

LAVAAJAJÄRJESTELMÄN AUTOMAATIOSUUNNITTELU JA TOTEUTUS

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Simo Nurminen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

NURMINEN, SIMO:

Lavaajajärjestelmän
automaatiosuunnittelu ja toteutus

Mekatroniikan opinnäytetyö, 38 sivua, 23 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee toimeksiantajan eli Fiskarsin Helsingin keramiikkatehtaalle kesällä 2014 toteutettua lavaajajärjestelmän automaatiosuunnittelua, toteutusta sekä käyttöönottoa. Tavoitteena oli toteuttaa lavaajajärjestelmän ohjaus, joka tehostaa raakalautasten varastointiprosessia ja vähentää käyttöhenkilökunnan kuormitusta.

Työssä esitellään projektin automaatiosuunnittelun prosessi, käytettyjä automaatiojärjestelmän laitteita, ohjauksen rakennetta, käyttöliittymää, käyttöönottoa sekä käyttäjien koulutusta.

Lavausjärjestelmä otettiin käyttöön Fiskarsin lautastuotannossa elosyyskuun vaihteessa 2014, ja se on käsitelty maaliskuuhun 2015 mennessä noin 250 tuhatta lautasta. Järjestelmä on osoittanut luotettavaksi osaksi tuotantoa ja on vähentänyt käyttäjien kuormitusta ja tehostanut varastointiprosessia.

Asiasanat: automaatio, suunnittelu, portaalirobotti, käyttöliittymä, käyttöönotto

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

NURMINEN, SIMO: Automation design and
implementation of an automatic
palletizing system

Bachelor's Thesis in Mechatronics 38 pages, 23 pages of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with automation design, implementation and start-up of an automatic palletizing system, commissioned by the Fiskars houseware ceramic factory in Helsinki, Finland in summer 2014. The objective was to implement a controlling system for the palletizing system which intensifies the storage process of raw ceramic products, and decreases the workload of the operating staff.

In this thesis the process of automation design, the used components in the project, the structure of the control, the user interface, the start-up and the training of the personnel are introduced.

The palletizing system was taken into the plate manufacturing process in autumn 2014, and has since processed about 250 000 raw plates. The system has proved to be a reliable part of the manufacturing, and has decreased the workload of the operating staff and intensified the storage process.

Key words: automation, design, gantry robot, user interface, start-up

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YRITYSESITELYT	2
3	ESISUUNNITTELU	3
4	KOMPONENTIT	5
4.1	Ohjelmoitava logiikka	5
4.2	Käyttöpaneeli	6
4.3	Taajuusmuuttajat	7
4.4	Manipulaattorin liikkeenohjaus ja I/O-hajautus	8
4.5	Siemens TIA Portal	10
5	OHJAUKSEN SUUNNITTELU	11
5.1	Suunnitteluprosessi	11
5.2	Väyläkonfiguraatio	12
5.3	Vanhojen projektien hyödyntäminen	14
5.4	Toimilaitteet ja anturit	15
5.5	Sekvenssiohjatut laitteet	17
5.6	Lavaajan ohjaus	20
5.7	Reseptiikka	25
5.8	Käyttöliittymä	27
5.9	Kommunikointi puristimen kanssa	30
5.10	Suojaus	31
6	KÄYTTÖÖNOTTO	33
6.1	Esitestaus	33
6.2	Käyttöönoton eteneminen	34
6.3	Käyttöönotto ja testaus	35
6.4	Käyttäjien koulutus ja opastaminen	36
7	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	41

1 JOHDANTO

Tein kesällä 2014 hollolalaisen Esys Oy:n alaisuudessa projektiluontoisesti automaattisen lavaajajärjestelmän automaattiosuunnittelun ja toteutuksen Fiskarsin Helsingin keramiikkatehtaalle. Kokonaisuuteen sisältyi kahdeksan kuljettimen, yhden portaalirobotin, apulaitteiden ja käyttöliittymän ohjauksen toteutus. Tämän lisäksi suoritin laitteen käyttöönoton, testauksen sekä käyttäjien koulutuksen asiakkaan tiloissa Helsingissä. Työhön käytin noin 600 tuntia työaika, josta noin neljänneksen käyttöönotossa tehtaalla.

Opinnäytetyössä esitellään tämän projektin suunnitteluprosessia, siinä käytettyjä komponentteja, ohjauksen ja käyttöliittymän rakennetta sekä laitteen käyttöönottoa.

Opinnäytetyön kirjallinen osuus on lohkottu kolmeen pääkohtaan. Ensimmäisenä eli neljännessä luvussa esitellään tärkeimpiä projektissa käytettyjä laitteita. Suunnitteluprosessia sekä itse ohjelmointityötä käydään läpi viidennessä luvussa. Käyttöönotosta, testauksesta ja käyttäjien koulutuksesta kerrotaan kuudennessa luvussa.

2 YRITYSESITTELYT

Projektin toteuttaja oli hollolalainen Esys Oy, joka on vuonna 2003 perustettu sähkö- ja automaatioalan palveluyritys. Yritys työllistää noin 30 henkeä, joista 20 on sähkö- ja automaatio suunnittelijoita. Suunnittelun lisäksi Esys Oy valmistaa sähkö- ja moottorihjouskeskuksia. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2013 noin yhdeksän miljoonaa euroa.

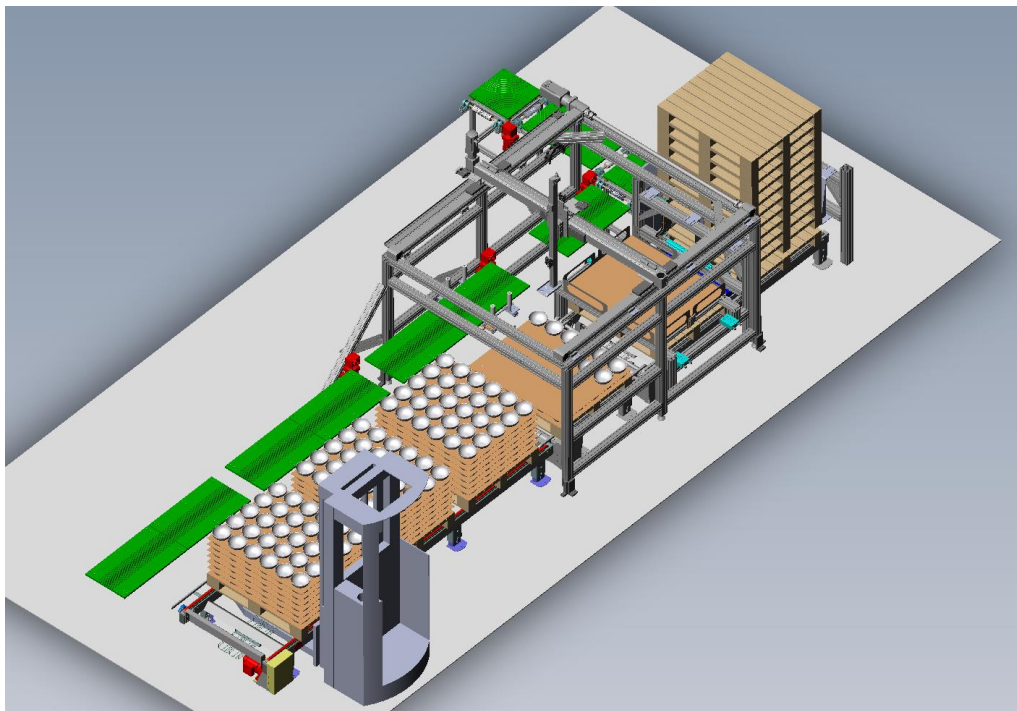
Projektin toimeksiantaja oli suomalainen Fiskars-konserni, tarkemmin Fiskarsin Helsingin keramiikkatehdas. Fiskars-konserni on kuluttajatuotteiden valmistaja, jolla on tuotantoa Suomessa, Euroopassa, Yhdysvalloissa sekä Aasiassa. Fiskars-konserni omistaa 17 tuotemerkkiä, joista Suomessa tunnetuimpia ovat Fiskars, Arabia ja Iittala. Konsernin liikevaihto vuonna 2013 oli 798,6 miljoonaa euroa, josta liikevoittoa 73,8 miljoonaa euroa. (Fiskars 2014)

3 OHJAUKSEN ESISUUNNITTELU

Fiskars-konsernin Helsingin tehtaalle uusittiin lautasten puristuslinjasto, joten oli ajankohtaista uudelleensuunnitella puristimen yhteyteen tuleva lautasten lavausjärjestelmä. Puristettuja lautasia ei voi suoraan ajaa seuraavaan työvaiheeseen, vaan ne on varastoitava sekä prosessiteknisistä syistä että puristuksessa syntyvän ja lasitusprosessia haittaavan kosteuden haihduttamiseksi. Tämän vuoksi Fiskars suunnitteli puristimen yhteyteen järjestelmän, joka lavaa lautasia kuormalavoille.

Asiakas oli itse toteuttanut mekaniikka- ja sähkösuunnittelun sekä niiden toteutuksen, jolloin vastuulleni jäi automaatio suunnittelu, käyttöliittymän suunnittelu sekä käyttöönotto.

Kuvassa 1 on esitetty 3D-mallina laitteen layout. Keskellä on kolmiakselinen portaalirobotti, vihreät osat ovat lautasten siirtoon puristimelta tarkoitettuja hihnakuljettimia. Yläreunassa oikealla on varasto tyhjille lavoille ja alhaalla vasemmalla valmisvarasto. Portaalirobotin alla sijaitsee lavan täyttöasema sekä pahvivarasto.



KUVA 1: Havainnekuva mekaniikasta (Hartikainen 2014)

Projektiin liittyen pidettiin aloituspalaveri, jossa käytiin läpi järjestelmän rakenne, käytettävät komponentit ja projektin työnjako käyttäen apuna asiakkaan toteuttamaa 3D-esitystä laitteesta. Aloituspalaverin tietojen ja oman laitteesta jääneen käsityksen pohjalta laadin laitteesta alustavan toimintakuvausten sekä listauksen käytettävistä toimilaitteista ja antureista, jotka lähetettiin asiakkaalle hyväksyttäväksi. Täten varmistettiin, että molempien osapuolten näkemykset laitteesta olivat yhteneviä, ja pääsin nopeasti alkuun ohjelmoinnissa. Toimintakuvaus löytyy liitteestä 1.

Myöhemmin pidettiin toinen palaveri, jossa käytiin tarkemmin läpi järjestelmäkuvaus, asiakkaan vaatimukset laitteen toiminnalle ja käyttöliittymälle.

Lautasten lavauslaite voidaan jakaa kolmeen osaan: lautaskuljettimiin, lavaajaan sekä lavojen kuljetinjärjestelmään. Lavojen kuljetinjärjestelmään kuuluvasta lavavarastosta puretaan lavoja yksi kerrallaan kuljettimelle, jolla ne siirryessään lautasten lavauspaikalle, kohdistetaan paineilmakäyttöisillä sylintereillä. Ennen lavauksen aloittamista lavaaja noutaa imukuppityökalulla uuden pahvin lavauspaikan viereisestä pahvivarastosta.

Lautaspuristimelta syötetään puolivalmiita keraamivalmisteita, yleensä lautasen mallisia, kuljettimia pitkin. Ennen saapumista lavauspaikalle lautanen kulkee mekaanisen, käsin säädettävän keskittäjän läpi. Lavauspaikalla lautanen pysäytetään ja keskitetään paineilmakäyttöisellä keskityslaitteella, minkä jälkeen lavaaja laskeutuu ja tarttuu imukuppityökalulla lautaseen ja nostaa sen lavalle. Täysi lava ajetaan lavauspaikalta eteenpäin valmisvarastoon, josta käyttäjä noutaa lavan ja vie sen varastoon.

4 KOMPONENTIT

4.1 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka (PLC, logiikka) on teollisuusautomaation sovelluksissa käytettävä reaaliaikainen prosessiohjainkokonaisuus. Se käsittelee kentältä tulevat signaaliviestit ja tilatiedot ja niiden sekä logiikalle kirjoitetun ohjelman perusteella ohjaa kentälle lähteviä ohjaus- ja säätöviestejä.

PLC käyttää mikroprosessoritekniikkaa ja on joissain tapauksissa teknisesti hyvin lähellä normaalia PC:tä. Logiikka on korvannut perinteisesti teollisuudessa käytetyt tuotantolinjojen ja prosessien releohjaukset helpon uudelleen ohjelmoitavuuden ja käytettävyyden takia. PLC koostuu yleensä keskusyksiköstä (CPU), johon on integroitu tai moduuleittain lisätty prosessin ohjaukseen ja valvontaan vaaditut tulo- ja lähtökortit. Tässä projektissa käytettiin Siemensin CPU 1511 PN - logiikkaa.

S7-1500 on Siemensin vuonna 2013 markkinoille tuoma modulaaristen teollisuuslogiikoiden sarja. S7-1500 sijoittuu Siemensin teollisuuslogiikoiden malliston yläpäähän ja soveltuu korkean ja keskitason suorituskykyä vaativiin kohteisiin (Berger 2014, 23). Kaikissa 1500-sarjan logiikoissa on LCD-väri näyttö ja käyttöliittymä, jolla säädetään laitteen asetuksia ja voidaan diagnosoida vikatilanteita.

CPU 1511 PN on oman sarjansa kevyin malli. Se sisältää sisäänrakennetun tuen PROFINET-väylätekniikalle, 1,15 MB työmuistia ja maksimissaan 96 väyläyhteyttä ulkoisiin laitteisiin, joista 10 on varattu käyttöliittymille, ohjelmointilaitteille ja web-palvelimille. Bittikäskyä prosessori selviytyy 60 nanosekunnissa ja liukulukulaskutoimituksesta 384 nanosekunnissa. (Siemens 2014)

Saman sarjan tehokkaammat CPU:t sisältävät portaittain enemmän työmuistia, hieman nopeammat käskyjen suoritusajat, tuen suuremmalle väyläverkolle ja enemmän liityntämahdollisuuksia.

Mahdollisuutena olisi ollut toteuttaa projekti 1500-sarjaa kevyemmällä vaihtoehdolla, S7-1200-sarjan logiikalla. 1200 on 1500-sarjan tavoin modulaarinen logiikka, mutta keskusyksiköt sisältävät valmiiksi tulo- ja lähtöliityntöjä ja käyttöliittymä värinäyttöineen puuttuu. Näin ollen S7-1200-keskusyksiköt muistuttavat olemukseltaan paljolti vanhaa S7-200-sarjaa.

1200-sarjan paras logiikka, CPU 1217C häviää ”paperilla” suorituskyvyssä hieman 1500-sarjan huonoimpaan verrattuna. Työmuistia on 125 kB (vrt. 1,15 MB) ja mahdollisia yhteyksiä muihin laitteisiin 16 (vrt. 96).

Bittioperaatiosta CPU 1217C selviää 85 mikrosekunnissa (vrt. 60 ns) ja liukulukulaskutoimituksesta 2500 nanosekunnissa (vrt. 384). (Siemens 2014)

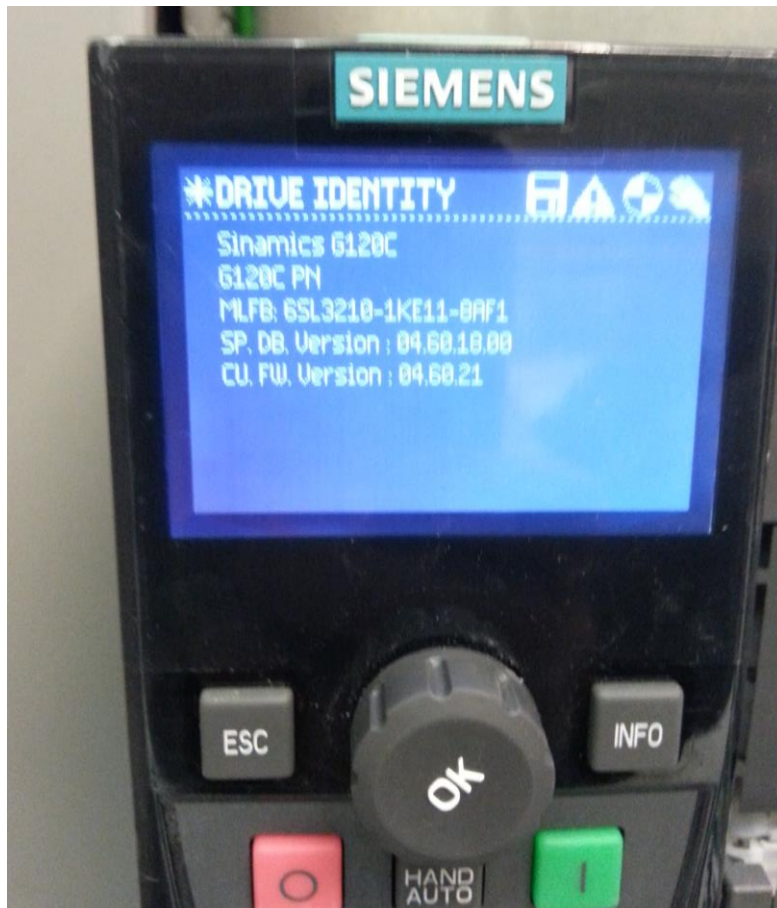
4.2 Käyttöpaneeli

Projektin käyttöliittymä toteutettiin lähes kokonaan ohjelmoitavalla kosketusnäytöllisellä Siemens TP1200 Comfort -värinäyttöpaneelilla. TFT-paneelin poikkihalkaisija on 12”, värien toistokyky 16 miljoonaa väriä ja resoluutio 1280 x 800. Tilaa ohjelmalle on 12 MB ja taustakäyttöjärjestelmänä on Windows CE 6.0. Liityntöinä paneelissa on yhdistetty RS 422/485 -portti, kaksi A-tyypin USB 2.0 -porttia, Audio Out ja In (3,5 mm) sekä kaksi teollisuus-Ethernet-porttia. Toisesta Ethernet-portista voidaan kytkeä paneeli PROFINET-verkkoon ja toista voidaan käyttää samalla esimerkiksi ohjelmointilaitteen verkon kytkeytymispisteenä. (Siemens 2012)

Paneeliin voidaan liittää myös tulostin tai USB-massamuisti. Paneeli tukee PROFINET-, PROFINET IO-, PROFIBUS-, MPI- ja MODBUS-protokollia sekä normaaleja Ethernet-protokollia. Paneelin ohjelmointiin tarvitaan Siemens WinCC Comfort V11 tai uudempi. (Siemens 2012)

4.3 Taajuusmuuttajat

Projektissa kuljetinmoottorien ohjaukseen käytettiin lähinnä Siemensin Sinamics G120C-sarjan taajuusmuuttajia. Mallistosta on valittavissa kolme eri runkokokoa joiden nimellinen antoteho voidaan valita 0,55 kW ja 18,5 kW väliltä. Taajuusmuuttajat valitaan kytkettävän moottorin nimellistehon ja käytettävän väyläohjaustekniikan mukaan.



