



KOTELOMAISTEN KAPPALEIDEN PESULAITE

Kalle Kamula

**Opinnäytetyö
Toukokuu 2009**

Teknologia



**JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU**

Tekijä(t) Kalle Kamula	Julkaisun laji Opinnäytetyö	
	Sivumäärä 46	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus <input type="checkbox"/> Salainen _____ saakka	
Työn nimi Kotelomaisten kappaleiden pesulaite		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologian ko.		
Työn ohjaaja(t) Markku Ström		
Toimeksiantaja(t) Jussi Louko Oy, toimeksiantajan edustaja Kimmo Karhu		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli hankkia tai valmistaa laite, jolla pystytään pesemään yrityksessä koneistettavia kotelomaisia kappaleita. Mahdollisuuksien mukaan, laitteesta haluttiin tehdä sellainen, että sillä voitaisiin pestä myös muita yrityksessä koneistettavia kappaleita.</p> <p>Työn aluksi hankittiin edullisesti käytetty kammiopesukone, jota oli aiemmin käytetty laajassa FMS (Flexible Manufacturing System) – linjassa. Koneessa oli kosketusnäytöllä varustettu ohjelmoitava logiikka. Koneen toimilaitteet olivat ehjiä, joten niitä ei tarvinnut vaihtaa. Jotta konetta voitiin käyttää ilman linjaa koneen ohjaukseen täytyi tehdä muutoksia.</p> <p>Logiikan ohjelmointiin hankittiin tarvittavat työkalut ja logiikkaohjelmaan tehtiin muutoksia, joissa koneen ja järjestelmän vuorovaikutus poistettiin, logiikan kosketusnäyttöön tehtiin kosketusnäytöllä tapahtuvaan käyttöön tarvittavat uudet ruudut ja niihin painikkeet sekä avusteruudut, jotta konetta pystyttiin käyttämään kosketusnäytöltä käsin. Lisäksi ohjausparametrien yksiköitä muutettiin käyttäjäystävällisemmiksi.</p> <p>Lisäksi suunniteltiin ja hankittiin kappaleiden kiinnitystä varten paletteja, valittiin koneelle ja pestäville kappaleille sopiva pesuaine sekä suunniteltiin sen käyttö ja pitoisuuden valvonta. Jotta koneelle saatiin käytön takauksena oleva CE-merkintä, suunniteltiin koneen turvallinen käyttö ja turvalliseen käyttöön vaadittavat rakenteet ja laitteisto sekä tehtiin riskiarvio ja koneelle vaaditut käyttö- ja huolto-ohjeet.</p>		
Avainsanat (asiasanat) koneet, ohjaus, ohjelmoitavat logiikat, uudistukset, työturvallisuus		
Muut tiedot		

Author(s) Kalle Kamula	Type of Publication Bachelor's Thesis	
	Pages 46	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until _____	
Title Kotelomaisten kappaleiden pesulaite (A washing machine for chamber type components)		
Degree Programme Paper Machine Technology		
Tutor(s) Markku Ström,		
Assigned by Jussi Louko Oy, Kimmo Karhu, authorized representative		
Abstract <p>The goal of the thesis was to either provide or design a machine for washing chamber type components machined in the corporation. If possible, the machine had to be build so that also other components could be washed by the same machine.</p> <p>The project was begun by providing a factory washing machine that was previously used as a part of a FMS (Flexible Manufacturing System) – line. In the machine there was a programmable logic controller equipped by a touch panel. The regulating units of the machine were workable, so they were not replaced. To make the machine work without the FMS-line, the logic program had to be modified.</p> <p>The equipment needed for editing the logic program was provided. The program was modified so that the communication between the machine and FMS-line was eliminated. For the touch panel, the screens, buttons and helps needed for using the machine via the panel, were made. Some of the main parameters' units used in washing sequence were changed to because of the better usability.</p> <p>The palettes for fastening the components were designed and ordered. For the machine, proper washing liquid was chosen and the terms how to use it and the follow-up of the concentration was planned. To get the CE-marking required for the safe use guarantee of the machine, safe operating methods and safe construction and safety equipment were designed and the risk analysis and operating and maintenance manual were made.</p>		
Keywords machinery, control systems, programmable logic controllers, modifications, work safety		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET	3
2 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT	3
2.1 Historia	4
2.2 Logiikan osat ja kommunikointi	4
2.3 Ohjelmointi	6
2.4 Käyttöliittymä	7
3 JUSSI LOUKO OY	8
4 LAITTEEN VAATIMUKSET	8
5 KAMMIOPESUKONE IM-FMS500M/0.8-W	9
5.1 Tekniset tiedot	10
5.2 Paletit	11
5.3 Ohjaus	11
5.4 Laitteen toimintaperiaate	13
5.5 Laitteen huolto	14
6 LAITTEESEEN TEHDYT MUUTOKSET	15
6.1 Pyörityspöytä	15
6.2 Paletit	16
6.3 Ohjaus	16
6.3.1 Työkalu	16
6.3.2 Logiikan ohjelmointi.....	17
6.3.3 Näyttöruudut.....	23

6.4 Lastunkeräyssäiliö	25
6.5 Pesuaine.....	26
6.6 Höyrynpisto.....	27
7 KÄYTTÖÖNOTTOVAATIMUKSET	28
7.1 Riskiarviointi	29
7.2 Turvalliset rakenteet.....	31
7.3 Koneen ohjeet	32
8 POHDINTA	33
Liite 1: Pesukoneen layout-kuva	37
Liite 2: Palettipohjan valmistuskuva	38
Liite 3: Kotelomaisten kappaleiden pesupaletin valmistuskuva.....	39
Liite 4: Riskiarvio	40

KUVIOT

Kuvio 1: Pesukoneen sähkökaappi ja logiikan tulo- ja lähtökortit.	12
Kuvio 2: Pyörityspöytä.....	15
Kuvio 3: Ote ohjelmasta.....	19
Kuvio 4: Pesuajan valinta alkuperäisessä ohjelmassa	20
Kuvio 5: Pesuajan valinta muokatussa ohjelmassa.....	21
Kuvio 6: Muunnoslohkot pesuaikojen valintaan ja seurantaan	22
Kuvio 7: Painikkeiden määritysten valintaikkuna.....	24
Kuvio 8: Pesukone käyttöpaikallaan hallissa	28

1 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön toimeksiantajayritys, konepaja Jussi Louko Oy, aloitti helmikuun 2009 alussa kotelomaisten kappaleiden koneistamisen asiakkaalleen. Kappaleilla on korkeat laatuvaatimukset niin koneistuksen mittatarkkuuden kuin siisteydenkin suhteen. Jo tuotantoa aloittaessa vaikutti ilmeiseltä, että kappaleiden puhdistaminen koneistuksen jälkeen muodostuu ongelmaksi, sillä kappaleiden aihiot ovat hyvin sokkeloisia ja käytännössä katsoen sisältä onttoja. Rakenteessa on myös eräänlaisia taskuja. Konepajalla oli jo kaksi teollisuuspesukonetta joiden ei kuitenkaan uskottu soveltuvan näin monimutkaisten kappaleiden pesuun. Niinpä päätettiin hankkia tai valmistaa uusi laite, jota voisi mahdollisesti käyttää myös muiden vaikeasti puhdistettavien kappaleiden pesemiseen. Opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin tällaisen laitteen kehittäminen tai hankkiminen.

Projektille ei asetettu tarkkaa aikataulua, koska sen todettiin olevan vaikeasti ennustettavissa. Kuitenkin molempien osapuolien etu olisi nopea toteutus. Kappaleen tuotannolle vaikutti olevan jatkuvuutta, joten Jussi Louko Oy oli valmis panostamaan pesukoneeseen, etenkin, jos samaa sovellusta voitaisiin käyttää muihinkin tuotannossa oleviin kappaleisiin.

2 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT

Ohjelmoitava logiikka (Programmable Logic Controller) eli PLC tai logiikka on pieni tietokone, jota käytetään automaatioprosessien ohjauksessa, kuten esimerkiksi NC-koneen tai tehtaan kokoamislinjan ohjaamisessa. Ohjelmoitava logiikka on mikroprosessoripohjainen laite, jossa on joko modulaarisia tai integroituja tulo- ja lähtöportteja, joihin on kytketty kentällä olevia antureita (katkaisimia, paine- ja lämpötilamittauksia jne.) ja toimilaitteita (moottorin käynnistimiä, solenoideja, merkkivaloja, venttiileitä jne.). Logiikka lukee kenttälaitteiden antamia tietoja ja ohjaa toimilaitteita käyttäjän luoman ohjelman mukaisesti. (www.PLCtutor.com, What is PLC.)

2.1 Historia

Ohjelmoitavat logiikat otettiin käyttöön alun perin 1960- ja -70-luvuilla autoteollisuudessa, missä ohjelmistopäivitykset korvasivat ohjausjärjestelmien uudelleenjohtotukset. Yhdellä logiikalla voi helposti korvata satoja tai tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. Logiikat yleistyivät nopeasti 1980-luvulla kun niiden hinnat halpenivat huomattavasti. (www.PLCtutor.com, History)

Ohjelmoitavan logiikan toiminnallisuus on vähitellen kasvanut perinteisestä releiden korvaajasta ohjauskeskukseksi, joka hallitsee kehittyneen liikkeen ohjauksen, prosessin säädön, hajautetut hallintajärjestelmät ja tietokoneverkot (www.PLCtutor.com, History). Huomattavimpia logiikkojen valmistajia ovat Siemens, Allen-Bradley, B&R, IDEC, ABB, Mitsubishi, Omron, Honeywell, Schneider Electric, Rockwell Automation ja General Electric. Näistä Suomessa parhaiten tunnetaan Siemens ja Omron.

2.2 Logiikan osat ja kommunikointi

Ohjelmoitavassa logiikassa on tavallisesti kuusi keskeistä osaa: kiinnityskisko tai –jalusta, keskusprosessointiyksikkö eli CPU(central processing unit), virranjakoyksikkö eli PS (power supply), tulokortti tai –kortit, lähtökortti tai –kortit ja käyttöliittymä tai tietokone, jossa on vaadittava valvomotyökalu ja tiedonsiirtoon tarvittava kaapeli.

Suuret ja keskisuuret logiikkakokoonpanot kokoonpannaan tavallisimmin siten, että yksittäiset osat eli CPU, virranjakoyksikkö jne. asennetaan rinnakkain samaan kiskoon. Pienemmät logiikat voivat olla tyyppikohtaisesti esimerkiksi yhdeksi kokonaisuudeksi kasattava paketti.

Virranjakoyksikkö jakaa kullekin muulle logiikan osalle niiden käyttämän jännitteen. Tyypillisimmin käytetään 24 V tasajännitettä, joskus myös 120 V vaihtojännitettä.

Proessori tai CPU on logiikan ”aivot”. CPU:n tyyppi määrää logiikan keskeisimmät ominaisuudet kuten käytettävissä olevien käskyjen määrän, ajettavan ohjelman laajuuden, käytettävän muistin määrän ja operointinopeuden.(www.PLCtutor.com, PLC components.)

Ohjelmoitavan logiikan ulkoisista liitännöistä käytetään yleisesti termejä tulo ja lähtö. Nimitys juontuu termistä I/O, input/output. Tuloporttien kautta logiikka saa tietoa järjestelmän tilasta, ja lähtöporttien kautta se voi ohjata järjestelmää. Niin tulo- kuin lähtöporttejakin on sekä digitaalisia että analogisia.

Digitaaliset signaalit käyttäytyvät kaksiasentoisesti kuten kytkimet, ne ilmaisevat vain päällä- tai poissa-tilan (1 tai 0, tosi tai epätosi). Esimerkiksi painikkeet, rajakytkimet ja valokennot ovat laitteita, joissa on digitaalinen lähtö. Digitaalisten signaalien ilmaisemiseksi käytetään jännitemuutosta. Tällöin tietty suureen alue tulkitaan 0-tilaksi ja toinen 1-tilaksi. Ohjelmoitava logiikka voi käyttää esimerkiksi 24V DC eli tasajännitettä, jolloin 22V ylittävät jännitteen arvot tulkitaan päällä olevaksi signaaliksi ja alle 2V jännitteet poissa olevaksi jännitteeksi. Alun perin ohjelmoitavissa logiikoissa oli vain digitaalisia liitäntöjä.

Analogiset signaalit käyttäytyvät kuten äänenvoimakkuuden säätimet: ne välittävät kaikki arvot toiminta-alueensa ääripäiden väliltä jatkuvatoimisesti. Yleensä analogiset arvot tulkitaan ohjelmoitavassa logiikassa kokonaisluvuksi. Tarkkuus riippuu käytetystä laitteistosta ja suurempi tarkkuus vaatii enemmän muistia. Tyypillisiä analogisen signaalin avulla välitettäviä mittaustietoja ovat paine-, virtaus- ja lämpötilalähettimet.

Mitattavan signaalin arvo voi olla mitä tahansa valitulla mitta-alueella. Analogiaviesti voi tyypistä riippuen olla esimerkiksi 4–20mA, 0–20mA, 0–10v, +-10V, +-5V. On olemassa myös vastuskortteja, jolloin ei tarvita erillisiä lähettämiä, vaan kortille voidaan kytkeä suoraan esimerkiksi PT100-anturi. Virtaviesteistä 4–20 mA ja jänniteviesteistä +-10V ovat yleisimmin käytettyjä viestejä. ([www.plcman.co.uk/plc, analog.](http://www.plcman.co.uk/plc_analog/))

Tulo- ja lähtökortit on mahdollista hajauttaa kentälle käyttämällä kenttäväyliä. Samoin yhdestä logiikasta voi tehdä nk. master- eli isäntälogiikan ja sille määrittää slave- eli orjalogiikkoja ja kytkeä nämä toisiinsa kenttäväylällä. Väylätekniikat jakaantuvat yleiskäyttöisiin ja anturi- ja toimilaitteväyliin. Yleiskäyttöisiä kenttäväylätekniikoita ovat esimerkiksi Profibus DP ja Foundation Fieldbus. Anturi- ja toimilaitteväyliä ovat esim. ASi ja ControlNet. Valittava väylätyyppi riippuu siirrettävän tiedon määrästä, väylään liitettävien laitteiden määrästä ja tarvittavasta siirtonopeudesta. (ABB:n TTT-käsikirja 2000,5-9)

Kenttäväylä pyrkii ratkaisemaan ongelman, joka muodostuu integroitaessa erilaisia kenttälaitteita (antureita ja toimilaitteita) automaatiojärjestelmäkokonaisuudeksi. Se mahdollistaa tiedonsiirron kenttälaitteiden ja automaatiojärjestelmän välillä. Kenttäväyläkäsittelyä parhaiten luonnehtivat digitaalisuus, sarjamuotoisuus ja kaksisuuntainen kommunikointi. Se on tietoliikenneprotokolla, joka mahdollistaa prosessitason mittauksen ja säädön. Toisaalta se antaa mahdollisuuden kytkeä ohjelmoitavat logiikat ja digitaaliset automaatiojärjestelmät sekä kenttälaitteet toisiinsa. Kenttäväyliä pyritään standardisoimaan, jotta eri valmistajien laitteita pystyisi kytkemään kunkin tyyppiseen väylään. Kenttäväylän etuihin kuuluu kaapeloinnin ja ristikytkentöjen väheneminen, kaksisuuntainen tiedonsiirto ja laitteiden keskinäinen käytettävyys. (ABB:n TTT-käsikirja 2000,3) Nykyisin perinteisten väylien rinnalla myös ethernet-pohjaiset väylät yleistyvät nopeasti. Ethernet-pohjaiset kenttäväylät tarjoavat uudenlaisia mahdollisuuksia koneen toimintoihin jo ethernetin nopeuden ja joustavuuden ansiosta. Lisäksi integrointi ylemmän tason järjestelmiin on aikaisempaa vaivattomampaa. (Heinonen. 2007)

2.3 Ohjelmointi

Ohjelmat ohjelmoitaviin logiikoihin kirjoitetaan tietokoneella erityisesti tähän tarkoitukseen tarkoitetuilla ohjelmointityökaluilla ja siirretään logiikkaan suoritettavaksi. Ohjelmat ovat tyypillisesti valmistajakohtaisia. Ohjelma tallennetaan logiikassa normaalisti joko paristovarmenteiseen RAM-muistiin tai muuhun pysyvään muistiin.

