinResetointiAjastin	T0047	
KeskiasennonAjastin	T0048	Pysäyttää korkeudensäädön keskiasentoon ajastetuksi ajaksi
Askeleen2_ajastin	T0049	Ajastaa askeleen 2 keston puskurivaraston siirtorekisterissä
Askeleen3_ajastin	T0050	Ajastaa askeleen 3 keston puskurivaraston siirtorekisterissä
Askeleen4_ajastin	T0051	Ajastaa askeleen 4 keston puskurivaraston siirtorekisterissä
Askeleen5_ajastin	T0052	Ajastaa askeleen 5 keston puskurivaraston siirtorekisterissä

Uusi logiikkaohjelma

SectionName	Start Step	End Step
 Hydrauliikan_käynnistys	0	12
 Pylväspöytä	14	56
 Porrasannostelija	58	88
 Pituuden_laskenta	90	139
 Vastaanottokuljetin	141	159
 Näytön_ohjaus	161	178
 Pukkaus_puskurivarast...	180	244
 Työasema	246	258
 Pylvään_pyöritys	260	262
 Pylvään_lukitus	264	271
 Pukkaus_lajittelukuljet...	273	571
 Korkeudensäätö	573	587
 Ohjelman_loppu	589	589

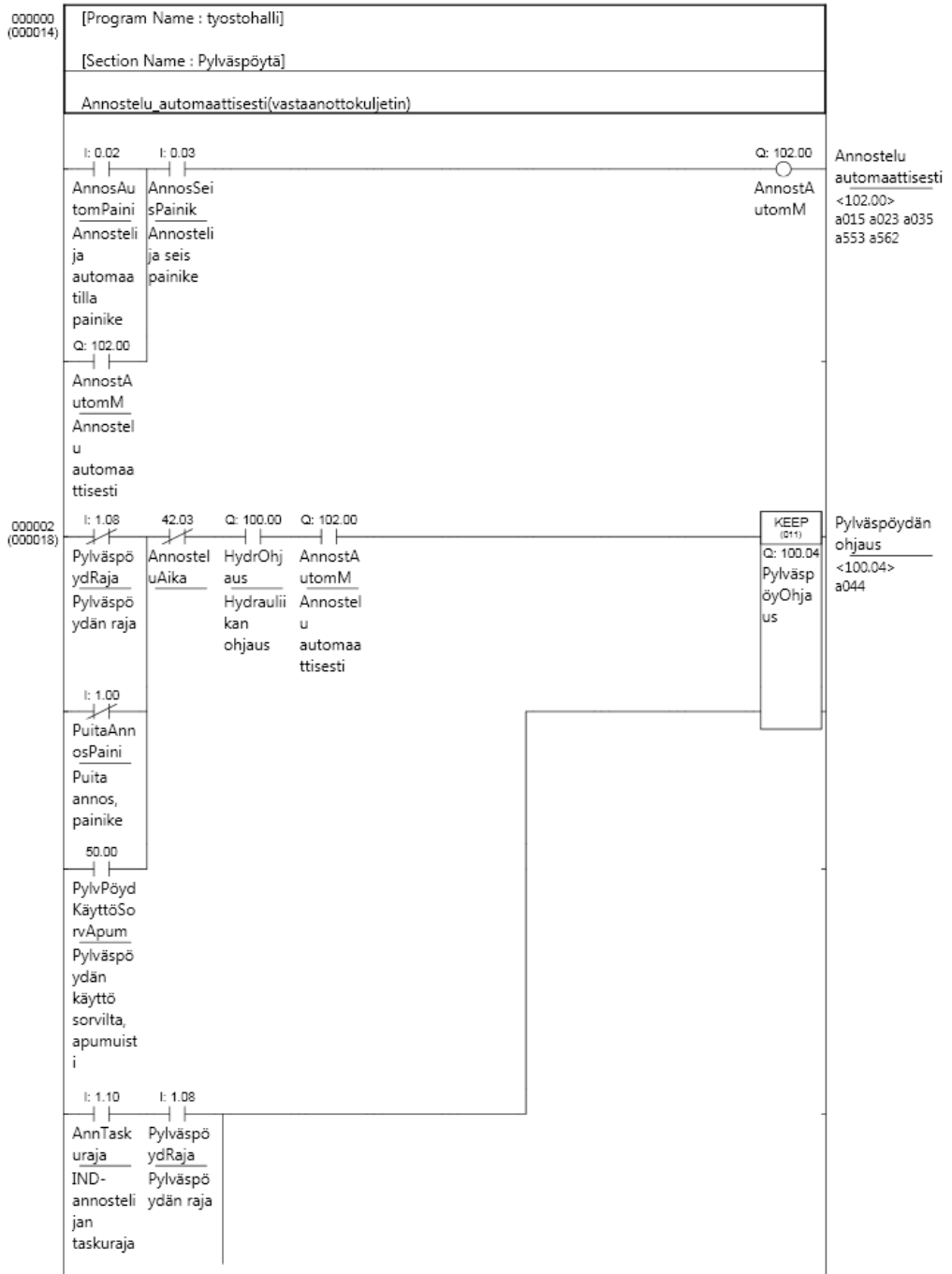


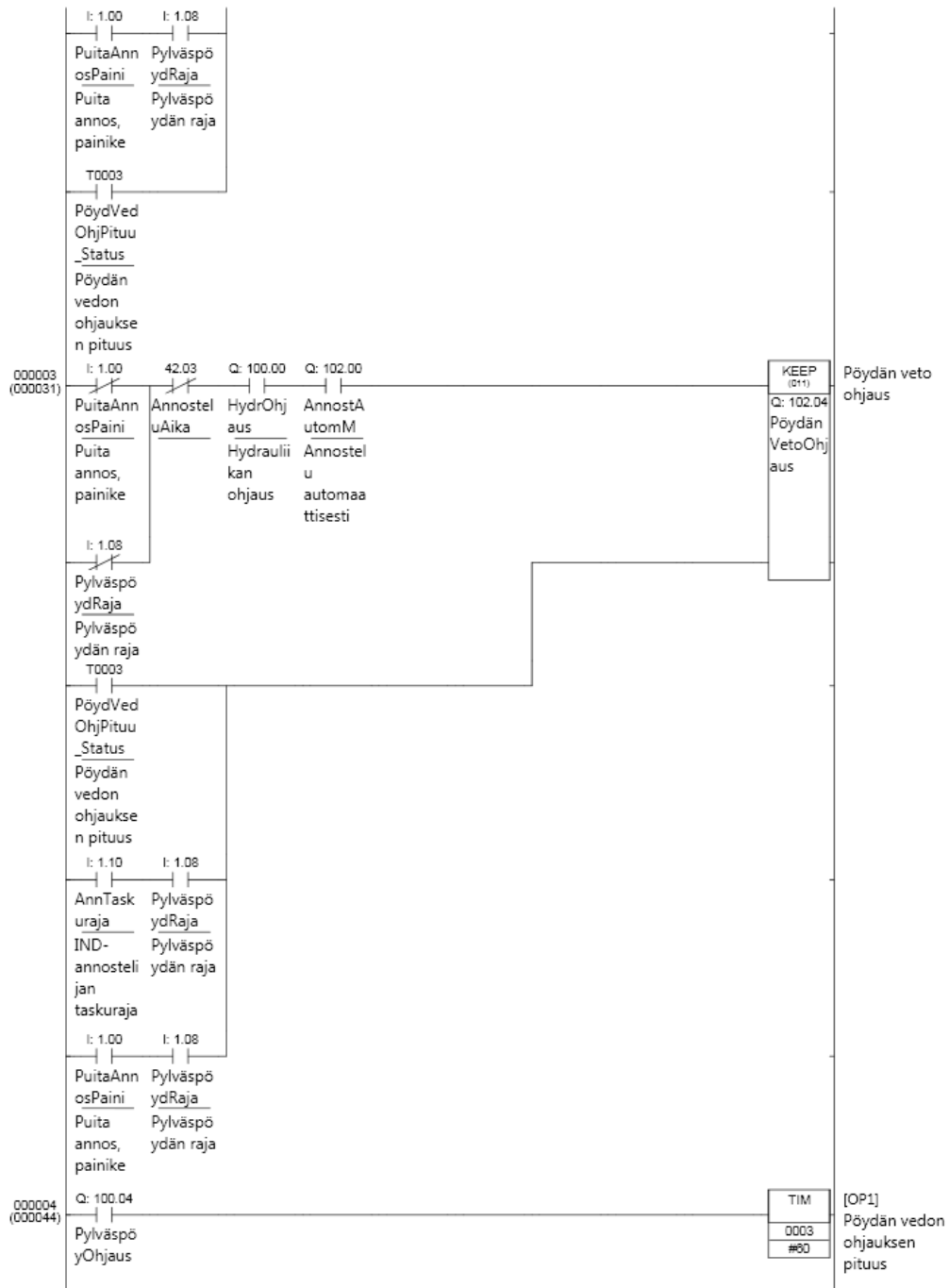
Hydrauliikka
käyntin
sorvilta,
painike

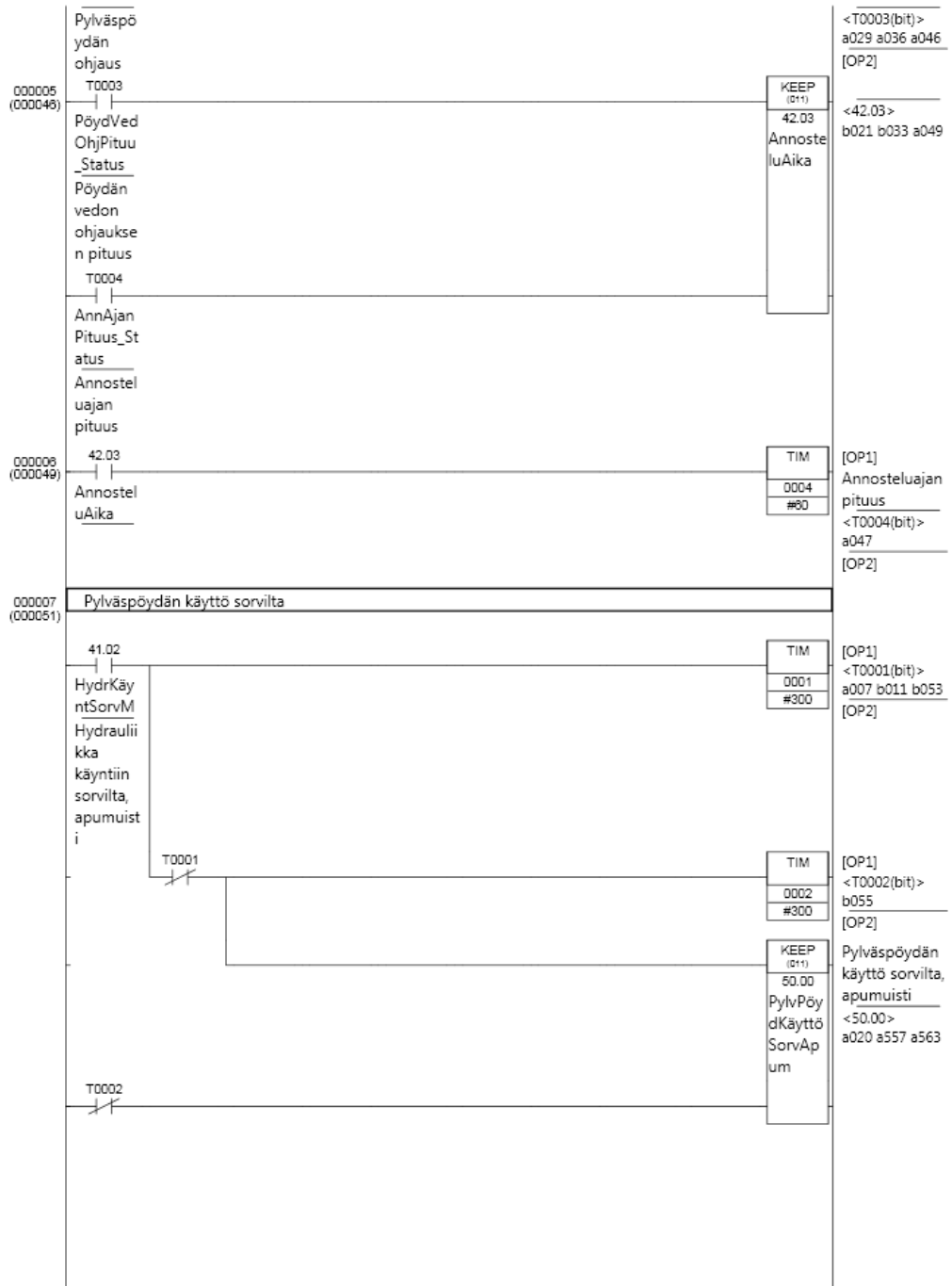
41.02

HydrKäy
ntSorvM
Hydrauliikka
käyntin
sorvilta,
apumuisti

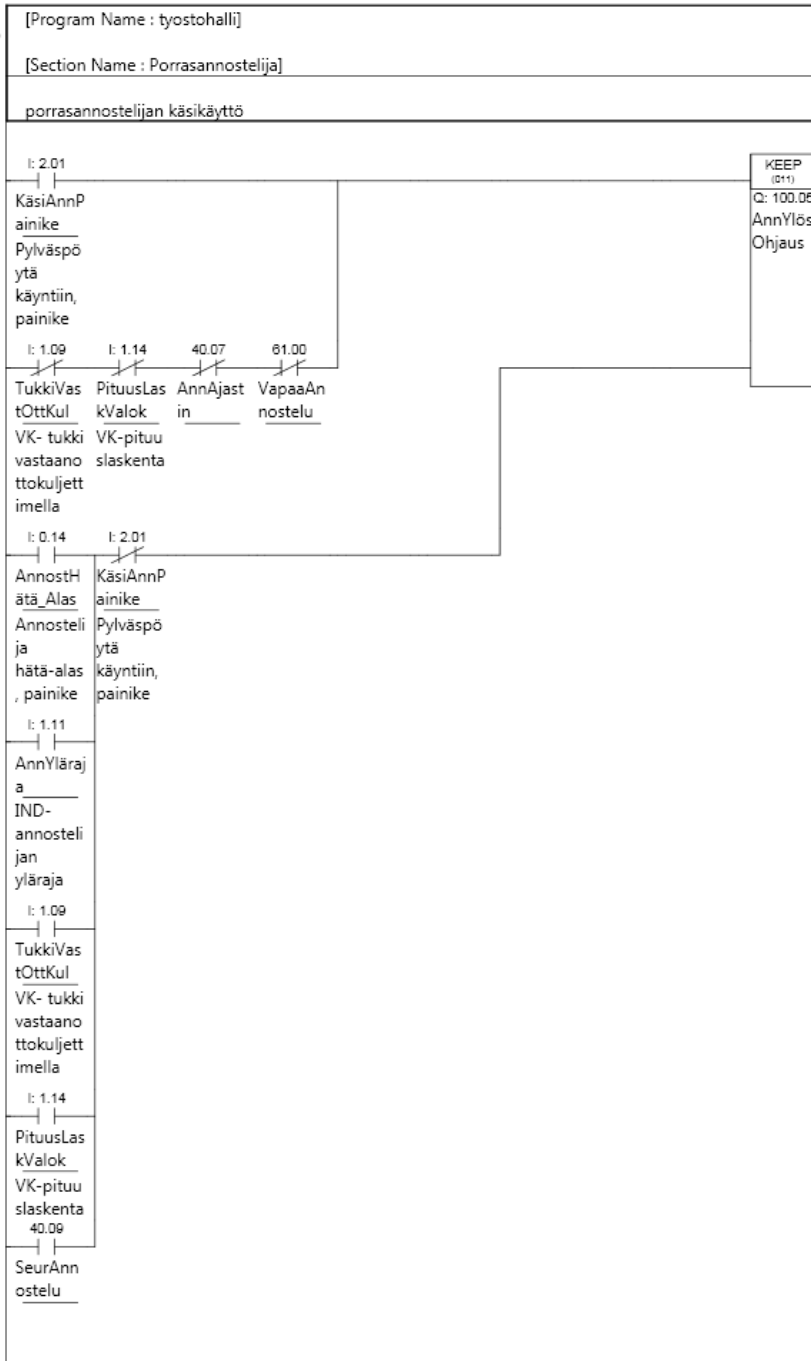
<41.02>
a005 a010 a051

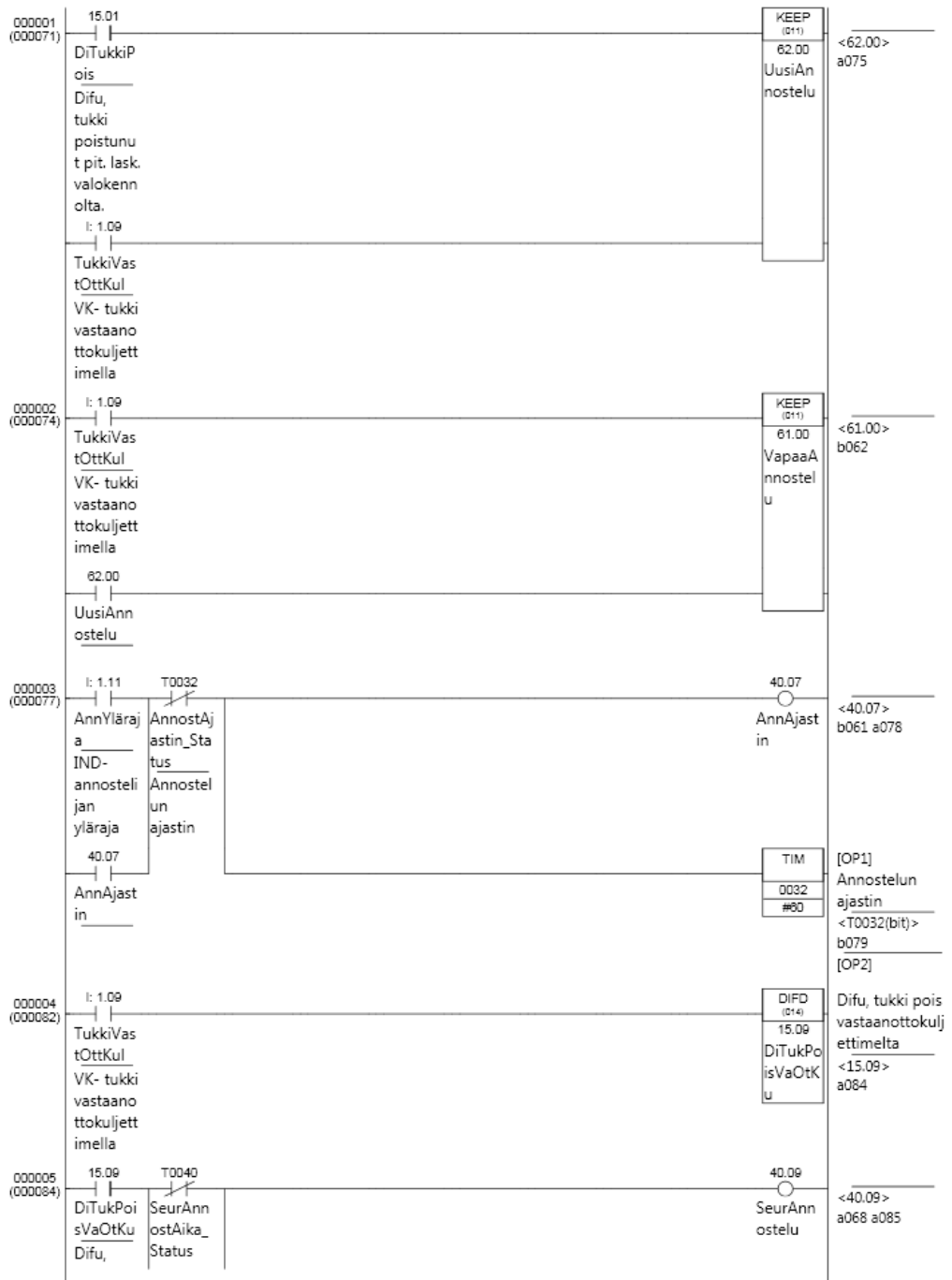


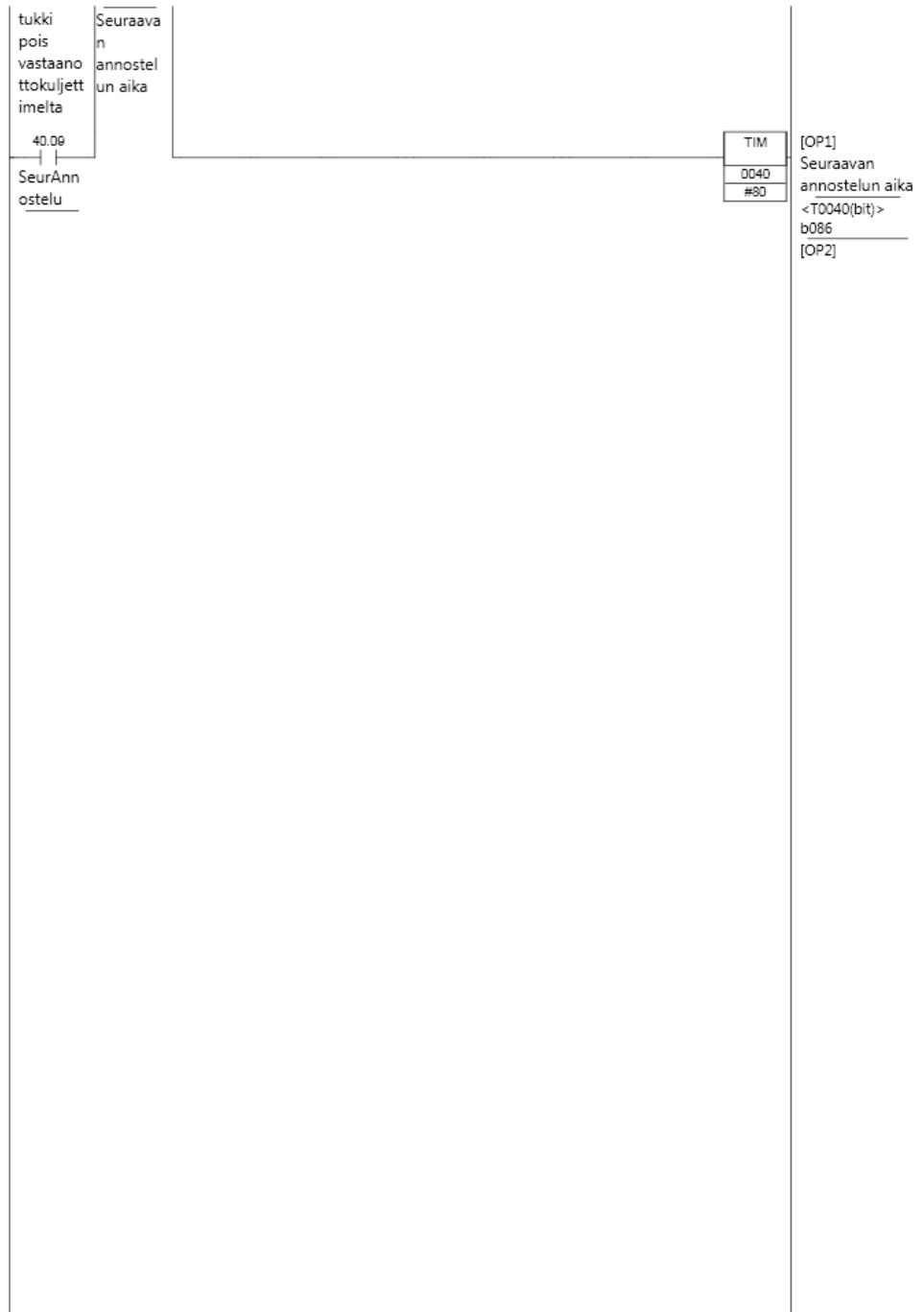


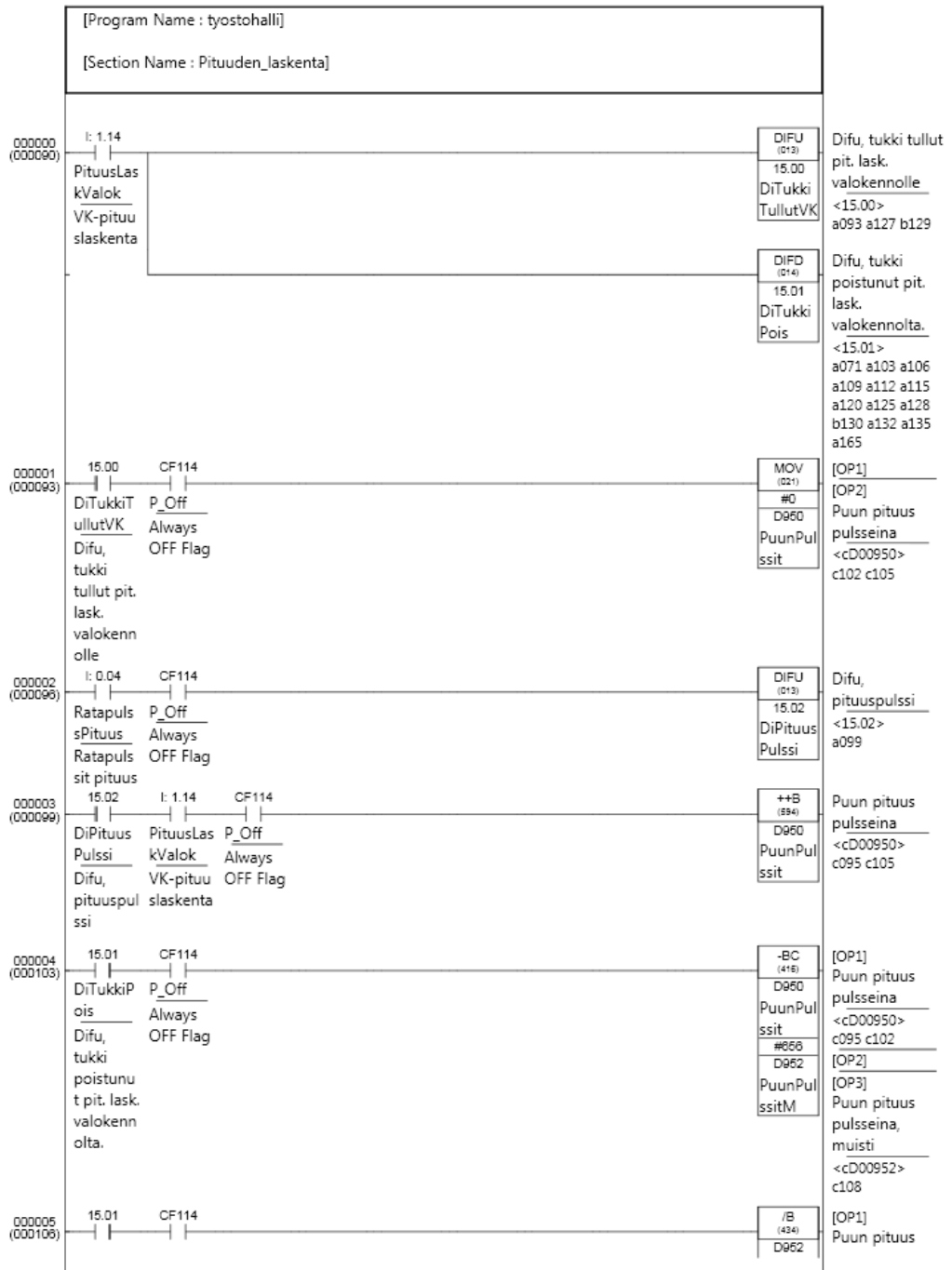


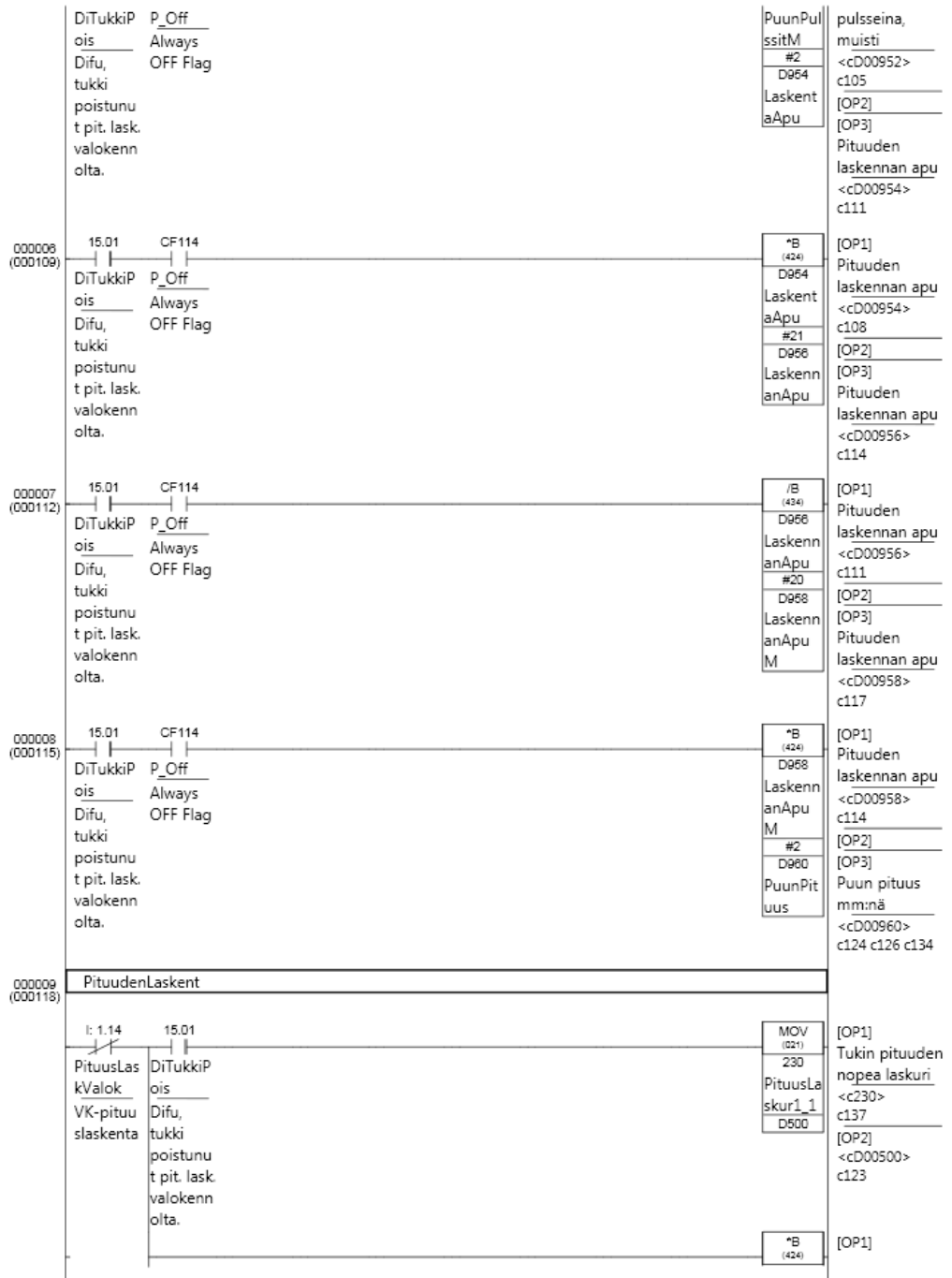
000000
(000055)

