

LASINLEIKKUULINJAN MODERNISOINTI

Pilkington Lahden Lasitehdas

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Mekatroniikka

Lasinleikkuulinjan modernisointi

Kevät 2009

Heikki Meriläinen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekniikan laitos

MERILÄINEN, HEIKKI:

Lasinleikkuulinjan modernisointi
Pilkington Lahden Lasitehdas

Kone- ja tuotantotekniikka
Kevät 2009

46 sivua, 18 liitesivua

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö tehtiin Pilkington Lahden Lasitehtaan toimeksiannosta. Työssä käsitellään tehtaalla sijaitsevan lasinleikkuulinjan modernisointia ja linjaston tuottavuuden parantamista.

Työn tekeminen aloitettiin kartoittamalla linjaston tämänhetkinen nopeus, ja selvittämällä missä linjaston kohdassa on suurimmat tuotantoa hidastavat kohdat ja niiden nopeuttamiseen vaikuttavat tekijät. Työn alussa oli tiedossa jo valmiiksi, että ottaja-alue on hitain kohta johtuen moottorin ohjaustekniikasta. Moottorien ohjaus on tällä hetkellä suoramoottorikäyttö, joka muutetaan taajuusmuuttujapohjaiseksi. Hydraulikkaosassa käsitellään, kuinka kippipöydän laskusekvenssiä saadaan nopeutettua.

Modernisoinnissa lähtökohtana oli selvittää, mitä tarvitaan linjaston käyttöään lisäämiseksi niin logiikan kuin robotin osalta. Kummatkin kohteet ovat lähivuosi-tilanteessa, jossa niihin ei ole enää saatavissa valmistajalta tuotetukea, eikä varaosia.

Näillä muutoksilla pystytään parantamaan lasinleikkuulinjan tuottavuutta ja mahdollistamaan lasinleikkuulinjan kehittämisen myös tulevaisuudessa.

Avainsanat: taajuusmuuttaja, hydraulikka, logiikka

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

MERILÄINEN, HEIKKI: Modernization of a glass cutting line
Bachelor's thesis in Pilkington Lahden Lasitehdas
Mechanical & production engineering 46 pages, 18 appendixes
Spring 2009

ABSTRACT

This thesis was commissioned by Pilkington Lahden Lasitehdas. It deals with the modernization of a glass cutting line and focuses on how to improve the flow rate of the line. The main focus was to increase production capacity.

The work started with a survey of the present production speed and by clarifying which part of the line seemed to decrease the production capacity the most. The aim was to increase the speed of the parts. To start with, problems with the manipulator in the starting point of the line were investigated. The manipulator has direct drive motors and a part of the work was to change those motor drives to being frequency converter operated. The hydraulics part of the thesis deals with how to improve the speed of a flip table.

The starting point in the modernization was to figure out, what is needed to increase the working life of a cutting line. There were pin pointed problems with the programmable logic controllers and the robot. The problem with the programmable logic controllers was that the manufacturer did not have any spare parts for the programmable logic controllers; therefore the existing parts need to be fixed. Also, support of the robot will end in 2011. The biggest part of the modernization was to operate with different manufacturers and ask for their offers of the modernization process.

The suggested changes will increase production capacity and allow continuing improvement of the glass cutting line in the future.

Key words: frequency converter, hydraulic, programmable logic controllers

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	2
2	PILKINGTON LAHDEN LASITEHDAS	3
3	LASIN VALMISTUS	5
4	LEIKKUULINJAN HISTORIA	7
5	LASILEIKKUULINJAN MODERNISOINTI	11
5.1	Ottajan taajuusmuuttajan käyttö	14
5.2	Taajuusmuuttajan käyttö	16
5.3	Kaapelit	17
5.4	Taajuusmuuttajat ja moottorit (SEW)	18
5.5	Ottajan kotipaikan siirtäminen	18
6	KIPPIPÖYDÄN HYDRAULIIKKA	19
6.1	Kippipöydän hydrauliiikka	19
6.2	Kippipöydän nopeuttaminen	21
7	ROBOTIN UUSIMINEN	24
7.1	Robotti	24
7.2	Uusi robotti	27
7.3	Hankintamallit	29
8	LOGIIKAT	31
8.1	Ottajan logiikka PMC22	31
8.2	Uusi logiikka	33
8.3	Linjaston kuvaus	34
8.3.1	Linjaston turva-alueille kulku	35
8.3.2	Leikkuulinjan ohjelmakierron kuvaus toimilaitteittain	38
9	YHTEENVETO	47
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	49