Ensimmäinen ohjelmoitavien logiikoiden käyttäjäryhmä oli autoteollisuuden sähköasentajat ja insinöörit, joiden oli pystyttävä oppimaan ohjelmointi aiemman koulutuksensa pohjalta. Näissä logiikoissa ohjelmoinnissa käytettiin ”tikapuulogiikkaa”, ladder logic, joka muistuttaa sähköasentajille jo tuttuja relelogiikoiden kytkentäkaavioita. Tikapuukaavio-ohjelmointi on edelleen yleisin logiikkojen ohjelmointikieli. Nimitys ”tikapuukaavio” juontuu ohjelmointitavan ulkoasusta: reunoilla kulkevat ”pystypuut” joiden väliin komentosarjat muodostavat virtapiirejä eli ”puolia”. Puolan oikeassa reunassa on toiminto, joka kytkeytyy päälle, kun puolaan alkaen vasemmalta sijoitetut ehdot toteutuvat. (www.PLCtutor.com > Ladder Logic)

Nykyaikaisia logiikoita voi ohjelmoida monella eri tavalla, tikapuukaaviosta teisiin ohjelmointikieliin, kuten BASIC ja C. Monet laitevalmistajat tarjoavat logiikoihinsa valmiita ohjelmakirjastoja, jolloin esimerkiksi PID-säätö voidaan toteuttaa valmiilla ohjelmalohkolla. Valmiiden lohkojen käyttö helpottaa ohjelmoijan työtä ja lisää luonnollisesti ohjelman toimintavarmuutta, koska käytetään hyvin testattuja ja toimiviksi todettuja ohjelmia.

2.4 Käyttöliittymä

Ohjelmitava logiikka suorittaa sille ohjelmassa määritellyt tehtävät juuri niin hyvin kuin ohjelman tekijä on osannut ottaa huomioon eri tilanteet ennakolta ohjelmaa laatiessaan. Poikkeavien tilanteiden ratkaisemiseen ja prosessimuutosten tekemiseen tarvitaan käyttöliittymä.

Käyttöliittymä on yleensä operointipaneeli tai PC ja valvomo-ohjelma, jonka kautta prosessia valvova operaattori saa tietoa senhetkisestä prosessin ajotilanteesta hälytyksen, kaavioiden, positiokohtaisten näyttöjen ja raporttien kautta. Hälytykset ovat ennalta asetettujen rajojen ylittämistä aiheuttavia ilmoituksia operaattorille poikkeavista tilanteista.

Hälytykset esitetään lähes kaikissa käyttöliittymissä punaisella vilkkuvalolla. Käyttöliittymän monitorilla on yleensä hälytyksille varattu alue, johon hälytys tulostetaan riippumatta muusta näytön tilasta. Hälytyslaitteena voidaan käyttää myös erillistä summeria tai vilkkuvaa valoa. Hälytysosiosta voi olla myös suora linkki prosessikaavioon, jossa hälyttävä prosessinosa sijaitsee. Kaaviossa yleensä esitetään jokin prosessikonaisuus, kuten esimerkiksi voimalaitoksen kattila. Yleensä kaaviot on jaettu niin, että ensin on yleiskaavio, josta päästään hiirellä napsauttamalla tai jollakin muulla yksinkertaisella toimenpiteellä yksityiskohtaisempiin kaavioihin.

Positiokohtainen näyttö on jonkin yksittäisen laitteen esitys, esimerkiksi mittaus- tai moottoriopiiri. Positiokohtaisesta näytöstä pystytään myös muuttamaan kyseisen laitteen tilaa, esimerkiksi moottori seis/käy. Jotta ohjelma olisi helpommin ajettavissa käyttöliittymän kautta, on ohjelmaan usein laitettu prosessin vaikuttavien tulotietojen rinnalle myös apumuisteja tai muita muuttujia, joita käyttöliittymästä voidaan kytkeä

päälle tai pois ja ohittaa prosessissa tai laitteessa häiriön aiheuttanut tilanne. Useimmin tällaisia apumuisteja tarvitaan uutta ohjelmaa otettaessa käyttöön.

Raportit ovat prosessin tuottavuuden ja toimivuuden seuranta varten. Niihin kerätään esimerkiksi kahdeksan tunnin tai vuorokauden ajalta tietoa siitä, kuinka paljon laitos on tuottanut haluttua tuotetta. Raportit sisältävät usein monimutkaisia keruu- ja las- kentatoimintoja.

3 JUSSI LOUKO OY

Konepaja Jussi Louko Oy on lastuavaan työstöön erikoistunut, vahvan osaamisen konepajayritys. Konepajan asiakkaat ovat kansainvälisiä teknologiateollisuuden toimijoita. Yritys tuottaa koneistuspalveluja sekä komponentteja asiakaslähtöisesti. Yrityksellä on myös omaa varoventtiili- ja erikoisventtiilituotantoa. Jussi Louko Oy:llä on vahvat valmistavan tuotannon perinteet. Osaamisen taustat ulottuvat 1970-luvulle. Yritys toimii Jyväskylän Palokankaalla 1700 m² tiloissa ja työllistää noin 25 henkilöä. Yrityksen konekanta käsittää mm. sorveja ja sekä vaaka- että pystykaraisia työstökeskuk- sia. Asiakkailleen Jussi Louko Oy tarjoaa kokonaisvaltaisia metallien työstöpalveluja ja -ratkaisuja sopimusvalmistuspohjalta. Jussi Louko Oy noudattaa toiminnassaan ISO 9001 ja ISO 14001 sertifikaatteja.

Jussi Louko Oy toimii osana keskisuomalaisista neljän yrityksen yhteenliittymää Uni- comp Oy:tä, joka on asiakkaiden toivomuksesta syntynyt palveluyritys ja asiakkaiden tarpeen mukaan muuntuva jalostusketju. Unicomp Oy pyrkii tarjoamaan asiakkailleen kokonaisvaltaisen tuotantoratkaisun, jossa kukin yritys voi keskittyä omaan keskei- simpään osaamisalueeseen.

4 LAITTEEN VAATIMUKSET

Projektin aluksi todettiin, että koska kokonaisen laitteen suunnittelu ja rakentaminen vie valtavasti aikaa, pyritään etsimään mahdollisimman pitkälle viety valmis ratkaisu.

Kun kappaleen rakennetta tutkittiin piirroksista ja myöhemmin fyysistä kappaletta, arvioitiin, että laitteessa tulee olla jonkinlainen pyöritysmekanismi, jolla kappaletta käännellään pesun aikana. Tämän nähtiin olevan ainoa tapa kappaleen rakenteessa olevien taskujen tyhjentämiseen. Mahdollisena pidettiin myös sitä, että kappaleen tiettyihin kohtiin täytyy suunnata joko paineilmaa tai pesusuihku. Todettiin myös, ettei tämäkään välttämättä riittäisi, vaan kappaleen sisään täytyisi työntää paineilma- tai pesusuutin jossakin vaiheessa pesua. Aluksi päätettiin kuitenkin hankkia tai suunnitella laite, jossa olisi pyöritysmekanismi ja lisätä muita ominaisuuksia tarvittaessa.

Pesuajalla todettiin olevan kaksi keskeistä rajoitetta: kappaleen koneistukseen menevä aika sekä sen lämpenemiseen pesun aikana menevä aika. Alkuvaiheessa koneistukseen meni noin 3.5 tuntia, muutamassa viikossa aika saatiin lyhennettyä 2.5 tuntiin. Kappaleen tulisi lämmitä pesun aikana mahdollisimman kuumaksi, jotta rakenteeseen jäävä kosteus haihtuisi mahdollisimman nopeasti ja korroosiovaurioiden riski pienenesi. Tämä tulisi viemään huomattavan paljon aikaa, sillä teräksestä valmistetun kappaleen massa on noin 350 kg. Pesunesteen lämpötilaa tulisi rajoittamaan ainakin pesuaineen lämpötilaraja.

5 KAMMIOPESUKONE IM-FMS500M/0.8-W

Eräässä lähellä toimineessa yrityksessä oli ollut FMS-linjassa (flexible manufacturing system) toiminut pesukone mallia IM-FMS500M/0.8-W. Yrityksen ollessa nyt sulke-massa tehdastaan todettiin, että kyseinen laite saatettaisiin saada hyvinkin edullisesti. Kun laitetta käytiin katsomassa, todettiin, että sen toimintaperiaatteessa oli elementit, jotka oli ajateltu vaadittavan tarkoitukseen sopivalta laitteelta: kappaleen tukeva kiinnitys, pyöritysmekanismi ja logiikkaohjaus, jolloin pesuohjelmaa päästäisiin tarvittaessa muuttamaan.

Kone oli seisonut pressulla peitettynä ulkoilmassa parisen vuotta, joten ei ollut varmaa, olisivatko sen toimi- ja ohjauslaitteet kunnossa, mutta katsottiin, että jo valmiin rungon takia laite kannattaisi hankkia. Mikäli toimilaitteet olisivat epäkunnossa, ne olisi helppo ja, suhteessa kokonaisen pesukoneen suunnitteluun ja valmistukseen, hal-

pakin vaihtaa uusiin. Myös anturit ja ohjauslaitteet voitaisiin vaihtaa uusiin, mikäli ne eivät toimisi.

Laite hankittiin hyvin edulliseen hintaan ja tuotiin halliin, mistä sille valittiin sopiva paikka koneistuskeskuksen, jolla kotelomaisia kappaleita koneistettiin, vierestä. Laitteelle vedettiin sähkö ja tuotiin paineilma. Laitteen sähkökaapelit oli irrotettu ohjauspuolelta ja joidenkin sähkömoottoreiden osalta myös moottorien liitäntöjen puolelta. Kaapelit oli kuitenkin merkitty sähköpiirustusten mukaisella numeroinnilla, joten asentajalla oli helppo työ kytkeä ne. Manuaaliajolla ajettaessa voitiin todeta toimilaitteiden toimivan.

5.1 Tekniset tiedot

Pesukoneen runko on valmistettu 2.5 mm AISI 304 levystä, pesukammiossa on 50 mm lämpö- ja äänieriste joka on vuorattu 0.9 mm muovipinnoitetulla levyllä. Laitteen paino tyhjänä on noin 3000 kg.

Laitteessa on kaksi pesunestesäiliötä, jotka ovat päällekkäin. Ylemmän, 300 l lastunkeräyssäiliön, pohjalta kulkee lastunkuljettimen hihna, joka kerää pesunesteen mukana pohjalle huuhtoutuneet lastut. Säiliöstä poistuu pesunestettä alempaan säiliöön ylivuotona, joka suodatetaan valmistajan 1400 μ m gravitaatiosuodattimella. Alemman, pääsäiliön, tilavuus on 600 l. Säiliössä on kaksi 9 kW lämmitysvastusta, joita ohjataan termostaatilla ja viikkokellolla. Korkein koneelle sallittu pesunesteen lämpötila on 70 °C. Säiliö on suojattu pintavahdilla. Säiliössä on lisäksi mekaaninen öljynerotin.

Valmistaja suosittelee käyttämään koneessa alkalipohjaista pesuainetta. Pesuainetta annostellaan alempaan säiliöön letkupumpulla. Ruiskutuspumppu imee pesunesteen alemmasta säiliöstä. Valmistajan ilmoittama pumpun paine on vähintään 3.8 bar ja teho 4.0 kW. Ilmoitettu pumpun tuottama virtaus on 300 l / min mikä tosin ei voi pitää paikkaansa. Laskennallinen virtaus tehon ja paineen mukaan olisi n. 630 l / min. Pesukammion yläosasta lähtee höyrynpoistokanava, jossa on höyrynpoistomuri, virtaus n. 1.500 m³/h, teho 0.55 kW. Ohjeen mukaan höyrynpoistoputki on johdettava suoraan ulkoilmaan.

5.2 Paletit

Laitteella oli käytetty T-uraisia Mazak 500 x 500 mm DIN-paletteja. Pestävien kappaleiden suunniteltu paino on 700 kg sisältäen paletin ja kiinnittimet. Kappaleiden suunniteltu pyörähdyshalkaisija on 730 mm ja korkeus 710 mm paletin päältä. Jo pelkät paletit painoivat useita kymmeniä kiloja. Paletin rungolla on myös korkeutta noin 10 cm pyörityspöydän korkeimmasta kohdasta mitattuna, koko paletin korkeuteen lisätään vielä kiinnikkeet, joilla FMS-linjassa toimivat laitteet paletteja käsittelevät.