KUVA 2: IOP-ohjelmointipaneeli kytketty G120C-taajuusmuuttajaan

Taajuusmuuttajaa voidaan ohjata joko väylän (PROFINET, PROFIBUS, CAN tai USS/ Modbus RTU) kautta tai suoraan taajuusmuuttajan ohjaustuloilla. Käyttöönotto, konfigurointi ja parametrisointi tapahtuu ohjelmointipaneelien BOP-2 ja IOP (kuva 2) kautta tai USB-kaapelin ja kannettavan tietokoneen kanssa.

4.4 Manipulaattorin liikkeenohjaus ja I/O-hajautus

Lautasten pinoaminen lavalle tapahtui Feston portaalirobotilla, eli kolmesta toisiinsa kohtisuorasti asennetusta lineaariakselista. Näitä akseleita ohjasi kolme kappaletta Feston servo-ohjaimia, joita taas ohjasi Feston CPX-alustaan kytketty CMXX-liikkeenohjausmoduuli.

CPX on Feston "automaatio-alusta", jolla voidaan modulaarisesti kytkeä yhteen ja integroida sähköisiä ja pneumaattisia ohjauksia. CPX kytketään kenttäväylillä automaatioverkkoon, jossa se voi toimia esimerkiksi ohjelmoitavan logiikan ohjauksen alaisena laitteena. (Festo 2013). CPX näkyy siihen kytkettyine laitteineen PLC:n verkkokonfiguraatiossa, ja sille varataan sen tarvitsema I/O-osoitealue.

Projektissa hyödynnettiin kahta Feston CPX-alustaa. Toinen oli tarkoitettu manipulaattorin liikkeenohjaukselle, ja siihen oli kytketty vain CMXX-moduuli, joka ohjasi kolmea lineaariakseleita ohjaavaa servo-ohjainta CANopen-väylän yli. CMXX-moduulilla on mahdollista ohjata joko kahta kolmen akselin robottia yhtäaikaa tai kahdeksan akselin robottia.

Ohjaukseen käytettiin Feston I/O-pohjaista FHPP-MAX-tiedonsiirtoprotokollaa (Festo Handling and Positioning Profile for Multi-Axis Movements).

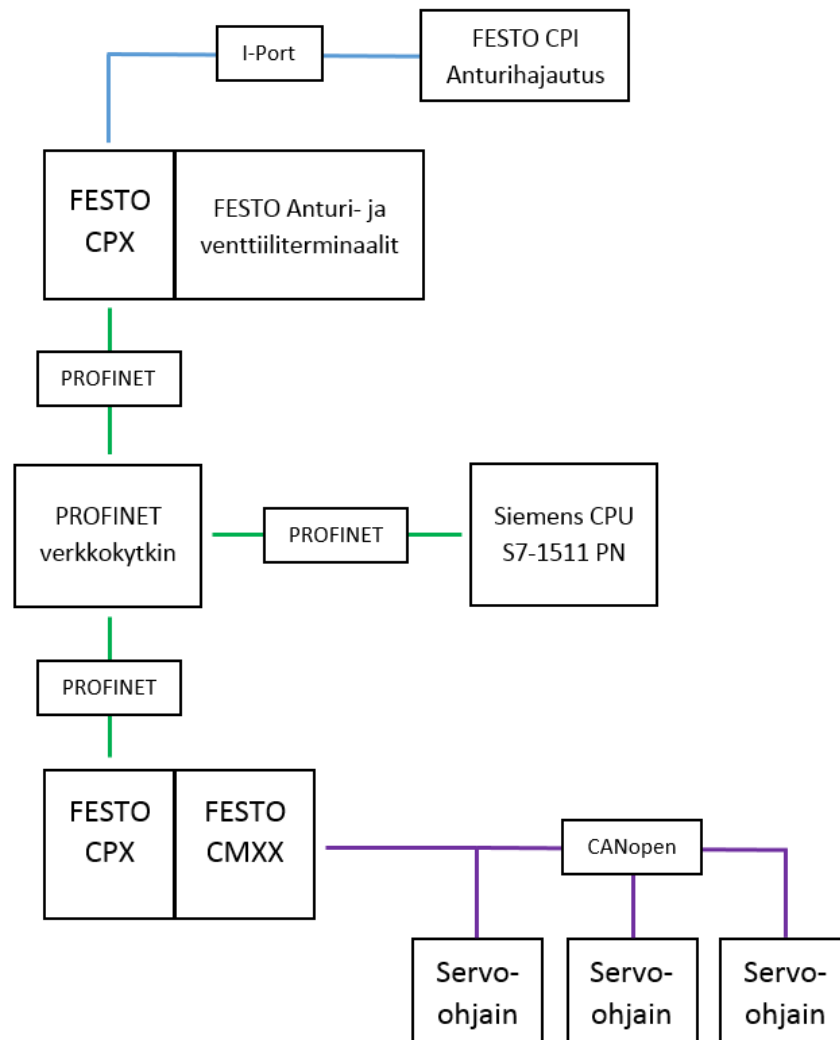
Manipulaattoria ohjattiin käytännössä tallentamalla ennen sekvenssikierrosta vaadittavien pisteiden parametrit (koordinaatit, nopeudet ja kiihtyvyydet) ja sen jälkeen komentamalla manipulaattori ajamaan vuoron perään haluttuihin pisteisiin.

Toinen CPX-alusta taas toimi I/O-hajautuksena ja paineilmaterminaalina. Alustaan on saatavilla monenlaisia erilaisia moduuleita erilaisiin käyttötarkoituksiin. Tässä projektissa käytettiin M8-anturiliitännällä olevia digitaalisia tulomoduuleita sekä paineilmaventtiilimoduuleita. Moduulien vaatimat käyttöjännitteet ja paineilmalinjat kulkevat moduulien alla olevissa niin sanotuissa pohjakappaleissa. Moduulien vaihtaminen huoltotilanteissa käy suhteellisen helposti ilman erikoisia työkaluja tai kytKentöjä.

Lisäksi CPX:ään oli kytketty I-Port-liitännällä yksi anturitietoa kentältä keräävä Feston CPI-anturihajautus.

Molemmat CPX-alustat oli kytketty ja konfiguroitu PROFINET-väyläverkkoon. Väyläkonfiguraatiota varten tarvittiin Feston internet-sivuilta löytyvä GSD-tiedosto, jolla asennettiin Feston CPX-tuotteen tuotteet TIA-Portalin tuotehakemistoon.

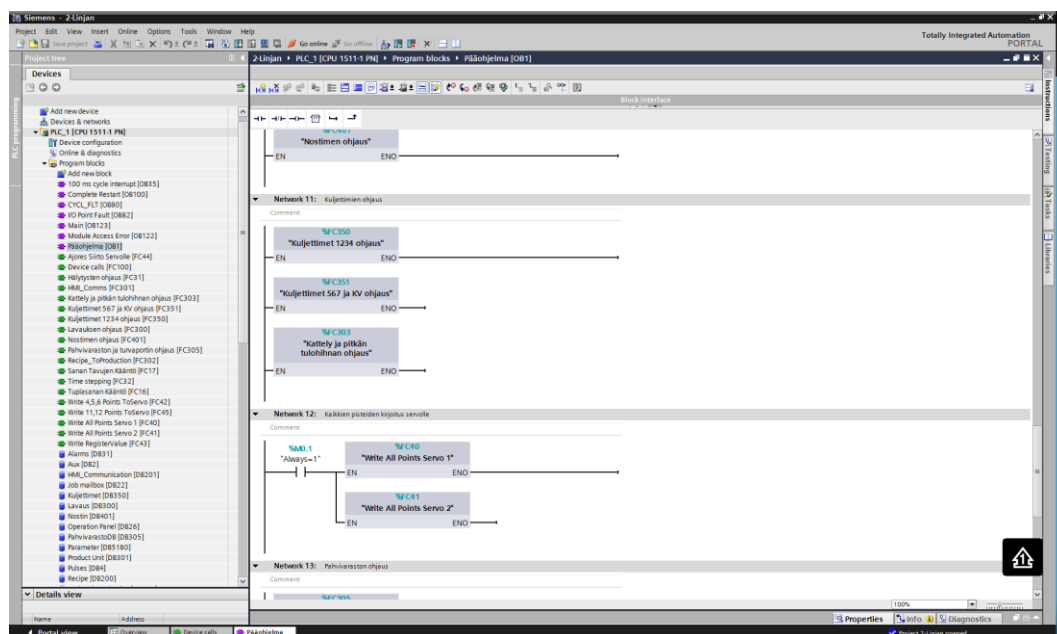
Laitteiden kytkentää ja kaapelointia on esitetty kuvassa 3.



KUVA 3: Feston järjestelmien väyläkaavio

4.5 Siemens TIA Portal

Projektin ohjelmointi ja käyttöliittymän toteutus tapahtui täysin Siemens TIA Portal -ohjelmistolla. TIA (Totally Integrated Automation) Portal yhdistää ennen erillisinä ohjelmistoina käytetyt Step 7 -logiikkaohjelmointieditorin, WinCC-käyttöliittymäeditorin sekä joukon muita Siemensin teollisuusautomaatiolaitteiden konfigurointiin tarkoitettuja ohjelmistoja.



KUVA 4: TIA Portalin projektinäkömä

Tarkoituksena on ollut, että käyttöliittymä on selkeämpi, ohjelmointityö ja kokonaisuuksien hallitseminen helpompaa sekä itse ohjelmiston käytön oppimiseen ei kulu turhaa aikaa. TIA Portalia voi käyttää kahdella tapaa: uudella portaali-näkymällä, jossa ohjelmointityö on järjestetty vaiheisiin, jotka käyttäjä käy läpi kohta kerrallaan, tai projektinäkömässä (kuva 4), joka vastaa enemmän perinteistä, aikaisemmista versioista tuttua näkömää. Ohjelmistoversioina oli uusimmat Step 7 Professional V13, WinCC Advanced V13 sekä S7-PLCSIM V13.

5 OHJAUKSEN SUUNNITTELU

5.1 Suunnitteluprosessi

Aloituspalaverin ja tarvittavien dokumenttien (I/O-lista ja toimintakuvaus) teon jälkeen aloitin ohjelmoinnin tekemällä verkkokonfiguraation ja tuomalla kaikki käytettävät toimilaitteet ja anturit logiikkaohjelmaan käyttäen standardiblokkeja. Ohjelmointityön selkeyttämiseksi jaoin järjestelmän loogisiin alakokonaisuuksiin ja järjestelin alakokonaisuuteen suoraan liittyvät toimilaitteet ja anturit niiden alle.

Järjestelmä jaettiin seuraavasti alakokonaisuuksiin:

- lavaaja-manipulaattori
- lautaskuljettimet K0-K4
- lavakuljettimet K5-K7
- lavavarasto
- pahvivarasto.

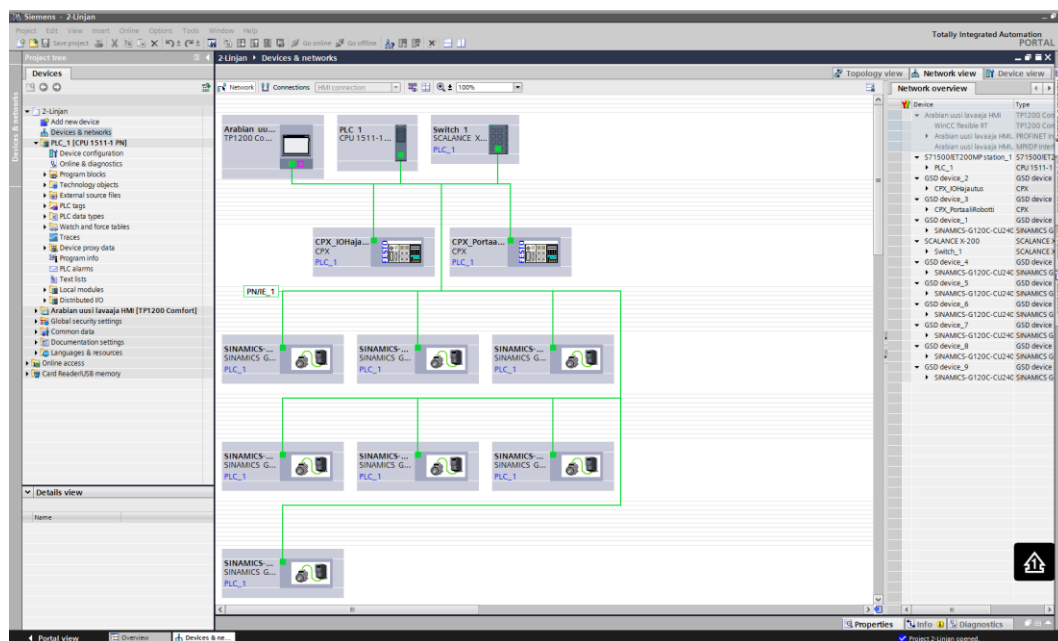
Tämän jälkeen tein ohjauksen, hälytykset sekä parametroidin kuljettimille ja apulaitteille, kuten pahvivarastolle ja lavavarastolle. Viimeisenä tein ohjauksen manipulaattorille, reseptiikan ohjauksen sekä käyttöliittymän.

Elokuun alkupuolella aloitin Fiskarsin Helsingin tehtaalla käyttöönototyöt, jotka kestivät yhtäjaksoisesti miltei elokuun loppuun saakka.

Käyttöönotossa kaksi ensimmäistä viikkoa oli tarkoitettu pelkästään järjestelmän sähköiseen, mekaaniseen ja ohjelmalliseen ylösajoon, jonka aikana laitteet sähköistettiin, testattiin ja koeajettiin. Kolmas viikko järjestelmää testattiin ajamalla käsin lautasia ja paranneltiin ohjelmaa. Viimeisellä viikolla ajettiin tuotannollista testiajtoa sekä koulutettiin ja opastettiin käyttäjät. Syyskuun alussa 2014 järjestelmä otettiin osaksi Fiskarsin lautastuotantoa.

5.2 Väyläkonfiguraatio

Jotta projektissa käytettävät verkon aktiivilaitteet (PLC, HMI-paneeli, taajuusmuuttajat) saadaan kommunikoimaan keskenään, täytyy luoda väyläkonfiguraatio. Konfiguraatiossa esitetään väylän isäntälaitteelle (tavallisesti PLC) kaikki väylässä olevat laitteet, niiden osoitetiedot ja parametrit. Konfiguraatio otetaan käyttöön lataamalla se isäntälaitteelle.



KUVA 5: Laitteet konfiguroituna

Konfiguraatio luodaan TIA-Portaliin integroidulla työkalulla, johon tuodaan väylän laitteet graafisina kuvakkeina (kuva 5). Tavallisimmat Siemensin valmistamat verkkoon kytkettävät laitteet löytyvät työkalun katalogista. Katalogista puuttuvia verkkolaitteita varten on työkalussa ominaisuus, jolla voidaan tuoda valmistajan laitteelle tekemä ”asetustiedosto” eli GSD-tiedosto. Tiedosto sisältää laitteen ominaisuudet, jonka avulla laitteen ominaisuudet esitellään konfiguraatiotyökalulle. (PI 2014a)

Konfiguraattoriin ”raahatut” laitteiden kuvakkeet yhdistetään viivoilla, jotka kuvaavat väyläverkon todellisia johdotuksia.

Tässä projektissa laitteissa käytettiin väyläarkkitehtuurina PROFINET-standardia, Ethernet-pohjaista teollisuusväylää.



KUVA 6: Paneelin ja PLC:n välinen yhteys testauksessa

PROFINET on tällä hetkellä yleisin teollisuudessa käytetyistä Ethernet-pohjaisista väylistä, asennettujen laitteiden kokonaismäärän ollessa noin 7,6 miljoonaa laitetta vuonna 2013. (PI 2014b). Väylä on käytännössä teollisuuden vaatimuksiin muokattu Ethernet-standardi, käyttäen paremmin häiriösuojattuja ja mekaanisesti kestävämpiä kaapeleita ja liittimiä. Täten väylä on yhteensopiva tavallisen toimistoissa ja kotitalouksissa käytetyn Ethernet-lähiverkon kanssa, jolloin väylään pääsee käsiksi normaalilla lähiverkkoliitännällä varustetulla tietokoneella ja Ethernet-kaapelilla. Ethernet-pohjaisuuden vuoksi myös väylätopologia on varsin vapaa. Väyläverkon arkkitehtuuriin voidaan sekoittaa tähti-, sarja- ja rengastopologiaa lähes mielin määrin.

Tässä projektissa loogisinta oli käyttää pääasiassa tähtitopologiaa. Laitteet, kuten PLC, käyttöliittymä, servo-ohjain ja I/O-hajautus, kytkettiin verkkokytkimeen, jolloin muodostui tähtitopologia. Taajuusmuuttajat suuren lukumääränsä takia kytkettiin sarjaan verkkokytkimeen. Lisäksi verkkoon asennettiin Siemensin PROFINET-yhteensopiva palomuurin mahdollista kytkentää tehtaan lähiverkkoon varten.

Tehtaalla tapahtuvan käyttöönoton helpottamiseksi testasin laitteita ja väyläkonfigurointia toimisto-olosuhteissa (kuva 6).

5.3 Vanhojen projektien hyödyntäminen

Yritysmailmassa, jos vain on mahdollista, käytetään yrityksen valmiina olevia vanhoja projekteja pohjana uudelle projektille. Tämä kyseinen projekti oli Esyksen ensimmäinen kokonaan TIA Portalilla 1500-sarjan logiikalle toteutettu projekti, joten täysin suoraan yhteensopivia projekteja ei ollut saatavilla.