TERMISTÖ

CPU	Suoritinyksikkö ”Central Processing Unit”
EMC	Sähkömagneettinen häiriö
HMI	Operointipaneeli ” Human-Machine Interface”
kippipöytä	Lasipukilla olevan lasin kallistus vaakatasoon
lasiaihio	Jumbolasista leikattava pienempi lasikoko
LCM	Tuotteen elinkaarikierto ”Life Cycle Management”
murska	Murskaa trimmipalat lasimurskaksi
pitkittäisajo	Ottajan liikesuunta on linjaston suuntainen
poikittaisajo	Ottajan liikesuunta on poikkilinjan
pukitusasema	Robotti lastaa lasiaihiot lasipukeille
trimmi	Lasiaihiosta leikattava lasikaistale, joka menee uudelleen kiertoon

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Pilkington Lahden Lasitehdas. Pilkington Lahden Lasitehdas on ainoa Suomessa tasolasia valmistava yritys. Yrityksen suurimmat asiakkaat ovat Pilkington Groupin tuulilaseja valmistavat yritykset.

Opinnäytetyössä käsitellään tehtaalla sijaitsevan lasinleikkuulinjan tuotantokapasiteetin kasvattamista ja linjaston modernisointia. Työn tavoitteena on antaa Pilkington Lahden Lasitehtaalle ratkaisumalleja ja hinta-arviota tarvittavista tuotanto- ja modernisointikohteista.

Tuotannon kasvattaminen aloitettiin kartoittamalla linjaston tämänhetkiset liikesevenssinopeudet ja niiden vaikutukset lasinleikkumäärän. Suurimmaksi ongelmakohtaksi paljastui linjaston alkupäässä sijaitsevan ottajan ja kippipöydän yhteinen liikenopeus, joka hidastaa koko linjaston tuotantomäärää. Työssä on käsitelty liikenopeuksien kasvusta saatavat hyödyt valmistusmäärän osalta, sekä ottajaan ja kippipöytään nopeuttamiseen tarvittavat ratkaisumallit ja niiden kustannukset.

Modernisointiosassa käsitellään robotin, sekä logiikan uusimista ja niistä saatavia hyötyjä. Robotin ja logiikan uusiminen on tullut aiheelliseksi, koska tuotteiden valmistajat ovat lopettamassa tuotteillaan saatavaa tukea lähivuosina. Samalla käsitellään uusista tuotteista saatavat hyödyt verrattuna vanhoihin laitteisiin ja miten voidaan kehittää lasinleikkuulinjan kapasiteettia nykyaikaisilla metodeilla.