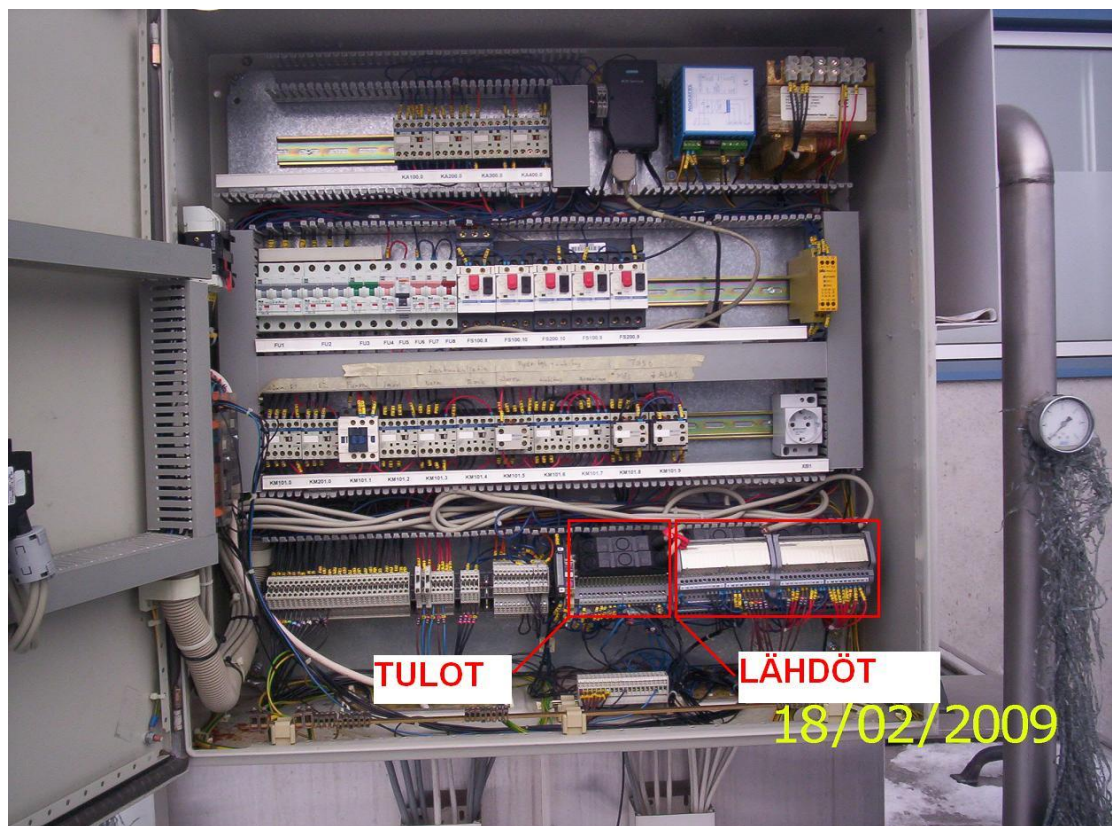
Laitteen edelliseltä omistajalta saatiin lainaan yksi laitteella käytetty paletti. Kun laitteelle oli tuotu sähköt, paletti nostettiin kallistuspöydälle ja ajettiin lukitusta kiinni ja auki, jotta lukituksen toimintaperiaate ja merkitykselliset rakenteet saatiin selville. Paletista myös otettiin mitat, jotta niitä voitaisiin tarvittaessa käyttää uusien palettien suunnittelussa.

5.3 Ohjaus

Laitteen ohjaus on toteutettu kosketusnäyttöpaneelilla varustetulla logiikalla ProFace GLC100-RT41. Logiikka on vanha, 1990-luvun lopusta, minkä takia sen teknisiä tietoja oli vaikea löytää. Pesukoneen valmistajalla oli kuitenkin näyttöpaneelin käyttöohjeesta paperikappale, joka saatiin faksilla. Teknistä tukea laitteen ominaisuuksista ja muutosten tekemiseen tarvittavista työkaluista saatiin laitteen valmistajan Suomen-edustukselta sekä Euroopan-edustukselta Tanskasta.

Logiikkaan on kytketty kaksi tulo- ja kaksi lähtökorttia. Tulo- ja lähtöosoitteet fyysisessä kortissa on järjestetty oikealta vasemmalle ja numeroitu 0-9 mistä jatketaan kirjaimilla A-E. Sähköpiirustuksissa on kuitenkin käytetty suoraa desimaalimerkintää, esim. Q0.12, mikä vaikeutti korttien ja piirustusten lukemista. Riviliittimellä taas kytkentäpaikat on numeroitu tulopuolella juoksevalla numeroinnilla numerosta 01 numeroon 16 ensimmäisessä liittimessä ja toisessa liittimessä 17–32. Lähtöjen kytkentäpaikat alkavat numerosta 101 jatkuen 116:een molemmissa liittimissä. Sekä tulo- että lähtöpuolella liitäntäpaikat on ryhmitelty kahdeksan liitäntäpaikan ryhmiksi joiden toisella puolella on jännitesyöttö ja toisella puolella nolla. Kortit on kiinnitetty näyttö-

paneelin takapintaan päällekkäin ja niistä lähtevät johdot on kytketty kortteihin eräänlaisella sarjaportilla. Samoin kaapelinipun toinen pää on kiinnitetty kenttäkytkentäliittimeen sarjatyyppisellä portilla. Tulokortin kaksi liitinkiskoa on sijoitettu päällekkäin. Tämä tekee kytkentöjen tekemisestä hankalan. Lähtökortissa liitinkiskot ovat rinnakkain. Liitinkisko muistuttaa jonkin verran riviliitintä. Tässä liitinkiskossa kortilta tuleva signaali ohjaa eräänlaista pienoisrelettä, joka toimii ohjausvirran kytkijänä. Kyse ei siis ole riviliitimestä vaan kentältä tulevien johtojen kytkentäpaikasta joka esimerkiksi Siemensin logiikoissa on kortissa. Tässä logiikassa galvaaninen erotus on viety erilleen logiikasta, kentän ja liitinkiskossa olevan sarjaportin väliin.



Kuvio 1: Pesukoneen sähkökaappi ja logiikan tulo- ja lähtökortit.

Logiikka oli ollut FMS-järjestelmään yhteydessä ASi-väylällä. Konetta käytettäessä irrallaan väylä on tarpeeton, mutta toimiakseen kone vaati joitakin väylän kautta saatuja tietoja. Väylästä logiikka sai mm. käyntiluvan, joka piti ohittaa rinnakkaiskytkennällä, jotta koneen toimilaitteita toimivuutta päästiin koeajamaan. Väylän kautta logiikka myös sai tiedon pesutarpeesta, tuodusta/viedystä paletista sekä valitusta pesuajasta.

Näyttöpaneelista voidaan valita koneen käyttötapa (automaatti / puoliautomaatti / manuaali / odotustila), lukemaan käyttötietoja, kuten käyttötuntien määrä, pesukerrat jne., muuttamaan käyttöasetuksia, kuten pesuohjelmien pituuksia, pesunesteen lämpötilaa termostaatin viikkokellon käynnistys- ja sammutusaikoja sekä paljon muuta. Koneen virheilmoitukset tulevat näkyviin näyttöpaneelille, mistä ne kuitataan. Hälytyksistä generoituu myös varoitusääni. Näyttöpaneelista konetta pystyy myös ajamaan tunnusnumerolla suojatulla pakkoajotoiminnolla, jota valmistaja suositteli olemaan käyttämättä, jottei kone rikkoutuisi. Pesuohjelmia on neljä: lyhyt, keskipitkä, pitkä ja erikoispitkä. Pesuohjelman valinta saatiin väylästä kahtena digitaalitulona.

Laitteen liikkeitä koeajettaessa kääntöpöytää ei meinattu saada ajettua takaisin alasentoon. Logiikan lähtökorttiin syttyvän valon mukaan logiikka laittoi lähdön päälle, mutta mitään ei tapahtunut. Tätä ihmeteltiin kauan ja kokeiltiin ohittaa lähtö, kunnes keksittiin lähtöjen liitinkiskossa olevan pienoisreleen palaneen. Logiikan väyläliikenteelle varatusta lähdöstä voitiin ottaa toinen vastaava ja saatiin ajettua kääntöpöytä perusasentoon. Väyläliikenteelle varatuista tuloista ja lähdöistä osaa oltiin mahdollisesti käyttämässä laitteen modifioinnin jälkeen. Oli todennäköistä, että suurin osa väyläliikenteelle varattujen tulojen ja lähtöjen pienoisreleistä tulisi jäämään käyttämättömiksi, joten ne voisivat toimia varaosina. Pienoisreleitä päätettiin kuitenkin tilata varastoon kaiken varalta.

5.4 Laitteen toimintaperiaate

Konetta käytettäessä paletti ja siihen kiinnitetty pestävä kappale nostetaan kallistustasossa olevalle pyörityspöydälle. Paletti lukittuu, kun pöytää käännetään 180° ja pöydän keskellä oleva lukituskiekko kääntyy tämän liikkeen aikana vain 90° . Vaikutus on sama, kuin jos pelkkä lukituskiekko kääntyisi 90° . Pyörityspöydän ja lukituskiekon asennon tunnistamiseen käytetään kolmea induktiivista anturia.

Kun paletti on lukittu, kallistustaso voidaan kääntää pystyasentoon. Kallistustason asema tunnistetaan ääriasennoissa olevilla antureilla, joita on kummassakin asennossa kaksi: katkaisija ja induktiivinen anturi. Liike toteutetaan vaihdemoottorin käyttämällä nostoruuvilla. Kun kallistustaso on yläasennossa, paineilmasylintereillä pystysuunnas-

sa käytettävä nosto-ovi voidaan sulkea. Pyörityspöytää voidaan pyörittää pesun aikana.

Pesuveteen annostellaan pesuainetta kanisterista tai muusta säiliöstä säiliöiden täyttämisen yhteydessä annosteluohjeen mukaan ja pesujen aikana letkupumpulla. Pesuaineen annostelupumpun on ajateltu käynnistyvän aina pesupumpun käynnistyessä ja pyörivän kokemusperäisesti säädetyn ajan. Koneen valmistaja kehottaa vaihtamaan pesunesteen, kun pesutulos heikkenee oleellisesti.

FMS-järjestelmässä käytettynä kone oli suorittanut pesuohjelman automaattisesti väylästä saatujen tietojen perusteella, sisältäen ilmapuhalluksen, pesun eli ruiskutuksen ja kappaleen pyörittämisen näiden ja kuivatusvaiheen aikana ohjelmoidulla tavalla. Kuivatusvaiheen aikana pesukammiossa oleva höyry oli poistettu höyrynpoistoimurilla. Tämän jälkeen nosto-ovi aukeni ja kääntöpöytä kääntyi auki, lukitus avautui ja kone lähetti väylään FMS-järjestelmälle 'pesu valmis' – signaalin. Kun laitetta ajetaan manuaalijolla, paneelista valitaan ajettava toiminto ja se ajetaan sähkökaapin ovesa olevalla kytkimellä.

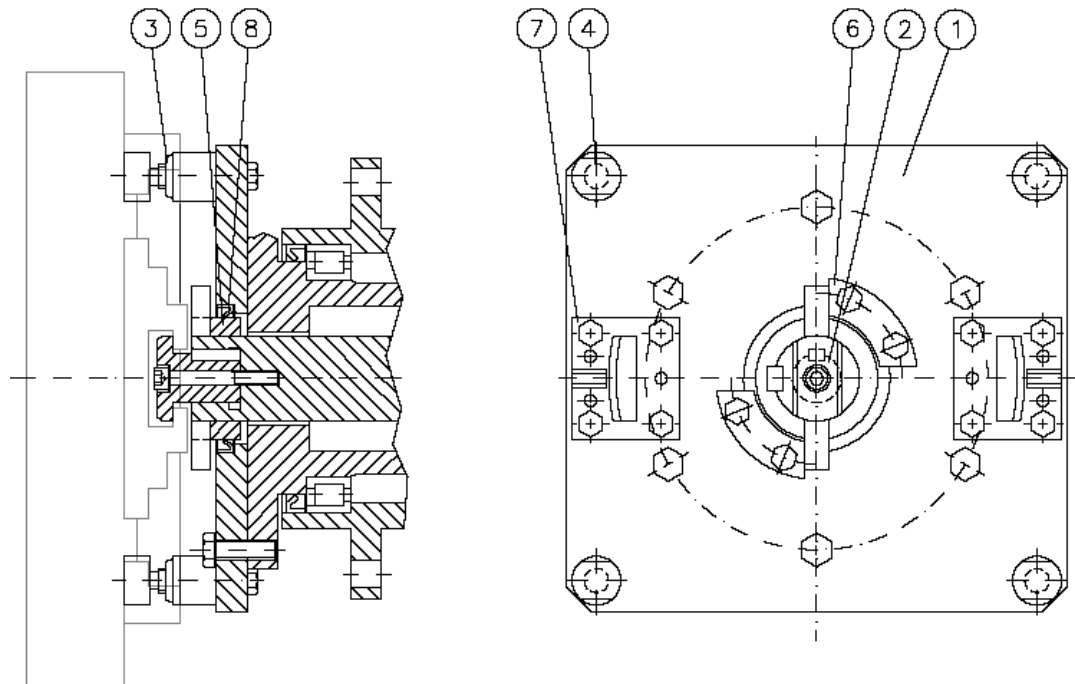
5.5 Laitteen huolto

Valmistaja on laatinut laitteelle huolto-ohjeet, joissa määrätään tarvittavat huollot ja niiden aikavälit. Säännöllisesti tehtävät huollot ja tarkistukset on jaoteltu päivittäin, viikoittain, neljännesvuosittain ja vuosittain tehtäviin huoltoihin. Keskeisimmässä asemassa ovat pesunesteen laatu ja lämpötila joita seurataan päivittäin. Myös gravitaatio-suodattimen ja öljynerottimen siisteyden ja toiminnan seuranta sekä lastunkuljettimen kunnonvalvonta ovat keskeisessä osassa. Tarkat laitteen huolto-ohjeet löytyvät toimeksiantajayritykselle koostetusta laitekansiosta.

6 LAITTEESEEN TEHDYT MUUTOKSET

6.1 Pyörityspöytä

Jotta laitteelle tehtävistä paaleista saataisiin mahdollisimman yksinkertaisia, keveitä ja matalia, täytyi pyörityspöytää muokata. Pöydän piirrokseen (Kuvio 1: pyörityspöytä) numerolla 7 merkityt paletin paikoituskappaleet poistettiin. Samaan kuvaan numerolla 4 merkityt korkovasteena toimivat säätöruuvit korvattiin useita senttimetrejä matalammilla vasteilla. Näin saatiin pesukoneen syvyysuuntaan lisää tilaa ja siten myös pestävien kappaleiden suurinta sallittua korkeutta pöydän pinnasta kasvatettua. Palettipohjiin koneistettiin korkotappia vastaavat kolot, jotka toimivat paikoituksen perustana. Kuviossa harmaalla näkyvä paletti on laitteessa aiemmin käytetty Mazak 500x500 – paletti.



Kuvio 2: Pyörityspöytä

6.2 Paletit

Paletit, joihin kappaleet kiinnitettäisiin, päätettiin tehdä kahdesta kokonaisuudesta, palettipohjasta ja kappalekohtaisista kiinnityselementeistä, jotta koneessa mahdollisesti pestäville muillekin kappaleille voitaisiin muokata tarpeen mukaiset mallikohtaiset paletit. Palettipohjia voitaisiin tilata useita. Paletin malli pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena niin rakenteen kuin paikoituksenkin suhteen. Palettipohjan tuli olla matala, koska muilla koneella mahdollisesti pestävillä kappaleilla pesukamion syvyys saattaisi tulla esteeksi.