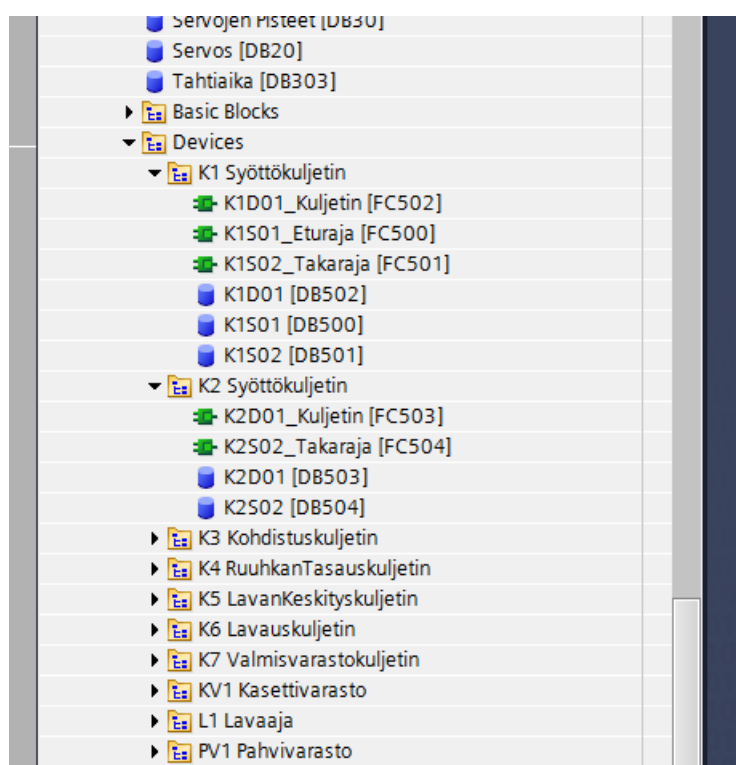
Vanhemmalla ohjelmointiympäristöllä tehdyt projektit pystyy helposti kääntämään TIA Portalin ”Migrate project” -toiminnolla. Tietokoneella pitää olla kaikki vanhan projektin tekoon käytetyt ohjelmat ja lisäosat asennettuna. Jos siis tuotava projekti on tehty Step 7 V5.5-versiolla, täytyy tietokoneella olla Step 7 V5.5 asennettuna, että ohjelman pystyy tuomaan (engl. ”migrate”) TIA Portalille. Mikäli jokin laitekonfiguraatiossa (HW Config) oleva laite ei ole tuettuna TIA Portalissa, projektin tuonti tapahtuu ilman laitekonfiguraatiota. Luonnollisesti onnistuneen tuonnin takaamiseksi tuotavan projektin täytyy olla yhtenäinen (ns. ehjä) ja sen osat salaamattomia. (Siemens 2014a)

Opinnäytetyön aiheena olevaan projektiin tuotiin pohjaprojekteiksi kaksi vanhempaa Step 7 -projektia. Toisesta projektista saatiin standardiblokit, funktiot ja sekä kosketuspaneelin objekteja. Toisesta pohjaprojektista taas saatiin tarvittavat ohjausfunktiot ja malli Feston manipulaattorin ohjaukseen.

Molemmat pohjaprojektit oli tehty vanhemmille S7-300-sarjan teollisuuslogiikoille ja Step 7 v5.5 -ohjelmointiympäristössä, joten tuonti TIA Portaaliin ja erityisesti S7-1500-logiikalle yhteensopivaksi ei ollut täysin ongelmaton.

5.4 Toimilaitteet ja anturit

Ensimmäisenä varsinaisena ohjelmointityönä suoritin kaikkien kentällä olevien laitteiden tuonnin projektiin. Laitteet jaettiin ryhmiin sen mukaan, mihin järjestelmän alakokonaisuuteen ne kuuluivat. Esimerkiksi kuljettimen K1 alakokonaisuuteen kuuluvia laitteita oli kuljettimen K1 käyttömoottori D01 sekä optiset anturit S01 ja S02. Kuvassa 7 on esitetty projektin hakemistopuu, jossa laitteet on jaettu loogisiin kansioihin.

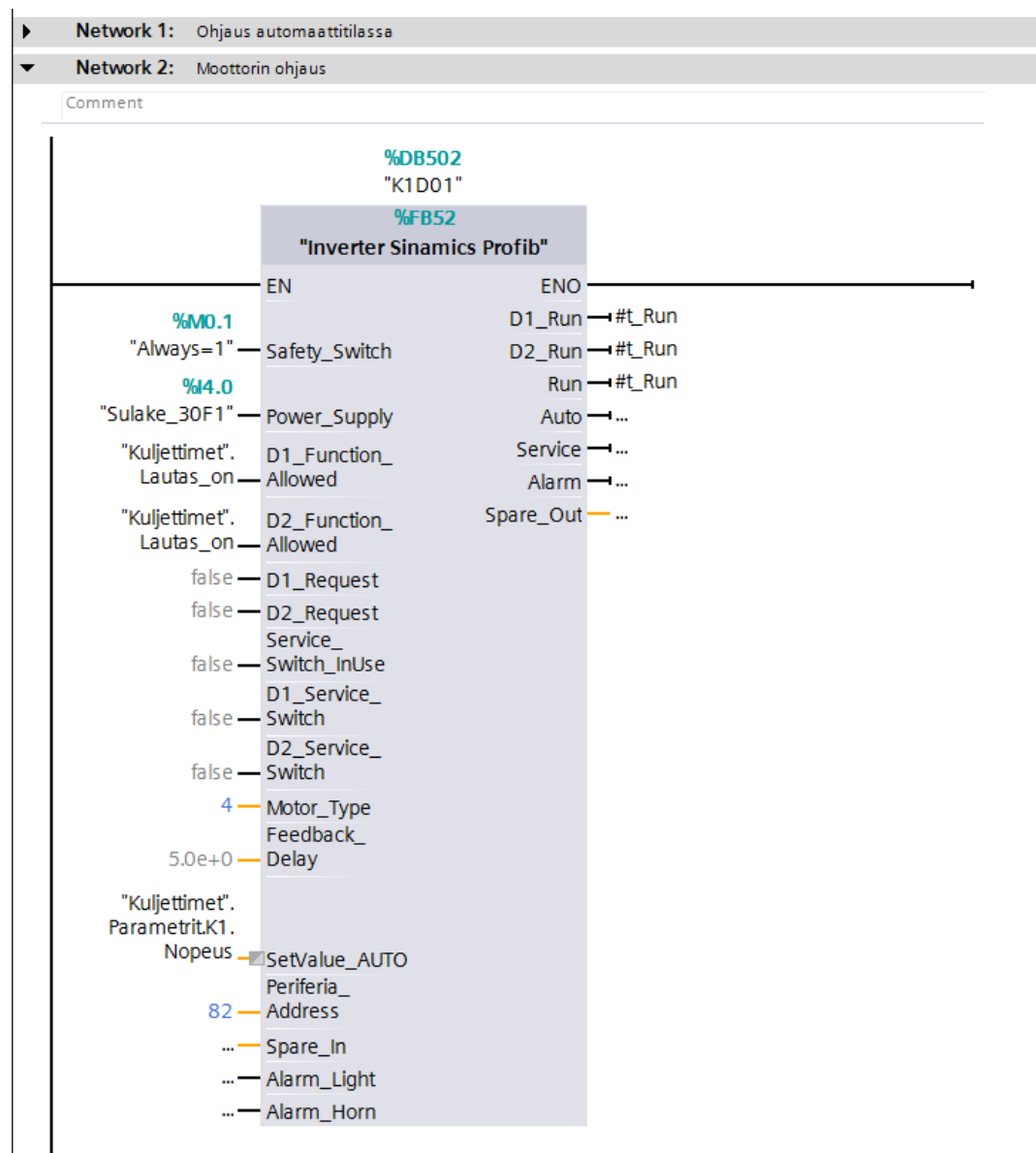


KUVA 7: Laitteiden ohjausfunktiot jaettiin kansioihin, näkymä TIA Portalista

Jokaiselle laitteelle luotiin oma funktio, joka nimettiin laitteen mukaan, esimerkiksi K1D01. Funktioon tuotiin laitteelle sopiva niin sanottu standardi funktioblokki, esimerkiksi anturille anturi-funktioblokki ja Sinamics-taajuusmuuttajalle Sinamics-funktioblokki.

Standardit funktioblokit ovat toimilaitteen lajikohtaisia ohjausblokkeja, jotka toimivat rajapintana logiikkaohjelman, käyttöliittymän ja logiikan IO-rajapinnan välillä. Käytettäessä tällaista ohjelmarakennetta

logiikkaohjelmoijan ei tarvitse ohjelmointia tehdessään tietää mitään varsinaisesta I/O-listauksesta.



KUVA 8: Sinamics-standardiblokki

Lisäksi ohjausblokit sisältävät erinäisen joukon valmiiksi ohjelmoituja ominaisuuksia jotka helpottavat ohjelmointityötä ja säästävät aikaa. Kuvassa 8 on taajuusmuuttajan ohjaukseen tarkoitettu standardiblokki. Blokin vasemmalle puolelle tulevat ohjaukseen tarvittavat muuttujat ja oikealle puolelle ohjatut muuttujat.

5.5 Sekvenssiohjatut laitteet

Lautaskuljettimet, kuten myös lavaaja, lavavarasto ja lavakuljettimet, on ohjelmoitu sekvenssipohjaisiksi, itsenäisiksi systeemeiksi.

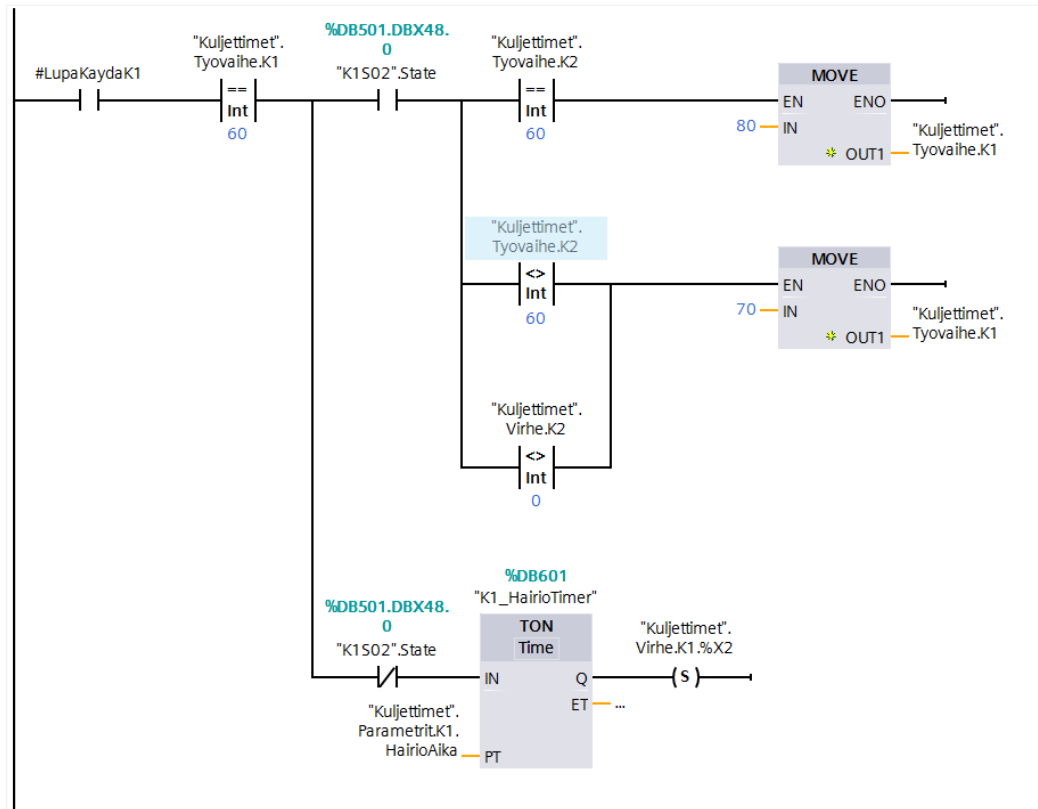
Sekvenssipohjaisuus tarkoittaa ohjelmoinnissa yleisesti ohjelman “portaisuutta”. Jokainen sekvenssin vaihe voidaan nähdä portaana, jolta siirrytään seuraavalle, kun portaaseen ohjelmoidut ehdot täyttyvät. Yksittäinen porras voi sitten ohjata kuljetinta eteenpäin tai odottaa vain tietyn anturin signaalia. Tällöin kappaleautomaatio-ohjelmoinnissa kappalevirran hallinta helpottuu ja ohjelma selkeytyy.



KUVA 9: Ruuhkantasauskuljettimen testausta, kuvattu lautaspuristimen puolelta

Laitteiden itsenäisyys tarkoittaa, että laite säilyy periaatteessa toimintakykyisenä vaikka jokin osa järjestelmästä pysäytetään. Esimerkiksi jos K3 on pysäytettynä, kuljettimet K1 ja K2 toimivat ja tuovat uusia lautasia niin lähelle kuljetinta K3 kuin on mahdollista, käytännössä kuljettimien K2 ja K3 rajalla olevalle anturille.

Lautasten siirto kuljettimien välillä pohjautuu sekvenssiä ohjaavaan työvaihe-muuttajaan. Kuljettimet toimivat nimellisesti itsenäisesti mutta seuraavat jatkuvasti ympäröivien kuljettimien työvaiheita. Jotta kuljetin K1 voi siirtää lautasen kuljettimelle K2, täytyy kuljettimen K2 työvaihe olla sopiva.



KUVA 10: Esimerkki sekvenssin vaiheesta

Kuljettimilla on omat ohjausfunktiot, jotka sisältävät kuljettimen työsekvenssin, aloitussekvenssin ja sekvenssin käynnistykseen sekä lopettamiseen liittyvät virtapiirit (engl. network). Näistä kaikki muut virtapiirit paitsi kuljettimen sammuttamiseen liittyvät virtapiirit ovat ns. sekvenssissä. Jokaiselle virtapiirille on osoitettu työvaihetta kuvaava työvaihe-muuttujan arvo, jolla kyseinen virtapiiri aktivoituu. Kun aktivoituneessa virtapiirissä olevat ehdot täyttyvät, siirretään uusi arvo työvaihe-muuttajaan, jolloin uutta arvoa vastaava toinen virtapiiri aktivoituu ja edellinen deaktivoituu.

Koska työvaihemuuttujia tuli joka kuljettimelle sekä muille sekventiaalisesti ohjattavalle laitteille omansa, kehiteltiin yleisen selkeyden kannalta työvaihe-muuttujalle kevyen standardin, jotta ohjelman seuraaminen ja vianhaku olisivat helpompaa. Muuttujan arvo 0 vastaa seis-tilaa, laite on pysähdyksissä eikä vastaa ohjaavien signaalien muutoksiin. 10 – 49 on tuotantoa edeltävät työvaiheet, niin sanotusti käynnistyssekvenssi jonka aikana tarkistetaan sekvenssiin liittyvät toimilaitteet ja anturit ja esimerkiksi se, onko kuljetin tyhjä edellisen ajon jäljiltä. Työvaihe 50 on odotustila: toimilaitteet ovat pysähdyksissä mutta oikea muutos ohjaavissa signaaleissa käynnistää ne. Työvaiheet 60 – 300 ovat varsinaista työsekvenssiä.



KUVA 11: Laite kuvattuna lavavaraston puolelta

Kuljettimen ohjausfunktio ei suoraan ohjaa toimilaitteita vaan työvaihemuuttujia luetaan toimilaitteen standardiblokissa, jossa toimilaitteen ohjaavia signaaleja ja parametrejä kytetään päälle ja pois vertailemalla työvaihemuuttujan senhetkistä arvoa haluttuun vakioarvoon.

5.6 Lavaajan ohjaus

Lavaaja-manipulaattori, jolla lautaset siirretään kuljettimelta kuormalavalle, on Feston toimittama kolmiakselinen portaalirobotti. Akselit ovat hihnavetoisia, servokäyttöisiä lineaariyksiköitä, jotka on keramiikkapölyn takia ylipaineistettu. Akselien paikkaa luetaan inkrementtiantureilla, ja akselien päätyrajat on toteutettu reed-kytkimillä.



KUVA 12: Lavaus käynnissä, kuvassa myös lautaskeskittäjä

Lavaaja on nostettu noin kahden metrin korkeudelle alumiiniprofiilirungon päälle ja tuettu pulttaamalla runko kiinni lattiaan. Työkaluna on yksi noin 50 mm halkaisijaltaan oleva imukuppi. Imukuppi on kiinni jousikuormitetussa teleskooppivarressa, joka sallii pienet pintaan kiinnipainamiset. Liikevara teleskoopissa on noin 70 mm. Työkalussa on optiset anturit pinnantunnistusta sekä törmäyksen tunnistusta varten.

Imukuppia käytetään alipaine-ejektorilla, jossa on käsin säädettävät painerajat alipaineen tunnistusta varten.

Manipulaattorin ja lavauksen ohjaus oli tämän projektin teknisesti haastavin osakokonaisuus. Festolla ei ollut projektin toteutusaikaan tarjota valmiita, Siemensin 1500-sarjan logiikalle sopivia funktioita CMXX:n ohjaukseen vaan käytettiin vanhemman suunnittelijan aikaisempaan projektiin toteuttamia ohjelmia.

Vanhassa projektissa oli käytetty vastaavaa portaalirobotia samantyyppiseen lavaustyöhön, eroten siten että vanhassa projektissa oli kaksi kuormalavaa, joista kumpaakin täytettiin vuorollaan. Valmis lava jäi odottamaan käyttäjää, joka pumppukärryillä poisti valmiin lavan, siirsi sen varastoon ja syötti uuden lavan aluspahvi käsin lavalle aseteltuna. Automaattisen pahvivaraston puuttuessa tarvittavien ajopisteiden lukumäärä oli hieman pienempi.

Vanha ohjelma koostui muutamasta peruskomponentista: portaalirobotin ohjaukseen ja hallintaan liittyvästä funktiosta FC401, portaalirobotin pistetietoa hallitsevista funktioista FC40, FC41, FC42 ja FC45, datan tallentamiseen servo-ohjaimelle tarkoitettu FC43 sekä lavaussekvenssiä hoitavasta funktiosta FC300.