2 PILKINGTON LAHDEN LASITEHDAS

Lahden Lasitehdas on perustettu vuonna 1922 Vesijärven rannalle. Ensimmäiset tasolasit valmistettiin puhaltamalla lasi lieriön muotoiseksi ja leikkaamalla se au-ki. 1927 yhtiö aloitti Fourcault-menetelmän käytön, jota myös kutsutaan koneelli-seksi lasin valmistukseksi. Tässä menetelmässä lasimassaa vedetään ylöspäin rullien välissä. Menetelmässä säädettiin lasin paksuutta vetonopeudella. 1969 tehdas siirtyi Okeroisiin, jossa käytettiin pittsburghin tekniikkaa. Se perustui saman-laiseen valmistustapaan, mutta oli huomattavasti kehittyneempi menetelmä. Siinä oli lisätty merkittävästi automaation määrää, esimerkiksi lasin leikkaus tapahtui automaattisesti, kun taas fourcaultissa se oli käsintehtävä. Vuonna 1978 Pilkington osti osan Lahden lasitehtaan osakekannasta. 1984 lasin valmistus pittsburgh tek-niikalla lopetettiin, ja samalla aloitettiin rakentamaan float-tehdasta. Tehdas käyn-nistyi vuonna 1987. Float-tekniikassa lasimassa sulatetaan uunissa ja lasketaan sulan tinan päälle. Tällä tekniikalla lasista saadaan mahdollisimman tasaista. Pak-suutta säädetään uunin kuormalla ja ratanopeudella. Pilkington osti 100 % osake-kannasta vuonna 1994. 1997-1998 tehdas oli kylmäkorjauksessa. Vuonna 2004 Lahti siirtyi osaksi Automotivea ja tehtaan ainoaksi tuotteeksi muodostui auton tuulilasissa käytettävä lasi. Vuonna 2006 japanilainen NSG Group osti Pilkingtonin ja siinä samalla Lahden lasitehtaan. (Pilkington 2008.)

Organisaatio ja tunnuslukuja. Pilkington on perustettu vuonna 1826. Sen liike-vaihto on 5.5 miljardia euroa. Henkilöstömäärä maailman laajuisesti on n. 32 500 ja yritys omistaa yksin tai osittain 51 floatlasilinjaa maailman laajuisesti (Pilkington 2008.)

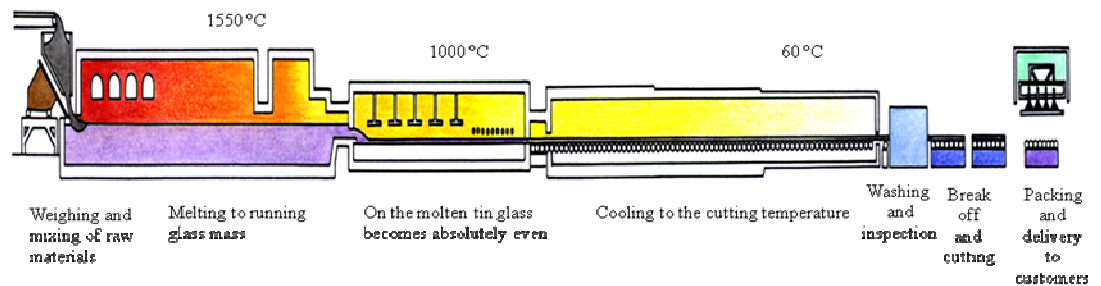
Pilkington Suomessa. Pilkington Automotive Finland oy:ssä toimii n.1 200 työntekijää, ja sen liikevaihto on n. 166 miljoonaa euroa. Tehtaita on viisi kappaletta. Tampereella valmistetaan karkaistuja tuulilaseja, Ylöjärvellä henkilö- ja kuorma-autojen tuulilaseja, Laitilassa linja-autojen tuulilaseja, Nivalassa erikoislaseja rakennusteollisuudelle. Pilkington marine keskittyy luksusristeilijöiden lasirakennetekniikkaan ja Espoossa toimii varaosalasien tukkuliike. Lahden lasitehdas valmistaa tasolasia autoteollisuuden tarpeisiin. (Pilkington 2008.)

Tuotteet ja tunnusluvut. Lahden tehtaalla valmistetaan ajoneuvo- ja rakennusteollisuudelle 1,5 – 6 mm tasolasia, jonka väreinä ovat kirkas ja vaaleanvihreä. Lisäksi valmistettava Microfloat-lasia paksuudeltaan 1 – 1,5 mm, jota käytetään sairaalalaboratorioissa, kamerateollisuudessa ja peileissä. (Pilkington 2008.)