Palettipohjan tyyppiä valittiin 40 mm teräslevy, johon koneistettiin kiinnitykseen tarvittava kolo. Paletin paikoituksen perustaksi päätettiin pyörityspöydässä jo olevat säätöruuvit, joiden korko mitoitettiin uudestaan ja joille tehtiin paikoitusta varten kolot palettipohjaan.

Palettipohjaan koneistettiin kahdeksan M16 kierrereikää, joihin kullekin pestävälle kappaleelle tarvittavat kiinnityselementit kiinnitetään. Projektissa pestävässä kappaleessa on kiinnitykseen sopivat $\varnothing 50$ mm reiät, joiden mukaan kiinnityselementit suunniteltiin. Palettipohjan valmistuskuvat ovat liitteessä 2 ja tässä projektissa pestäväksi suunnitellun kappaleen paletti kokonaisuudessaan liitteessä 3. Kuvat on piirtänyt Jussi Louko Oy:n mekaniikkasuunnittelija.

6.3 Ohjaus

6.3.1 Työkalu

Koska laitteen ohjausjärjestelmä vaikutti olevan täysin toimiva, päätettiin se säilyttää ja tehdä siihen tarvittavat muutokset sen sijaan, että olisi hankittu uusi ohjelmoitava logiikka ja vaihdettu se laitteessa olevan ohjauksen tilalle. Lisäksi todettiin, että kosketusnäyttöpohjainen ohjaus olisi hyvinkin käyttökelpoinen ratkaisu koska se mahdollisesti kaksiasentoisten tulojen lisäämisen laitteeseen ilman että laitteeseen tarvitsisi lisätä painonappeja tai muita ohjauslaitteita. Tämä olisi etu varsinkin jos ohjelmaan täytyisi tehdä myöhemmin lisää muokkauksia.

ProFace on Japanista lähtöisin oleva yritys, joka on erikoistunut näyttöpaneelilla käytettäviin ohjelmoitaviin logiikoihin. Yritys on Euroopassa ja Suomessa varsin tuntematon. Suomessa yritystä edustaa Helsingissä toimiva Klinkmann Automaatio Oy. Klinkmann Automaatiolta tilattiin GP-PRO/PBIII C Package – ohjelmointityökalu, jolla päästiin muokkaamaan logiikan ohjelma tarvetta vastaavaksi. Ohjelma asennettiin kannettavaan tietokoneeseen.

GP-PRO/PBIII C Package sisältää työkalut logiikanohjelmointiin ja näyttöruutujen luomiseen ja siirtoon. GP-PRO ohjelmointityökalun kieli on perinteinen tikapuulogiikka joten se muistuttaa graafisesti jonkin verran Siemensin ja Omronin vastaavia. Toimintalohkot, kuten ajastin- tai laskurilohkot, ovat kuitenkin hyvinkin erilaiset. Oman merkittävän lisänsä ohjelmointikieleen tuo näyttöpaneelista käytettävät tulot. Lisäksi ohjelmassa on nk. hyppykäskyjä ja omat matematiikkalohkonsa.

GP-PRO-ohjelmien ja näyttöpaneelilogiikkojen etu perinteisiin logiikoihin vaikuttaisi olevan käytettävien muuttujien valtava määrä. Kosketusnäyttöruutuihin sijoitetuilla painikkeilla voidaan käyttää sellaista määrää diskreetti- kokonaisluku- ja järjestelmämuuttujia, ettei samaa määrää voisi käyttää tavallisella logiikalla. Kaikkiaan muuttujia oli liki 600. Ohjelmointityökalulla tehdyt ohjelmapaketit voivat olla valtavan laajoja.

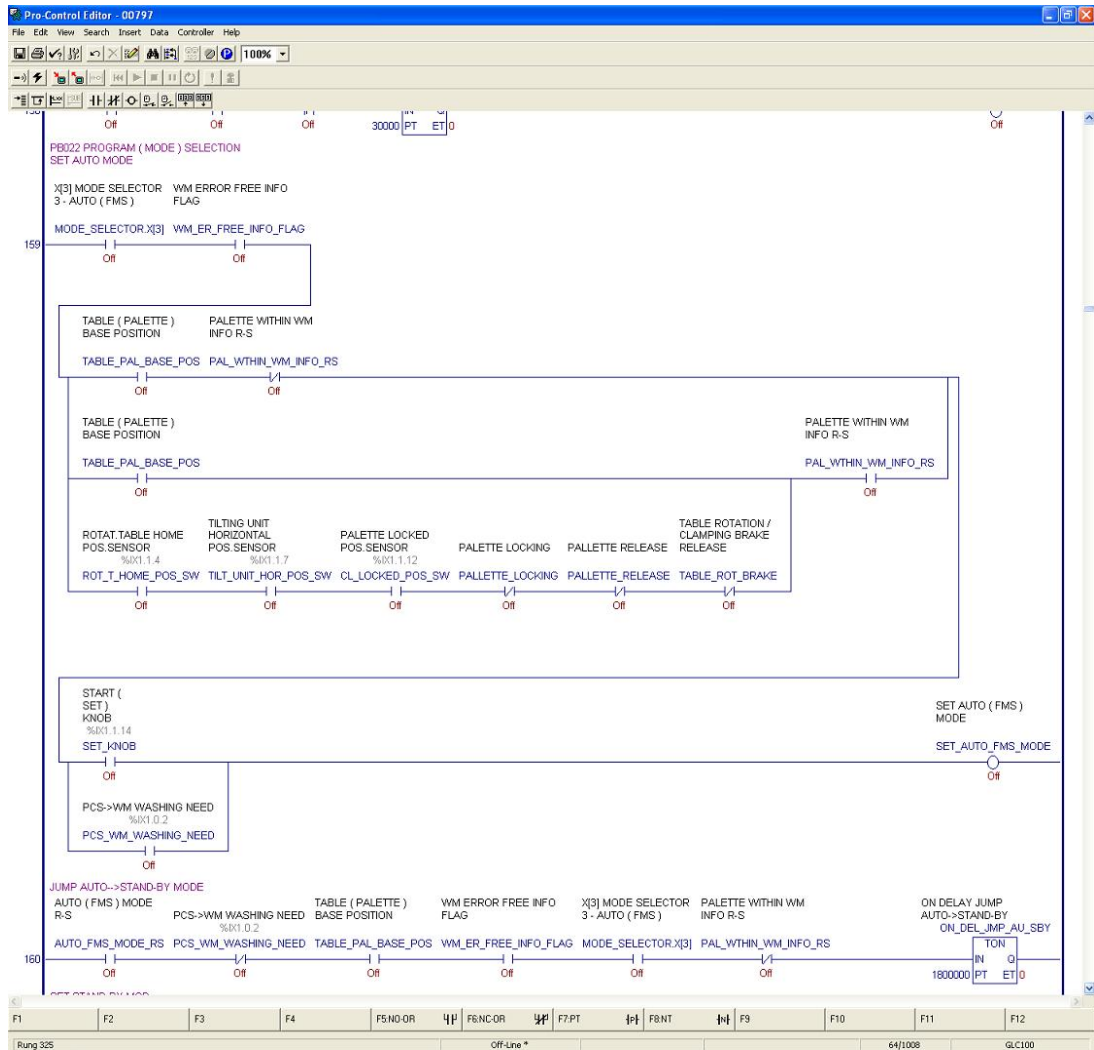
Ohjelmointityökalun lisäksi Klinkmann Automaatiolta tilattiin USB-tiedonsiirtokaapeli GPW-CB03. Kaapelityyppi on ProFacen oma, joten se oli tilattava valmistajalta. Molemmat ohjelmat tulivat CD-ROM levyillä.

6.3.2 Logiikan ohjelmointi

Koko pesuohjelman luominen alusta asti olisi ollut valtavan laaja työ. Lisäksi ohjelmointityökalun ja sen käyttämän symbolikielen ollessa uutta olisi se ollut todella vaikea ja aikaa vievä tehtävä. Työ päätettiin aloittaa lataamalla logiikassa jo oleva pesuohjelmapaketti ohjelmointityökalulla tietokoneelle ja tehdä tarvittavat muutokset valmiiseen pohjaan. Näin saataisiin työ pidettyä tarpeeksi pienenä ja vältettäisiin virheitä ohjelmoinnissa. Yhteysasetusten kanssa oli aluksi ongelmia ja ProFacea Suomessa edustavalta Klinkmann Automaatioltakaan ei saatu merkittävää tukea. ProFacen edustaja Tanskassa osasi kuitenkin sähköpostitse antaa tarvittavat ohjeet ja ohjelmapaketti saatiin tuotua.

Pesukoneen logiikassa ollut ohjelmatiedosto ladattiin kannettavan tietokoneen tolevylle ja tallennettiin kahtena kappaleena, jotta käytössä olisi tarvittaessa backup-tiedosto. Toista kappaletta käytettiin muokattavan ohjelman pohjana. Logiikkaohjelma oli 520 komentosarjan eli puolan mittainen. Logiikkaohjelman lisäksi tiedostossa oli 316 näyttöruutua. Tässä vaiheessa olikin helppo todeta menettelytavan eli alkuperäisen ohjelman muokkaamisen olleen oikea toimintatapa.

Jo ohjelmaan ja sen toimintaperiaatteeseen tutustuminen oli usean päivän työ. Ison haasteen toivat myös näyttöpaneelista päälle laitettavat tulot, joita täytyi liittää ohjelmaan pesuajan valintaan. Vastaavalla periaatteella toimiva kokonaisuus aiemmassa ohjelmassa oli käyttötavan valinta. Kuviossa 3 näkyy automaattiajon päällekytkentäehdot alkuperäisessä logiikkaohjelmassa. Tässä tapauksessa näyttöpaneelista ohjattava tulo on ensimmäisen sulkeutuvan koskettimen paikalla. Graafisesti kosketin näyttää kaksiasentoiselta diskreettimuuttajalta tai I/O-tulolta ja käyttäytyy on/off -tyyppisesti kuten I/O-tulo. Kyseessä on kuitenkin 16 bitin kokoinen diskreettimuuttujaksi määritetty integer- eli kokonaislukumuuttuja. Muuttuja ohjaa näyttöpaneelista valitun vaihtoehdon mukaista lukua vastaavan koskettimen kiinni ja avaa kaikkia muita lukuja vastaavat koskettimet. Toiminnallisesti ja määrityksellisesti se on siis diskreetti eli on/off – tyyppinen muuttuja, vaikka se ohjautuu kiinni ja auki kokonaislukumuuttujan perusteella. Valittu ajotapa täytyi vielä varmistaa erillisestä katkaisijasta.

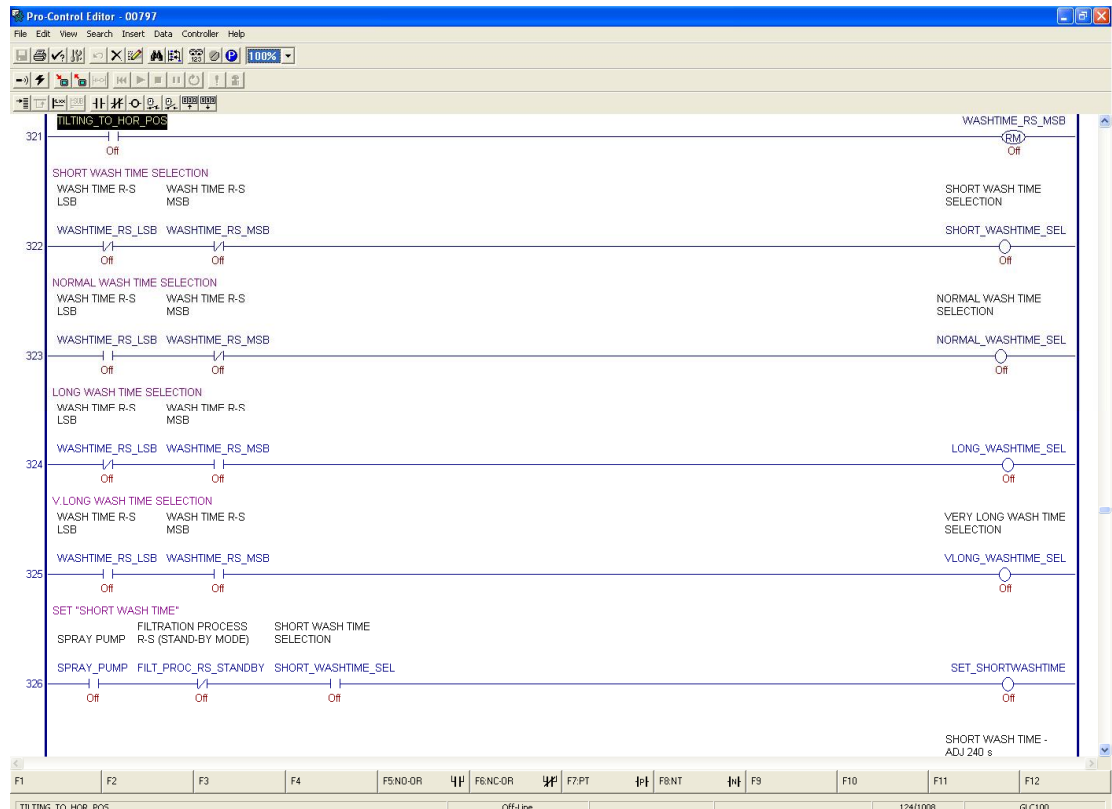


Kuvio 3: Ote ohjelmasta

Ongelmaksi muodostui näyttöruutujen ja logiikkaohjelman linkittäminen toisiinsa pesuajan pituuden valinnassa. Tätä ohjelmoitaessa käytettiin toimintatavan valintaa esimerkkinä. Logiikkaohjelman ohjelmointityökalun puolella toimintatavan valinnan määrittämisestä ei kuitenkaan löydetty osoitetta, johon logiikka kirjoittaa määrittysten mukaisen arvon näyttöpaneelin painiketta painettaessa ja jota vastaava sulkeutuva kosketin logiikkaohjelmassa tällöin sulkeutuu. Ohjelmointityökalu ei hyväksynyt diskreetiksi määriteltä sulkeutuvaa kosketinta. Lopulta selvisi, että ensin täytyi logiikkaohjelman puolella luoda muuttuja, jonka määrittely tehtiin ruutujen ohjelmointityökalun puolella. Vasta tämän jälkeen lisättiin sulkeutuva kosketin logiikkaohjelmaan. Muutokset täytyi tallentaa jokaisen vaiheen välissä. Logiikkaohjelmassa sulkeutuvan kosketin lisäämisen jälkeen kosketin määrittellään pesuajan valinnaksi, jolloin avautuu ikkuna, josta voidaan valita se osoitteeseen kirjoitetun bitin arvo, joka vaikut-