Näistä säilyi uuteen projektiin lähes alkuperäiskuntoisena vain funktiot FC401 ja FC43.

Funktion FC401 tarkoitus on toimia rajapintana varsinaisen prosessia ohjaavan logiikkaohjelman ja CMXX-servo-ohjaimen välillä. Funktio sisältää tiedonsiirron PLC:n ja servo-ohjaimen välillä, alustuksen ja liikekomentojen sekvenssit sekä pinnantunnistuksen hallinnan. Tähän funktioon en tehnyt mitään suuria muutoksia, lisäsin vain toiminnon, jolla pysäytetään lavaaja kun pinnantunnistusanturi aktivoituu.

Rajapintana funktion ja väylässä olevan servo-ohjaimen välillä toimii Feston kehittämä FHPP-MAX-protokolla. Protokollan datakehys on sekä tulo- että lähtöpuolella kahdeksan tavua pitkä. Datakehysten tavujen

käyttötapa vaihtelee riippuen käytössä olevasta ajomoodista, mutta pääsääntöisesti ensimmäiset kolme on tarkoitettu laitteen ohjaukseen ja tilatiedon tuontiin ja loput viisi joko paikkatietoa tai pisteen parametrien päivittämistä varten.

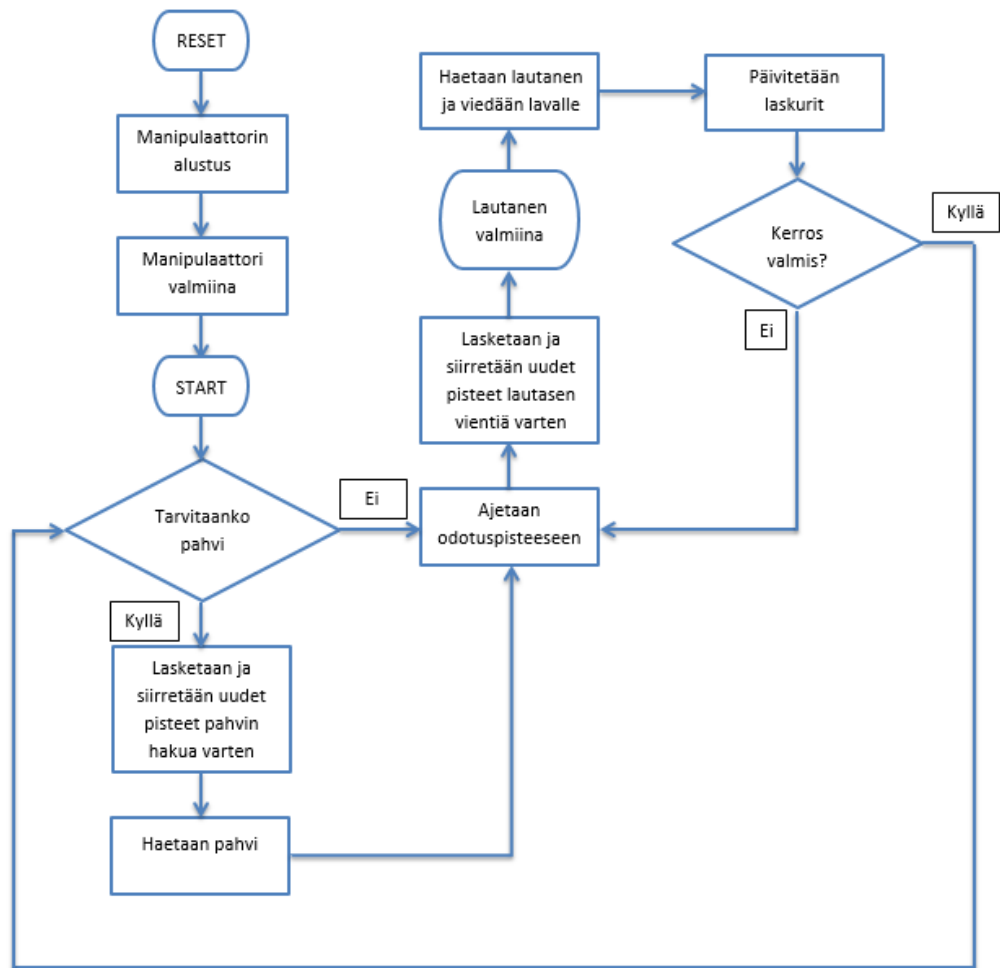
Funktiot FC40 ja FC41 sisältää sekvenssin, jolla siirretään kaikki lavauksessa käytetyt pisteet servo-ohjaimelle. Sekvenssi aktivoidaan vain servo-ohjaimen alustuksessa tai kun reseptiä vaihdetaan.

Funktio FC42 sisältää sekvenssin, jolla lasketaan ja päivitetään kesken lavauksen vaihtuvia pisteitä, kuten esimerkiksi piste, johon seuraava lautanen jätetään. FC45 on samanlainen mutta päivittää välipahvin hakuun tarvittavia pisteitä. Nämä toiminnot on erotettu, jotta pisteiden päivittämisestä johtuva viive pysyisi lavauksen aikana mahdollisimman pienenä.

Jokainen pistetieto koostuu kymmenestä käytetystä parametrusta: pisteen numero, pisteen määrittäjä, kolmena parametrina koordinaatio kolmiulotteisessa karteesisessa koordinaatistossa, maksimi liikenopeus pisteeseen, kiihdytyksen määrä liikkeellelähdössä ja pysäytyksessä, maksimi ohitusetäisyys ajettaessa suoraan seuraavaan pisteeseen sekä seuraavan pisteen numero. CMXX:n pistetietotaulukossa on 24 erilaista parametriä pisteelle, joista siis vain 10 on käytössä tässä projektissa.

Pistetietoa päivitetään parametri kerrallaan servo-ohjaimelle funktiolla FC43. Funktio parametrisoidaan arvoilla, jotka saadaan ajettavasta reseptistä joko suoraan tai ajettujen kappalelukumäärien mukaan laskettuna. Kun FC43:n sisäinen sekvenssi on mennyt onnistuneesti läpi, pistetiedon päivityssekvenssi jatkaa seuraavaan vaiheeseen ja uusi parametri kirjoitetaan, kunnes kaikki vaiheet on käyty läpi.

Ennen lavaajan käyttöönottoa manipulaattori alustetaan logiikan hallintaan resetoimalla tiedonsiirrossa käytetyt ohjaustavut, minkä jälkeen asetellaan uudestaan servo-ohjaimen ajomoodi, lukitukset ja tarvittavat ohjaukset. Kun servo-ohjain on valmiina, ajetaan kaikkien pistetietojen kirjoitussekvenssi, minkä jälkeen lavaaja on valmiina toimintaan.



KUVA 13: Vuokaavio lavauksen toiminnasta

Mikäli servo-ohjain on ollut edellisen ajon jälkeen virrattomana, joudutaan ajamaan niin sanottu referenssiajo, jossa manipulaattori etsii jokaisen akselinsa nollapisteen ajamalla hitaasti referenssipisteenä toimivaan päätyanturiin. Mikäli referenssiajota ei ole suoritettu, servo-ohjaimen SPOS-tilatietotavun bitti saa arvon nolla, jolloin automaattiajon käynnistäminen estyy.

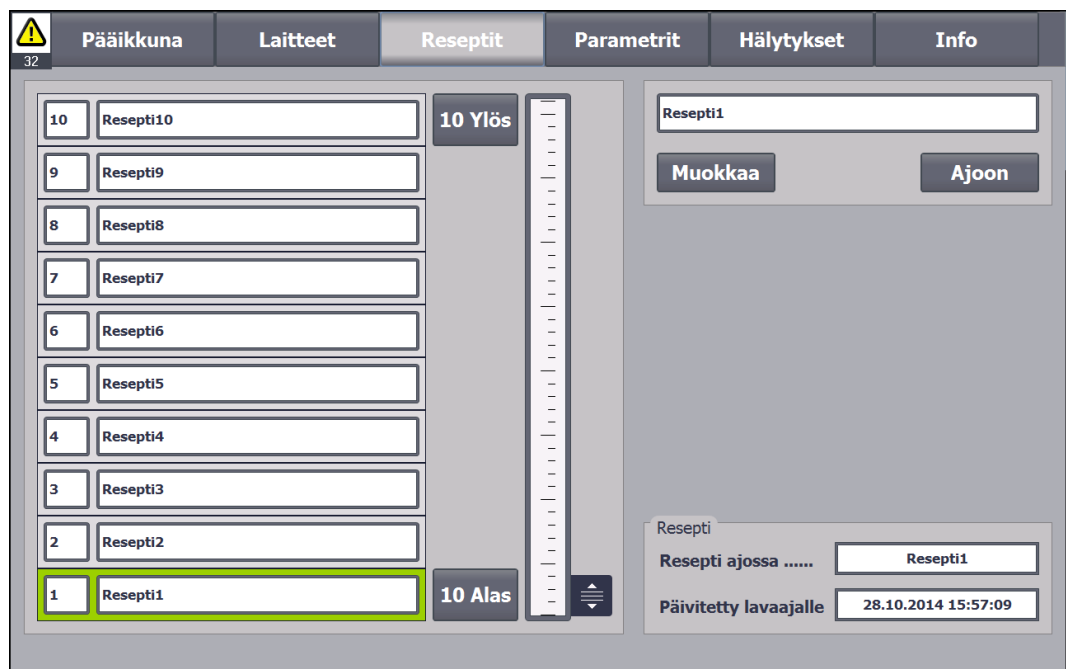
Lavaajan toimintaperiaatetta on selvennetty kuvassa 13. START-komentoa ei voi antaa ennen kuin kaikki ehdot lavauksen käynnistymiseksi täyttyvät, näihin lukeutuu muun muassa riittävä Z-akselin korkeus törmäysten välttämiseksi.

Ajokäskyt suoritetaan asettamalla ajokohde eli halutun pisteen numero oikeaan muuttujaan ja sen jälkeen nostamalla ajopyyntö-bitti päälle. Tällöin sekvenssi funktiossa FC401 aktivoituu ja lähettää servo-ohjaimelle liikekäslyn. Sekvenssi seuraa tilatietotavuista, milloin liike on suoritettu loppuun, jolloin se antaa luvan lavauksen sekvenssille jatkaa toimintaansa.

5.7 Reseptiikka

Tärkeä osa lavaajan ohjausta on reseptit. Puristimelta tulevat tuotantosarjat poikkeavat toisistaan, jolloin myös lavaajan on mukauduttava näihin muutoksiin.

Resepti on muokattava tai vaihdettava tuotantoon vaikuttava ohje, joka tässä tapauksessa sisältää tiedot halutusta lavakuviosta, lavattavat lautasmäärät ja lavaajan liikeradat sekä niiden parametrit.



KUVA 14: Reseptikirjasto

Reseptikirjastossa on tilaa 50 reseptille. Reseptikirjaston pääikkuna tietokoneella simuloituna on esitetty kuvassa 14. Käyttäjä selaa haluamansa reseptin, valitsee sen (kenttä muuttuu vihreäksi), minkä jälkeen voi joko muokata kuvassa 15 esitettyssä muokkausikkunassa reseptiä tai asettaa sen tuotantoon.

Reseptijärjestelmän logiikan pää koostuu kolmesta datablokista (tuotanto, muokkaus ja kirjasto) sekä funktiosta, joka sisältää toiminnot reseptin siirtoihin tietokantojen välillä, reseptien kopiointiin ja reseptin arvojen tarkastukseen.

KUVA 15: Reseptin ensimmäinen muokkausikkuna, lavakuvio

Kun valitaan käyttöpaneelilta resepti ja aukaistaan muokkausikkuna, kopioidaan oikea resepti kokonaisuudessaan kirjastodatablokista muokkasdatablokkiin. Käyttöpaneelilla tehdyt muutokset tallentuvat muokkasdatablokkiin, kunnes käyttäjä painaa tallennus-painiketta, jolloin kopioidaan muokkasdatablokista oikeaan kohtaan kirjastodatablokkia. Reseptin siirto tapahtuu samalla tavalla kopioiden omaan tuotantodatablokkiin. Siirto on estetty automaattiajon aikana.

Lavakuvio määritetään yhteensä yhdentoista muuttujan avulla. Muuttujien, laskurien ja lavan nollapisteen avulla lasketaan seuraavan lautasen jättö- ja lähestymiskordinaatit.

5.8 Käyttöliittymä

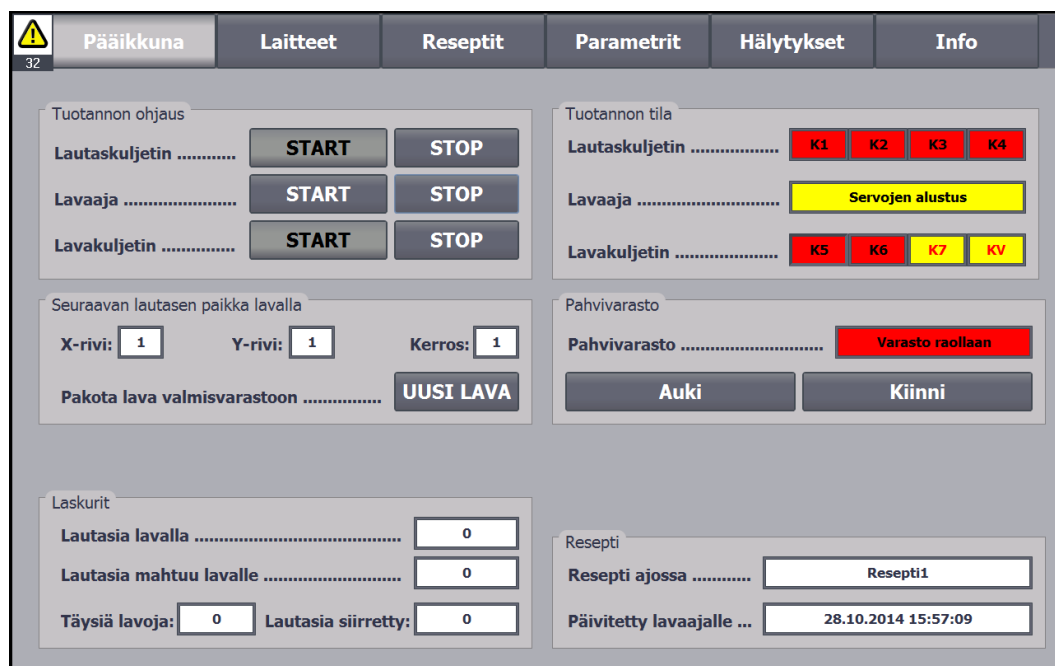
Laittekokonaisuuden käyttöliittymä toteutettiin yhdellä 12-tuumaisella kosketuspaneelilla sekä muutamalla laitteen ympärille sijoitetulla painonapilla.

Pääosa laitteen käytöstä ja hallinnasta tapahtuu kosketuspaneelin kautta.

Käyttöliittymä jaettiin kuuteen osioon:

- Aloituskäyttöliittymä: Perustila, josta käyttäjä saa nopealla vilkaisulla käsityksen laitteiston tilasta. Ikkunasta löytyvät laitteen päivittäiseen käyttöön liittyvät yleisimmät komennot.
- Laitteet-käyttöliittymä: Ikkuna, josta löytyvät kaikki ohjattavat ja tilatietoa antavat laitteet sekä niiden sekvenssitilat. Laitteet on jaoteltu loogisiin kokonaisuuksiin eri välilehdille.
- Reseptit-käyttöliittymä: Ikkuna, jossa valitaan tuotannossa käytettävä resepti. Reseptejä voi muokata tai luoda uusia.
- Parametrit-käyttöliittymä: Säädetään tuotantoon liittyviä yleisiä säätöarvoja, kuten liukuhihnojen nopeuksia. Parametrit on jaoteltu välilehdillä loogisiin kokonaisuuksiin.
- Hälytykset-käyttöliittymä: Järjestelmässä päällä olevia hälytyksiä pystyy selaamaan ja kuittaamaan. Hälytyslokissa voi tutkia vanhoja ja jo poistuneita hälytyksiä.
- Info-käyttöliittymä: Ikkunassa näytetään joukko tuotantoon ja laitteen toimintaan liittyviä tulo- ja kosketintietoja, kuten johdonsuojakatkaisijoiden ja hätäseis-painikkeiden apukosketintilat.

Alla olevassa kuvassa 16 on käyttöliittymän perusnäkyminen simuloituna tietokoneella. Jokainen aukaistava ikkuna noudattaa samaa peruskaavaa.



KUVA 16: Käyttöliittymän perusnäkyminen

Vasemmassa yläkulmassa näkyy aktiivisten hälytysten merkki ja niiden lukumäärä. Yläreunassa on navigointipalkki, aktiivinen sivu näkyy palkissa vaalealla pohjavärillä. Mikäli näkymä on jaettu vielä useampaan välilehteen, näkyy navigointipalkin alla toinen navigointipalkki, kuten alla olevassa kuvassa.

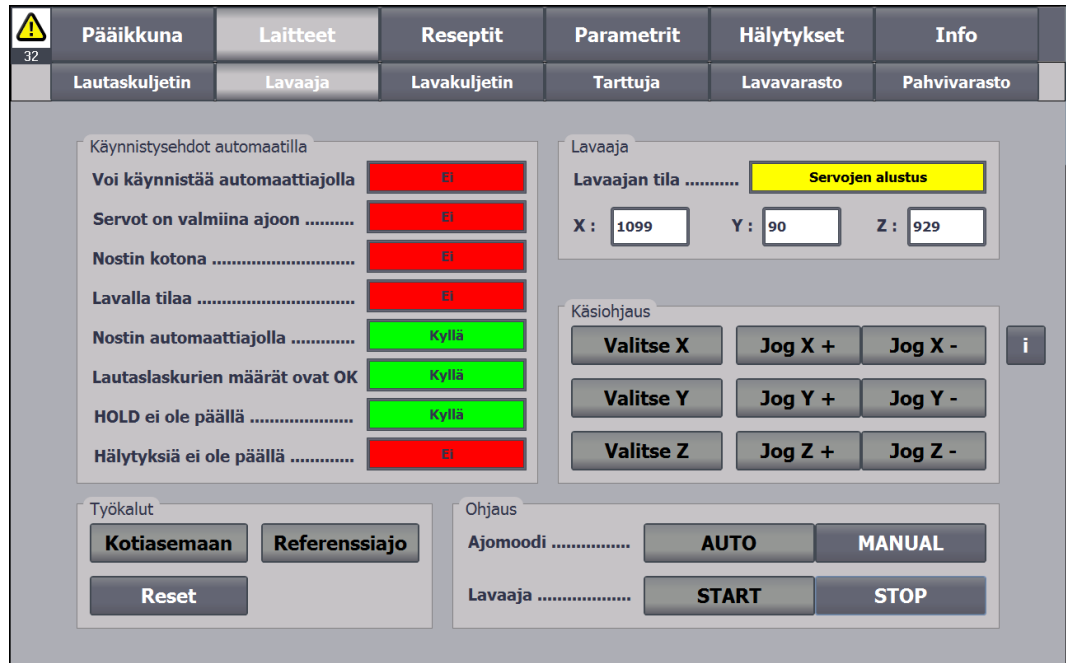
Pääikkunassa pystytään käynnistämään ja pysäyttämään kuljettimet sekä lavaus. Kuljettimien tilat on esitetty värein ja lavaajan värein sekä työvaihe tekstimuodossa.