Pilkington Lahden lasitehtaan tarkempia tunnuslukuja ovat seuraavat: yrityksen liikevaihto on 33,3 miljoonaa euroa vuodessa ja työllistää noin 100 henkeä. Lasiuunin sulatus kapasiteetti on 70 00 tonnia vuodessa, josta kirkkaan lasin osuus on 43 531 tonnia ja vihreän lasin 27 180 tonnia. (Pilkington 2008.)

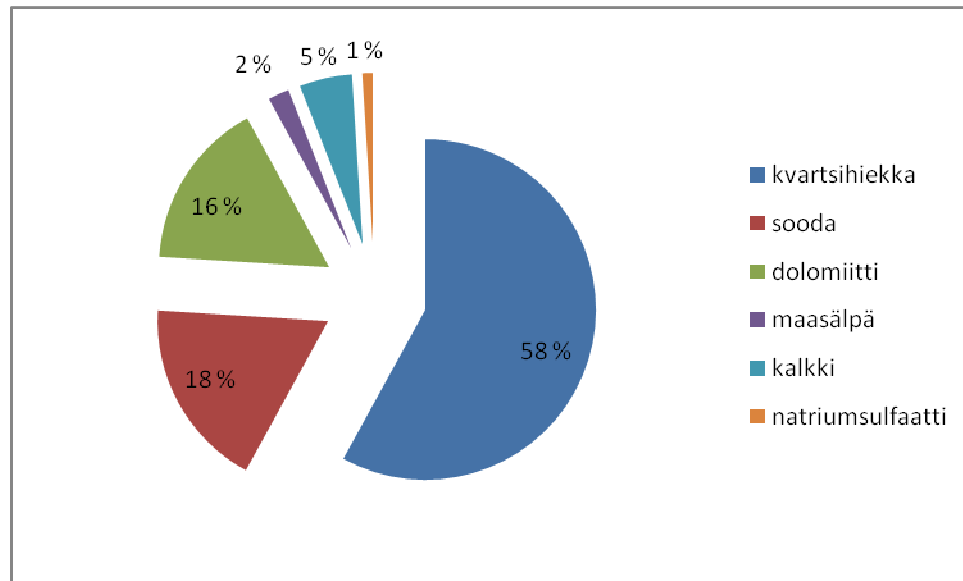
3 LASIN VALMISTUS

Lasin valmistus alkaa sekoittamalla raaka-aineet ja punnitsemalla ne raaka-aine osastolla. Halutunlainen raaka-aineseos kuljetetaan kuljettimella uunin syöttimelle mikä työntää edes takaisilla liikkeillä lasin raaka-ainetta uuniin. Uunissa on n.1550° :een lämpötila jolla raaka-aine sulatetaan lasimassaksi. Tämän jälkeen lasimassa lasketaan uunista tinan päälle. Tinan pinnalle lasku mahdollistaa mahdollisimman tasaisen lasipinnan. Lasin paksuuteen vaikutetaan uunissa olevalla lasimassan määrällä ja lasinauhan nopeudella. Tinakylvyn jälkeen nauha kulkee jäähtyäkseen ja edelleen kohti leikkausta ja varastointia. Kuviossa yksi on lasiuunin poikkileikkaus. (Pilkington 2008)



KUVIO 1. Lasiuunin poikkileikkaus

Raaka-aineet. Lasin valmistuksessa käytetään raaka-aineena kvartsihiekkää, soodaa, dolomiittia, maasälpää, kalkkia ja natriumsulfattia (kuvio 2). Lasin valmistuksessa käytetään myös kierrätyslasia eli pinttiä, jota on noin puolet raaka-aineesta. Pinttiä käyttämällä voidaan laskea lasin valmistuksessa aiheutuvia sulatuskustannuksia. Kierrätyslasin sulamispiste on huomattavasti alhaisempi, kuin puhtaasti raaka-aineista valmistetun lasin. (Pilkington 2008.)



KUVIO 2. Lasinvalmistuksen raaka-aineet prosentteina.