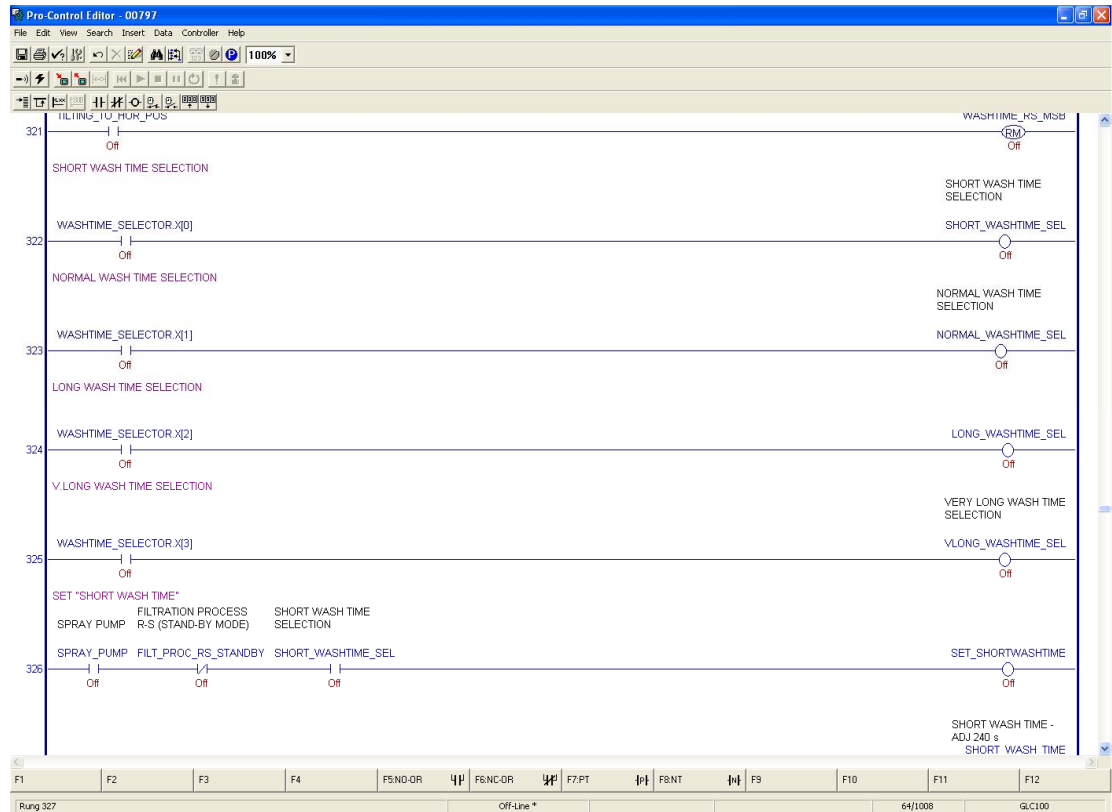
taa kyseiseen koskettimeen. Tässä kohden kokonaislukumuuttujan vaikutus massa muuttuu diskreettimuuttujan kaltaiseksi.

Alkuperäisiä pesuohjelman pituuksia on neljä: lyhyt, keskipitkä, pitkä ja erikoispitkä. Pesuohjelman valinta oli saatu väylästä kahtena binääritulona. Muokattuun ohjelmaan jätettiin samoin neljä vaihtoehtoista pesuohjelman pituutta.



Kuvio 4: Pesuajan valinta alkuperäisessä ohjelmassa

Alun perin yksi vaihtoehto pesuohjelman pituuden valinnan toteutukselle oli koneeseen lisättävä painike tai katkaisija. Tämä katsottiin kuitenkin turhaksi, koska valinnan voisi lisätä kosketusnäyttöön. Näin toteutettuna pesuajan valinta oli ohjelmallisesti käyttötavan valintaa muistuttava: valittavana on neljä esiasetettua pesuohjelman pituutta, joista valitaan yksi. Valinta kytkee muut vaihtoehdot pois.

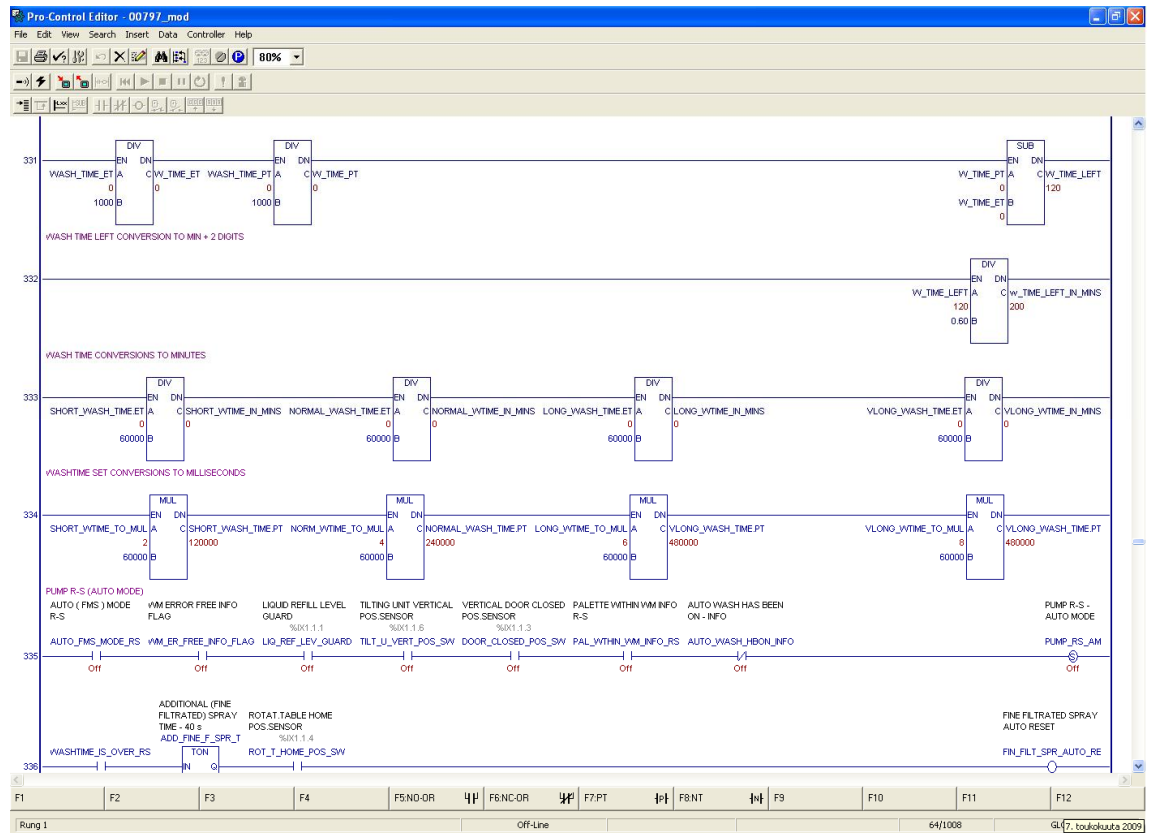


Kuvio 5: Pesujan valinta muokatussa ohjelmassa

Pesuohjelmien pituudet olivat olleet esiasetettuja pääparametreja. Logiikkaohjelma lukee pääparametrikenttiin syötetyt arvot ja siirtää kunkin arvon erillisellä siirtolohkolla vastaavalle ajastimelle. Muina pääparametreina toimivat lastunkuljettimen pisin mahdollinen pyörimisaika, ilmapuhallusaika, lämmityksen hystereesi, kemikaalianostelijan pyörimisaika, valumisaika sekä pesukoneen järjestelmälle antaman virheilmoituksen viive. Pääparametrien yksikköinä oli ollut ajastimien käyttämä millisekunti.

Ohjelman saamiseksi käyttäjäystävällisemmäksi pesuaikojen syöttöarvo muutettiin minuuteiksi. Jotta ohjelman ajastinlohkot toimisivat, täytyi syötetyt arvot ennen ajastimille vientiä muuttaa millisekunneiksi. Pro-Control Editorissa on tarkoitukseen soivia kerto- ja jakolaskulohkoja. Kullekin parametrille luotiin oma matematiikkalohko joka lukee pääparametriarvoja. Ajastimet taas muutettiin lukemaan näitä muunnoslohkoja. Lisäksi tehtiin yksi käänteinen lohko, joka lukee jäljellä olevaa pesuaikaa ja muuttaa sen minuuteiksi. Todettiin että jäljellä olevaa pesuaikaa olisi hyvä pystyä seuraamaan vielä tarkemmin ja muutettiin lukema sadasosaminuuteiksi. Tämä arvo syö-

tettiin pesuohjelman seurantaan. Seurannan esitystapaan sijoitettiin desimaalipiste kahden numeron päähän oikeasta reunasta.



Kuvio 6: Muunnoslohkot pesuaikojen valintaan ja seurantaan

Pesukoneen ollessa FMS-linjaan kytkettynä ja käytössä automaatti- eli FMS-toimintatavalla, oli pesuohjelma käynnistynyt ASi-väylästä saadulla 'washing_need' – komennolla, joka täytyi nyt korvata muulla käynnistämiskomennolla. Tähän tarkoitukseen ohjelmaan lisättiin vahvistuskomento, 'confirm_auto_start', joka sijoitettiin ohjelmaan 'washing_need' – komennon paikalle. 'confirm_auto_start' – komento on momentary–tyyppinen diskreetti eli voimassa vain painikkeen painamisen ajan. Komennon sijainnin ohjelmassa voi nähdä kuviosta 3.

Käynnistyskomennon ja pesuohjelman valinnan lisäksi ohjelmassa oli muitakin FMS-järjestelmästä tulleita tietoja. Näitä olivat tieto paletin lastaamisesta ja noutamisesta sekä liikelupa, joka oli ohitettu kytkennällä koneen toimintaa testattaessa. Koko ohjelma täytyi käydä läpi näiden poistamiseksi. Komennoista liikeluvan merkitys oli ymmärrettävästi laajin. Sitä ei ollut käytetty suoraan vaan liikelupa asetti erillisen

merkin, jota käytettiin useiden lähtöjen ja hälytysten komentosarjoissa. Koska jestelmän antamaa liikelupaa ei enää ollut, ei tämäkään merkki menisi enää päälle. Merkki olisi todennäköisesti poistettava kokonaan. Siltä varalta, että hälytyksien poistamisessa tulisi ongelmia, päätettiin ensin kääntää koskettimet vastakkaisiksi ja keilla ohjelmaa sellaisena. Myöhemmin liikelupa-muuttuja poistettiin kokonaan.

Alkuperäisessä ohjelmassa oli käytetty liikelupamerkin tyyppisiä päällekkäisiä muuttuja todella paljon ja usein jopa kolmessa tasossa. Tyypillisesti varsinainen tulo vaikutti suoraan vastaavanimiseen merkkiin ja tämä merkki vaikutti varsinaisessa ohjelmassa. Jos sillä ohjattiin lähtöä, oli lähdölle oma merkkerinsä, jonka tilan perusteella fyysinen lähtö avautui tai sulkeutui. Tällainen moniportaisuus ohjelmassa mahdollistaa paremmin muuttujien lisäämisen ohjaukseen sekä niiden pakkoajon tietokoneelta käsin, mutta lisää ohjelmassa olevien komentosarjojen määrää valtavasti ja vaikeuttaa ohjelman lukemista todella paljon.

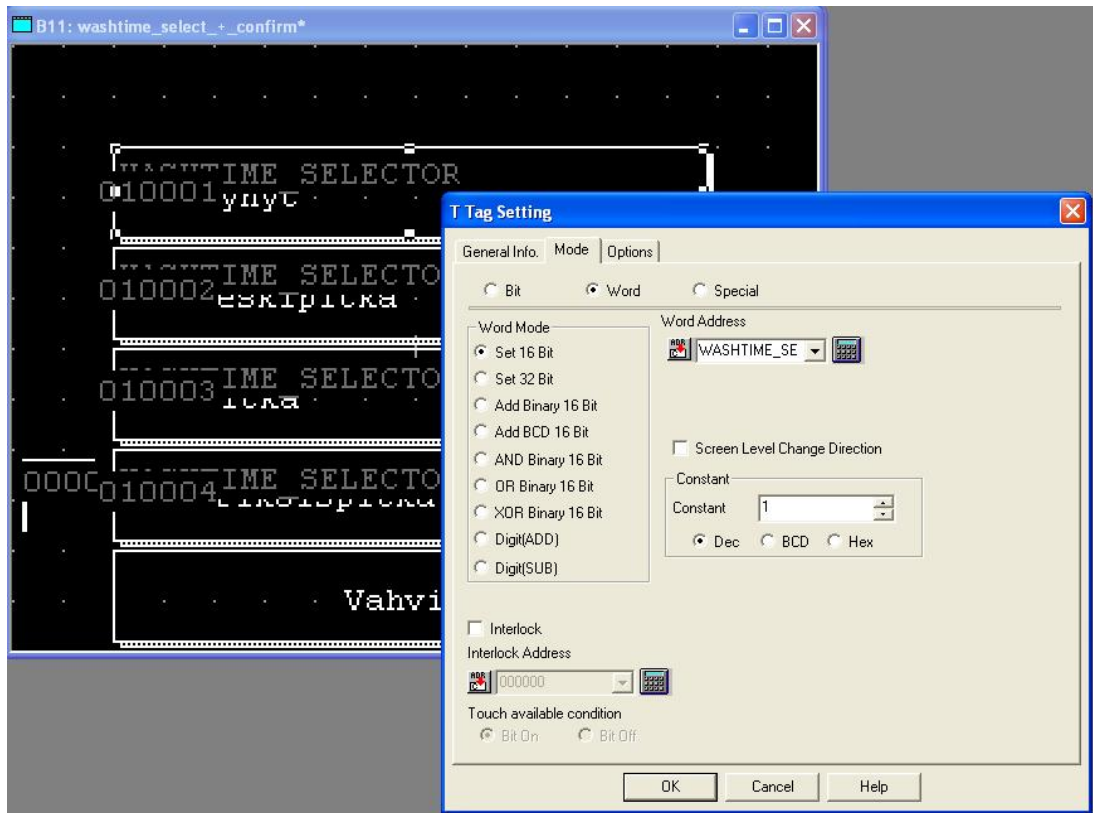
Pesuhjelmaan päätettiin lisätä myös ohjelman keskeytysmahdollisuus. Keskeytys asetettiin toimimaan yksinkertaisesti pesuajastimien rinnalle. Keskeytyskomento siis pysäyttää pesun samoin kuin pesuajan päätyminen ja ohjelma siirtyy tällöin ruiskutuksen jälkeisiin toimintoihin.

6.3.3 Näyttöruudut

Konetta päätettiin alkaa käyttämään kosketusnäyttöpaneeliin laitettavilla painikkeilla. Tämä tarkoitti sitä, että ohjelmassa olevia näyttöruutuja täytyi muokata ja jo olemassa olevien lisäksi täytyi luoda uusia ruutuja. Tavoitteena oli tehdä käynnistystoiminnoista mahdollisimman käyttäjäystävällinen siten, että laitteen saisi mahdollisimman vähällä painikkeiden käytöllä käyntiin.