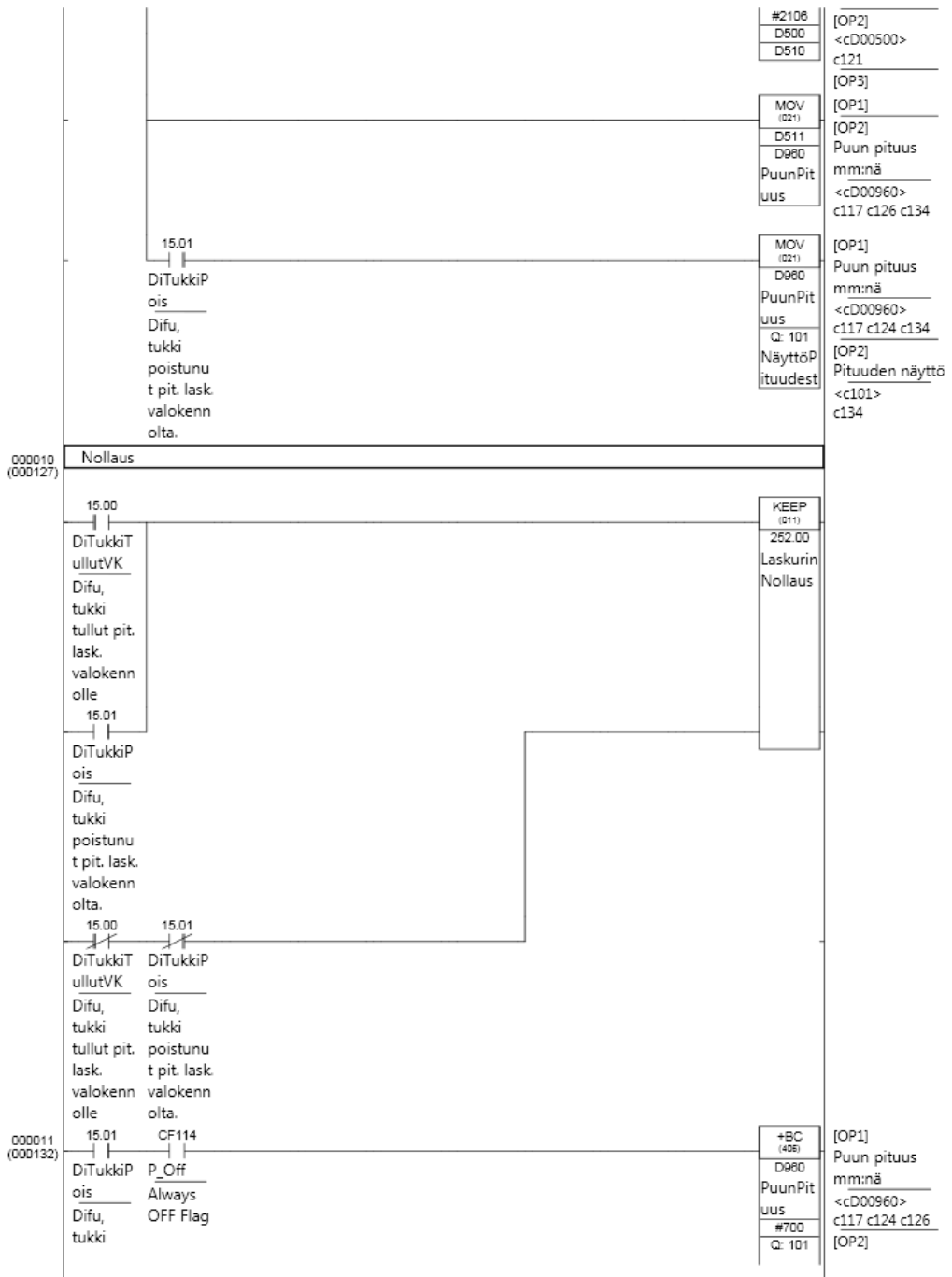


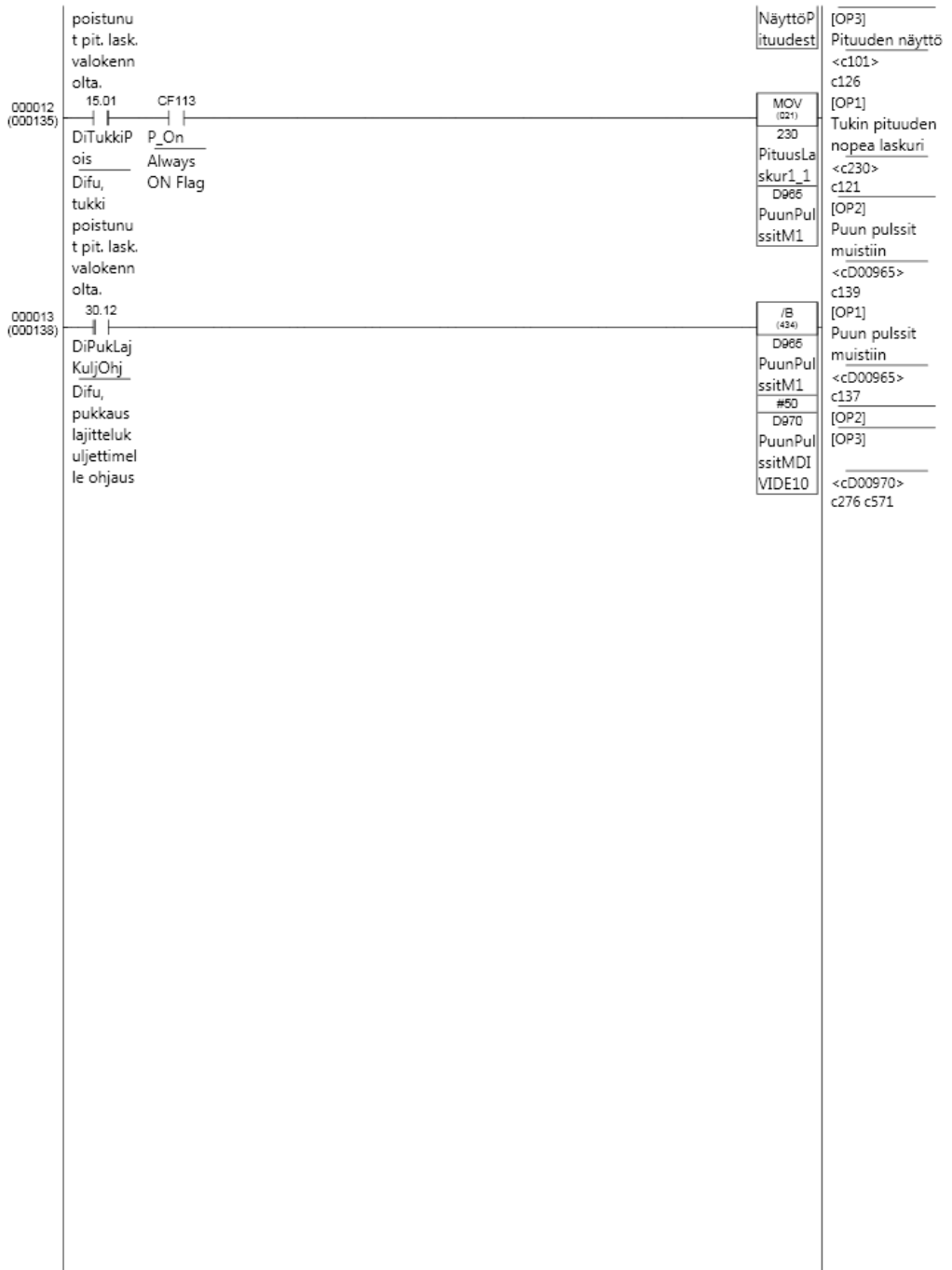


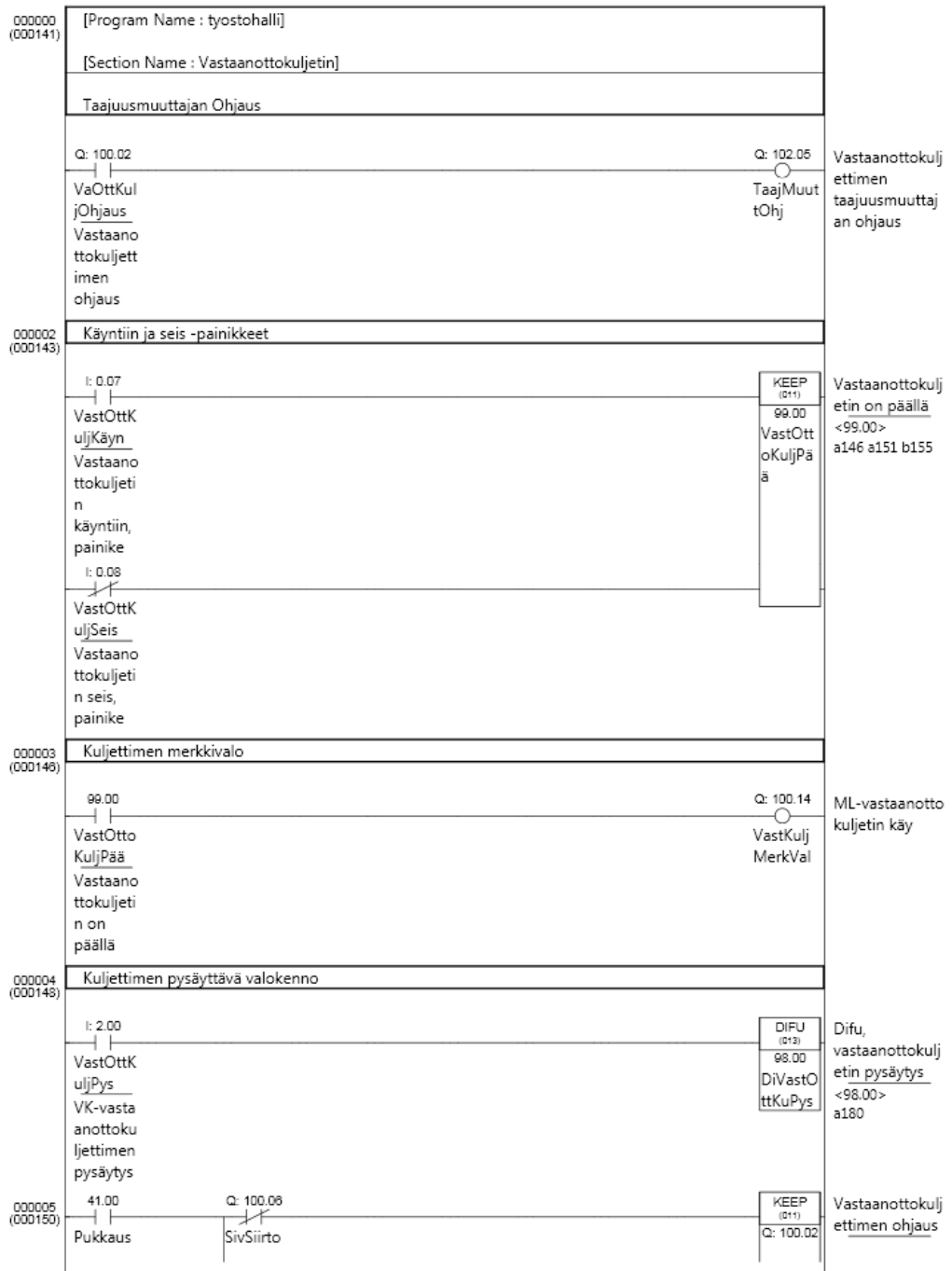




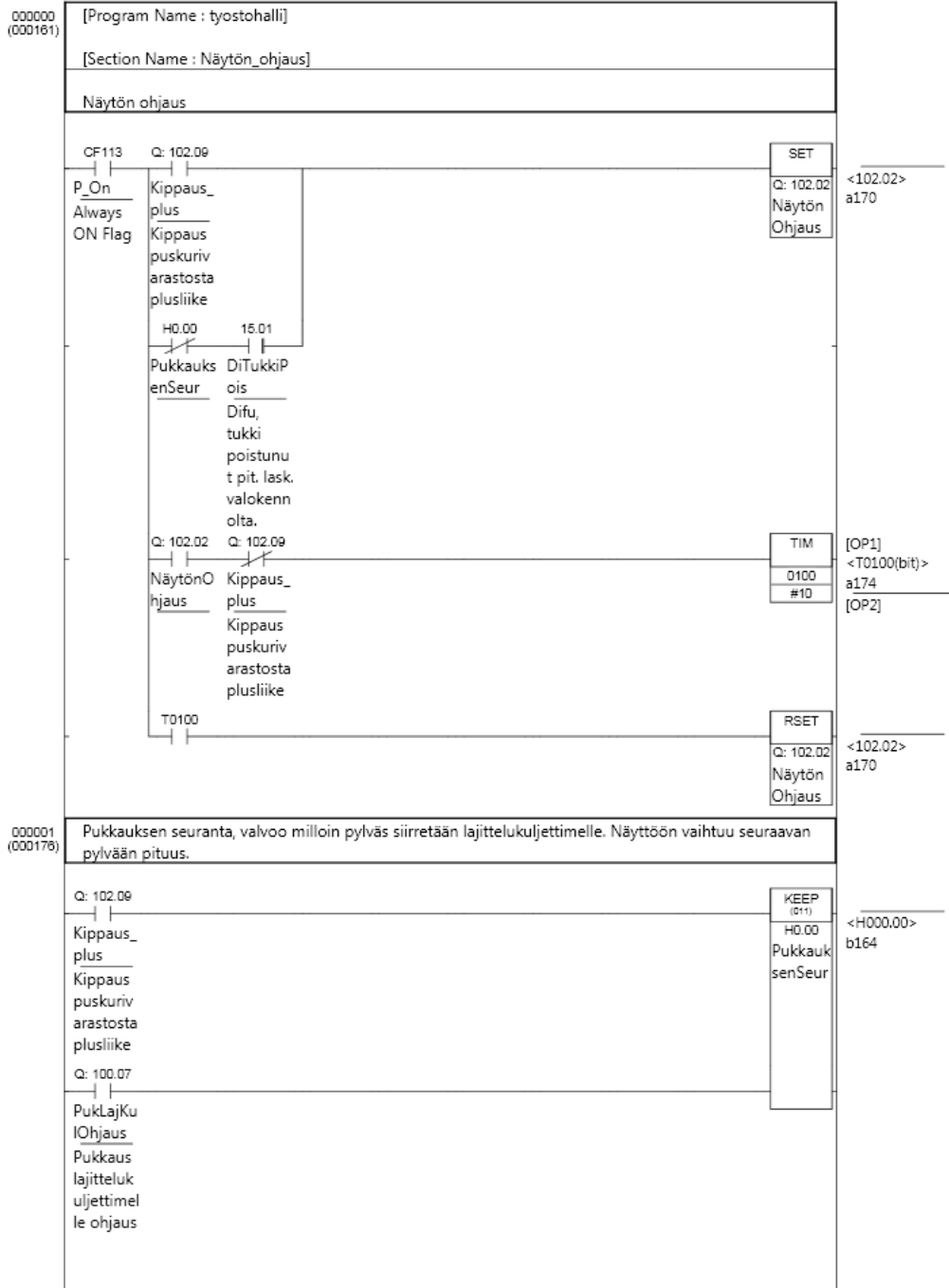


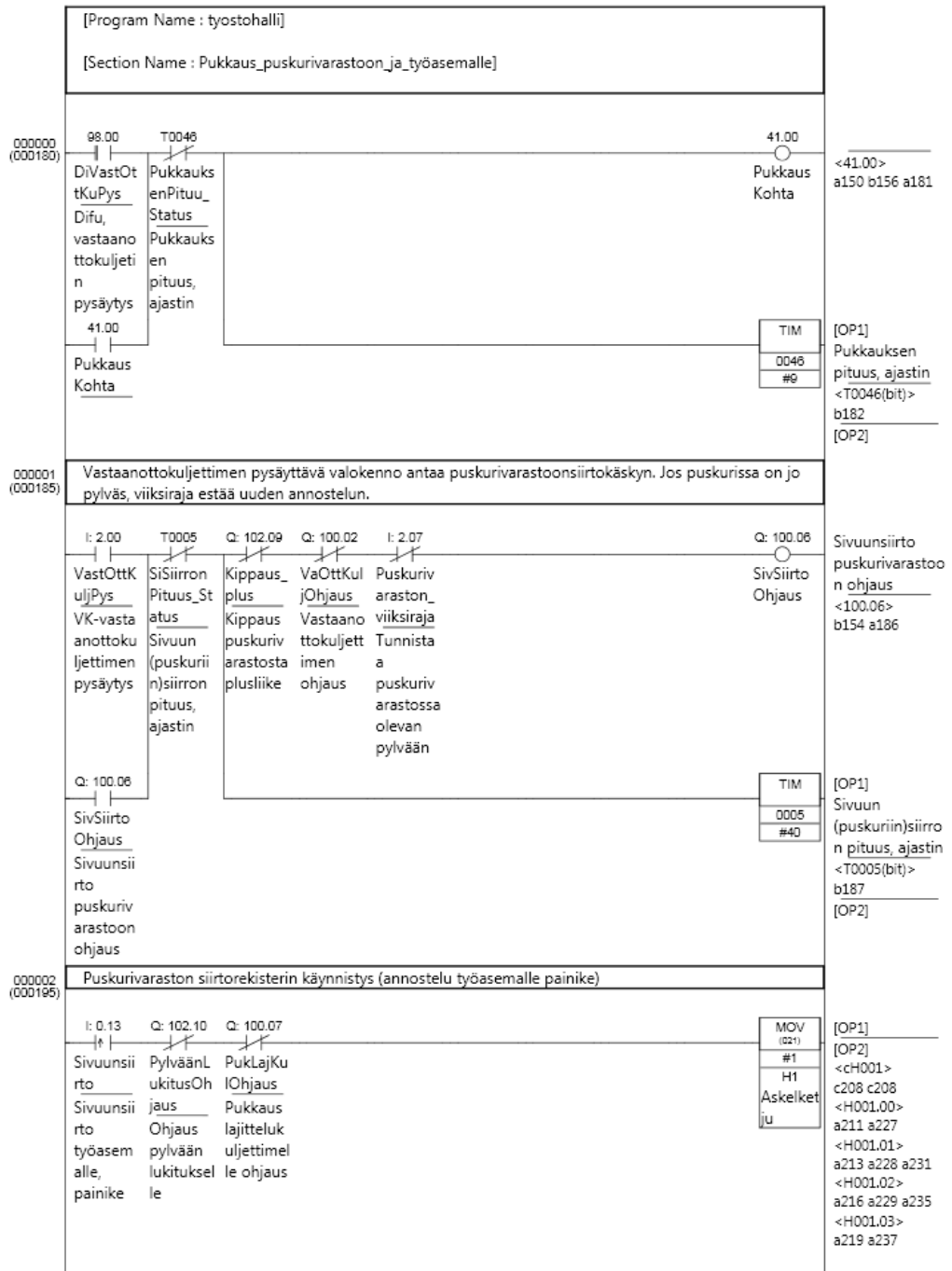


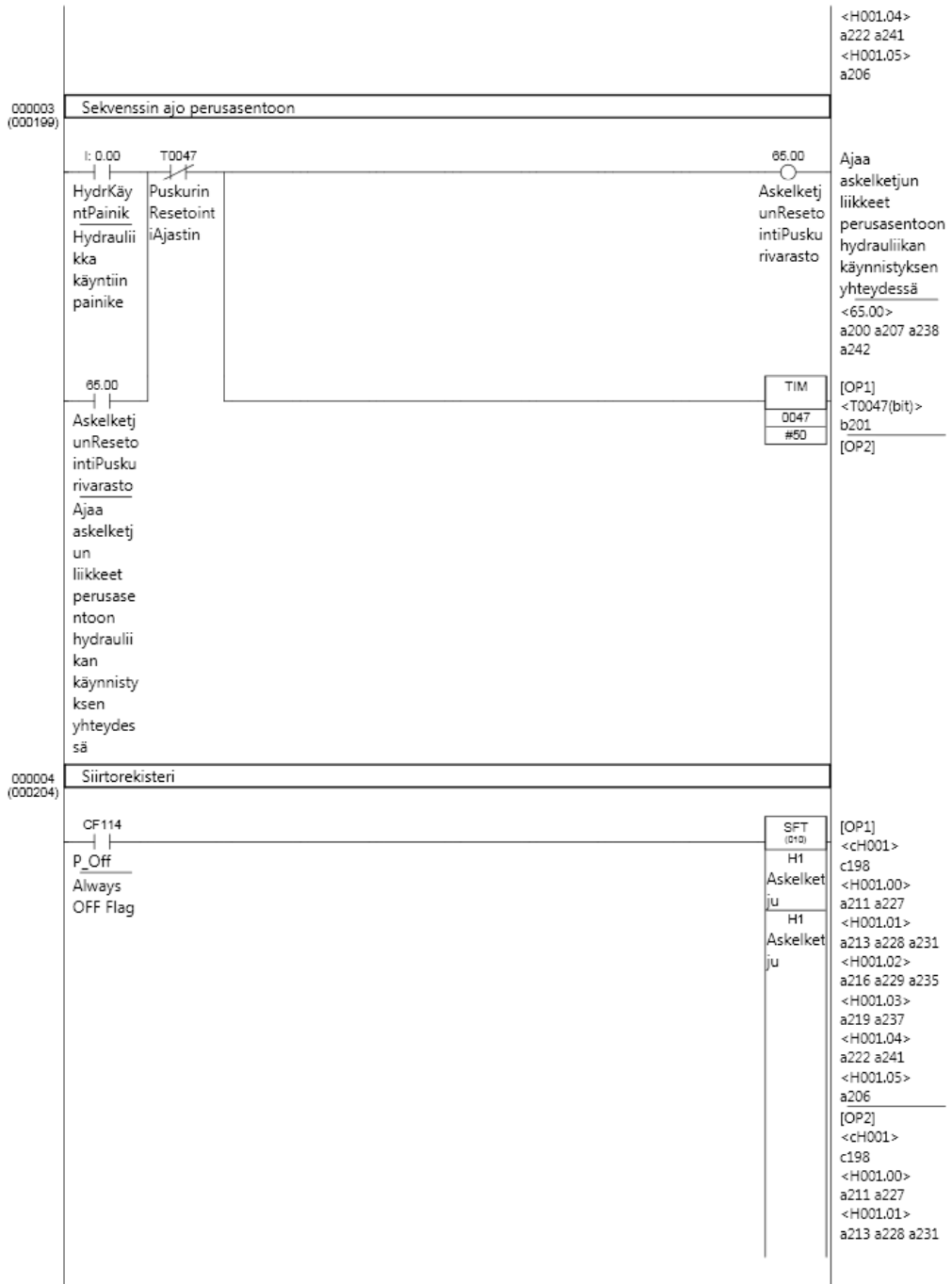




Kohta	Ohjaus	VaOttK	<100.02>
	Sivuunsiirto puskurivaraustoon ohjaus	uljOhjau s	a141 b190
99.00	I: 2.00		
VastOtto	VastOttK		
KuljPää	uljPys		
Vastaano	VK-vasta		
ttokuljete	anottoku		
n on	ljettimen		
päällä	pysäytys		
99.00			
VastOtto			
KuljPää			
Vastaano			
ttokuljete			
n on			
päällä			
41.00	I: 2.00		
Pukkaus	VastOttK		
Kohta	uljPys		
	VK-vasta		
	anottoku		
	ljettimen		
	pysäytys		