4 LEIKKUULINJAN HISTORIA

Pilkington Lahden lasitehtaan linjaston alkupää on rakennettu vuonna 1985, jolloin linjasto oli ainoastaan ottajan ja jakokuljettimen pituinen, ja sen päässä oli käsitaittopöytä. Alkujaan ottaja-alueelle pystyttiin laittamaan kolme pukkia ja voitiin määritellä mistä paikasta ottaja noutaa halutun lasin. Kippipöytä ja leikkuupöydän osat ovat pysyneet samanlaisina koko linjaston ajan. X-taittoon on lisätty erillinen pinttimurskain, joka on poistanut pintin kuljetustarvetta työvuoron lopuksi. Myöhemmin vuonna 1990 linjastoa jatkettiin ja siihen asennettiin konenäkö, robotti ja pintikuljettimet.

Seuraavassa esittelen leikkuulinjan yleisen toimintakuvauksen.

Ottaja. Ottaja hakee lasin lasipukilta. Lasin nouto kestää kotiasemasta kotiasemaan 76 sekuntia täydellä pukilla. Lasipukin ollessa melkein tyhjä noutoaika kestää 3 sekuntia kauemmin. Ottaja hakee automaattisesti lasin ja odottaa lupaa kuljettaa lasiaihio kippipöydälle. Ainoa tilanne, missä ottaja joutuu odottamaan kippipöydältä lupaa, on kun jumbolasista leikataan 12 kappaleen lasiaihioita. Kuviossa kolme on linjaston lay-out kuva ja kuviossa neljä ovat lay-outin toimilaitteiden numeroinnit.

Kippipöytä. Kippipöydän tehtävänä on muuttaa pukilla pystyssä oleva lasi kulkemaan linjaston suuntaisesti. Liikkeiden nousu ja laskuajat ovat 13 sekuntia. Rullakuljettimen nopeus on 60 m/min.

Leikkuupöytä. Leikkuupöydän hihnojen nopeus on 60 m/min. Leikkuuohjelmaa pystytään ajamaan 80 m/min, mutta yleisesti sitä ajetaan puolella maksiminopeudesta, koska ottaja-alue ei voi toimittaa lasia nopeammin. Tästä johtuen operaattorit eivät halua ajaa linjaa täydellä nopeudella. Hitaampi nopeus laskee lasin hävikkiä, mikäli linjastolla tapahtuu toimintahäiriö ja nopeuttaa linjaston puhdistamista rikkoutuneista laseista.

X-taitto. X-taitossa jumbolasi taitetaan x-suunnassa. Samalla siitä poistetaan x-suunnassa oleva ylimääräinen lasi suoraan pinttimurskaan. Taiton nopeus on täysin riippuvainen lasissa olevien trimmipalojen ja taittojen määrästä.

Y-trimmi. Y-taittoja on kaksi kappaletta peräkkäin eri kuljettimilla. Niillä poistetaan lasiaihioista vasemmalta tai oikealta puolelta trimmi. Trimmaus tehdään jokaisen lasin kohdalla, tarvitaan sitä tai ei. Trimmin leveyttä muutetaan liikuttamalla kuljetinta x-suunnassa.