Käyttötapa oli aiemmin valittu omasta valikostaan ja tämä päätettiin pitää ennallaan. Ennen ohjelman käynnistystä täytyi koneen käyttötavan lisäksi pesuajan olla valittu. Ohjelman päänäyttöön lisättiin yksi muita isompi painike, jolla ei ole logiikkaohjelmaan vaikuttavia ominaisuuksia vaan se toimii sivunvaihtolinkkinä, joka johtaa pesuajan valinta ja käynnistys -ruutuun. Ruutuun päätettiin laittaa päällekkäin neljä painiketta, joissa kussakin lukee painiketta vastaava pesuajan pituus. Valittuna oleva painike näkyy mustana neliönä painikkeessa. Painiketta määrittäessä haettiin Pro-Control

Editorin puolella määritetty bittiosoite ja valittiin kunkin valinnan siihen kirjoittama arvo.



Kuvio 7: Painikkeiden määritysten valintaikkuna

Neljän pesuajanvalintapainikkeen alle laitettiin vielä vahvistuspainike, jolla ohjelma käynnistetään. Painikkeen taakse laitettiin vielä ajastin jolla toteutettiin sekunnin mittainen vetohidastus vahinkokäynnistysten välttämiseksi. Pro-Control Editorissa ei ole veto- ja päästöhidastuksille valmiita lohkoja, vaan ne täytyy toteuttaa kahdella erillisellä komentosarjalla, joista ensimmäiseen laitetaan ajastimen käynnistävä tulo sekä ajastin, toiseen sarjaan ajastimen lähtöhaara sekä sama tulo, joka käynnistää ajastimen.

Valmiissa ohjelmassa ruutujen painikkeisiin ei ollut laitettu valmiita tekstejä, joista olisi selvinnyt painikkeen käyttötarkoitus. Niiden sijasta oli käytetty tekstilinkkejä, joiden perusteella ohjelma haki valittua kieltä vastaavan tekstin ruutuun ohjelman ollessa käytössä. Tämä siksi, että konetta voidaan käyttää useilla eri kieliasetuksilla ja painikkeissa olevat tekstit tulee lukea kulloinkin valittuna olevalla kielellä. Samasta

syystä painikkeissa ja ruuduissa ylipäättään oli pyritty käyttämään mahdollisimman paljon erilaisia symboleja. Näyttöruutuja luodessa tämä ominaisuus päätettiin jättää käyttämättä. Sen sijaan painikkeisiin kirjoitettiin suoraan niiden suomenkieliset funktiot. Ohjelmassa käytettiin englanninkielisiä muuttujien nimiä kuten alkuperäisessäkin ohjelmassa.

Varsinaisten toiminnallisten ruutujen lisäksi luotiin uusia ohjuruutuja sekä päivitettiin aiempia ohjuruutuja vastaamaan muokatun logiikkaohjelman ja ruutujen ominaisuuksia.

6.4 Lastunkeräyssäiliö

Koneen lastunkuljetin nousee pesukammion pohjalta päättyen pyörityspöydän alle noin 800 mm korkeuteen. Lastunkuljettimen torven alle päätettiin sijoittaa lastunkeräyssäiliö. Koneeseen arviointiin kertyvän lastuja niin vähän, ettei sille kannattaisi suunnitella isoa säiliötä, jollaisia käytetään esim. työstökeskuksilla. Toimivin ratkaisu tässä kohden arvioitiin olevan pienehkö, noin 20 l laatikko. Tällaisen säiliön etu olisi helppo tyhjennettävyyys. Laatikon voisi tyhjentää muilla koneilla oleviin isompiin säiliöihin. Myös lastujen mukana nousevan nesteen määrä jatkuvassa käytössä oli tässä vaiheessa epäselvä, joten laatikon pohjaan sijoitettiin suulake ja siihen letku, jolla neste voitaisiin laskea sopivaan kanisteriin tai muuhun astiaan. Jos nestettä kertyisi hyvin vähän, suulake voitaisiin tukkia. Lastunkuljettimen torven pää sijaitsee jotakuinkin samalla korkeudella hoitotason kanssa. Tämä vaikeutti torven alle sijoitettavan lastunkeräyssäiliön tyhjentämistä. Vaihtoehtoisia rakenteita ja tyhjennystapoja pohdittaessa todettiin kuitenkin, ettei torveen kannattaisi esimerkiksi tehdä roiskeet estävää kaulusta ja sijoittaa säiliö alemmas, sillä säiliön tyhjentäminen hoitotason alta olisi vielä vaikeampaa kuin hoitotason rakentaminen siten, että säiliö tyhjennettäisiin hoitotason puolelta esimerkiksi nostamalla sen kohdalla oleva ritilän osa pois.

6.5 Pesuaine

Pesuainetta hankittaessa keskeisimmiksi kriteereiksi todettiin paitsi pesuominaisuudet, myös erityisesti korroosio-ominaisuudet. Pesuaineen tulisi myös olla matalavaahtoista jotta se soveltuisi suihkuputkien kautta suihkutettavaksi. Aineen tulisi myös kestää korkeaa, 60–80 °C lämpötilaa, joka pesulta vaaditaan kappaleen lämmittämiseksi.

Yrityksessä oli aiemmin käytetty Henkel Nordenin Magnuspray 206 – pesuainetta. Pesuaine on alkalipohjainen, jollaisia pesukoneen käyttöohjeessa suositeltiin käyttämään. Myös uudessa pesukoneessa päätettiin alkaa käyttää tätä ainetta.

Pesukoneen käyttöohjeessa pesuaineen syötössä kehoitettiin käyttämään kokemusperäistä annostelua ja vaihtamaan pesuneste kun pesutulos oleellisesti heikkenee. Tätä pidettiin liian epätarkkana annosteluohjeena ja päätettiin hankkia välineet ja osaaminen pesunesteen pesuainepitoisuuden seurantaan. Samaa tietoa voitaisiin käyttää yrityksen muiden pesukoneiden käytössä, joilla pesuaineen annostelu oli aiemmin ollut jokseenkin epätarkkaa. Tällä koneella tietoa käytettäisiin pesuaineen annostelupumpun ohjaukseen. Pesuainetta toimittavan Algol Chemicalsin edustaja pyydettiin perehdyttämään henkilökuntaa titraukseen.

Pesuaineen pitoisuutta nesteessä voidaan tutkia nesteen happamuuden/emäksisyyden mittaamisen kautta. Käytännössä tämä tapahtuu titraamalla. Titrauksessa nesteeseen lisätään pH-indikaattori, jonka värinmuutosalue osuu ekvivalenttikohdan pH:n läheisyyteen. Ekvivalenttikohda on kohta, jossa kaikki happo tai emäs on neutraloitu. Tämän jälkeen esim. emäksiseen liuokseen aletaan lisätä tunnetun väkevyistä happoliuosta. Ekvivalenttikohdan saavuttaminen huomataan indikaattorin muuttaessa väriään. Värimuutuskohdassa standardiliuosta, tässä tapauksessa happoa, on lisätty näytteeseen yhtä suuri ainemäärä kuin näytteessä on tutkittavaa emästä. Lisätyn hapon määrästä voidaan laskea tutkittavan nesteen pH kertomalla se pesuainekohtaisella lukuarvolla. Nesteen pH:ta voidaan seurata myös tarkoitukseen sopivalla anturilla jatkuva-toimisesti. Titraamisessa on kuitenkin se etu, että voidaan seurata kaikkien koneiden pesunesteiden laatua.

6.6 Höyrynpisto

Pesukoneen käyttöohjeen mukaan koneen höyrynpistokanava täytyy ohjata suoraan ulos. Nykyinen ympäristölaki estää pesussa käytettävien kemikaalien takia kuitenkin näin tekemisen.

Jussi Louko Oy:llä on hallissaan ilmanvaihtojärjestelmä joka huolehtii hallin ilmanvaihdosta ja suodatuksesta. Järjestelmään on jo aiemmin kytketty yksi koneistuskeskus ja yksi pesukone. Tähän ilmanvaihtojärjestelmään päätettiin kytkeä myös projektissa käyttöönotettava pesukone. Liitäntä tehtiin 100 mm ilmanvaihtoputkella. Noin 15 m putkilinja päätettiin vetää seinien vieriä koneelle. Linja olisi ollut myös mahdollista liittää vieressä toimivan koneistuskeskuksen liitäntään lyhyemmällä putkella, mutta näin toteutettu linja olisi haitannut hallin siltanosturin käyttöä ratkaisevasti.

Koneen yläosassa on 360 mm putkilinja johon on koteloituna sijoitettu höyrynpistopuhallin. Putken päähän tehtiin sopiva liitäntäkappale johon 100 mm ilmanvaihtoputki liitettiin. Hallissa olevan järjestelmän suunnittelija totesi, että puhallin ei haittaa järjestelmän toimintaa. Koska se oli oleellinen osa pesukoneen toimintaa, päätettiin sen antaa olla.



Kuvio 8: Pesukone käyttöpaikallaan hallissa

7 KÄYTTÖÖNOTTOVAATIMUKSET

Ennen varsinaista käyttöönottoa laitteelle tuli saada CE-merkintä. CE-merkintä perustuu nk. konepäättökseen, joka tuli voimaan vuonna 1994 ja perustui EY:n direktiiveihin. Konepäättökseen tarkennukseksi on laadittu lukuisia standardeja, joissa yksityiskohtaisemmin määrätään, mitä toimenpiteitä kunkin koneen tai laitteen suunnittelussa täytyy ottaa huomioon. Laittamalla tuotteeseen CE-merkinnän laitteen valmistaja vakuuttaa tuotteen täyttävän sitä koskevien standardien vaatimukset. Euroopan talousalueella merkintä on pakollinen tietyissä tuoteryhmissä, kuten leluissa, useimmissa koneissa ja sähkölaitteissa. Merkintä tulee hankkia riippumatta siitä, onko kyse pie-

nestä käsikäyttöisestä koneesta vai kokonaisesta konelinjasta ja siitä, onko kyseessä sarjavalmisteen vai yksittäin tuotettu kappale.

Koneen valmistajalle on nimetty tehtävät, jotka täytyy tehdä, jotta koneeseen saa kiinnittää CE-merkinnän. Näitä ovat seuraavat:

- Arvioidaan riskit.
- Selvitetään konetta koskevat turvallisuusvaatimukset.
- Suunnitellaan ja rakennetaan kone olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti.
- Laaditaan käyttöohjeet ja tehdään koneeseen tarvittavat merkinnät.
- Laaditaan tekninen tiedosto.
- Tehdään vaatimustenmukaisuusvakuutus.
- Kiinnitetään CE-merkintä

(Työsuojeluhallinto: Koneturvallisuus)

7.1 Riskiarviointi

Vaaralla tarkoitetaan tekijää tai olosuhdetta, joka voi saada aikaan haitallisen tapahtuman. Riski tarkoittaa haitallisen tapahtuman todennäköisyyttä ja seurausten vakavuutta. Riskinarviointi koneelle sisältää vaarojen kartoituksen sekä niiden esiintymisen todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden arvioinnin, kumpikin arvioidaan kolmiportaisella asteikolla. Näiden yhteisvaikutuksen perusteella saadaan riskin luokitus. Luokitus on viisitasoinen merkityksettömästä sietämättömään. Riskin luokitus määrää jatkotoimenpiteiden määrän, niille sallitut kustannukset ja koneen käytön mahdolliset rajoitukset. Merkityksetön riski ei aiheuta toimenpiteitä, vähäisen riskin ollessa kyseessä tulee harkita parempia ratkaisuja tai parannuksia, jotka eivät aiheuta merkittäviä kustannuksia. Ylempien tasojen riskien täytyy johtaa toimenpiteisiin. Kohtalaisen riskin tapauksessa parannustoimenpiteille asetetaan aikaraja ja kustannuksia täytyy harkita. Merkittävä ja sietämätön riski johtavat eriasteisiin käyttökieltoihin.

Riskinarvioinnissa otetaan huomioon myös riskin kokeminen. Merkittäviä näkökulmia ovat esimerkiksi riskin vapaaehtoisuus, vaikutusten välittömyys, riskin tavallisuus ja

seurausten palautuvuus. Riskin hyväksyttävyyden verrannollinen riskinoton dyllisyyteen ja sen poistamismahdollisuuteen. Toisinsanottuna, riski on hyväksyttävämpi jos esimerkiksi sen ottamisesta on huomattavaa hyötyä ja sitä on vaikea poistaa kuin jos se olisi vältettävissä eikä sillä saavuteta merkittävää etua.

Riskinarviointi sisältää pidemmällä tähtäimellä myös seurannan. Vaarojen tunnistamista seuraa aina toimenpiteiden valinta riskin suuruuden ja merkittävyyden perusteella. Toimenpiteiden vaikuttavuutta seurataan ja siitä tulisi saada palautetta. Toimenpiteitä tulee arvioida turvallisuustason kasvun, vaikutusten laajuuden, vaatimusten täyttymisen, toiminnan sujuvuuden muutoksen ja kustannustehokkuuden näkökulmista. Palaute johtaa takaisin ketjun alkuun, arvioinnin suunnitteluun ja vaarojen tunnistamiseen. Onnistunut riskinhallinta perustuu kokonaisvaltaiseen arviointiin ja johtaa jatkuvaan turvallisuustason parantamiseen. (Työsuojeluhallinto: Riskinarviointi)

Tässä nimenomaisessa tapauksessa riskinarvioinnissa tukeuduttiin paljolti standardeihin, jotka määrittävät, minkä tyyppisiä vaaroja arvioinnissa täytyy ottaa huomioon. Tästä tarkemmat ohjeet on kirjattu standardeihin, joista keskeisimpiä ovat SFS-EN 414, SFS-EN ISO 12100-1 ja SFS-EN ISO 12100-2. Ohje on kuitenkin, että arviointi *voidaan* tehdä käyttämällä apuna kyseisiä standardeja. Maalaisjärjen käyttö tässä kohden on suotavaa ja vaaroja arvioitiinkin myös oman harkinnan mukaan. Standardeista löydettiin kuitenkin kohtia, joita ei ollut heti tullut ajatelleeksi. Vaarat on jaoteltu mekaanisiin, koneen aiheuttamiin, sähkö-, lämpötila-, melu-, värinä-, säteily-, materiaali- ja ergonomiavaaroihin. Näiden lisäksi mainittiin liukastumis-, kompastumis- ja putoamisvaara. Mekaaniset vaarat muodostavat merkittävimmän ryhmän tällaisen koneen ollessa kyseessä. Näitä ovat esimerkiksi puristuminen, leikkaantuminen, viiltyminen, takertuminen, iskut ja pistot. Mekaaniseksi vaaraksi luokiteltiin myös korkeapaineisen fluidin purkautuminen mitä pidettiin tässä tapauksessa epätofofennäköisenä. Tarkemmat arviot löytyvät liitteenä 4 olevasta Riskiarvioinnista. (Työsuojeluhallinto: Riskinarviointi; standardit SFS-EN 414, SFS-EN ISO 12100-1 ja SFS-EN ISO 12100-2.)