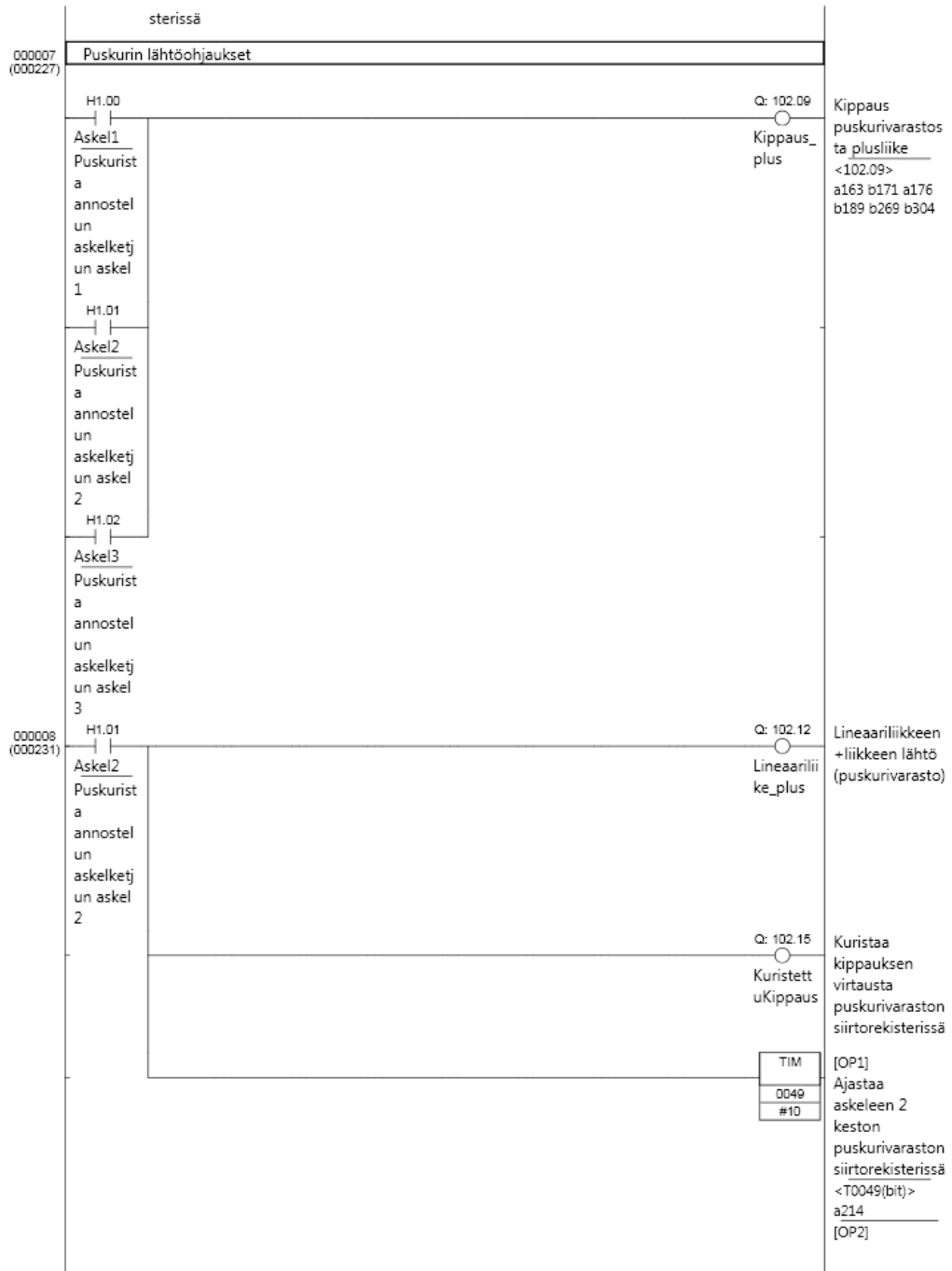


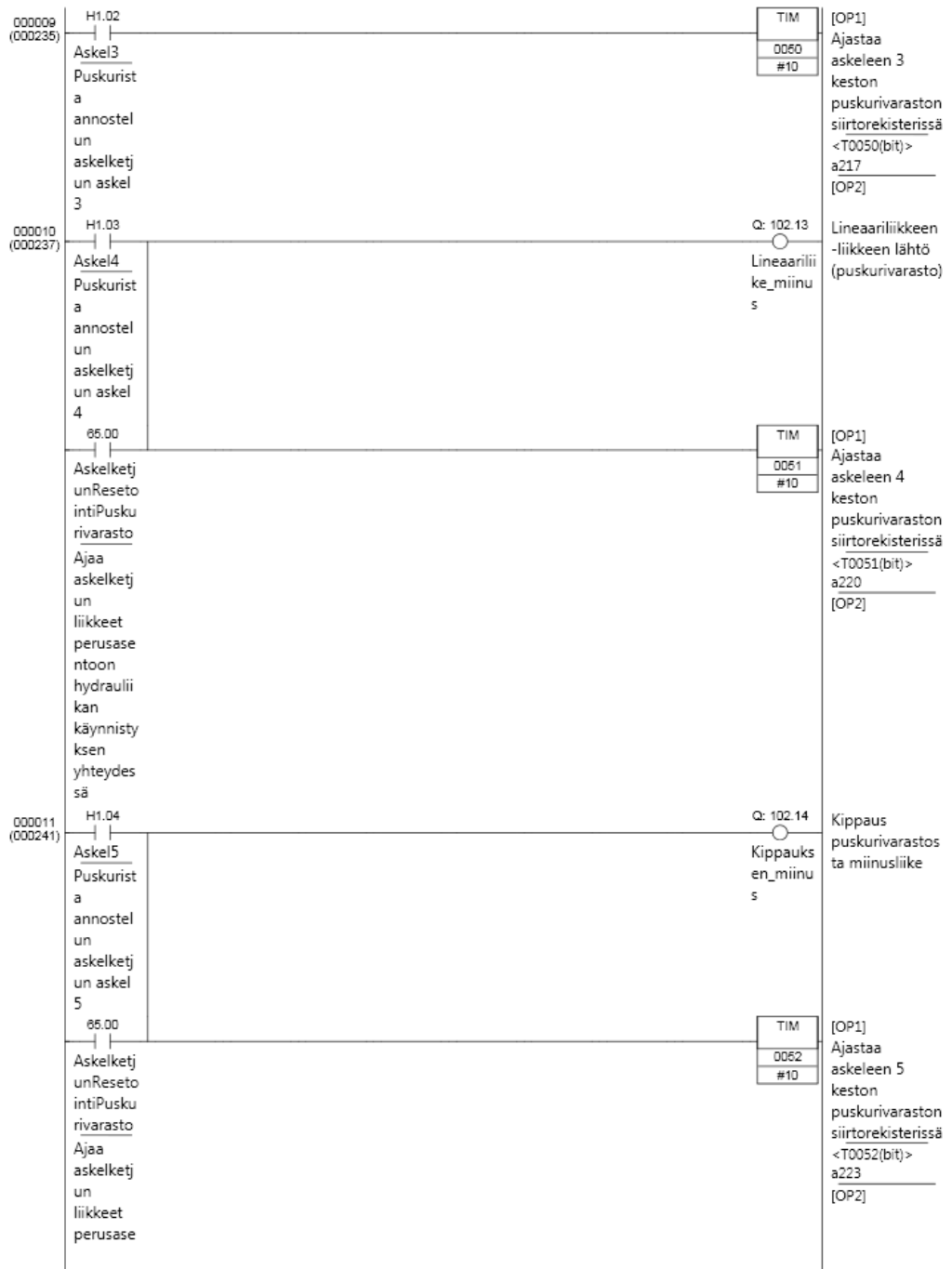
		<H001.02> a216 a229 a235 <H001.03> a219 a237 <H001.04> a222 a241 <H001.05> a206
70.00 Kellotuspulssi Kellotuspulssiapumuisti puskurivaraston siirtoreki sterissä		
H1.05 AskelketjuValmis Nollataan siirtoreki steri		
65.00 AskelketjunReseti intiPuskurivarasto Ajaa askelketjun liikkeen perusasetoon hydraulikan käynnistys keskeytyksen yhteydessä		
000005 (000209)	Kellotuspulssin katkaisu	
70.00 Kellotuspulssi Kellotuspulssiapumuisti puskurivaraston siirtoreki sterissä	71.00 ○ KellotuspulssinKatkaisu	Katkaisee kellopulssein <71.00> b225

000006
(000211)

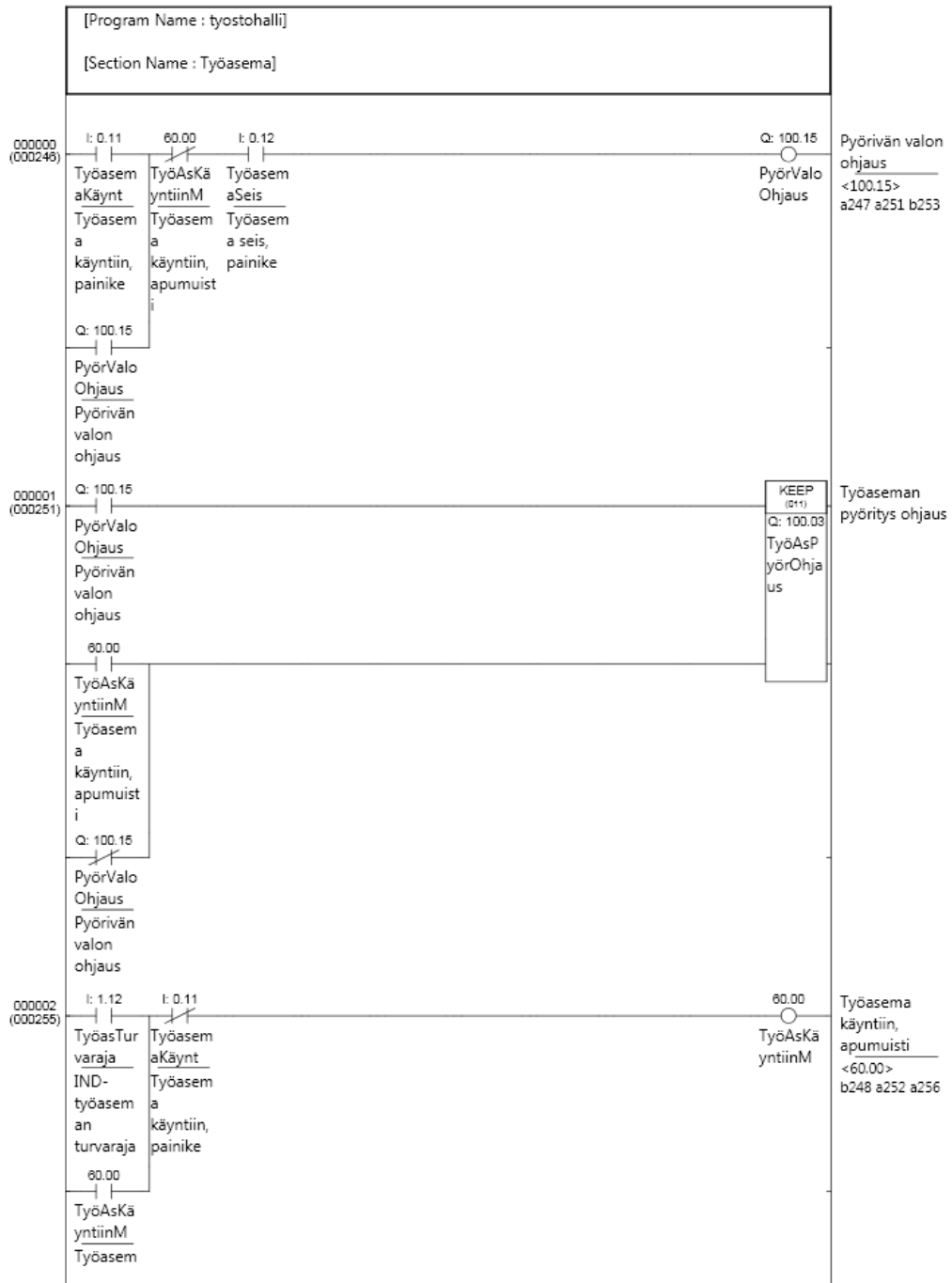
Puskurivaraston askelketju		
H1.00	I: 2.10	71.00
Askel1 Puskurista annostelun askelketjun askel 1	Puskurivaraston välialaisten induktiivien anturi	Kellotuspu- lssinKatkaisu Katkaisee kellotuspu- lssin
H1.01	T0049	70.00 Kellotuspu- lssi
Askel2 Puskurista annostelun askelketjun askel 2	Askeleen 2_ajastin Ajastaa askeleen 2 keston puskurivara- aston siirtoreki- sterissä	
H1.02	T0050	
Askel3 Puskurista annostelun askelketjun askel 3	Askeleen 3_ajastin Ajastaa askeleen 3 keston puskurivara- aston siirtoreki- sterissä	
H1.03	T0051	
Askel4 Puskurista annostelun askelketjun askel 4	Askeleen 4_ajastin Ajastaa askeleen 4 keston puskurivara- aston siirtoreki- sterissä	
H1.04	T0052	
Askel5 Puskurista annostelun askelketjun askel 5	Askeleen 5_ajastin Ajastaa askeleen 5 keston puskurivara- aston siirtoreki-	