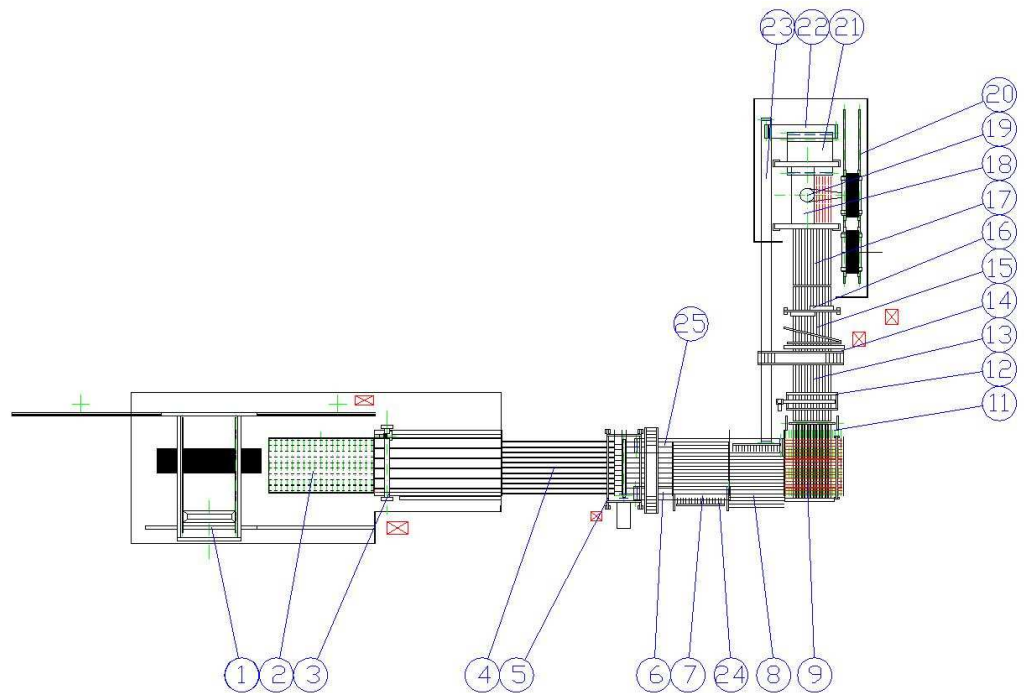
Jakokuljetin. Jakokuljetin muuttaa lasin kulkusuuntaa y-suunnasta kohti robottia x-suuntaan. Kuljetin käsittää kaksi erillistä kuljetinosaa, rulla- ja hihnakuljettimet. Rullakuljetin pyörii 60 m/min, mutta hihnakuljettimen nopeus on 50 m/min, kun lasi lähtee kohti y-taittoa.

Y-taitto. Taitossa lasiaihio taitetaan normaalisti joko kahteen tai kolmeen pienempään lasiaihioon. Lasi saapuu jakokuljettimelta nopeudella 50 m/min, jonka jälkeinen hihnakuljettimen nopeus on 60 m/min. Tällä estetään, etteivät aihiot törmää yhteen taitettaessa ja myöhemmin linjastolla.

Konenäkö. Linjastolla oleva konenäkö mittaa lasiaihion koon ja lähettää tiedon logiikalle, jossa logiikka tekee päätöksen lasin hylkäämisestä. Lasi voidaan myös hylätä, mikäli siihen on vastaanottolinjalta tullut virhemerkki.

Akryylipulverointi. Jokainen lasiaihio päällystetään akryylipölyllä, jonka tehtävänä on helpottaa lasin irrottamista toisistaan lasipukilla.

Robotin alue. Robotin alueella lasiainio tasataan ja robotti kuljettaa lasin lasitelineelle. Lasiainion mennessä pinttiin se ajetaan rullaradan yli ilman tasaustoimintoa. Pintattava lasi menee linjalla pinttiin, takana tuleva ehjä lasi jää odottamaan kolmeksi sekunniksi ennen kuin se saa kulkuluvan tulla rullakuljettimelle.



KUVIO 3. Lasinleikkuulinjan lay-out

25		Pinttikuljetin	
24		Pinttikuljetin	
23		Pinttikuljetin	
22		Pinttikuljetin	
21		Hihnapinttimurskain	
20		Pukitusasema	
19		Robotti	
18		Paikoituskuljetin	
17		Kuljetin	
16		Pölytyslaite	
15		Kuljetin	
14		Konenäkö	
13		Kuljetin	
12		Sirunpoistopuhallin	
11		Y-Taitto Dynaaminen	
9		Risteyasema	
8		Y-Trimmi kuljetin	
7		Y-Trimmi kuljetin	
6		Kuljetin	
5		X-Taitto	
4		Kuljetin	
3		Laikkauspöytä	
2		Kippipöytä	
1		Ötö ja	