7.2 Turvalliset rakenteet

Työskentelyn kannalta ehdoton koneelle vaadittava rakenne oli hoitotaso, jolta käsin kappaleiden kiinnittäminen pyörityspöydällä jo olevaan palettiin oli mahdollista. Hoitotason suunniteltaessa keskeisin tekijä oli kappaleen luokse päästävyys. Niinpä hoitotaso päätettiin rakentaa L-kirjaimen muotoisesti pyörityspöydän kahden sivun viereen jolloin kappaleita oli helpompi ohjata koneelle ja koneelta pois nosturilla nostettaessa. Hoitotason korkeudeksi valittiin 780 mm lattiatasosta, jolloin pyörityspöytä ja siinä oleva pestävä kappale oli laitetta käyttävien henkilöiden arvion mukaan sopivalla korkeudella käsiteltäväksi ergonomisesti. Hoitotaso päätettiin rakentaa irti koneesta, jotta se voitaisiin siirtää sivuun koneella mahdollisesti tehtävien huoltotöiden ajaksi. Hoitotason ritilään suunniteltiin irrotettava osa lastunkeräyssäiliön tyhjentämistä varten.

Standardit, jotka määräävät koneelle rakennettavista kulkuteistä ovat löydettävissä SFS käsikirjasta 93-5. Standardeissa annetaan yksityiskohtaisia määräyksiä mm. kulkutien tai tässä tapauksessa hoitotason kaiteen korkeudesta. Hoitotason alareunassa tulee myös olla lista tavaroiden putoamisen ja jotta estettäisiin jalan astuminen hoitotason reunan ohi esimerkiksi liukastumisen takia, joten hoitotason alarunko päätettiin tehdä kulmaraudasta. Hoitotason toimittaja sitoutui valmistamaan hoitotason niille määrättyjen standardien mukaan. Hoitotason pinnaksi valittiin teräsritilä.

Vaikka koneen käyttöohjeisiin olikin päätetty laittaa kielto hoitotasolle menemisestä koneen käydessä, hoitotason portaiden kohdalle päätettiin sijoittaa turvakytkimellä varustettu yksinkertainen portti. Auki ollessaan portti ja siinä oleva turvakytkin estäisi konetta toimimasta katkaisemalla käyttövirran syötön toimilaitteille. Odottamattoman käynnistyksen estosta säädetään standardeissa SFS-EN 1037 ja SFS-EN 1037 + A1. Todettiin, että hoitotason ja koneen muiden rakenteiden toteutus siten, että koneelle meneminen sen käydessä saataisiin tehtyä mahdottomaksi, vaatisi todella monimutkaisia ja hintavia rakenteita. Niinpä päätettiin, että portti ja siinä oleva turvakytkin olisivat riittävä varotoimenpide, vaikka koneelle voisi halutessaan kiivetä myös kaiteiden välistä. Myös koneen käynnistäminen hoitotasolla seisten ja sieltä paneelille kurkottaen olisi mahdollista mutta vaikeaa. Todettiin, että henkilön, joka toimii jommallakummalla näistä tavoista, voitaisiin tulkita aiheuttavan vaarallisen tilanteen tietoisesti. Portin rakenteeksi valittiin yksinkertainen saranan varassa pystysuunnassa

kallistuva puomi. Tällainen puomi olisi ulkopuolisille selkeä viesti siitä, että tasolle meneminen on kielletty.

Koneen toimilaitteista tärkeimmät on sijoitettu koneen sille puolelle, jolle hoitotasoa ei tullut. Näitä olivat kallistuslaite moottoreineen ja pyörityslaitteen moottori. Pyörityslaitteen kartiohammaspyörä ja asentoantureiden editse liikkuvat paikannusta varten rakennetut sauvat taas ovat pyörityspöydän alla. Yksi kohta koneen rakenteessa oli sellainen, jonka suojauksen riittävyttä jouduttiin arvioimaan tarkemmin. Hoitotasolla työskentelevä henkilö joutuu liikkumaan muusta rakenteesta ulospäin olevan indeksointitappia käyttävän sylinterin läheisyydessä. Sylinteri on tukevan teräspalkin alla siten, että sylinteriputki on ulospäin ja männänvarsi koneen alla. Palkki, johon sylinteri on kiinnitetty, on sen verran pyöreä, ettei siitä voi saada esim. haavoja. Palkki myös suojaa käyttäjää sylinterin teräviltä kohdilta ja arvion mukaan myös liikkeiltä.

7.3 Koneen ohjeet

Työsuojelulainsäädäntö vaatii, että koneen mukana on toimitettava käyttö- ja turvallisuusohjeet. Ohjeiden sisältöä suunniteltaessa on otettava huomioon, onko kone tarkoitettu pääosin ammattikäyttöön vai kuluttajien käyttöön. Turvallisuusohjeen tulee sisältää mm. seuraavat tiedot:

- koneen asentaminen käyttökuntoon
- koneen turvallinen käyttö
- tarkastusohjeet
- käsittely- ja kuljetusohjeet
- koneen paikalleen asentaminen
- kokoonpano, purkaminen
- kunnossapito (säätö, huolto, korjaukset)
- perehdyttämisohjeet

Koneen ohjeita laadittaessa aineistona käytettiin Idea Machinen laitteesta laatimaa vastaavaa ohjetta. Ohjeeseen tehtiin muutoksia koneen käyttötavan oleellisesti muututtua. Merkittävimpiä muutoksia olivat koneen käyttötarkoitus ja varoitukset. Konetta

käytettäessä FMS- linjassa sen käyttäytymistä oli ollut vaikeampi arvioida ja sen liikkeet ennalta arvaamattomampia. Nyt kone ei lähtisi käyntiin ilman käynnistys-painikkeen painamista, mutta toimisi pesusekvenssin ajan automaattisesti. Samoin huolto-ohjeisiin katsottiin olevan tarpeen tehdä muutoksia. Koneen vanhassa käyttö-ohjeessa oli mainittu osia, joita tässä kappaleessa ei ollut, näiden osien tiedot ja huolto-ohjeet poistettiin. Tekniset tiedot sekä kaaviot ja layout-kuvat saatiin alkuperäisestä tiedostosta.

8 POHDINTA

Kotelomaisten kappaleiden pesulaitteen suunnitteluprojekti oli opettavainen kokemus. Uutta oppia tuli paljon, paljon jäi myös parantamisen varaa.

Projektista hankalan teki sen vaikea ennustettavuus. Työt aloitettiin nolatilanteesta pelkkien hajanaisten ajatusten pohjalta ja ainakin allekirjoittaneelle ei ollut ollenkaan selvää, kuinka kova työ koko laitteen suunnittelu ja toteutus olisi ollut: siinä olisi tuntunut tullut täyteen ennekuin juuri mitään olisi saatu aikaan. Voi sanoa, että projektissa muokatun laitteen löytyminen oli todellinen onnenpotku.

Vielä tuon laitteen hankkimisenkaan jälkeen aikataulu ei tuntunut ollenkaan selvältä. Tässä näkyy ilmeisesti kokeneemman insinöörin ja opiskelijan ero: opiskelijana vailla kokemusta tällaisen todellisen projektin toteuttamisesta, etenkin itsenäisesti, en osannut hahmottaa järkevimpiä seuraavia siirtoja ja aikaa valui hukkaan jotain tarvikka tai ohjeita odottaessa. Näin jälkeensä järkevältä tuntuu pitää koko ajan luetteloa tehtävistä asioista ja toisaalta myös henkilöistä ja yrityksistä joihin kannattaa ottaa eri asioiden tiimoilta yhteyttä. Muutenkin kaikenlaisten muistilistojen pitäminen tuntuu suositeltavalta. Samoin tiedonhaku luisti kokeneemmilla ihailtavan liukkaasti: pari kertaa olin itse vielä kokeilemassa sopivimpia hakusanoja, kun yrityksen insinöörillä oli jo esiteltäväksi pdf-esite etsitystä aiheesta.

Toinen selkeä kehittämiskohde on kommunikointi. Joissakin tilanteissa minulle jäi epäselväksi kenelle joidenkin asioiden hoitaminen kuuluu. Tässä on myös kyse rooleista: oma mielikuvani oli, että tekisin suunnitelmat työn tekemiseksi, käytännössä

minun oletettiin hoitavan myös toimeenpano lähes kaikissa asioissa, mikä jälkeensä tuntuu ihan luontevalta, sen huomaamiseen vain meni turhan kauan.

Standardit olivat täysin uusi tuttavuus insinööriyössä. Voisin suositella koululle kärkeä tutustumista standardikokoelmiin osaksi projektiopintoja, ne ovat aika oleellinen osa uuden laitteen suunnittelua ja käyttöönottoa.

Kokonaisuutena opinnäytetyö opetti paljon projektityyppisen työn tekemisestä ja tiedonhausta. Se myös lisäsi reilusti luottamusta omaan ongelmanratkaisukykyyn. Opin, että kaikkea ei lähtötilanteessa tarvitse eikä aina voikaan osata, tärkeämpää on uskaltaa tarttua haasteisiin, opetella ja kysyä neuvoa.

LÄHTEET

Idea Machine Oy, Perniö. Kammiopesukone IM-FMS500M/0.8-W: käyttö- ja huolto-ohjeet; sähköpiirustukset; kosketusnäytön käyttöohjeet. Jussi Louko Oy

Digital electronics Corporation, Osaka, JAPAN. Pro-Control Editor ver. 5.1 ja ver. 7.1 operation manual; Pro-Control Editor ver. 5.1 user manual (pdf-dokumentti). CD_ROM-levy. Jussi Louko Oy

Digital electronics Corporation, Osaka, JAPAN. USB Data Transfer Cable Installation Guide (pdf-dokumentti). CD_ROM-levy. Jussi Louko Oy

Digital electronics Corporation, Osaka, JAPAN. Device / PLC Connection Manual (pdf-dokumentti). CD_ROM-levy. Jussi Louko Oy

Digital electronics Corporation, Osaka, JAPAN. Tag Reference Manual (pdf-dokumentti). CD_ROM-levy. Jussi Louko Oy

Digital electronics Corporation, Osaka, JAPAN. Parts List Manual (pdf-dokumentti). CD_ROM-levy. Jussi Louko Oy

ProFace-logiikkojen valmistajan kotisivut. viitattu www.proface.eu

Klinkmann Oy:n kotisivut. www.klinkmann.fi

Kaj Heinola. 2009. RE: ohjelmoitavat logiikat. Sähköpostiviesti 16.3.2009. Vastaanottaja K. Kamula. Ohjeita logiikan ohjelmointityökalun ominaisuuksista, asentamisesta ja lisensseistä.

Flemming Gaarn Nielsen. 2009. SV: SV: re-programming a programmable. Sähköpostiviesti 2.4.2009. Vastaanottaja K. Kamula. Ohjeita logiikan yhteysasetusten konfigurointiin ja logiikan ohjelmointiin.

PLCtutor. 2004. Puolueetonta perustietoa ohjelmoitavista logiikoista ja ohjelmoinnista esittelevä sivusto. Viitattu 14.4.2009. www.PLCtutor.com.

PLCman. Perustietoa ohjelmoitavista logiikoista ja ohjelmoinnista esittelevä sivusto. viitattu 14.4.2009. www.plcman.co.uk/plc.

ABB:n TTT-käsikirja. 2000. Automaation tietoliikennetekniikka. Viitattu 5.5.2009. [http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/bf177942f19f4a98c1257148003b7a0a/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/\\$FILE/050_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/bf177942f19f4a98c1257148003b7a0a/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/$FILE/050_0007.pdf)

Heinonen V. 2007. Kenttäväylät koneenohjauksessa. Kunnossapito 8/2007, 14.

Työsuojeluhallinto: Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 16: Koneturvallisuus. 2005. Työsuojeluhallinnon opasvihkonen.

Työsuojeluhallinto: Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 14: Riskin arviointi. 2008. Työsuojeluhallinnon opasvihkonen.

Työsuojeluhallinto: Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 35: Vaaralliset kemikaalit, 2005 (vihkonen). Työsuojeluhallinto

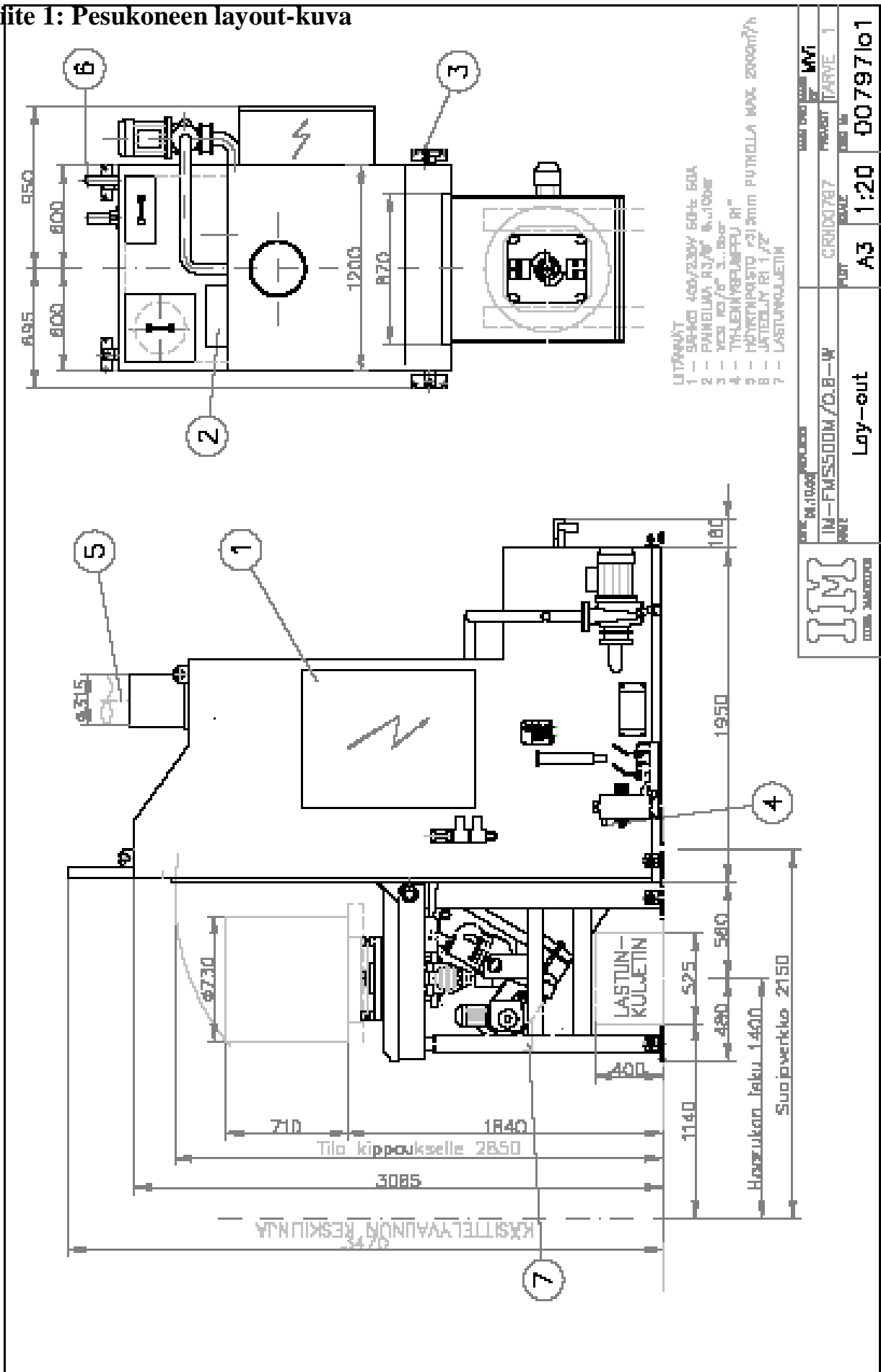
Työsuojeluhallinto: Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 10: Kemikaalilainsäädäntö. 2003 Työsuojeluhallinnon opasvihkonen.