Pahvivarastoa pystytään ajamaan auki ja sisään ja sen asennosta annetaan värein ja tekstimuodossa palautetta käyttäjälle.

Manipulaattorin lautasen jättöpaikkaan vaikuttavien laskurien arvot on esitetty "Seuraavan lautasen paikka lavalla" -laatikossa. Uusi lava voidaan pakottaa painamalla "Uusi lava" -painikkeesta.

Ikkunan alareunassa näkyvät yleisiä tuotantoon liittyviä laskureita sekä ajossa oleva resepti.

Manipulaattorin ohjausikkuna simuloituna tietokoneella on esitetty kuvassa 17.



KUVA 17: Lavauksen ohjausikkuna

Käyttöliittymä rakennettiin Siemensin TIA-ympäristössä toimivalla WinCC-ohjelmistolla. Jokainen käyttöliittymän ”ikkuna” luodaan WinCC-projektiin, minkä jälkeen ikkunaan halutut graafiset objektit, kuten painikkeet, kuvat ja muodot, raahataan WinCC:n objektikirjastosta ja parametrisoidaan halutunlaisiksi.

Kommunikointi käyttöliittymän ja ohjelmoitavan logiikan välillä tapahtuu niin sanotun tägi-järjestelmän kautta. Ohjelmoitavan logiikan muuttujat, kuten I/O-pisteet tai bitit tai muistialueen muuttujat, tuodaan käyttöliittymän muistiin tägeiksi. Ohjelmoitavan logiikan ollessa ajotilassa järjestelmä synkronoi tägien ja asetetun ohjelmoitavan logiikan muuttujan arvoa tägin parametreihin asetetun ajan välein.

5.9 Kommunikointi puristimen kanssa

Lautasten lavausjärjestelmä ja puristin on kaksi erillistä, itsenäistä järjestelmää, joilla on omat ohjauslogiikat. Tuotannollisista syistä laitteiden on tehtävä hieman yhteistyötä, minkä takia järjestelmät on yhdistetty toisiinsa kahdella logiikan tulolla ja lähdöllä.

Piste, jossa nämä kaksi järjestelmää yhdistyy, on hihnakuljetin K0. Puristin ilmoittaa sulkeutuvalla lähdöllä lavaajan logiikalle, kun lautanen on valmiina laskettavaksi hihnalle, jolloin lavaajan logiikka pysäyttää hihnakuljettimen. Kun lautanen on hihnalla, puristimen lähtö avautuu ja hihnakuljetinta ajetaan esiasetetun ajan eteenpäin. Mikäli enempää lautasia ei tule, tarkoittaen että esiasettu odotusaika kuluu umpeen, ajetaan hihna tyhjäksi ja jäädään taas odottamaan puristinta.

5.10 Suojaus

Laitteen mekaaninen henkilösuojaus on toteutettu kolmella pääkomponentilla:

- suoja-aidalla, joka estää pääsyn suojaamattomalle työalueelle
- valoverhoilla, jotka on sijoitettu paikkoihin, joita ei voida tuotannollisten syiden takia suojata aidalla ja jotka pysäyttävät liikkuvat toimilaitteet, mikäli alueelle yritetään
- hätäseis-painikkeilla, jotka pysäyttävät kaikki järjestelmän liikkuvat toimilaitteet
- ovilukolla, joka estää huoltoalueelle pääsyn, kun lavaaja on käynnissä.



KUVA 18: Lavakuljettimen purkupää

Ohjelmallisesti suoja-aita ja valoverhot eivät aiheuttaneet suurempia toimenpiteitä. Valoverho aktivoituessaan toimii kuin hätäseispainike: se tekee järjestelmän hätäseispiirin jännitteettömäksi katkaisten taajuusmuuttajien, servo-ohjainten ja logiikan lähtöjen käyttöjännitteen. Logiikalle tulee tilatieto hätäseispiirin tilasta ja käyttäjälle annetaan hälytys, kun piiri on jännitteetön.

Valoverhojen vaimennusta varten valoverhojen eteen lattianrajaan on asennettu kaksi peiliä ja optista anturia. Kun trukki ajaa viemään lavoja varastoon tai purkamaan valmisvarastoa, anturit aktivoituvat ja vaimentavat valoverhon, jolloin hätäseis-pysäytystä ei tapahdu.

Hätäseis-painikkeet on sijoitettu laitteen ympärille lähelle tuotantotyöntekijöiden työpisteitä. Painikkeiden käyttö aiheuttaa hätäseispysäytyksen (kuvattu ylempänä) ja lisäksi antaa tiedon logiikalle, mikä painike on painettuna.

Ovilukko on toteutettu sähkömagneettisella ovilukolla, jonka ohjauspiiri on sähköisesti kytketty lavaajan hätäseis-piiriin. Oven yhteydessä on logiikkaan kytketyt oven avaus- ja lukituspyyntöpainikkeet sekä merkkilamput (vihreä ja punainen) kertomassa ovilukon tilan.

Painettaessa oven avauspainiketta logiikkaohjelma pyytää lavaajaa pysähtymään, jolloin lavaaja suorittaa annetun tehtävän loppuun, esimerkiksi jos lautasen vienti on kesken, vie lautasen ja palaa kotiasemaan ja vasta sitten pysähtyy. Pysähtymisestä saadaan tieto ja aikaviiveen jälkeen logiikka ohjaa ovilukon auki ja vihreän merkkilampun päälle. Aikaviiveen aikana punainen merkkilamppu vilkkuu. Ovilukon aukaisu aiheuttaa lavaajan servo-ohjainten pääjännitteen katkaisun.

Ovi lukitaan painamalla lukituspainiketta. Mikäli ovi on kiinni ja lukitus onnistuu, vihreä merkkivalo sammuu ja punainen syttyy. Tämän jälkeen lavaaja täytyy käynnistää uudestaan virittämällä ensin hätäseis-piiri ja sen jälkeen käyttöpaneelista painamalla lavaus käyntiin.

6 KÄYTTÖÖNOTTO

6.1 Esitestaus

Tehtaalla tapahtuvan käyttöönoton helpottamiseksi ohjaus ja käyttöliittymä pyrittiin testaamaan mahdollisimman hyvin jo toimistolla. Testausta ja laitteisiin tutustumista varten lainasin projektin keskus- ja manipulaattoritoimittajalta projektissa käytetyt keskeisimmät logiikkakomponentit, kuten CPU:n, sen apulaitteet, käyttöliittymänä toimivan paneelin ja PROFINET -kytkimen. Komponenttien avulla tutustuin verkon konfigurointiin ja varmistin konfiguraation toimivuuden.

Käyttöpaneelin avulla testasin käyttöliittymässä käytettyjen objektien toimivuuden ja sopivuuden sormin tapahtuvalle ohjaukselle. Itseäni lähinnä kiinnosti, minkä kokoisia objektien on oltava, jotta ohjaus on sujuvaa eikä aiheuta esimerkiksi harhapainalluksia.

TIA Portal sisältää tavanomaiset työkalut logiikkaohjelman ja käyttöliittymän simulointiin. Simuloitu käyttöliittymä ja logiikkaohjelma toimivat samalla tavalla kuin tosielämässäkin, joten suurin osa kuljettimien ja toimilaitteiden ohjauksesta sekä reseptiikka pystyttiin testaamaan suunnittelutyön ohessa toimistolla.

6.2 Käyttöönoton eteneminen

Projektin käyttöönottovaihe sisältää laitteen tai järjestelmän käynnistämisen, testauksen ja saattamisen käyttäjälle luovutettavaan kuntoon. Testauksessa tarkistetaan turvajärjestelmän toiminta, järjestelmään liittyvien toimilaitteiden, alijärjestelmien ja ohjaussignaalien toimivuus, minkä jälkeen suoritetaan koeajot. Koeajojen jälkeen tai niiden aikana koulutetaan loppukäyttäjää laitteen ja ominaisuuksista toiminnasta.

Käyttöönoton eteneminen:

1. Laitteiden käyttöönotto
 - turvajärjestelmien testaus
 - parametrisointi, ohjausohjelmien lataus laitteisiin
2. Testaus
 - yksittäisten laitteiden testaus (anturit, moottorikäytöt, venttiilit.)
 - osakokonaisuuksien testaus (kuljettimet, manipulaattorit, varastot)
 - kokonaisen järjestelmän testaus
3. Tuotannolliset koeajot
4. Käyttäjien koulutus
5. Järjestelmän luovutus asiakkaalle.

Aloitin projektin käyttöönoton Arabian tehtaalla Helsingissä elokuun alkupuolella. Laite oli mekaanisesti ja sähköisesti pääosin rakennettu, joitain pieniä yksityiskohtia puuttui, mutta ne eivät estäneet käyttöönoton aloittamista.

6.3 Käyttöönotto ja testaus

Käyttöönotossa järjestelmä käynnistetään ja konfiguroidaan testausta ja käyttöä varten. Tärkeintä on testata turvajärjestelmien toiminta jotta vakavilta vaaratilanteilta vältytään. Tämä työvaihe vei noin yhden työpäivän.

Järjestelmän käynnistäminen eteni seuraavasti:

- sähköjen päällekytkentä
- turvajärjestelmän ja hätäseis-piirin testaus
- väyläkonfiguraation lataaminen ja testaus
- ohjelman lataaminen CPU:lle
- paneeliohjelman lataus käyttöpaneelille
- taajuusmuuttajien parametrisointi ja moottorien pyörimissuuntien tarkastus.

Testausvaihe suoritettiin alhaalta-ylös-periaatteella, aloittaen aina yksittäisten laitteiden testauksesta, edeten aina isomman kokonaisuuden testaamiseen. Tällä tavoin mahdolliset viat huomataan helpommin koska vikaan vaikuttavien muuttujien määrä on pienempi.

- I/O-testaus eli anturien, toimilaitteiden ohjaussignaalien ja ulkoisten laitteiden rajapintojen testaus
- kuljettimien testaus manuaalillassa
- manipulaattorin testaus manuaalillassa
- koeajoja käsin syötetyillä lautasilla
- tuotannollinen koeajo, muutama lavallinen per tuote, useita tuotteita
- tuotannollisen koeajon aikana opastettiin hieman operaattoreita laitteen käyttöön.

I/O-testaus suoritettiin kytkemällä kannettava tietokone laitteen PROFINET-verkkoon, jolloin saatiin logiikkaohjelmistolla yhteys ohjelmoitavaan logiikkaan. Täten pystyttiin lukemaan logiikkaan tulevat tulotiedot ja käsin vaikuttamalla antureihin nähtiin, tuleeko oikea signaali

oikeaan logiikan tuloporttiin. Lähtösignaaleja testattiin ohjelmistolla pakottamalla lähtö päälle ja seuraamalla muutosta laitteen toiminnassa.

Kuljettimien ja manipulaattorin manuaali- eli käsiajotilan testaus tapahtui pääasiassa käyttöpaneeliin ohjelmoidun käsiajoikkunan kautta. Jokaisella toimilaitteella on aukaistavissa oma käsiajoikkuna, jossa voidaan vaikuttaa laitteen parametreihin ja ohjata sitä.

Koeajot aloitettiin kevyesti testaamalla järjestelmän osat vaiheittain. Jokaisen kuljettimen, varaston ja itse manipulaattorin toiminta testattiin alkuun vaikuttamalla lähinnä käsin prosessia ohjaaviin signaalitietoihin. Toisin sanoen prosessia ajettiin ilman tuotetta. Kun tässä vaiheessa prosessissa havaitut virheet oli poistettu, lisättiin pikkuhiljaa määriä kasvattaen tuotteiden, kuten lautasten ja lavojen määrää järjestelmässä.

Tuotannollisessa koeajossa järjestelmää tai laitetta ajetaan varsinaista tuotantoa vastaavassa tilanteessa. Tarkoitus on nähdä, miten järjestelmä selviää suuremmista tuotantomääristä ja aiheuttavatko ne epätoivottua toimintaa.

6.4 Käyttäjien koulutus ja opastaminen

Koulutuksen tarkoituksena on opastaa käyttöhenkilökunta laitteen oikeaoppiseen ja turvalliseen käyttöön sekä toimimaan mahdollisissa yleisimmissä virhetilanteissa. Koulutettavaa käyttöhenkilökuntaa oli projektin tapauksessa noin 10, joiden koulutukseen varattiin kahdessa ryhmässä noin tunti ryhmää kohti.

Ennen koulutusta laadin noin 18 sivun pituisen käyttöohjeen, mikä sisälsi käyttöopastuksen sekä selitykset käyttöpaneelin ikkunoille, painikkeille, parametreille ja virheilmoituksille. Käyttöohje löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 2.

Koulutuksessa käytiin läpi laitteen turvajärjestelmä, käyttö tuotannon aikana, laitteen parametointi, reseptiikka ja asetukset eri lautasmalleille.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin automaattisen lautaslavausjärjestelmän logiikkaohjaus, käyttöliittymä ja käyttäjien koulutus ja opastus laitteen käyttöön.

Projekti aloitettiin toukokuun 2014 puolivälissä ja luovutettiin valmiina tuotantoon asiakkaalle elokuun 2014 lopussa. Kaikenkaikkiaan projektiin kului noin 600 työtuntia, josta arviolta noin 160 asiakkaan tuotantotiloissa käyttöönottokehittämisessä.

Käyttöönoton jälkeen lavausjärjestelmä on ollut osa Fiskarsin lautastuotantoa ja ollut suhteellisen luotettava konseptilaitteeksi nähden. Muutama ongelma aiheutti lisätyötä projektin valmistumisen jälkeen. Syksyllä 2014 korjattiin lautaskeskityksessä ilmennyt ohjelmointivirhe, joka aiheutti laitteen pysäytyksen ja virheilmoituksen, kun lautaskeskitys ja pahvin nouto manipulaattorilla tapahtui yhtäaikaan. Pahvivaraston yhteydessä oleva paineilmapuhallus aiheutti paineenalenneman paineilmaputkistossa, mikä taas vaikutti paineilmatoimiseen lautaskeskitykseen siten että keskitystapahtuma hidastui ja laukaisi hälytyksen liian hitaasta sylinterien toiminnasta. Hälytys oli alun perin tarkoitettu tunnistamaan epänormaali toiminta lautasen keskityksessä. Vika ilmeni tuotannossa arviolta kerran päivässä ja korjattiin parantamalla keskityssekvenssiä ja pidentämällä hälytysviivettä.

Keväällä 2015 korjattiin pahvinhakusekvenssissä tavattu vika, joka aiheutti manipulaattorin ajon väärään pisteeseen ja pahimmillaan työkalun ja optisten sensorien peilitelineen vaurioitumisen. Vian ilmenemistäajuus oli noin kerran viikossa. Vika aiheutui, kun manipulaattorin pahvin haku epäonnistui, eli pahvi irtosi työkalusta kesken pahvin siirtoa lavan päälle. Laite on ohjelmoitu ajamaan takaisin kotiasemaan ja pysäyttämään toiminta. Tällöin käyttäjän täytyy poistaa huonosti siirretty pahvi ja käynnistää laite ja pahvin haku uudelleen. Virhe ajosekvenssissä aiheutti tällöin epäloogisen ajoradan ja työkalun törmäämisen kuljettimen rakenteisiin. Virhe korjaantui käynnillä asiakkaan tuotantotiloissa ja

ajosekvenssin parantelulla. Molemmista vioista koituneet ohjelmointi- ja matkakustannukset menivät laitteen ohjelmointityölle annettuun takuuseen.

Maaliskuuhun 2015 mennessä lavausjärjestelmä on käsitellyt noin 250 tuhatta lautasta ja noin tuhat lavaa. Tämä tekee noin reilun tuhat lautasta ja kuusi lavaa päivässä.

LÄHTEET

Berger, H. 2014. Automating with Simatic S7-1500: Configuring, Programming and Testing with Step 7 Professional. Siemens Aktiengesellschaft. Erlangen, Saksa: Publicis Publishing.

Festo. 2011. Festo Handling and Positioning Profile for Multi-Axis Movements: Manual [viitattu 27.10.2014]. Festo AG & Co. KG. Saatavissa: www.festo.com/

Festo. 2013. Maximum productivity: Terminal CPX. [viitattu 27.10.2014]. Festo AG & Co. KG. Saatavissa: www.festo.com/

Fiskars. 2014. Fiskars: Introducing Fiskars [viitattu 24.10.2014]. Fiskars. Saatavissa: <http://www.fiskarsgroup.fi/about-us/introducing-fiskars>

Hartikainen, M. 2014. Fiskars Datalink Delivery [sähköpostiviesti] Vastaanottaja Nurminen, S. Lähetetty 12.5.2014.