Kellotuspulssia
pumuisti
puskurivaraston
siirtorekisterissä
<70.00>
a205 a209

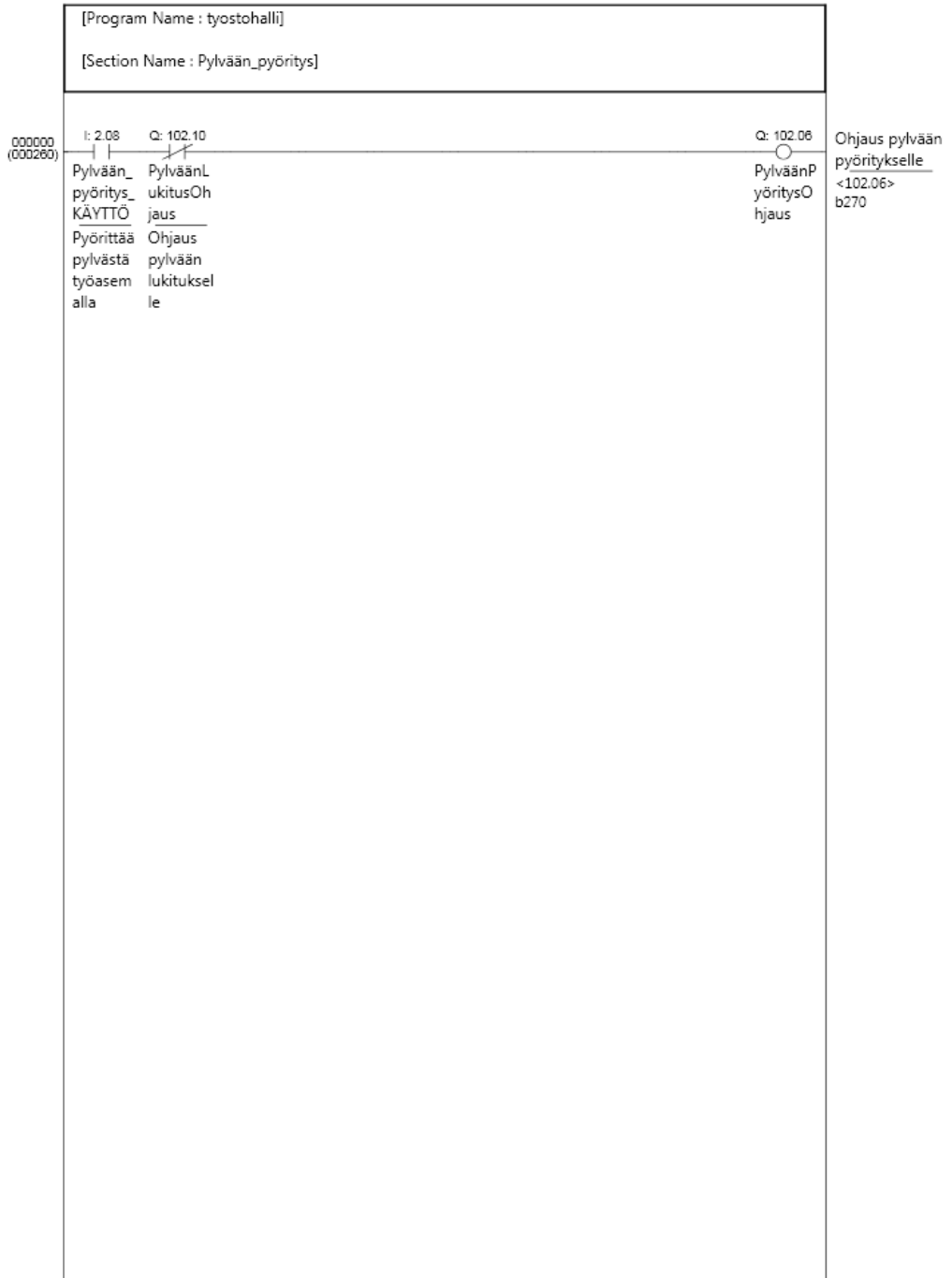




ntoon
hydraulii
kan
käynnisty
ksen
yhteydes
sä

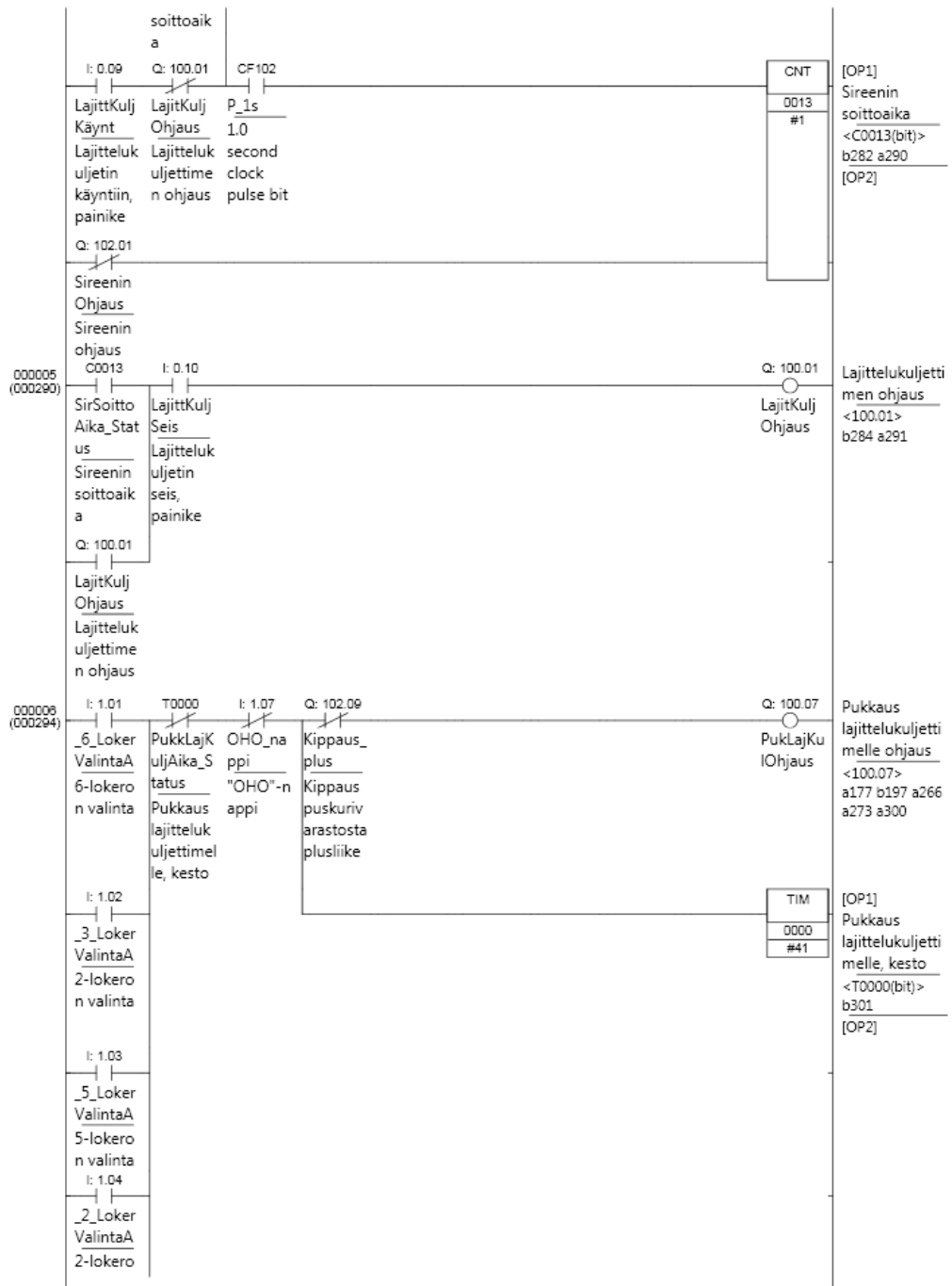


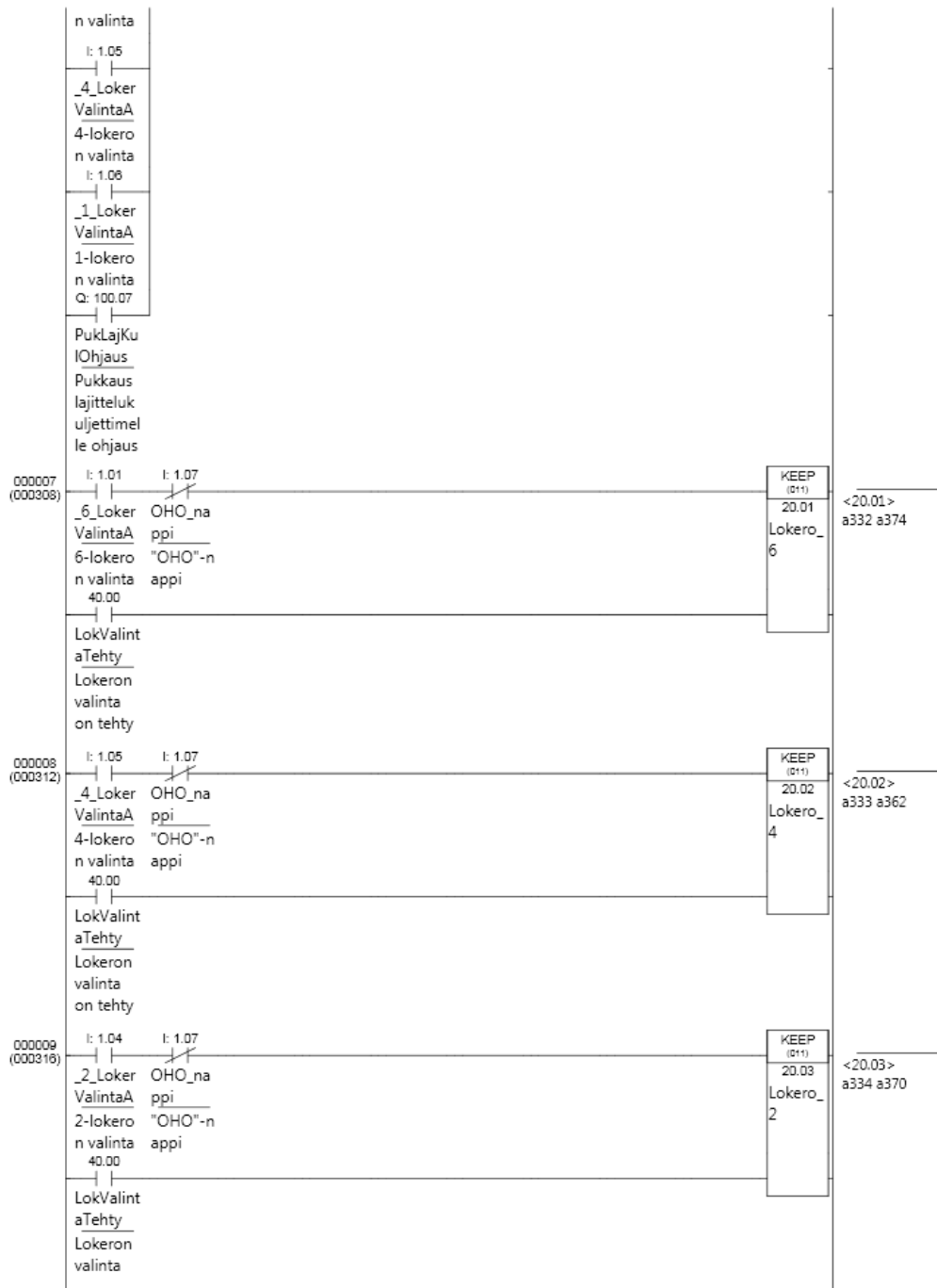
a
käyntiin,
apumuist
i

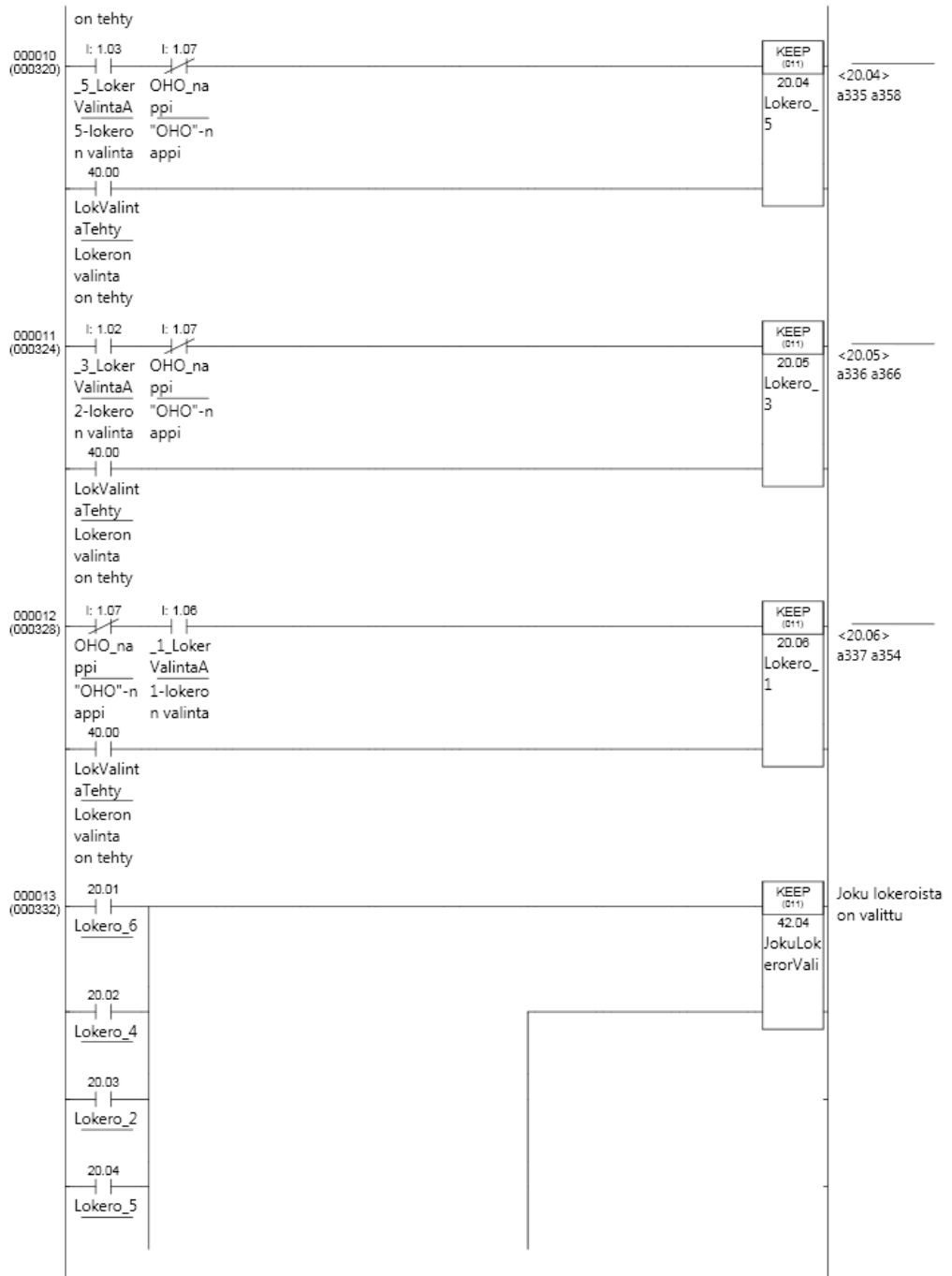


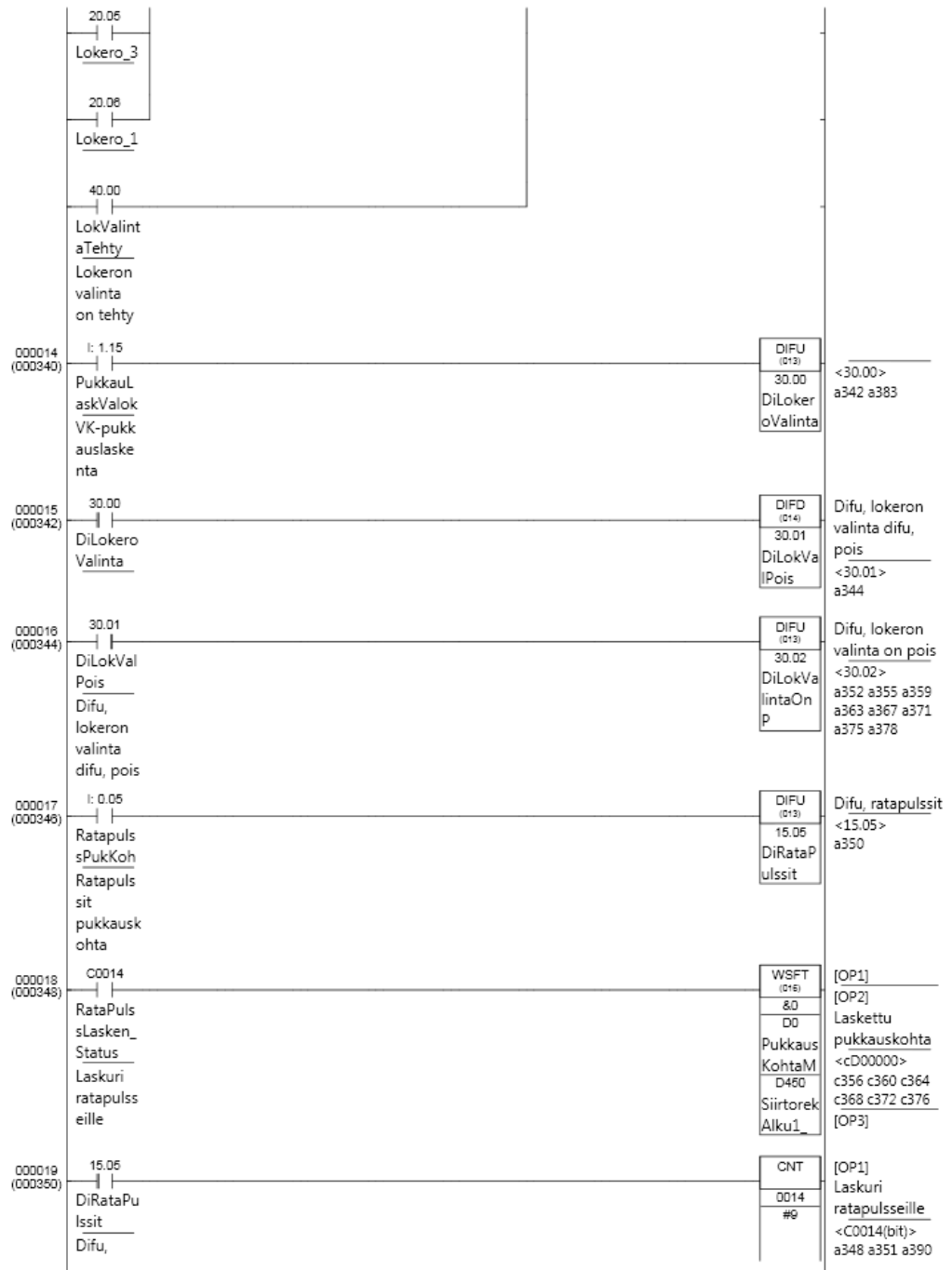
000000 (000264)	[Program Name : tyostohalli]		
	[Section Name : Pylvään_lukitus]		
	Pylvään lukituksen pitopiiri. Lukituksen avauspainike tai lajittelukuljettimelle annostelu resetoivat pitopiiriin.		
	I: 2.03	KEEP (011)	
	Pylvään_lukitus_PAINIKE Lukitsee pylvään työstöasemalla reikiä poratessa	63.00 Pylvään Lukitus Apum	Apumuisti pylvään lukitukselle <63.00> a268
	I: 2.04		
	Pylvään_lukitus_auki_PAINIKE Avaa pylvään lukituksen työstöasemalla		
	Q: 100.07		
	PukLajKuIOhjaus Pukkaus lajittelukuljettimelle ohjaus		
000001 (000268)	Pylvään lukituksen ohjaus ja sen toimintaehdot		
	63.00	Q: 102.10	Q: 102.10
	PylväänLukitusApum Apumuisi pylvään lukituksele	Kippaus_plus Kippaus_puskuriv arastosta plusliike	PylväänP_yörytysOhjaus pylvään pyörytykselle PylväänLukitusOhjaus Ohjaus pylvään lukitukselle <102.10> b196 b261

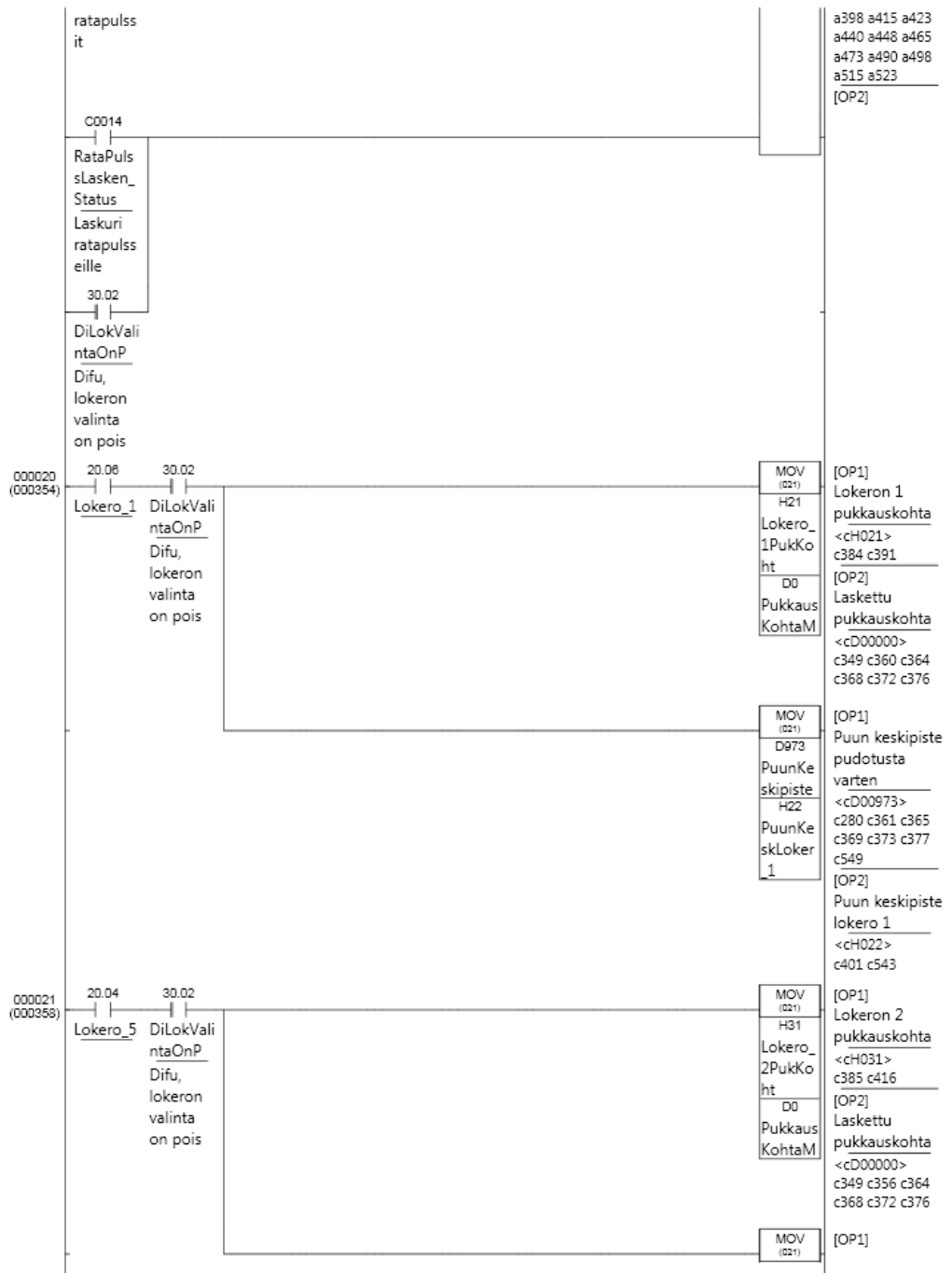
[Program Name : tyostohalli]		[Section Name : Pukkaus_lajittelukuljettimelle_ ja_lajittelu]	
000000 (000273)	Q: 100.07 PukLajKu IOhjaus Pukkaus lajitteluk uljettimel le ohjaus	DIFU (013) 30.12 DiPukLa jKuljOhj	Difu, pukkaus lajittelukuljetti melle ohjaus <30.12> a138 a275 a277 a279
000001 (000275)	30.12 DiPukLaj KuljOhj Difu, pukkaus lajitteluk uljettimel le ohjaus	WSFT (016) &0 D970 PuunPul ssitMDI VIDE10 D971 TukinPit uusPuls	[OP1] [OP2] <cD00970> c139 c571 [OP3] Tukin pulssit pudostusta varten <cD00971> c278
000002 (000277)	30.12 DiPukLaj KuljOhj Difu, pukkaus lajitteluk uljettimel le ohjaus	/B (434) D971 TukinPit uusPuls #2 D972 PuunPit uusDIVI DE2	[OP1] Tukin pulssit pudostusta varten <cD00971> c276 [OP2] [OP3] Puun pituus jaettuna 2:lla (keskipiste) <cD00972> c280
000003 (000279)	30.12 DiPukLaj KuljOhj Difu, pukkaus lajitteluk uljettimel le ohjaus	+BC (436) D972 PuunPit uusDIVI DE2 #2 D973 PuunKe skipiste	[OP1] Puun pituus jaettuna 2:lla (keskipiste) <cD00972> c278 [OP2] [OP3] Puun keskipiste pudotusta varten <cD00973> c357 c361 c365 c369 c373 c377 c549
000004 (000281)	Q: 102.01 C0013 Sireenin SirSoitto Ohjaus Aika_Stat Sireenin us ohjaus Sireenin	Q: 102.01 Sireenin Ohjaus	Sireenin ohjaus <102.01> a281 b288