KUVIO 4. Lasinleikkuulinjan positiot

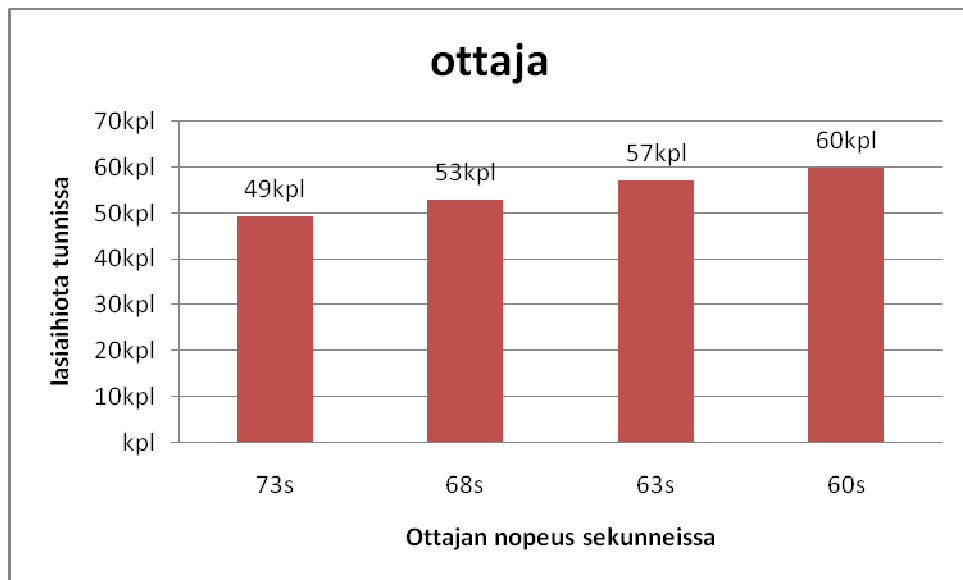
5 LASILEIKKUULINJAN MODERNISOINTI

Työn aikana linjaston modernisointi tehtävä on tarkentunut ottaja-alueen nopeuttamiseen. Linjaston eri alueiden ajanottojen jälkeen pullonkaulaksi täsmentyi ottajalue jos leikataan jumbolasiaihioista vähemmän kuin 10 ahiota. Tätä suuremmilla lasiaihiomäärillä muodostuu ongelmaksi robotin tasaustoiminto ja sen kohteen nopeuttaminen vaatii suuria rakenteellisia muutoksia. Tasaustoimintoa ei voida nopeuttaa nostamalla sylinterien liikenopeuksia ilman lasiaihioiden rikkoutumisia. Kun vielä huomioidaan, että 62,2 prosenttia käsiteltävistä jumbolasiaihioista leikataan alle 10 lasiahiota (liite 1) saadaan suurin hyöty muuttamalla ottajan kulkemaa matkaa ja nopeuttamalla ajosekvenssejä. Ideaalitulanteessa ottaja ehtii toimittamaan lasin kippipöydälle ja kippipöytä on alhaalla odottamassa leikkuupöydältä lupaa kuljettaa jumbolasi leikkuupöydälle leikattavaksi. Tällöin ottajalle ei tule minkäänlaisia turhia odotusaikoja, vaan pullonkaula sijaitsee robotin tasauksessa.

Tällä hetkellä huonoimmassa tapauksessa, kun leikkuupöytä leikkaa jumbolasin kuuteen osaan, se odottaa peräti 52 sekuntia. Nykyisellä nopeudella ottajan kierto kotiasemasta kippipöydälle kestää 60 sekuntia. Kun tähän lisätään kippipöydän laskuaika 13 sekuntia, saadaan ottajan ja kippipöydän yhteiseksi ajaksi 73 sekuntia. Näin ollen ottaja ja kippipöytä pystyvät toimittamaan 49 jumbolasiahiota tunnissa. Ottajan nopeuteen vaikuttavat muuttujat ovat imusekvenssi ja lasitelineellä olevan lasi määrän väheneminen. Imusekvenssin pituuteen vaikuttaa se kuinka nopeasti logiikka saa tiedon saavutetusta alipaineesta. Imusekvenssiin vaikuttaa imukuppien ja imujärjestelmän kunto. Lasin väheneminen pukilla taas pidentää ottajan kulkemaa matkaa, mikä hidastaa kiertoa maksimissaan kolme sekuntia.