Siemens. 2012. HMI devices & Comfort Panels: Operating instructions [viitattu 27.10.2014]. Siemens AG. Saatavissa: http://cache.automation.siemens.com/dnl/jU/jUyNzI0OQAA_49313233_HB/hmi_comfort_panels_operating_instructions_en-US_en-US.pdf

Siemens. 2013a. Siemens ST 70: Siemens S7-1200 brochure [viitattu 26.10.2014]. Siemens AG. Saatavissa: www.siemens.com/simatic/printmaterial

Siemens. 2013b. Siemens ST 70: Siemens S7-1500 brochure [viitattu 26.10.2014]. Siemens AG. Saatavissa: www.siemens.com/simatic/printmaterial

Siemens. 2014a. Siemens Automation Support: What are the requirements for migrating a STEP 7 V5.x project to STEP 7 Professional (TIA Portal)? [viitattu 14.11.2014]. Siemens AG. Saatavissa:

Siemens. 2014b. Siemens TP1200 Comfort: Product data sheet [viitattu 27.10.2014]. Siemens AG. Saatavissa:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6AG1124-0MC01-4AX0>

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=62101407>

PI. 2014a. PROFIBUS & PROFINET International: GSD Files [viitattu 15.11.2014]. PI. Saatavissa: <http://www.profibus.com/products/gsd-files/>

PI. 2014b. PROFIBUS & PROFINET International: PROFINET Overview [viitattu 15.11.2014]. PI. Saatavissa: <http://www.profibus.com/technology/profinet/overview/>

LIITTEET

LIITE 1 Toimintakuvaus

LIITE 2 Käyttöohje

Järjestelmäselostus, Arabian uuden puristuslinjan lavaus

15.2.2015

Simo Nurminen, Esys Oy

Prosessilaitteet / alueet

- Syöttö
 - Syöttökuljettimet 1 & 2
 - Kohdistajakuljetin
 - Ruuhkan tasauskuljetin
- Lavaaja
 - Portaalirobotti
 - Pahvivarasto
- Lavalinjasto
 - Kasettivarasto ja kohdistajakuljetin
 - Lavauskuljetin
 - Valmisvarastokuljetin

Prosessi lyhyesti

SAMA:n kuivapuristuskone syöttää kappaleita linjastolle jolla kappale kohdistetaan paineilmakäyttöisellä kohdistajalla. Kohdistuspaikalta kappale nostetaan imukuppyökalulla varustetulla portaalirobotilla lavalle reseptin mukaiseen kuvioon. Portaalirobotti noutaa imukuppyökalulla jokaisen uuden lavan pohjalle pahvin pahvivarastosta. Myös jokaisen kappalekerroksen väliin tuodaan pahvi jos se reseptissä on komennettu.

Tyhjiä lavoja syötetään kasettivarastosta lavalinjalle. Uusi lava keskitetään paineilmasylinterein ennen siirtymistä lastauspaikalle. Täytetyt lavat siirretään lastauspaikalta valmisvarastoon jossa on tilaa kolmelle lavalle.

Ruuhkatilanteissa kappaleita syötetään kohdistuspaikan läpi ruuhkan tasauskuljettimelle ja lautasten syöttö kuivapuristimelta lopetetaan. Tasauskuljettimelle askelletaan kappaleita tasaisin välein. Tasauskuljetinta puretaan kun syöttökuljetin ei ole saanut hetkeen uusia kappaleita.

Pahvivaraston ja kasettivaraston kohdalla on valoverhot jotka käyttäjä voi yksi kerrallaan mykistää purkua/täyttöä varten. Trukkia varten lattiassa on anturit jotka trukin ajaessa piikit varastoon mykistää valokennon.

Lavaajan ja kuivapuristimen välinen kättely on toteutettu lähtö- ja tulotiedolla. Kuivapuristin antaa lavaajalle tiedon milloin uusi lautanen on odottamassa pudottamista kuljettimelle ja lavaaja antaa tiedon milloin kuljetin on pysäytetty.

Lautaskuljettimet

Lautaskuljettimisto koostuu yhdestä nauhakuljettimesta, neljästä hihnakuljettimesta ja paineilmakäyttöisestä lautaskohdistajasta.

Nauhakuljetinta (Jatkossa K0) ohjataan yksinkertaisella kontaktorikäytöllä suoraan logiikan lähdöllä.

Neljä hihnakuljetinta (Jatkossa K1, K2, K3 ja K4) ohjataan Siemensin Sinamics G120C-taajuusmuuttajilla jotka on kytketty PROFINET-väylän yli logiikkaan. Käyttö on toteutettu normaalilla kolmivaiheisella sähkömoottorilla ja kulmavaihteella. Käyttö pyörittää rullapakkaa joka taas vetää kuutta kumihihnaa. Hihnat kulkevat kuljettimen muoviseen "pöytälevyyn" koneistetuissa urissa ja pöytälevyn alapuolella ohjainrullien ohjaamina. Tällä rakenteella voidaan toteuttaa suoran kuljettimen lisäksi kääntyvä kuljetin koneistamalla pöytälevyn kaartuva ura. Kuljettimien runko on kasattu alumiiniprofiilista.

Lautaskuljetin K0

Lautaskuljetin K0 on pitkä nauhakuljetin joka on tarkoitettu puskuriksi lautaspuristimen ja lautaslavaajan väliin. Puristin syöttää kuljettimelle uuden lautasen parhaimmillaan noin 7 sekunnin välein. Kuljetin pysäytetään aina kun puristimelta tulee uusi lautanen. Kuljettimen K0 loppupäässä on peilillä varustettu optinen anturi jolla tunnistetaan tuleva lautanen.

Syöttökuljettimet K1 ja K2

Puskurilinjasto tasaa lavaajan ja puristuskoneen välistä kappalevirtaa. Linjasto koostuu kahdesta kuljettimesta, K1 ja K2. Kuljetin K1 voi siirtää kappaleen kuljettimelle K2 vain jos K2 on tyhjä, samoin K2 voi siirtää kohdistuskuljettimelle K3 vain jos K3 on tyhjä. Eturaja K1S01 tunnistaa hihnalle tulevan kappaleen, kuljetin käynnistyy jos K1S02 on pois päältä ja kappale ajetaan rajaan K1S02 jolloin kuljetin pysäytetään jos kuljettimella K2 on lautanen pysäytettynä rajaan K2S02.

Kohdistuskuljetin K3

Linjastolla kohdistetaan nostettava kappale ja annetaan robotille lupa noutaa kappale. Anturi K3S03 tunnistaa kappaleen, pysäyttää kuljettimen ja paineilmasylinterikäyttöinen kohdistaja keskittää kappaleen. Mikäli lavaaja on seis tai hakemassa pahvia sekä uusia lautasia on tulossa kuljettimilla K1 ja K2, ajetaan lautanen ruuhkan tasauskuljettimelle.

Ruuhkan tasauskuljetin K4

Jos puristuskone syöttää nopeammin kappaleita mitä lavaaja pystyy käsittelemään, ohjataan ne tasavälein tasauslinjastolle. Ruuhkan helpottaessa kappaleet syötetään takaisin kohdistuslinjalla. Mikäli tasauskuljetin täyttyy päätyrajaa myöten, ajetaan lautasia ensisijaisesti tasauskuljettimelta lavaajalle kunnes tasauskuljetin on täysin tyhjä.

Tasauskuljetin K4 saa tiedon sisään tulevasta lautasesta kuljettimelta K3 jolloin lautasia K4:lla ajetaan pikkaisen eteenpäin. Tuleva lautanen liipaisee anturilla K4S01 kuljettimen K4 käyntiin ja sitä ajetaan eteenpäin tietyn ajan verran.

Tasaushihnan saadessa komennon syöttää kappale takaisin kohdistuslinjalle ajetaan moottoria K4D01 taaksepäin ja pysäytetään ensimmäisen kappaleen ohittaessa anturi K4S01.

Lavojen kasettivarasto KV1 ja lavan keskityskuljetin K5

Lavavarasto koostuu saksinostimesta ja neljästä paineilmaohjatusta mekaniisesta kynnestä jotka kannattelevat päällekkäin kasattua lavapinoa. Kynnet ohjataan kiinni ja auki paineilmasylintereillä. Jokaisella kynnellä on oma sylinteri joiden tilaa luetaan sylinterin runkoon asennetuilla kahdella reed-kytkimellä. Saksinostimen paikka luetaan kolmella induktiivisella anturilla.

Kasettivarastossa on lavoja pinottuna päällekkäin. Varastosta noudetaan uusi lava altopäin.

Käynnistettäessä lavaaja, ajetaan K5 eteenpäin tietty sekuntimäärä tai kunnes päätyraja K5S02 aktivoituu. Tällä varmistetaan, ettei kuljettimella ole ylimääräisiä lavoja.

Noudettaessa uusi lava, nostetaan saksinostin (KV1Y01 päällä) kiinni lavapinoon (Rajaan KV1S02), avataan lavapinon kannattimet (KV1Y02, KV1Y03, KV1Y04, KV1Y05) (Liike jatkuu vasta kun kaikkien kannatinsylinterien S1-anturit ovat päällä) ja lasketaan saksinostin (KV1Y02 päällä) yhden lavan korkeuden verran (Rajaan KV1S03), suljetaan lavapinon kannattimet ja lasketaan saksinostin (KV1Y02 päällä) (Liike jatkuu vasta kun kaikkien kannatinsylinterien S2-anturit ovat päällä) alas (Rajaan KV1S01) jolloin uusi lava asettuu

lavalinjaston alkupäähän. Ajetaan moottoria K5D01 kunnes lavan keskitysanturi K5S02 tunnistaa lavan.

Kannatinsylinterien aukeamiseen ja sulkeutumiseen kuluva aikaa mitataan ja annetaan hälytys jos liikkeelle annettu maksimiaika ylitetään.

Lavan keskittämiseksi kytketään magneettiventtiili K5Y01 ja kun K5Y01S02 on päällä, magneettiventtiili K5Y02 päälle ja kun K5Y02S02 on päällä, ensin K5Y02 pois päältä ja K5Y02S01 noustua K5Y01.

Varaston täyttöaukossa on valoverho joka mykistetään varaston täytön ajaksi. Täytön aikana kasettivaraston käyttö on estetty. Lisäksi varaston tyhjentyessä anturi KVS04 aktivoituu jolloin annetaan hälytys/ilmoitus.

Lavaaja L1 ja lavauskuljetin K6

(Alkurutiini)

Kun lavauspaikalla on lava (K6S02 päällä) ja pahvivarasto paikallaan (PV1Y01S01), ohjataan robotti lähestymispisteen kautta uuteen pahviin kiinni (L1Y01S02 päällä), kytketään magneettiventtiili L1Y01 päälle ja viiveen jälkeen (L1Y01S01 päällä) kahden lähestymispisteen kautta viedään pahvi lavan päälle ja kytketään magneettiventtiili L1Y01 pois päältä.

(Lavausrutiini)

Jos linjalla odottaa kappale noutoa ja lavaus on kesken tai uusi lava on paikalla, ohjataan robotti kahden lähestymispisteen kautta kiinni kappaleeseen (L1Y01S02 päällä), kytketään magneettiventtiili L1Y01 päälle, viiveen jälkeen (ja L1Y01S02 päällä) nostetaan kappale kahden lähestymispisteen kautta lavan päälle. Valitaan seuraava vapaa paikka sekä offset reseptin, kerroksen ja pisteen mukaan. Lasketaan kappale valittuun pisteeseen yhden lähestymispisteen kautta, kytketään magneettiventtiili L1Y01 pois päältä ja nouseaan irti kappaleesta. Tätä toistetaan kunnes kerros on täynnä, jolloin nouseaan kerros ylöspäin ja jos resepti velvoittaa, lisätään pahvi valmiin kerroksen päälle.

Kun lava täytyy, robotti ajetaan turvalliseen pisteeseen ja annetaan lupa ohjata valmis lava varastoon.

L1Y01S03 törmäysanturin toiminta keskeyttää ajon

Valmisvarastokuljetin K7

Robotin saadessa lavaus valmiiksi ja jos valmisvarastossa on tilaa, ajetaan K6D01 eteenpäin kunnes K7S05 tasausanturi aktivoituu. K7D01 käynnistyy ja ajetaan eteenpäin kunnes ensimmäisen lavapaikan anturin K7S01 nouseva reuna aktivoituu.

Valmisvarastossa on kolme pistettä johon valmis lava pysäytetään ja josta se voidaan noutaa trukilla. Jokaista kolmea pistettä suojaa valoverho jotka trukkianturi mykistää lavan nostamisen ajaksi.

Valmisvaraston täytyessä annetaan ilmoitus käyttäjälle. (Jos valmisvarasto on täynnä ja lavaus valmistuu, annetaan hälytys).

Pahvivarasto PV1

Pahvivarasto on rakennettu alumiiniprofiilista ja muotoon leikatuista teräslevyistä. Alumiiniprofiili kulkee rullien päällä jolloin varasto toimii kuten pöydän vetolaatikko.

Pahvivarastoa ajetaan ulos ja sisään pitkäiskuisella paineilmasylinterillä ja päätyrajoille on asennettu anturit tunnistamaan varaston sijainti. Lisäksi varaston alle on sijoitettu optinen anturi joka peilin kera on suunnattu 45 asteen kulmaan siten että varaston ollessa sisällä, säde kulkee pahvivaraston läpi, tunnistuen onko varastossa pahveja jäljellä.

Varaston ohjaus tapahtuu varaston välittömässä läheisyydessä olevista painonapeista (Vihreä/Punainen). Napeissa on valotoiminto mikä ilmoittaa onko varasto ajettavissa ulos. Esimerkiksi kun lavaaja noutaa pahvia, on varaston ulosajo estetty ja punainen valo palaa.

Varasto on myös ohjattavissa käyttöpaneelilta, sisältäen samat toiminnot kuin mekaaniset painonapit.

Koska pahvin noudossa käytetään imukuppityökalua, pahvit saattavat "liimautua" toisiinsa alipaineen vaikutuksen takia. Tätä virhetilannetta on yritetty estää lisäämällä varastoon mekaaniset harjat sekä paineilmapuhallus suunnattuna nousevaan pahviin.

Pahvivarasto voidaan avata ja sulkea käyttöliittymästä sekä pahvivaraston vierestä fyysisistä painikkeista. Pahvivarasto aukaistaan kytkemällä magneettiventtiili PV1Y01 päälle ja suljetaan kytkemällä PV1Y02 päälle. Pahvivaraston ollessa auki (PV1S03 pois päältä) lavaus keskeytyy vain silloin kun robotti olisi hakemassa pahvia, aiheuttaen hälytyksen.

Käyttöliittymä

Käyttöliittymällä voidaan käsin ohjata lavaajan eri osia kuten kuljettimia ja paineilmakäyttöjä, lukea järjestelmän tilaa, kuitata hälytyksiä ja ilmoituksia, muokata järjestelmäasetuksia, kytkeä automaattitila päälle sekä luoda, avata ja muokata reseptejä.

Turvaportti

Turvaportin avauspyyntö aiheuttaa käynnissä olevan lavauksen turvallisen keskeytyksen. Lavaaja suorittaa keskeneräisen tehtävän loppuun ja ajaa takaisin kotipisteeseen. Turvaportin avausta pyydetään painamalla vihreää painiketta. Punainen valo palaa kun turvaportti on lukittu, muuttuu vilkkuvaksi kun oven avausta on pyydetty ja lavaaja on liikkeessä. Punainen valo sammuu ja vihreä syttyy kun lavaaja on seis ja ovi avattu. Ovi suljetaan painamalla punaista painiketta jolloin vihreä valo sammuu, punainen syttyy ja ovi lukittuu.

ESYS OY

Käyttöohje

Arabian uusi lavaaja, Fiskars-konserni, Helsinki

Simo Nurminen

25.8.2014

1

Sisällysluettelo

Laitteen kuvaus.....	2
Turva-alue, turvaportit, valoverhot ja valotornit	2
Turva-alue.....	2
Turvaportin toiminta	2
Valoverhot	3
Valotornit.....	3
Käyttöpaneelin esittely.....	4
Pääikkuna	4
Lavaajan ohjausikkuna.....	5
Kuljettimien ohjausikkuna	6
Toimilaitteen ohjausikkuna	7
Reseptit.....	8
Parametrit-ikkuna.....	9
Hälytykset-ikkuna	10
Info-ikkuna.....	10
Laitteen normaali käyttöönotto ja käynnistäminen	11
Ajon aikana	12
Valmisvaraston tyhjentäminen	12
Pahvivaraston täyttö	12
Lavavaraston täyttö.....	12
Laitteen sammuttaminen	13
Lavauksen keskeyttäminen	13
Laitteen sammuttaminen	13
Laitteen pysäyttäminen hätätilanteessa	13
Toimiminen vikatilanteissa	13
Yleisimmät vikatilanteet	13
Hätäseis aktiivinen.....	13
Pahvin haku epäonnistui	14
Lavavaraston lukot eivät mene kiinni.....	14
Reseptin teko.....	15
Reseptin muokkausikkuna.....	15
Lavakuvion määrittäminen.....	16

Laitteen kuvaus

Lautaslavaajajärjestelmä koostuu neljästä lautaskuljettimesta, servo-ohjatusta manipulaattorista, kolmesta lavakuljettimesta, lavavarastosta sekä pahvivarastosta.

Ensimmäinen tulokuljetin K0 ottaa vastaan puristuskoneelta tulevia lautasia, pysähtyen aina kun uusi lautanen on tulossa. Mikäli uusia lautasia ei tule minuutin aikana, tyhjennetään kuljetin ajamalla minuutin ajan kuljetinta eteenpäin.

Tulokuljettimet K1 ja K2 ohjaavat ja hieman tasaavat kappalevirtaa. K2:lla on säädettävä mekaaninen ohjuri pitämässä lautaset kuljettimen keskellä.

Keskityskuljetin K3 kohdistaa lautaset lavausta varten ja ohjaa kappalevirtaa joko lavaajalle tai ruuhkantasauskuljettimelle.

Ruuhkantasauskuljetin K4 toimii lautasten välivarastona jos lavaaja on hetkellisesti poissa käytöstä tai ei juuri sillä hetkellä ehdi ottamaan uusia lautasia vastaan.

Lavaaja noutaa lautasen K3:lta ja asettaa sen lavalle reseptin mukaiseen kuvioon. Lavaaja myös noutaa pahvin jokaisen lavan aluksi tai kerrosten väliin mikäli se on reseptissä vaadittu.

Keskityskuljetin K5 ottaa vastaan lavavarastosta tulevan lavan, kuljettaa sen keskityspaikkaan kuljettimen etuosaan ja keskittää sen käyttäen paineilmasylintereitä.

Lavauskuljettimella K6 lavaa lastataan lautasilla josta valmiit lavat siirretään valmisvarastokuljettimelle K7.

Järjestelmää ohjataan käyttöpaneelilta jolla voidaan tehdä reseptit, ohjata toimilaitteita sekä käynnistää järjestelmä automaattiajolle.