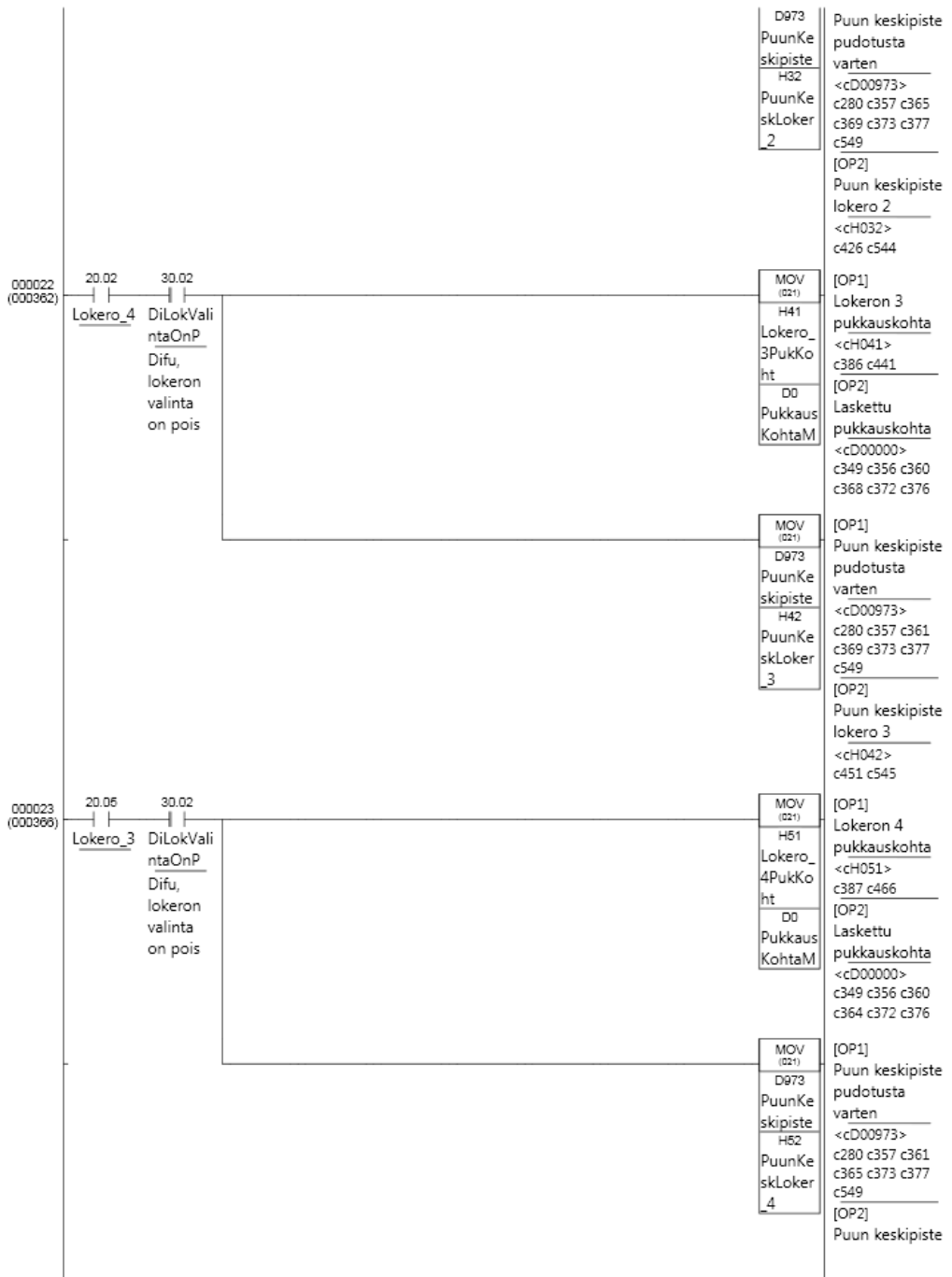


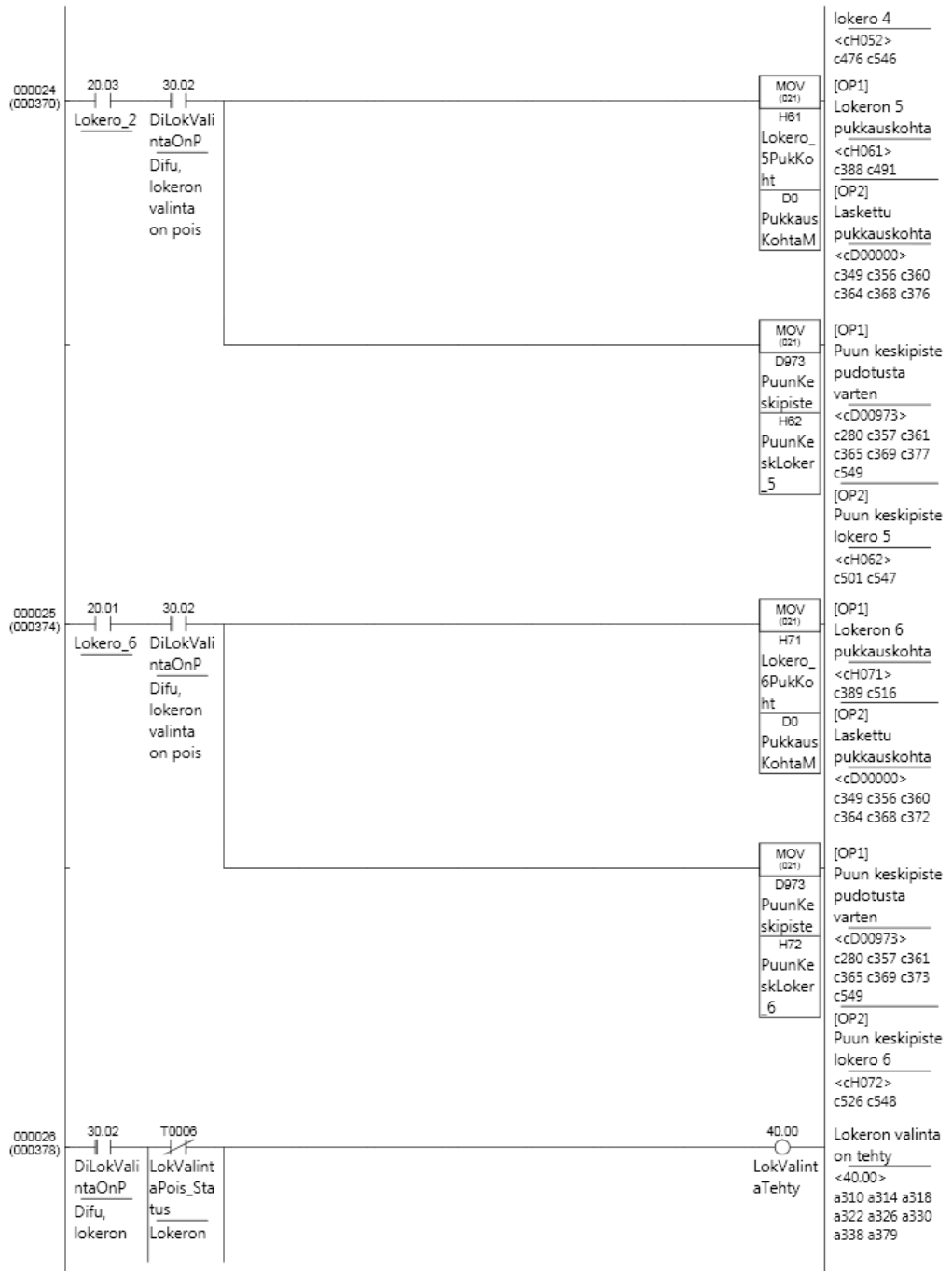


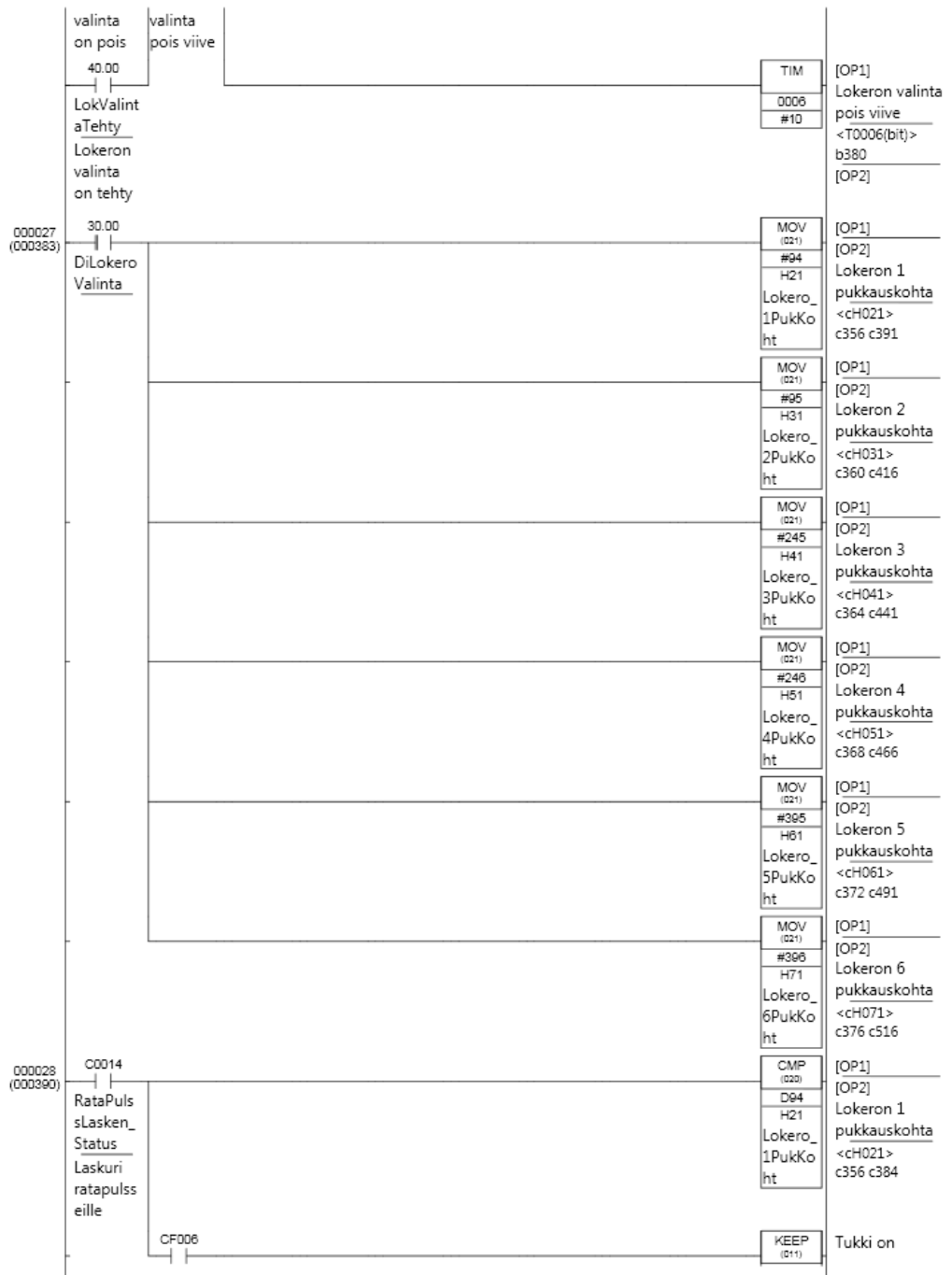


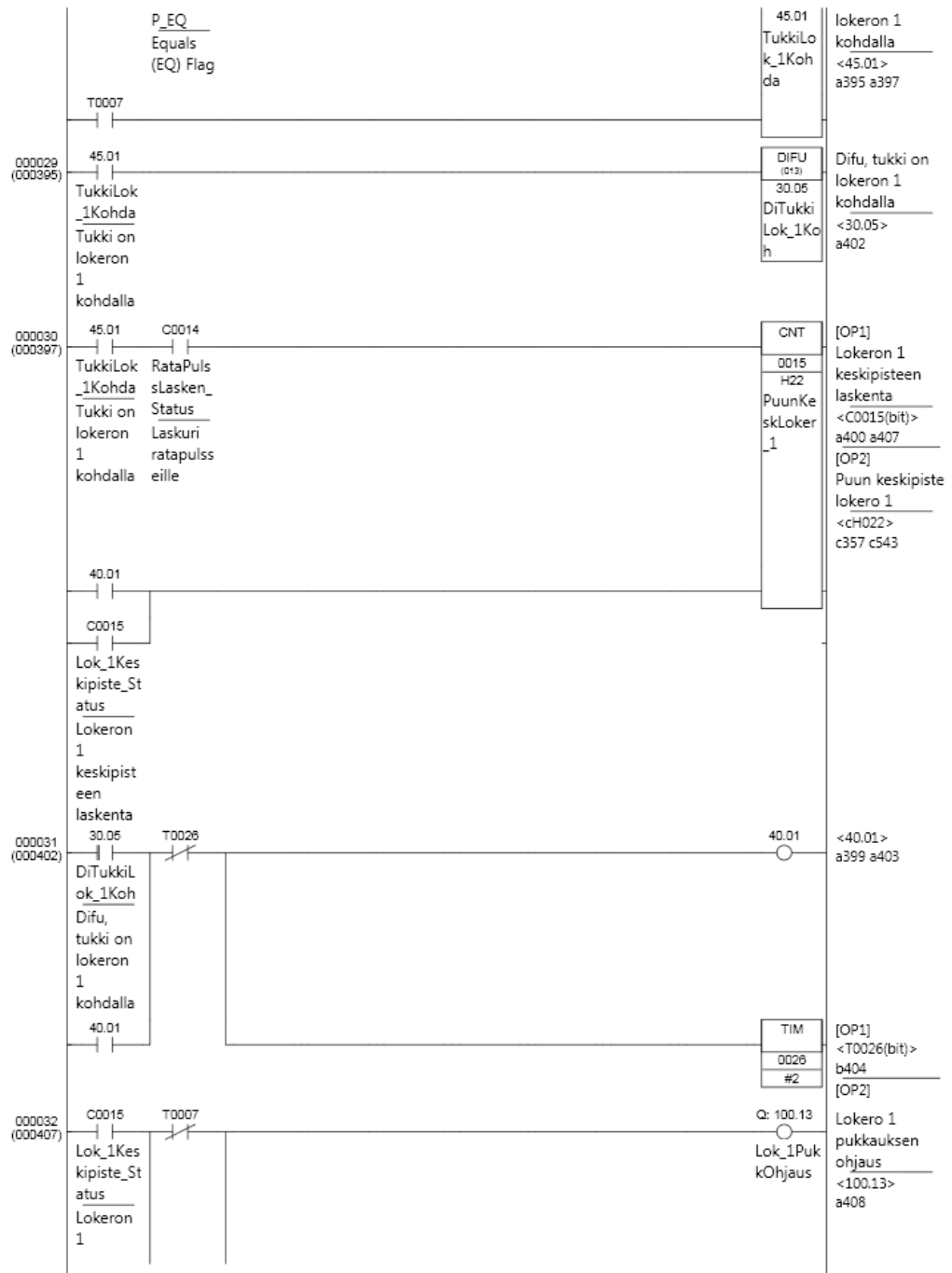


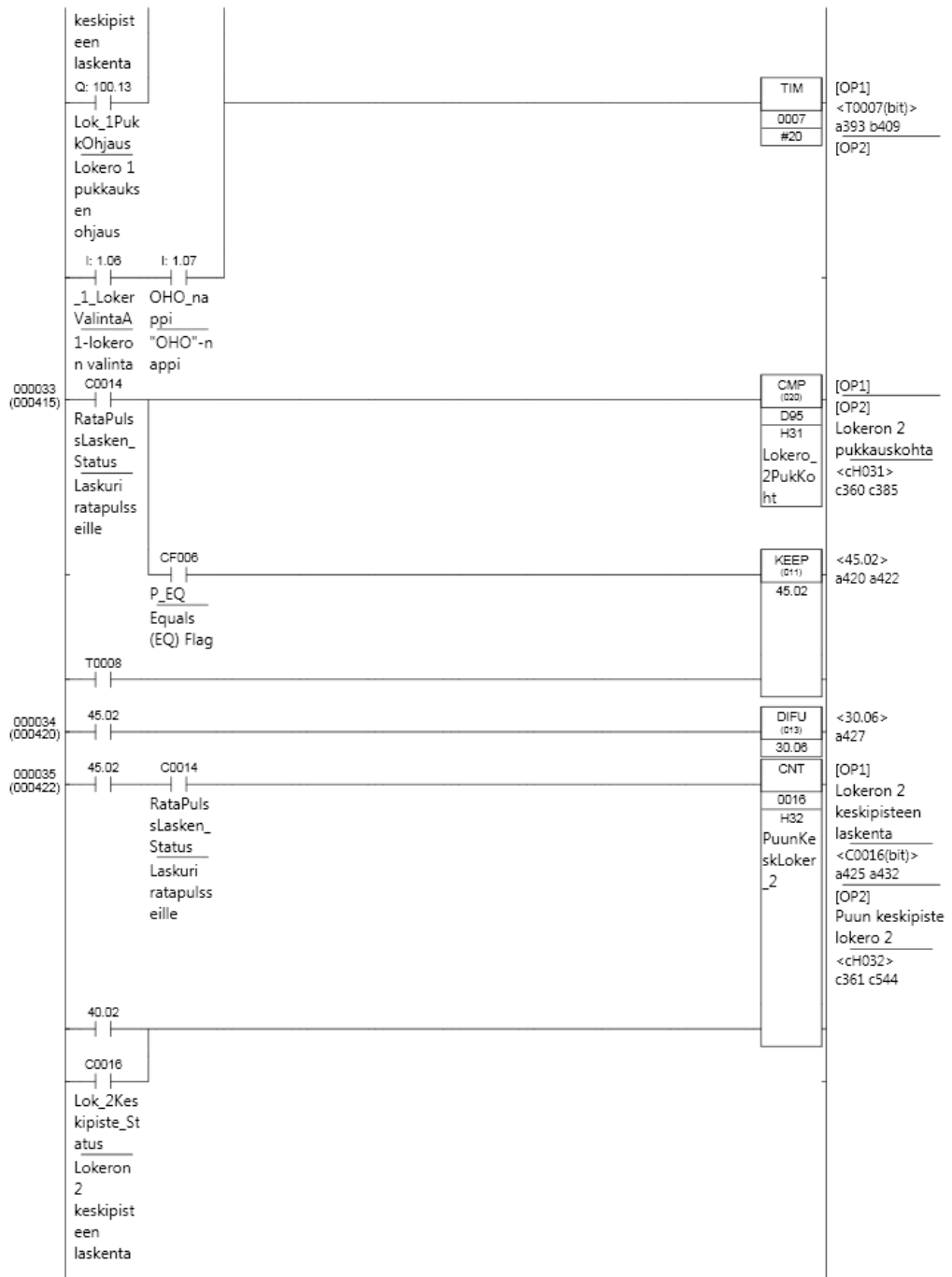


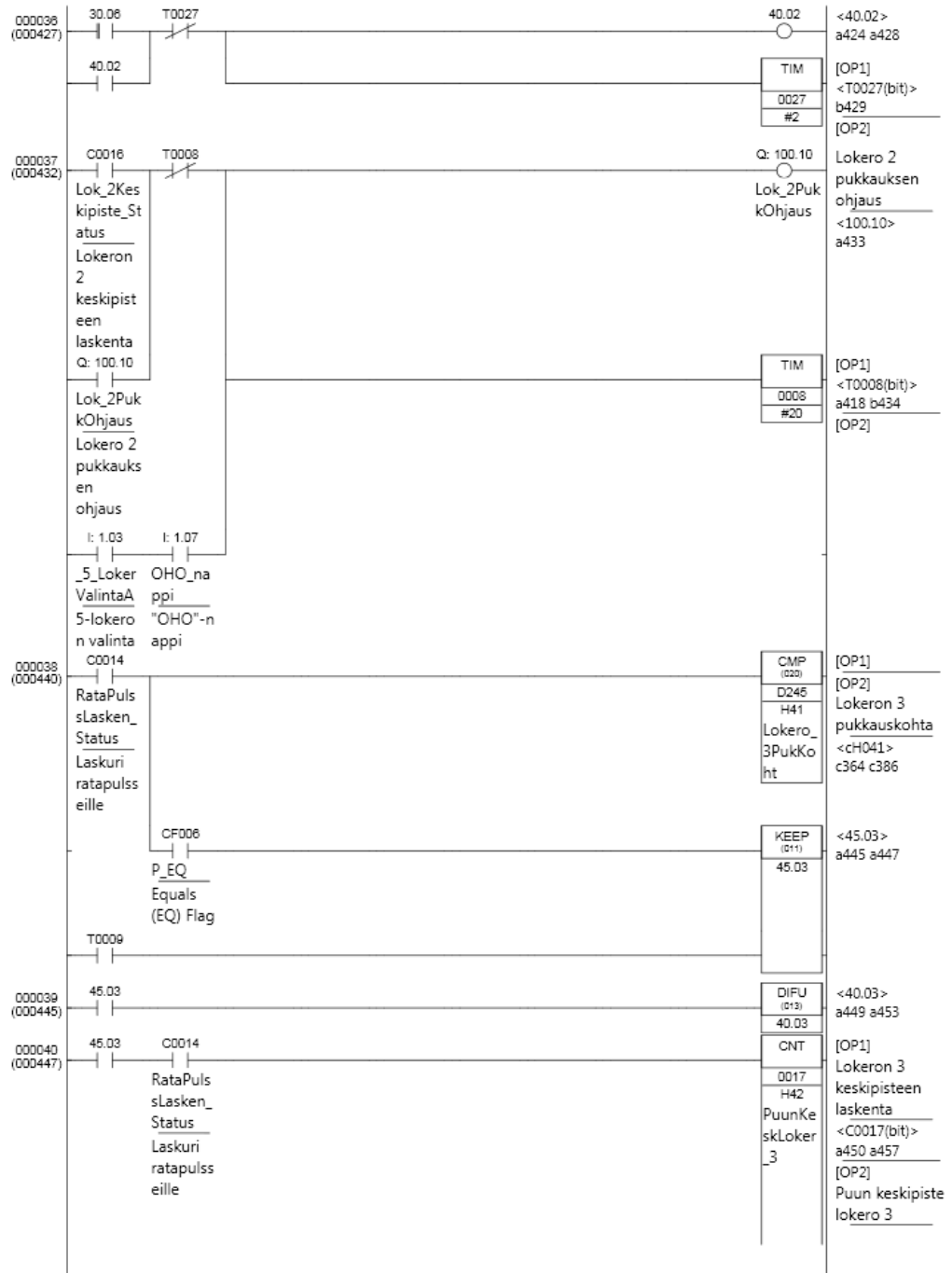