Standardi SFS-EN ISO 12100-1. 2003. Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät. Vahvistettu 22.12.2003. Viitattu 11.5.2009

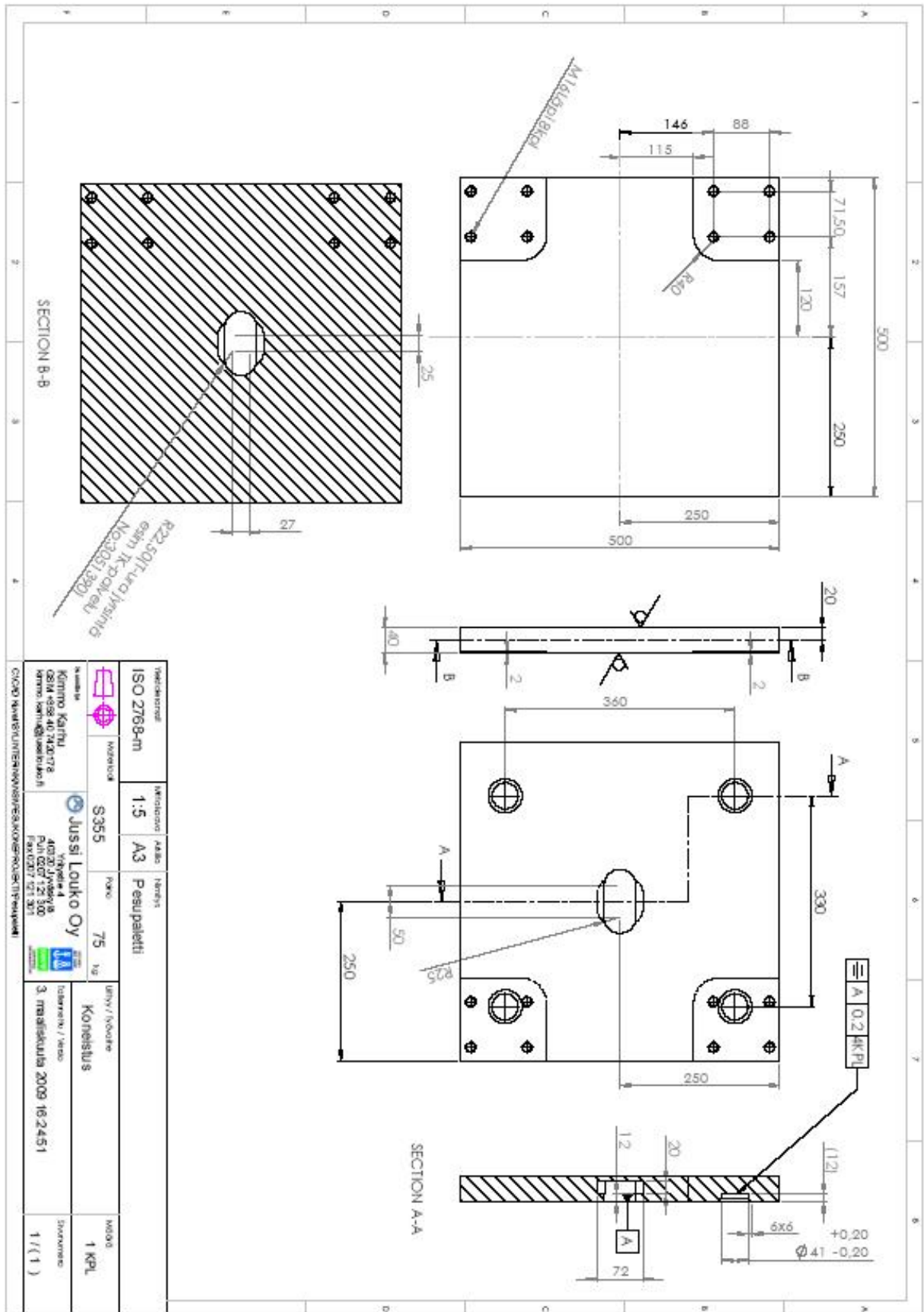
Standardi SFS-EN ISO 12100-2. 2003. Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Osa 2: Tekniset periaatteet. Vahvistettu 22.12.2003. Viitattu 11.5.2009

Standardit SFS-EN 1037 ja SFS-EN 1037 + A1. 1995. Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistyksen estäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 6.5.1996. Viitattu 21.5.2009

Liite 1: Pesukoneen layout-kuva



Liite 2: Palettipohjan valmistuskuva



Liite 4: Riskiarvio

KAMMIOPESUKONE IM-FMS500M/0.8-W

MODIFIOITU

RISKIEN ARVIOINTI

SISÄLTÖ

1 LÄHTÖKOHDAT	42
2 VAARAT	42
2.1 Mekaanisten osien aiheuttamat vaarat	42
2.1.1 Automaattiset liikkeet	42
2.1.2 Manuaaliajon liikkeet.....	43
2.1.3 Muut liikkeet	43
2.1.4 Korkeapaineiset fluidit ja paineilma	43
2.1.5 Koneen rakenteet	43
2.2 Kemialliset vaarat	43
2.2.1 Käyttäjälle	43
2.2.2 Ympäristölle	44
2.3 Lämpötilan aiheuttamat vaarat	44
3 RISKIT	44
3.1 Mekaanisten osien aiheuttamat riskit	44
3.1.1 Automaattisten liikkeiden aiheuttamat riskit.....	44
3.1.2 Manuaaliajon liikkeiden riskit	44
3.1.3 Muut liikkeet	45
3.1.4 Korkeapaineiset fluidit ja paineilma	45
3.1.5 Koneen rakenteet	45
3.2 Kemiallisten olosuhteiden aiheuttamat riskit	45
3.2.1 Riskit käyttäjälle	45
3.2.2 Riskit ympäristölle.....	45
3.3. Lämpötilan aiheuttamat riskit	46
4 RISKIEN KOKEMINEN	46

1 LÄHTÖKOHDAT

Kammiopesukoneen IM-FMS500M/0.8-W ohjaukseen keväällä 2009 tehdyt muutokset ovat koneen toiminnan kannalta niin keskeisiä, että sen aiheuttamat riskit täytyy arvioida uudelleen.

2 VAARAT

Vaara on tekijä tai olosuhde joka voi saada aikaan haitallisen tapahtuman. Tässä tapauksessa keskeisimpiä vaaroja ovat henkilökunnan puutteellinen koulutus ja laitteen käyttäminen väärin, esimerkiksi työskentely kallistustason välittömässä läheisyydessä pesusekvenssin ollessa käynnissä sekä koneen odottamaton käynnistyminen paletin ja/tai pestävän kappaleen lastauksen aikana.

2.1 Mekaanisten osien aiheuttamat vaarat

Standardin SFS-EN ISO 12100-1 tarkoittamat mekaaniset sisältävät mm. seuraavia:

- puristus
- leikkautuminen
- viiltyminen
- takertuminen
- iskut
- pistot tai puhkaisut
- korkeapaineisen fluidin purkautuminen

Seuraavassa on tarkasteltu laitteen osia ja tai käyttäytymistä jotka voivat aiheuttaa edellä mainitun tyyppisiä riskejä.

2.1.1 Automaattiset liikkeet

Pesukone toimii käynnistyksen jälkeen automaattisesti joten sen liikkeet voivat olla ennalta arvaamattomia ja aiheuttaa fyysisiä vammoja. Tällaisia liikkeitä ovat seuraavat:

- indeksointitapin liike

- paletin lukitusliike sekä auki että kiinni
- kippausliike sekä alas että ylös
- nosto-oven avautumis- ja sulkeutumisliike
- kappaleen pyöritysliike
- lastunkuljettimen toiminta

2.1.2 Manuaaliajon liikkeet

Konetta ajettaessa käsin (manuaaliajo) kaikki kohdassa 2.1.1 mainitut liikkeet voivat aiheuttaa fyysisiä vammoja.

2.1.3 Muut liikkeet

Koneen odottamaton käynnistyminen lastauksen aikana on suurin vaara. Koneen ollessa käyttämättömänä esim. huollon yhteydessä paineilmatoimiset laitteet saattavat liikkua hitaasti itsestään paineen purkautuessa. Näitä ovat:

- indeksointitapin liike
- nosto-oven liike

2.1.4 Korkeapaineiset fluidit ja paineilma

Koneessa käytetään korkeapaineista pesunestettä sekä paineilmaa. Letkujen ja putkien rikkoutuminen tai paineilmaletkujen irtoaminen liitännöistään voi aiheuttaa vaaran.

2.1.5 Koneen rakenteet

Indeksointitapin kiinnityspalkki on sellaisella korkeudella ja paikalla että käyttäjällä on vaara kolhaista itseään siihen.

2.2 Kemialliset vaarat

2.2.1 Käyttäjälle

Koneessa käytetään alkalipohjaista syövyttävää pesuainetta joka voi aiheuttaa vammoja jos sitä joutuu iholle tai silmiin. Pesunesteen höyry on hengitettynä haitallista terveydelle sen mukana poistuvan pesuaineen takia.

2.2.2 Ympäristölle

Pesunesteen höyry on haitallista ympäristölle sen mukana poistuvan pesuaineen takia.

2.3 Lämpötilan aiheuttamat vaarat

Pesuneste on korkealämpötilaista ja voi olla vaarallista käyttäjälle jos sitä pääsee roiskumaan käyttäjän päälle.

3 RISKIT

Riski tarkoittaa haitallisen tapahtuman todennäköisyyttä ja vakavuutta. Molemmat arvioidaan kolmiportaisella asteikolla oheisen taulukon mukaan.

Esiintyminen	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	Merkityksetön riski	Vähäinen riski	Kohtalainen riski
Mahdollinen	Vähäinen riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
Todennäköinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski

Taulukko 1: Riskien luokittelumalli

3.1 Mekaanisten osien aiheuttamat riskit

3.1.1 Automaattisten liikkeiden aiheuttamat riskit

Kohdassa 2.1.1 mainittujen automaattisten liikkeiden aiheuttamat seuraukset ovat haitallisia. Niiden esiintyminen on epätodennäköistä. Kyseessä on siis vähäinen riski.

Riskinhallinta vaatii seurantaa.

3.1.2 Manuaaliajon liikkeiden riskit

Kohdassa 2.1.1 mainittujen liikkeiden manuaaliajolla aiheuttamat seuraukset ovat haitallisia. Niiden esiintyminen on epätodennäköistä. Kyseessä on siis vähäinen riski.

Riskinhallinta vaatii seurantaa ja manuaaliajtoa käytettäessä tarkkaavaisuutta. Hoitotavalla liikkuminen manuaaliajon aikana kielletään.

3.1.3 Muut liikkeet

Koneen odottamattoman käynnistymisen aiheuttamat seuraukset ovat haitallisia. Niiden esiintyminen on epätodennäköistä. Kyseessä on siis vähäinen riski. Jos tällaista tapahtuu, on koneen käyttö kiellettävä, kunnes tapahtumaan johtanut vika on korjattu. Paineilman purkautumisesta seuraavien liikkeiden aiheuttamat haitat ovat vähäiset, jopa olemattomat, tapahtuman todennäköisyys on mahdollinen. Kyseessä on vähäinen tai jopa merkityksetön riski.

3.1.4 Korkeapaineiset fluidit ja paineilma

Kohdassa 2.1.3 mainittujen korkeapaineisten fluidien aiheuttamat seuraukset ovat haitallisia. Niiden esiintyminen, mikä voisi käytännössä johtua vain putkien rikkoutumisesta, on epätodennäköistä. Kyseessä on siis vähäinen riski. Paineilmaletkujen kiinnitykset kannattaisi kuitenkin tehdä jokaisen huollot yhteydessä.

3.1.5 Koneen rakenteet

Indeksointitapin tukipalkkiin osumisen seuraukset ovat vähäiset. Koneetta käyttävien henkilöidenkin ollessa kyseessä on esiintyminen mahdollinen. Kyseessä on vähäinen riski. Riski on vaikeasti vältettävä, sillä ergonomian takia hoitotasoa ei voi sijoittaa kauemmas koneesta. Harkittava huomioteippauksia.

3.2 Kemiallisten olosuhteiden aiheuttamat riskit

3.2.1 Riskit käyttäjälle

Kemiallisten varojen aiheuttamat seuraukset ovat haitallisia. Niiden esiintyminen on epätodennäköistä. Kyseessä on siis vähäinen riski. Käytettävä tarvittavaa suojavaarustusta.

3.2.2 Riskit ympäristölle

Kemiallisten varojen aiheuttamat seuraukset ympäristölle ovat haitallisia. Niiden esiintyminen on epätodennäköistä. Kyseessä on siis vähäinen riski. Riskinhallinta vaatii seurantaa.

3.3. Lämpötilan aiheuttamat riskit

Lämpötilasta aiheutuvan vaara seuraukset ovat vähäiset ja todennäköisyys mahdollinen jos esimerkiksi nestepinnan korkeutta käydään arvioimassa silmämääräisesti. Kyseessä on siis vähäinen riski. Harkittava varoitustarran kiinnittämistä säiliön kansiin.

4 RISKIEN KOKEMINEN

Tällä koneella riskit eivät käyttöohjeen mukaan konetta käytettäessä ole vapaaehtoisia. Riskeille altistumalla ei saavuteta etuja työn sujuvuuden kannalta. Riskien vaikutukset ovat välittömiä ja oletettavasti osin palautumattomia. Riskien ottaminen ei siis ole perusteltavaa. Uuden koneen ollessa kyseessä, riskit lienevät osin tuntemattomia ja vaikeasti ennustettavia. Häiriöistä onkin syytä raportoida.