Turva-alue, turvaportit, valoverhot ja valotornit

Turva-alue

Laitteen turva-alue on rajattu aidalla ja valoverhoilla. Asiaton oleskelu sekä raajojen työntäminen turva-alueen sisälle kesken ajon ei ole turvallista.

Turvaportin toiminta

Avattaessa turvaportti, lavaajan toiminta estetään katkaisemalla sähkönsyöttö servo-ohjaimille. Kuljettimet jäävät käyntiin.

Turvaportti pyydetään auki painamalla vihreää painiketta turvaportin vieressä. Punainen valo alkaa vilkkua pyynnön merkiksi jonka aikana lavaaja ajaa lautasviennin tai muun tehtävän loppuun ja pysähtyy. Kun lavaaja on pysähtynyt, vihreä valo syttyy ja oven magneettinen lukitus poistuu.

Turvaportti lukitaan sulkemalla ovi ja painamalla punaista painiketta. Lavaaja täytyy resetoita ja käynnistää käyttöpaneelilta.

Valoverhot

Valoverhot on tarkoitettu estämään tahaton liikkuminen laitteen turva-alueella. Mikäli jokin lävistää valoverhon, toimii valoverho kuin hätäseis-painike ja pysäyttää kaiken liikkeen laitteessa. Valoverhon voi hiljentää ajamalla trukki valoverhon edessä sijaitsevien kahden anturin eteen jonka jälkeen valoverhon yhteyteen asennettu valo alkaa vilkkua. Valon vilkkuessa, voi valoverhon lävistää ilman laitteen pysähtymistä.

Valoverhon hiljentäminen aiheuttaa valoverhon välittömässä läheisyydessä olevan/olevien laitteiden pysäyttämisen.

HUOMIO! Valoverhojen hiljentäminen on tarkoitettu vain trukilla lavojen poistamista valmisvarastosta tai uusien lavojen lisäystä lavavarastoon varten. Muu toiminta laitteen turva-alueen sisällä ei ole turvallista.

HUOMIO! Pysähtyneet kuljettimet ja laitteet käynnistyvät automaattisesti valoverhon hiljentämisen jälkeen. Varmista että valoverho on hiljennettynä koko sen ajan kun työskentelet trukilla laitteen turva-alueen sisällä.

Valotornit

Valotornit on ohjelmoitu kertomaan laitteiston tilasta ja virheistä käyttäjille.

Ensimmäinen valotorni valmisvaraston vieressä aidan päällä kertoo lavaajan sekä lavakuljettimen tilasta.

Toinen valotorni sähkökeskuksen päällä kertoo lautaskuljettimen tilasta.

Vihreä merkkivalo = Kaikki OK. Laitte on käynnissä ja valmis ottamaan vastaan lautasia.

Vihreä vilkkuva merkkivalo = Lautastulokuljettimet K1 ja K2 ovat täynnä / Eivät pysty toimittamaan lautasia eteenpäin.

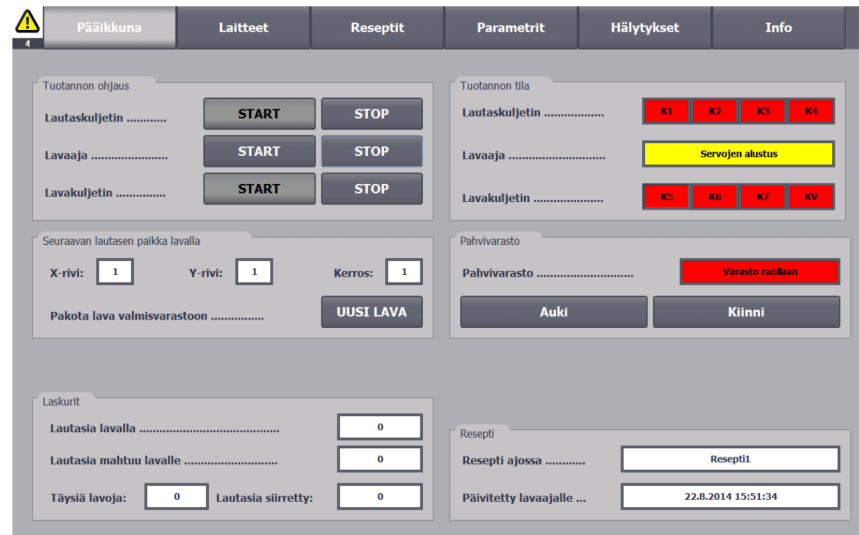
Keltainen merkkivalo = Ruuhkantasauskuljetin on täyttynyt / Pahvivarasto tyhjä / Lavavarasto tyhjä.

Punainen merkkivalo = Laitteita seis. Lavaus luultavasti häiriintyy.

Punainen vilkkuva merkkivalo ja hälytysääni = Laitteita virhetilassa. Lavaus luultavasti häiriintyy.

Käyttöpaneelin esittely

Pääikkuna



Kuva 1: Käyttöpaneelin pääikkuna

Käyttöpaneelin näkymä koostuu kolmesta perusosasta; yläreunassa sijaitsevasta navigointipalkista, sen alapuolella tietyissä ikkunoissa alanavigointipalkista (ei kuvassa) ja ohjausikkunasta. Navigointipalkin painikkeilla vaihdetaan ohjausikkunassa näkyvää sivua. Aktiivinen sivu osoitetaan navigointipalkin painikkeen vaaleampana värinä.

Mikäli hälytyksiä on aktiivisena, näytetään paneelin vasemmassa yläkulmassa keltainen kolmio ja aktiivisten hälytysten lukumäärä.

Pääikkunan ”tuotannon ohjaus” otsikon alla voidaan käynnistää ja pysäyttää laavausjärjestelmän osia.

”Tuotannon tila” otsikon alla esitetään laavausjärjestelmän tilaa. Punainen väri = Laite seis. Punainen ja keltainen vilkkuu = Laite virhetilassa. Vihreä = Laite OK.

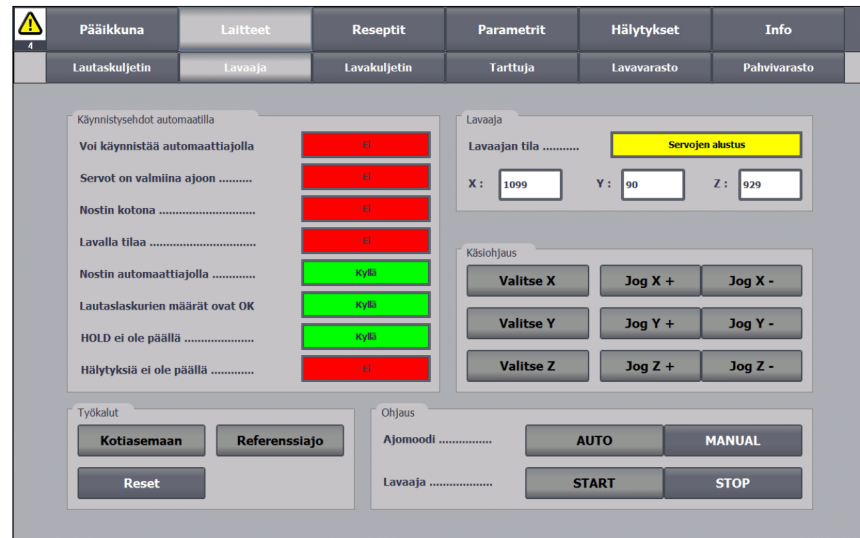
”Seuraavan lautasen paikka lavalla” otsikon alla näkyy piste johon lavaaja vie seuraavan lautasen. ”Uusi lava” painikkeella käyttäjä voi pakottaa keskeneräisen lavan valmisvarastoon ja aloittaa uuden lavan lastauksen.

”Pahvivarasto” otsikon alla ilmoitetaan pahvivaraston tila. ”Auki” ja ”Kiinni” painikkeilla voidaan ohjata pahvivaraston paineilmasylinteriä.

”Laskurit” otsikon alla on yleisiä lavaukseen liittyviä laskureita.

”Resepti” otsikon alla on ajossa olevan reseptin nimi ja aika milloin resepti on otettu ajoon.

Lavaajan ohjausikkuna



Kuva 2: Lavaajan ohjausikkuna

”Käynnistys ehdot automaattilla” otsikon alla näkyvät automaattitilan käynnistykseen ehdot. Kun kaikki kohdat näkyvät vihreänä, lavaajan voi käynnistää ”Start”-komennolla.

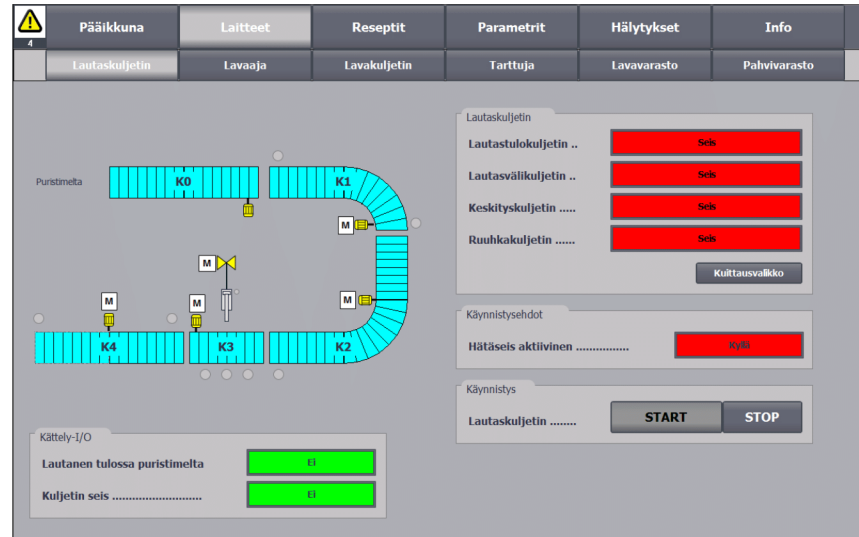
”Lavaaja” otsikon alla ilmoitetaan lavaajan sen hetkinen työvaihe sekä lavaajan asema.

”Käsiohjaus” otsikon alla sijaitsevat käsiohjauspainikkeet. Kun käyttäjä valitsee ajomoodiksi manuaalin, ”Valitse..” painikkeet aktivoituvat. Painikkeilla valitaan ajettava akseli. Akselin ollessa valmis ajoon käsiajolla, akselin ”Jog”-painikkeet aktivoituvat. Jotta manuaalimoodin voi valita, lavaaja täytyy olla ”Seis”-tilassa.

”Työkalut” otsikon alla sijaitsevat painikkeet kotiasemaan ajoa, referenssijajoa sekä lavaajan ohjauksen uudelleen käynnistämistä varten. Kotiasemaan ajo-painike aktivoituu lavaajan ajomoodin ollessa manuaali. Referenssijajo-painike aktivoituu lavaajan ollessa seis.

”Ohjaus” otsikon alla on painikkeet ajomoodin valintaa ja lavaajan käynnistämistä ja pysäyttämistä varten.

Kuljettimien ohjausikkuna



Kuva 3: Lautaskuljettimen ohjausikkuna

Kuljettimien ohjausikkunat noudattavat samaa kaavaa. Vasemmalla näkyy kuljettimen layout kuvattuna ylhäältä päin sisältäen kaikki ohjattavat moottorit, venttiilit sekä anturit. Kaikki layout-kuvassa näkyvät toimilaitteet ovat linkejä toimilaitteen ohjausikkunaan (Paitsi K0:n käyttömoottori) (Katso kohta Toimilaitteen ohjausikkuna).

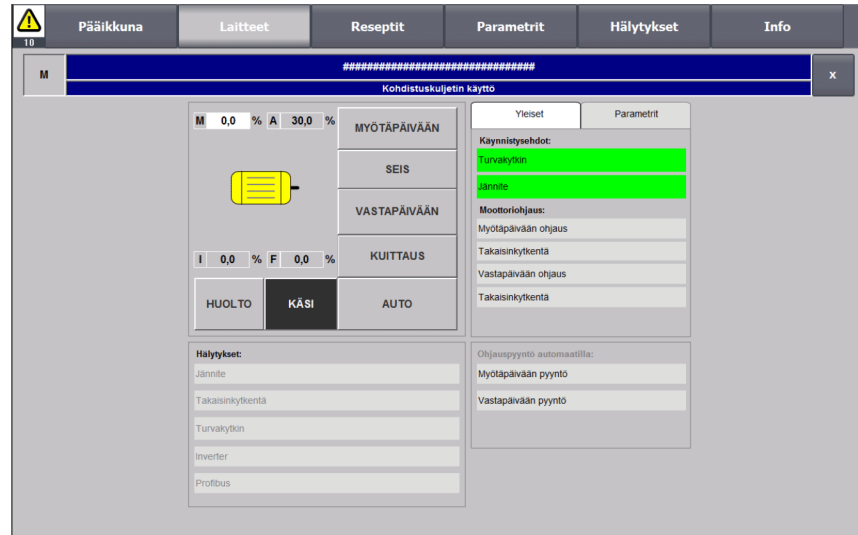
Layout-kuvassa toimilaitteet ilmoittavat tilansa värikoodein; Vihreä = Moottori pyörii, venttiili on auki tai anturi on aktiivinen. Keltainen (tai anturissa harmaa) = Toimilaitte normaalissa tilassa. Vilkkuva punainen ja keltainen = Toimilaitte virhetilassa. M-merkintä toimilaitteen vieressä ilmoittaa toimilaitteen olevan käsiajo-tilassa. Kuljettimen käynnistyessä kaikki toimilaitteet ohjataan automaattitilaan ja M-merkinnät katoavat.

”Lautaskuljetin” otsikon alla on ilmoitettu ohjattavien kuljettimien työvaiheet. ”Kuitausvalikko”-painikkeella saa näkyviin ”Kuitaus” (Virhetilan kuitaus) ja ”Reset” (Yksittäisen kuljettimen uudelleenkäynnistys) -painikkeet jokaiselle kuljettimelle.

”Käynnistys” otsikon alla on painikkeet kaikkien sivulla olevien kuljettimien käynnistys- ja pysäytyspainikkeet.

”Kättely-I/O” otsikon alla on tilatietoa puristimen ja lautaskuljettimen välisestä kättelystä.

Toimilaitteen ohjausikkuna



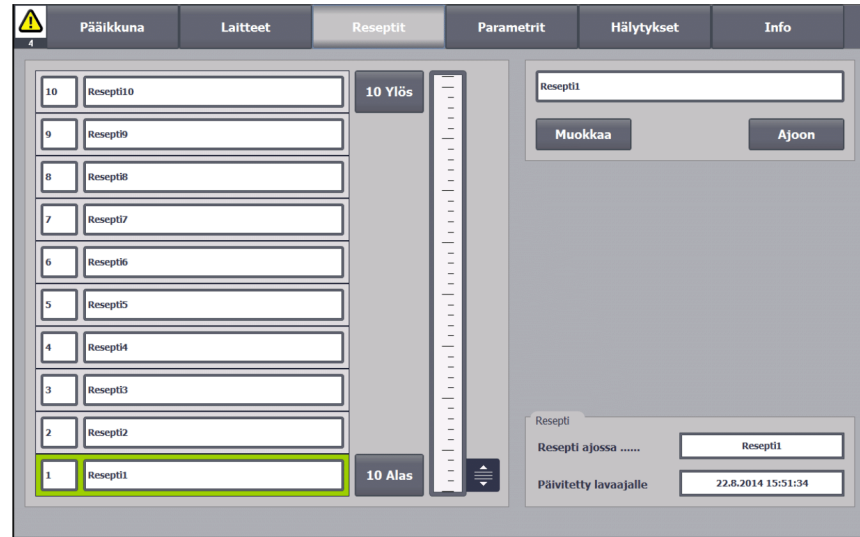
Kuva 4: K3 kohdistuskuljettimen käytön ohjausikkuna

Kuljettimien toimilaitteita voidaan ohjata myös erikseen, ilman automaattitilaa.

Toimilaite valitaan käsi-ajomoodiin ja moottori käynnistetään valitsemalla joko myötä- tai vastapäivään. Moottori pysäytetään painamalla seis. Käsiajonopeus säädetään moottorikuvan yläpuolella vasemmalla olevasta tekstikentästä (Kuvassa M 0,0 %). Säättöalue on 0-100 % nimellisnopeudesta.

HUOMIO! Kuljettimet (K1, K2 jne.) ovat itsenäisiä yksiköitä jotka seuraavat automaatti-tilassa viereisten kuljettimien työvaiheita. Jotta koko kuljetin toimii kuten pitää, on kaikkien kuljettimien laitteiden oltava ajon aikana automaatti-tilassa.

Reseptit



Kuva 5: Reseptin valintaikkuna

Kaikki käytettävissä olevat reseptit ja tyhjät reseptipaikat on esitetty ikkunan vasemmalla puolella olevassa listassa. Listaa pystyy selaamaan ylös- ja alaspäin listan oikealla puolella olevista painikkeista (10 Ylös ja 10 Alas) tai liukukytimestä. Reseptipaikkoja on yhteensä 50. Käyttäjä valitsee reseptin selaamalla listan oikeaan kohtaan ja painamalla haluamaansa reseptiä. Listassa valittuna oleva resepti osoitetaan vihreällä taustavärillä ja reseptin nimi siirtyy ikkunan oikeassa yläkulmassa olevaan tekstikenttään.

Käyttäjä voi joko muokata valittua reseptiä painamalla ”Muokkaa”-painiketta (Katso kohta Reseptin teko) tai ottaa valitun reseptin ajoon painamalla ”Ajoon”-painiketta.

Reseptiä otettaessa ajoon järjestelmä kysyy varmistusta käyttäjältä. Jotta kaikki muutokset tulevat käyttöön, on lavaajan oltava ”Seis”-tilassa. Muuten vain lavakuviioon liittyvät muutokset tulevat käyttöön.

Ajossa oleva resepti on esitetty oikeassa alakulmassa olevassa tekstikentässä ja sen alapuolella aika jolloin resepti on siirretty ajoon lavaajalle.