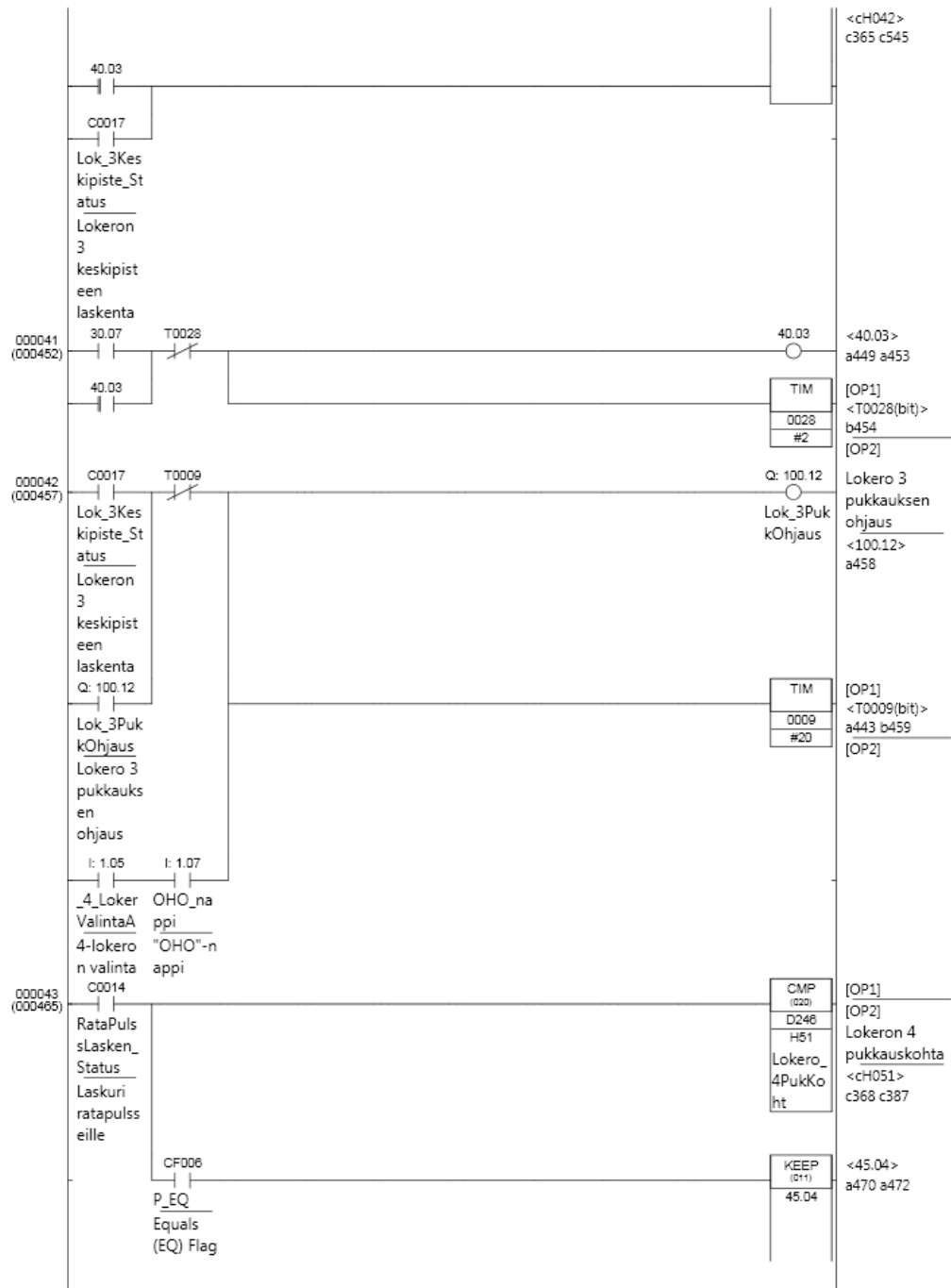


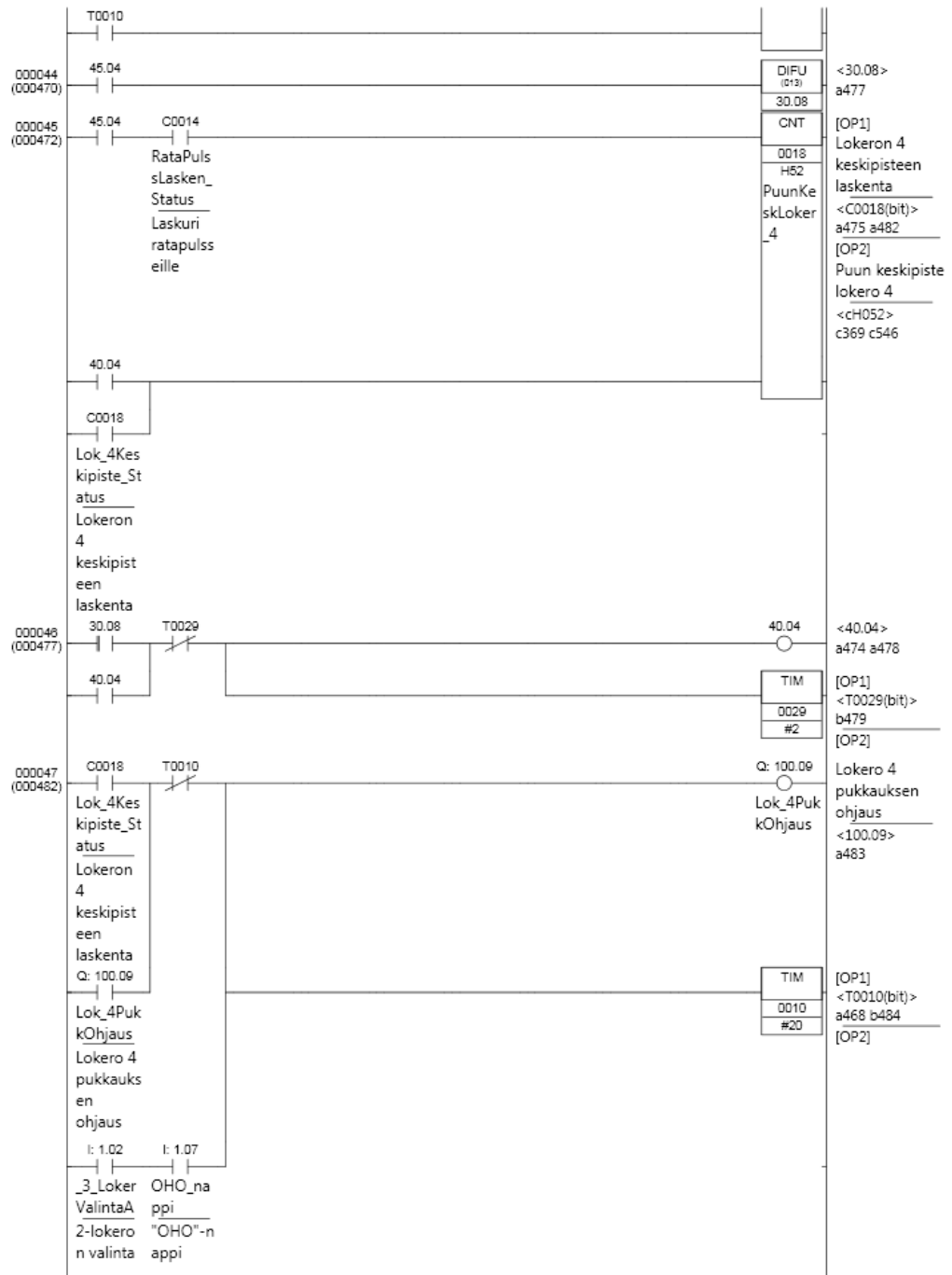


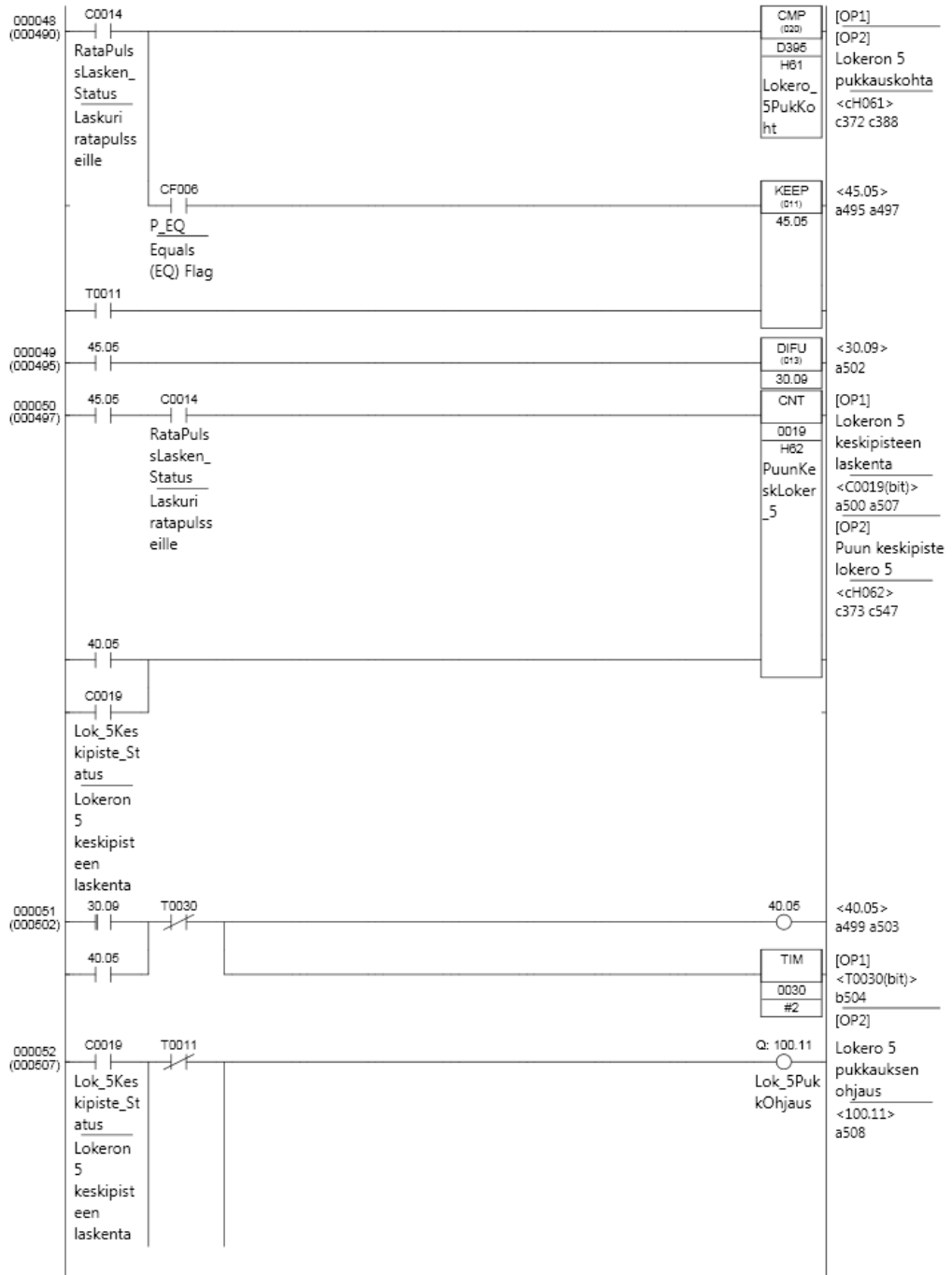


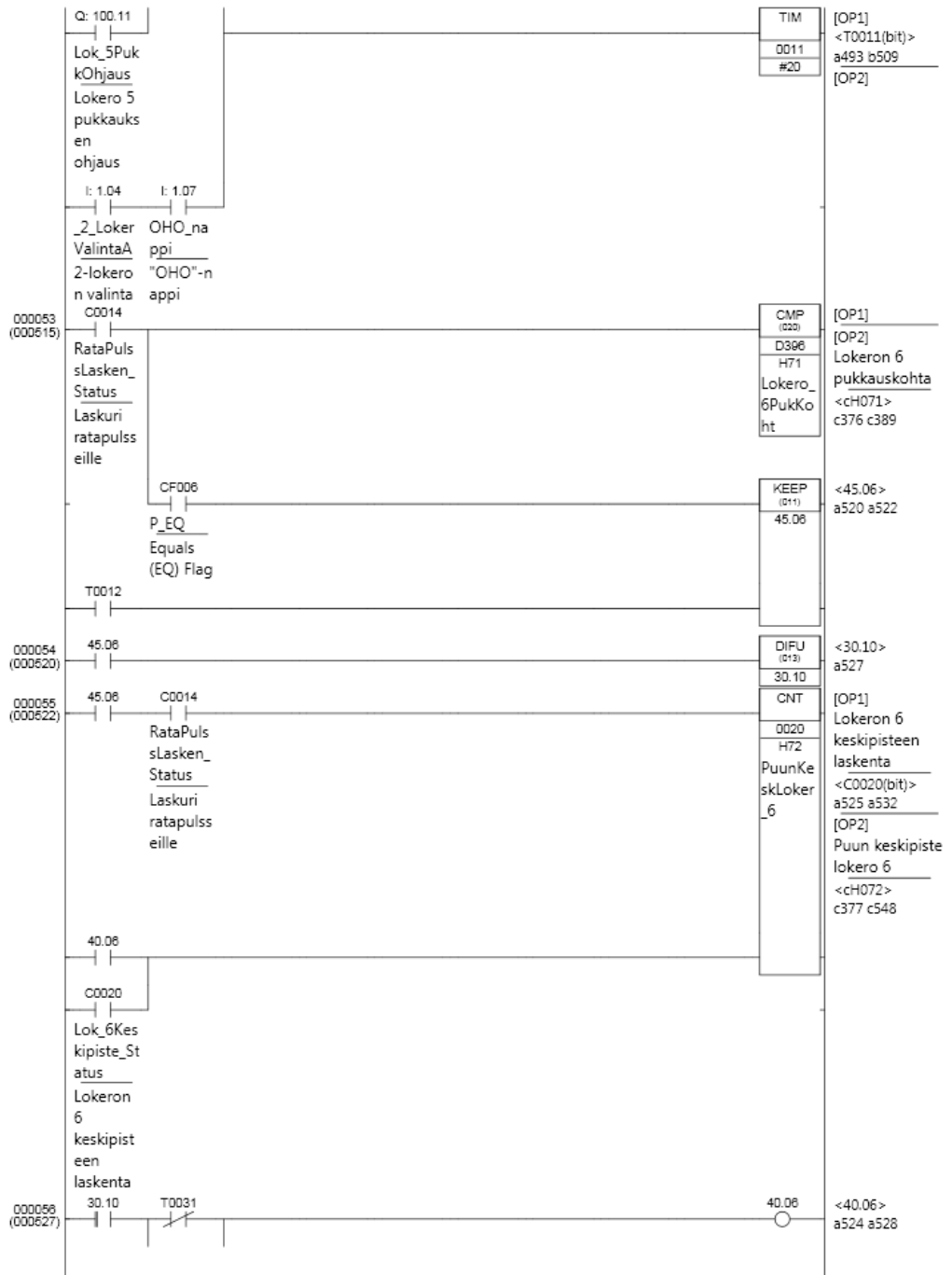


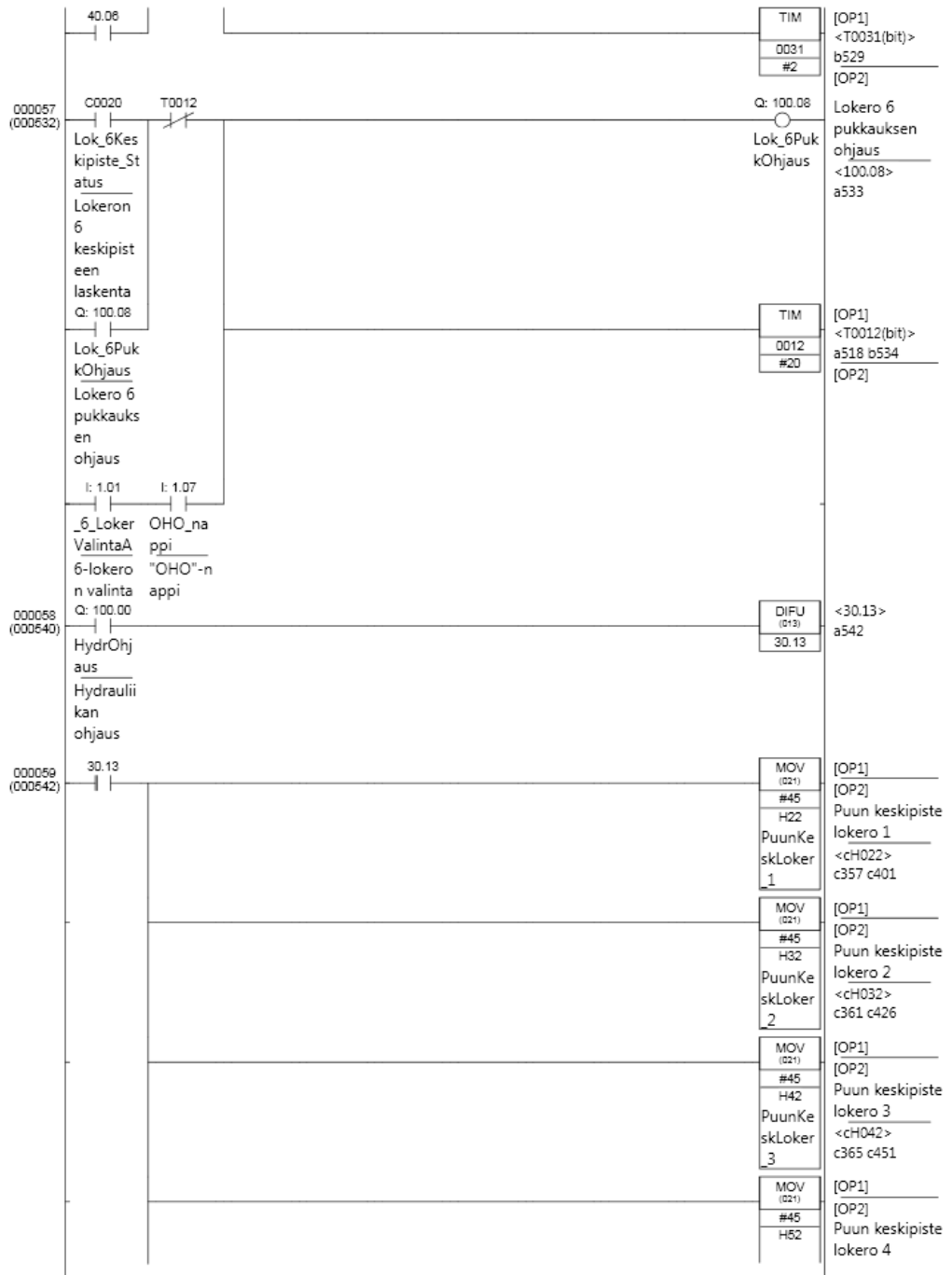


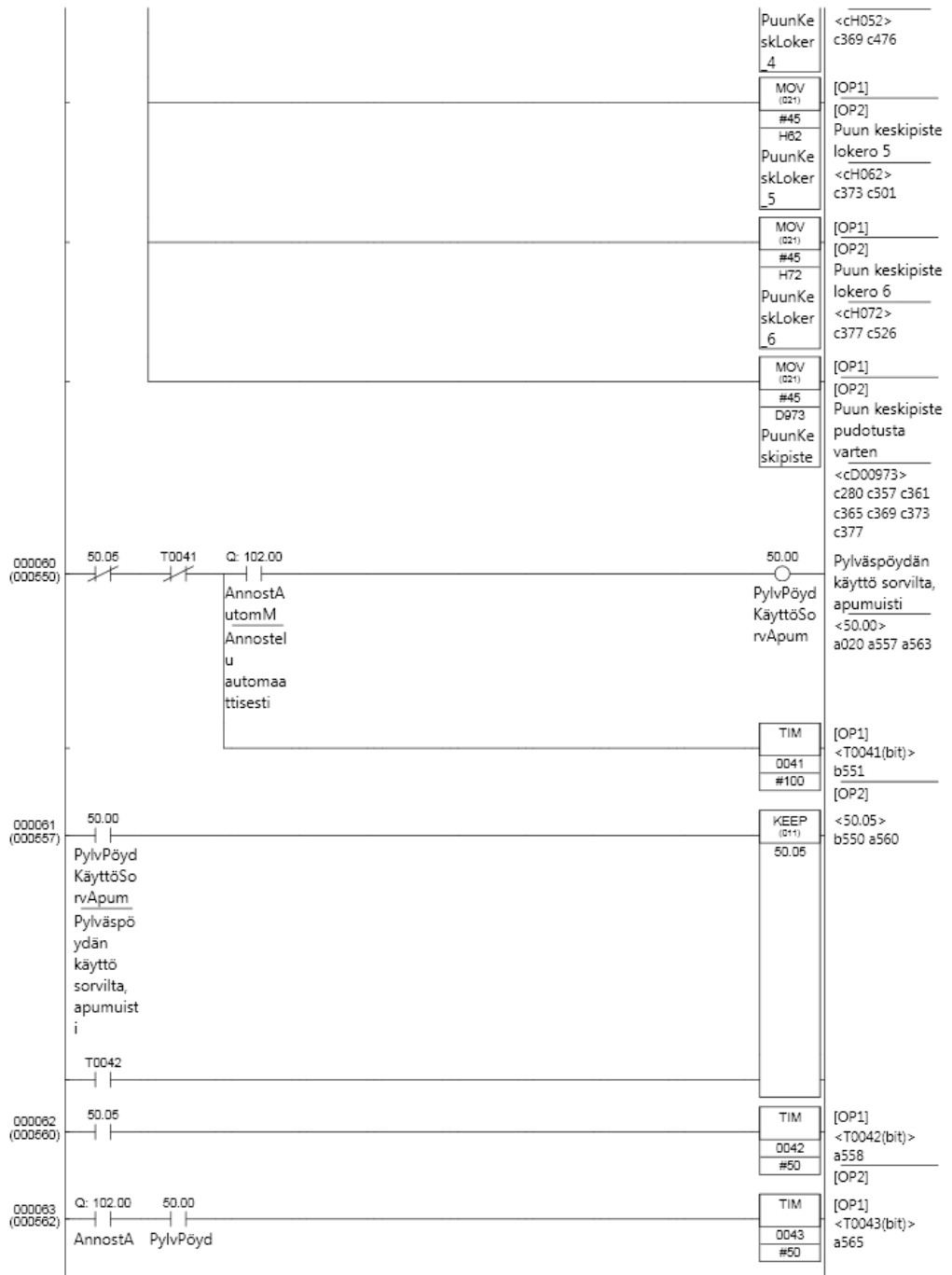