Parametrit-ikkuna

Pääikkuna		Laitteet	Reseptit	Parametrit	Hälytykset	Info
Tarttuja		Nostin	Lautaskuljettimet	Lavakuljettimet		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>K1 Lautastulokuljetin</p> <p>Testiajoaika [ms] <input type="text" value="30000"/></p> <p>Jälkijaoaika [ms] <input type="text" value="10000"/></p> <p>Lautasen maks. läpikulkuaika [ms] <input type="text" value="120000"/></p> <p>Nopeus automaattilla [0..100%] <input type="text" value="30"/></p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>K3 Keskityskuljetin</p> <p>Testiajoaika [ms] <input type="text" value="30000"/></p> <p>Jälkijaoaika [ms] <input type="text" value="10000"/></p> <p>Kohdistuksen aloitusviive [ms] <input type="text" value="2000"/></p> <p>Kohdistusaika [ms] <input type="text" value="2000"/></p> <p>Kohdistuksen palautusviive [ms] <input type="text" value="2000"/></p> <p>Nopeus automaattilla [0..100%] <input type="text" value="30"/></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 48%;"> <p>K2 Lautasvälikuljetin</p> <p>Testiajoaika [ms] <input type="text" value="30000"/></p> <p>Jälkijaoaika [ms] <input type="text" value="10000"/></p> <p>Lautasen maks. läpikulkuaika [ms] <input type="text" value="120000"/></p> <p>Nopeus automaattilla [0..100%] <input type="text" value="30"/></p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>K4 Ruuhkantasauskuljetin</p> <p>Testiajoaika [ms] <input type="text" value="30000"/></p> <p>Jälkijaoaika [ms] <input type="text" value="10000"/></p> <p>Nopeus automaattilla [0..100%] <input type="text" value="30"/></p> </div> </div>						

Kuva 6: Parametri-ikkuna

Lavaajan ja kuljettimien ajoarvoja voidaan säätää näissä parametri-ikkunoissa. Muutokset tulevat välittömästi voimaan. Painaessa tekstikenttää tulee esiin näppäimistö jolla voi syöttää uuden arvon. Arvo tallentuu järjestelmään painamalla näppäimistön enter-painiketta.

Parametrien selitykset ovat liitteenä tämän käyttöohjeen lopussa.

Hälytykset-ikkuna

Nro	Aika	Päivämää...	Tila	Teksti	Kuittaa ryh...
70	15:50...	22.8.2014	On...	Referenssiko ajamatta	1
69	15:50...	22.8.2014	On...	Hätä-Ses aktiivnen	1
102	15:50...	22.8.2014	On...	Lavavarasto on tyhjä	1
99	15:50...	22.8.2014	On...	Turvaportti auk	1

Kuva 7: Hälytykset-ikkuna

Voimassa olevat hälytykset ja ilmoitukset näkyvät Hälytykset-välilehdellä. Kun hälytyksen aiheuttaja poistuu ja hälytys on kuitattu painamalla oikean alakulman painiketta, hälytys katoaa.

Hälytyshistoria-välilehdellä näkyy kaikki järjestelmän käynnistyksen jälkeen tulleet hälytykset ja niiden kuittauksset.

Oikean yläkulman "Hälytys pois"-painikkeella voidaan hiljentää hälytyssummeri viideksi minuutiksi. Painike vilkkuu kun hiljennys on aktiivisena. Hiljennys voidaan ottaa pois päältä painamalla uudestaan painiketta.

Info-ikkuna

Info-ikkunaan on kerätty tilatietoa järjestelmän muista osista, jännitetilatietoa, hätäseis-painikkeiden ja hätäseis-piirien tilatietoa sekä tilatietoa Feston servo-ohjaimen I/O-kommunikoinnista sekä virhekoodista.

Laitteen normaali käyttöönotto ja käynnistäminen

1. Jos laite on sähköttömässä tilassa, käännä pääkytkin laitteen oikealla puolella sijaitsevasta sähkökeskuksesta päälle. Laitteella kestää noin minuutti käynnistyä, aiheuttaen hälytyksiä. Kuittaa hälytykset ja tarvittaessa hiljennä hälytyssummeri "Hälytykset"-sivun oikeasta yläkulmasta.
2. Ennen laitteiden käynnistämistä automaattijolle, tarkista että lavavaraston saksinostin on alasennessa, lavavarastossa on lavoja ja pahvivarasto ei ole tyhjä.
3. Käynnistä lavakuljetin "Laitteet"-sivun "Lavakuljetin" välilehdeltä painamalla **Start**. Jos virheet ei kuittaannu, yritä uudestaan painamalla **Stop** ja sen jälkeen **Start**. Jos virheet eivät vielääkään kuittaannu, tarkista virheen aiheuttaja.

Jos lavakuljettimella on ennen käynnistämistä lavoja, ne tunnistetaan testiajon aikana ja lavakuljetin siirtyy automaattisesti oikeaan työvaiheeseen. Tarkkaile kuljettimen toimintaa käynnistyksen aikana ja varmista että lavakuljetin toimii normaalisti.

Jos lavauspaikalla on keskeneräinen lava, tarkista että "Pääikkuna"-sivun seuraavan lautaspaikan laskurit osoittavat oikeaan paikkaan. Jos haluat uuden lavan, voit pakottaa uuden lavan "Pääikkuna"-sivun **Uusi lava**-painikkeella. Nostin pitää olla Seis-tilassa.

4. Lautaskuljetin käynnistetään "Laitteet"-sivun "Lautaskuljetin" välilehdeltä painamalla **Start**. Jos virheet ei kuittaannu, yritä uudestaan painamalla **Stop** ja sen jälkeen **Start**. Jos virheet eivät vielääkään kuittaannu, tarkista virheen aiheuttaja.

Jos lautaskuljettimella on ennen käynnistämistä lautasia, ne tunnistetaan testiajon aikana ja lautaskuljetin siirtyy automaattisesti oikeaan työvaiheeseen. Tarkkaile kuljettimen toimintaa käynnistyksen aikana ja varmista että lautaskuljetin toimii normaalisti.

5. Jos haluat vaihtaa reseptin, valitse resepti "Reseptit"-sivulta ja paina **Ajoon**. Lavaaja pitää olla Seis-tilassa jotta kaikki muutokset päivittyvät. Pisteet päivitetään servoille jonka aikana lavaajan tila on "Kirjoitetaan pisteitä".
6. Tarkista ja päivitä lautaskeskittimen asetukset ja tarvittaessa koeaja keskitin syöttämällä lautasia hihnalle.
7. Lavaaja käynnistetään "Laitteet"-sivun "Lavaaja"-välilehdeltä. Paina **Reset**-painiketta jotta lavaaja alustetaan käyttöön. Odota että lavaajan tilaksi vaihtuu "Seis". Jos referenssiajo vaaditaan, käynnistä **referenssiajo**.
8. Jos lavaaja ei ole kotiasemassa, vaihda lavaaja manuaalille ja käynnistä **kotiasemaan ajo**. Varmista että lavaajalla on esteetön pääsy kotiasemaan. Lavaajan ajo kotiasemaan on estetty jos lavaaja on liian matalalla. Siinä tapauksessa vaihda lavaaja manuaalille, valitse ajettava akseli (Z) ja paina **Jog -**-painiketta kunnes lavaaja on turvallisessa korkeudessa ja paina **kotiasemaan ajo**.

9. Kun lavaaja on kotiasemassa ja kaikki käynnistysehdot täyttyvät, paina **Start**. Tarkkaile lavaajan toimintaa muutaman lautasen viennin ajan.

Ajon aikana

Laitteen toimiessa normaalisti käyttäjän ei tarvitse huolehtia muusta kuin valmisvaraston tyhjentämisestä sekä pahvivaraston ja lavavaraston täytöstä.

Valmisvaraston tyhjentäminen

Valmisvarasto tyhjenetään nostamalla valmis lava trukilla pois kuljettimelta. Odota että lava ja kuljetin ovat pysähtyneet kun ajat trukin valoverhosta läpi. Valoverho "hiljennetään" kun trukki ajetaan varaston edessä olevan kahden anturin väliin. Anturit tunnistavat trukin ja keltainen valo alkaa vilkkua valoverhon hiljentämisen merkiksi. Keltainen valo sijaitsee lavakuljettimen päällä pultattuna lavaajaa tukevaan alumiiniprofiiliin. Jos valoverho hiljennetään kun valmisvarastokuljetin on vielä käynnissä, valmisvarastokuljetin pysähtyy, jättäen lavan paikkaan josta se on huono nostaa pois. Kun lava on nostettu pois ja valoverhon "hiljennys"-lamppu on sammunut, valmisvarastokuljetin palaa normaaliin tilaan 10 sekunnin kuluttua. Jos valoverhoa ei hiljennetä, valoverhon läpäisy aiheuttaa hätäseis-pysäytyksen (Katso Toimiminen vikatilanteissa - Hätäseis aktiivinen).

Pahvivaraston täyttö

Pahvivarasto voidaan aukaista joko fyysisestä painikkeesta pahvivaraston vieressä tai käyttöpaneelisti pahvivaraston ohjausikkunasta. Mikäli lavaaja on hakemassa pahvia, pahvivaraston aukaisu on estetty (Pahvivaraston käyttöpainikkeessa palaa punainen valo).

Paineilmasynterinin toiminnan parantamiseksi sylinteriin ohjataan yhden sekunnin ajan vastapaine kun painetaan avauspainiketta jonka jälkeen varasto aukeaa. Pidä painike pohjassa kunnes varasto on täysin auki.

Täytä varasto noin 2-3cm varaston yläreunasta ja ohjaa varasto takaisin Kiinni-painikkeella (voi vaatia hieman avustavaa tönäisyä).

HUOMIO! Varmista ettei kukaan seiso pahvivaraston tiellä kun aukaiset varastoa.

Lavavaraston täyttö

Lavavarastossa on samanlainen valoverho kuin valmisvarastossakin. Valoverhon hiljentäminen aiheuttaa saksinostimen käytön estämisen. Lavavaraston täyttöä ei kuitenkaan suositella kesken lavavaraston toiminnan.

Nosta trukilla lavavarastossa olevien lavojen päälle uudet lavat. Turvallinen maksimimäärä on 7-10 lavaa lavavarastossa.

Lavavaraston jouhevan toiminnan varmistamiseksi pyri täyttämään lavavarasto siten että lavat ovat kiinni varaston takaseinässä. Huolimattomasti täytetty lavavarasto aiheuttaa lavavaraston toiminnan pysähtymisen ja hälytyksiä.

Laitteen sammuttaminen

Lavauksen keskeyttäminen

Lavaus voidaan keskeyttää painamalla "Laitteet"-sivun "Lavaaja"-välilehdeltä **Stop**-painiketta. Jos lavaaja on viemässä lautasta, lavaajan tila vaihtuu "Lavaus seis"-tilaan ja lavaaja palaa lautasen viennin jälkeen kotiasemaan ja tila vaihtuu "Seis"-tilaksi.

Laitteen sammuttaminen

Ennen päävirran katkaisua keskeytä lavaus ja pysäytä kaikki kuljettimet. Jos päävirran katkaisu on kielletty, paina sen sijaan hätäseis-painike pohjaan tahattoman käynnistämisen estämiseksi.

Laitteen pysäyttäminen hätätilanteessa

Jos laite uhkaa käyttäjien tai sivullisten turvallisuutta, uhkaa aiheuttaa laiterikkoja tai muuta vahinkoa, kaikki laitteeseen liitetyt hätäseis-painikkeet pysäyttävät kaikki kuljettimet ja lavaajan toiminnan varmuudella. Lavaajaa ei pysty pysäyttämään kesken lautasen viennin muulla tavalla kuin hätäseis-painiketta painamalla.

Toimiminen vikatilanteissa

Yleisimmät vikatilanteet

1. Hätäseis aktiivinen.
2. Pahvin haku epäonnistui.
3. Lavavaraston lukot eivät mene kiinni.
4. Lautaskuljetin tukossa.
5. Servohäiriö.

Hätäseis aktiivinen

Aiheutuu hätäseis-painikkeet painamisesta, valoverhon aktivoitumisesta tai valoverhon vikaantumisesta.

Aiheuttaa kaikkien moottorikäyttöjen ja lavaajan pysähtymisen sekä kaikkien venttiilien paitsi imukupin sulkeutumisen.

1. Nosta kaikki alaspainetut hätäseis-painikkeet ja kuittaa hätäseispiiri käyttöpaneelin yläpuolella olevasta painikkeesta. Sininen valo sammuu kuittauksen merkiksi. Jos valo ei sammu muutamalla painamiskerralla, tarkista painikkeet sekä valoverhot. Mikäli lava- ja lautaskuljettimet olivat päällä, käynnistyvät ne uudestaan automaattisesti hätäseispiirin kuittaamisesta. Jos lavavaraston saksinostin on jossain muussa kuin ala-asennossa, täytyy se ajaa käsin alas ennen lavakuljettimen käynnistystä.
2. Resetoi lavaaja, käännä lavaajan tila manuaalille ja jos tarvetta, aja käsiajolla Z-akselia ylöspäin turvalliselle alueelle ja paina "Kotiinajo"-painiketta.
3. Käynnistä lavaaja painamalla Start.

Pahvin haku epäonnistui

Aiheutuu pahvin irtoamisesta imukupista ennen kuin nostin saavuttaa pahvinjättöpisteen.

Aiheuttaa lavaajan ajon takaisin kotipisteeseen, lavaajan pysäyttämisen sekä hälytyksen.

1. Mikäli pahvi jäi osittain tai huonosti lavan päälle, poista pahvi lavan päältä. Mikäli pahvi jäi pahvivarastoon mutta väärään asentoon, korjaa pahvin asento pahvivarastossa.
2. Paina Start. Lavaaja yrittää uudestaan hakea pahvia.

Lavavaraston lukot eivät mene kiinni

Aiheutuu lavan ollessa huonosti lavavarastossa ja sen takia lukkojen jäädessä osittain auki-asentoon.

Aiheuttaa lavavaraston toiminnan pysäyttämisen sekä hälytyksen.

1. Pysäytä lavakuljetin.
2. Korjaa lavapinon asentoa ja varmista että lukot ovat kiinni. Voit tarkistaa esimerkiksi käyttöpaneelilta että kaikki rajat menevät päälle oikein.
3. Aja käyttöpaneelilta manuaalisesti saksinostin alas.
4. Käynnistä lavakuljetin.

Reseptin teko

Reseptin muokkausikkuna

Kuva 8: Reseptin muokkausikkuna

Reseptin muokkausikkunoissa näkyy kaikki käyttäjän muokattavissa olevat parametrit ja asetukset.

HUOMIO! Reseptin muokkaus antaa erittäin vapaat kädet käyttäjälle. Vääränlaisen reseptin ajo saattaa johtaa pahimmassa tapauksessa törmäyksiin ja laitevahinkoihin. Mieti mitä olet tekemässä ja seuraa lavausprosessia tarkasti aina kun olet ottanut uusia reseptejä käyttöön.

HUOMIO! Tyhjiissä resepteissä myös lavaajan pistetiedot ovat tyhjiä. Kopioi tyhjään reseptiin jokin valmis, toimivaksi todettu resepti käyttämällä ”Kopioi reseptistä”-ominaisuutta.

Jokaisessa reseptin muokkausikkunassa (Lavakuvio, Lautasen haku jne.) on pieni i-painike. Painamalla sitä aukeaa infosivu reseptin säädettävistä parametreista.

Lavakuvion määrittäminen tapahtuu Lavakuvio-välilehdellä. ”Lautanen”-otsikon alla käyttäjä voi määrittellä käytettävän lautasen ominaisuudet.

”Lautasten sijoittelu”-otsikon alla on lavakuvioon liittyvät ominaisuudet kuten raot lautasten välissä ja lautasten määrä.

”Pahvi”-otsikon alla määritetään käytetäänkö välipahvia ja kuinka paksua käytettävä pahvi on.

”Esikatselu”-otsikon alla nähdään lautasten kokonaismäärä valmiilla lavalla sekä lavakuvion vaatima tila lavalla.

”Tallenna ja palaa”-painike tallentaa muokatun reseptin muistiin ja palaa ”Reseptit”-näkyeseen.

”Peruuta”-painikkeesta palataan takaisin ”Reseptit”-näkyeseen ilman muutoksien tallentamista.

”Kopioi reseptistä”-painikkeella kopioidaan viereisen tekstikentän osoittamasta reseptistä kaikki muut tiedot paitsi reseptin nimi auki olevaan reseptiin. Numero on sama kuin reseptivalikossa järjestysnumero.

Lavakuvion määrittäminen

Lavakuvion määrittäminen kannattaa aloittaa mittaamalla lavattavan lautasen halkaisija. Jos lautanen on neliö, halkaisija on sama kuin neliön sivun mitta, ei neliön vastakkaisten kärkien etäisyys.

Jos pinotaan ilman välipahvia lautasia päällekkäin, korkeudeksi pitää määrittää kahden lautasen pintojen korkeusero. Parhaiten mittaaminen käy asettamalla kaksi lautasta päällekkäin pöydälle ja mittaamalla alemman lautasen korkeimmasta pisteestä ylemmän lautasen korkeimpaan pisteeseen.

Jos pinotaan välipahvin kanssa, korkeudeksi pitää määrittää lautasen korkeus. Esimerkiksi siten että asetetaan lautanen pöydälle ja mitataan pöydän tasosta lautasen korkeimpaan pisteeseen.

Määritetään monta lautasta ja kerrosta halutaan lavalle.

Voidaan määrittää myös lautasten etäisyys viereisiin lautasiin nähden ja reunimmaisten lautasten etäisyys lavan reunaan nähden.

Määritetään välipahvi ja välipahvin paksuus.

Tarkistetaan että lavakuvio ei ylitä lavan ulkomittoja tai suurinta mahdollista lavakorkeutta.

Jos tuote on neliö, valitaan kyllä pudotusvalikosta. Tällöin jokaiselle lautaselle suoritetaan neliölle soveltuvampi keskitys. Muista säätää kohdistajan rullat.

Mikäli lautanen on hyvin pieni, voi olla tarpeellista määrittää viive tunnistuksesta jolloin lautasta ajetaan eteenpäin normaalista keskitykseen pysäyttämispisteestä asetetun ajan verran.

Lopuksi tarkastetaan että pistetiedot ovat oikein ja tehdään tarvittavat muutokset. Mikäli ei lavata erittäin isoja lautasia tai muuten normaalista poikkeavaa lautastyyppejä, kopioidut pistetiedot ovat riittävän hyviä.

Painetaan ”Tallenna ja palaa”-painiketta jotta muutokset tallentuu.