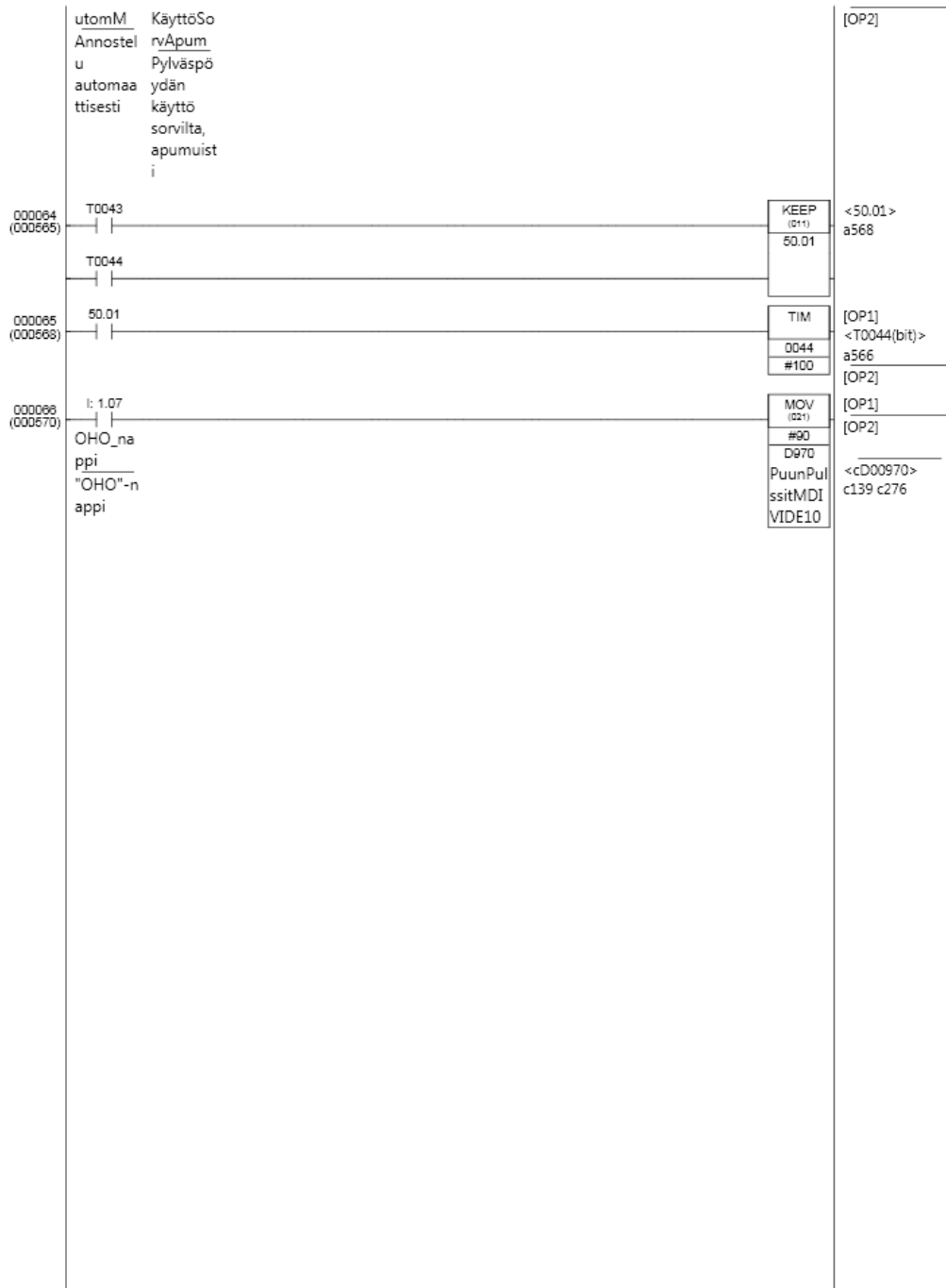


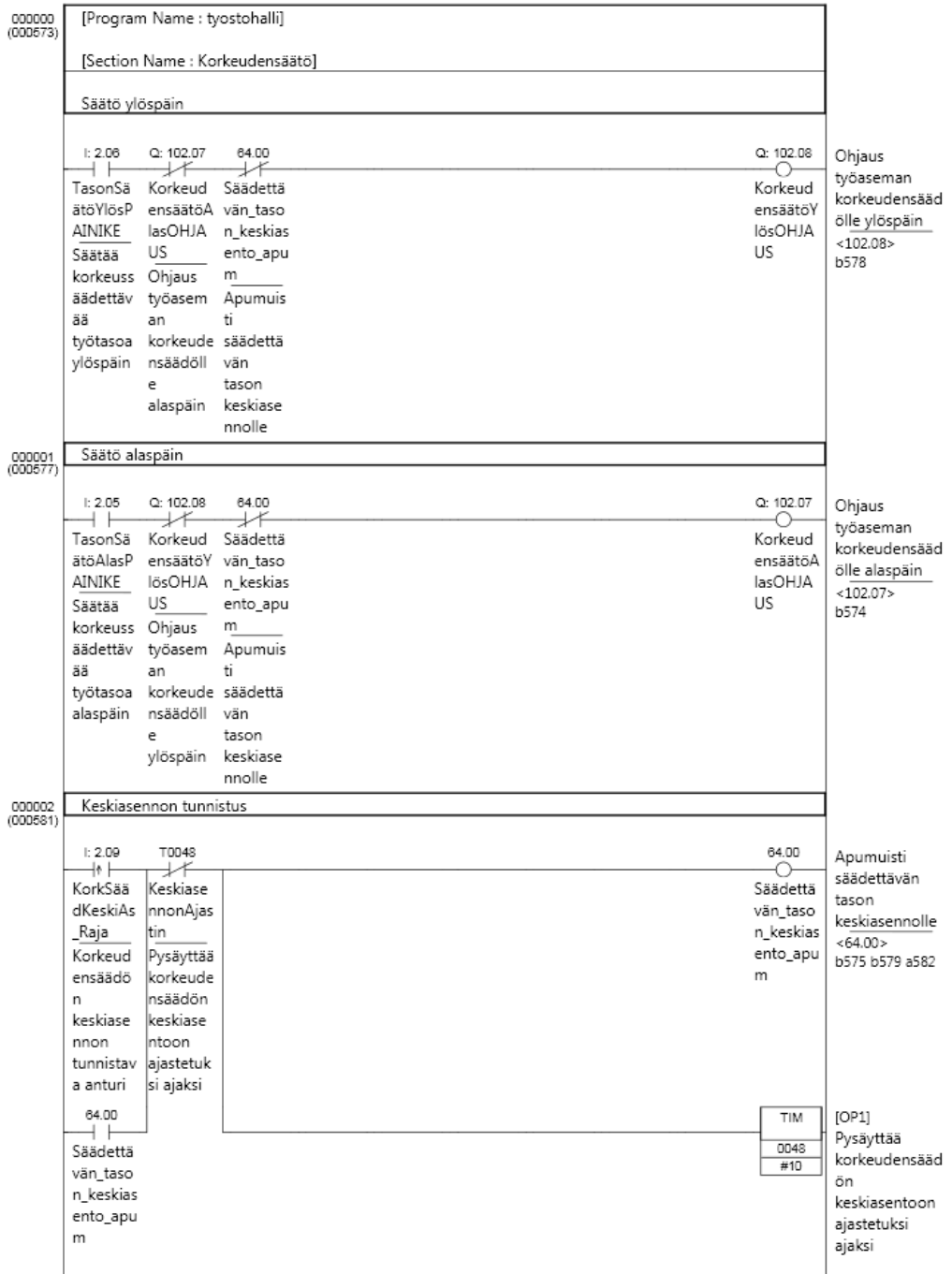


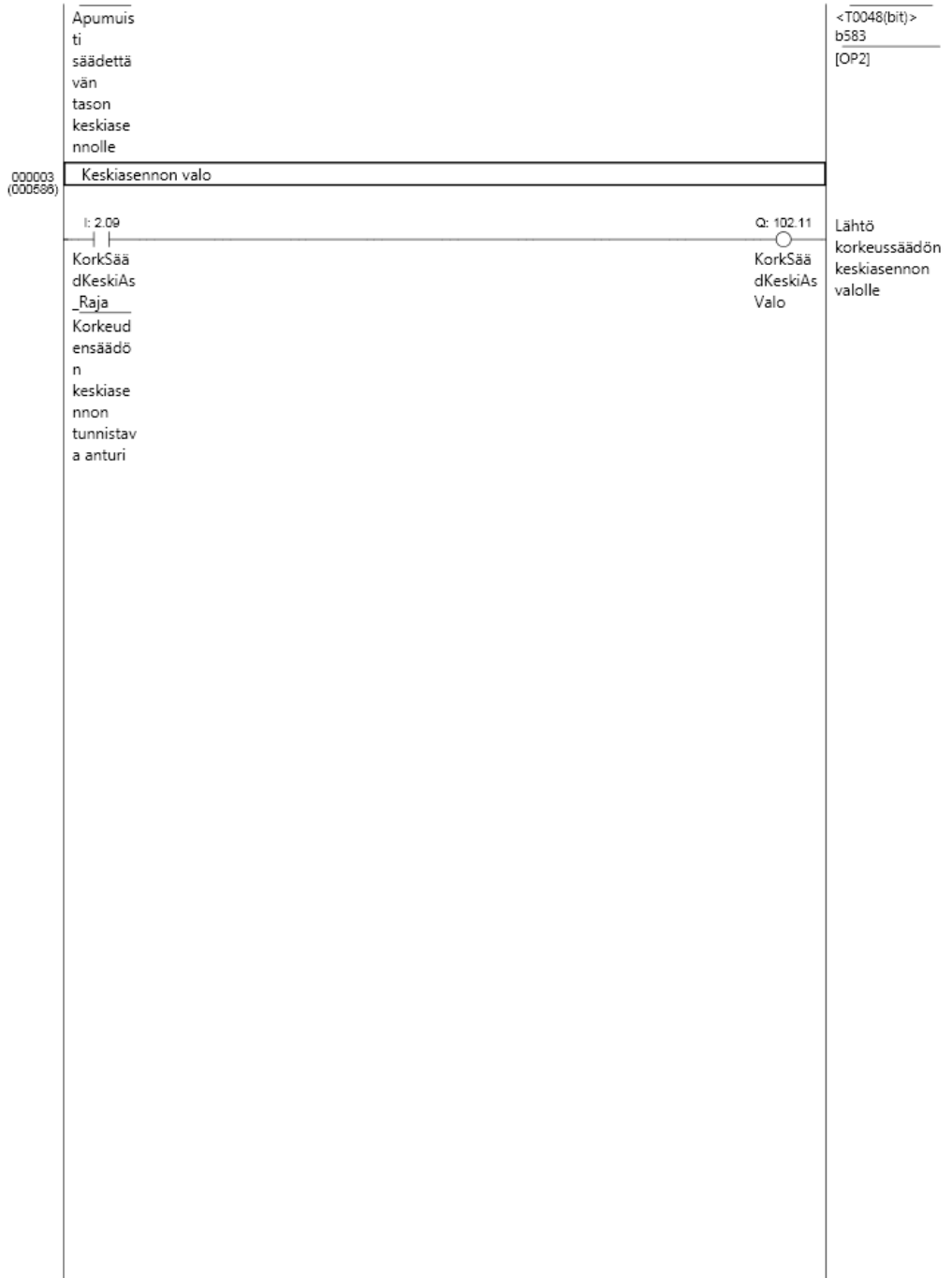












[Program Name : tyostohalli]

[Section Name : Ohjelman_loppu]

000000
(000688)

END
(001)