Jos ottajalla saavutetaan jokaisella liikesekvenssillä yhden sekunnin väheneminen, se tarkoittaa, että ottajan kiertoaika vähenee 68 sekuntiin. Tällä saadaan ottajan tuotanto kapasiteettia kasvatettua 53 jumbolasiaihioon tunnissa. Kuviosta 5 nähdään kuin paljon sekunnin vähentäminen jokaisella liikesekvenssillä vaikuttaa

lasintuotantomääriin tunnin aikana. Mikäli jokaisesta liikesekvenssistä saadaan kolme sekuntia pois, ottajan käsittely kapasiteetti nousee 60 jumbolasiaihiin. Taulukossa 1 nähdään ottajan nopeuden kasvusta saatavat hyödyt pidemmällä aika välillä.

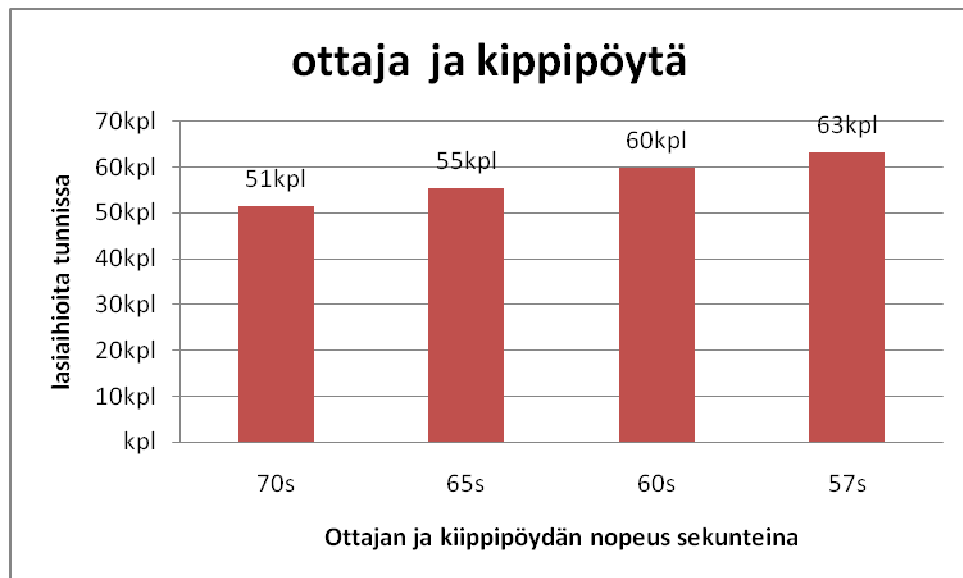


KUVIO 5. Lasintuotannon nousu tuntia kohden ottajan nopeutuessa

TAULUKKO 1. Tuotannon kasvu pidemmällä aikavälillä ottajan nopeuden kasvassa

	Sekuntia			
ottaja-alueen kiertoaika	73	68	63	60
lasia tunnissa	kappaletta			
3600 s	49 kpl	53 kpl	57 kpl	60 kpl
Linjan tuotanto tunnit päivässä	kappaletta			
7 h	345	371	400	420
14 h	690	741	800	840
21 h	1036	1112	1200	1260
vuodessa (arvio)	kappaletta			
254 työpäivää vuodessa	263 047	282 388	304 800	320 040
vuosi tuotanto (arvio)	lasipukkia			
250 kpl/ jumboteline	1052	1130	1219	1280

Mikäli vielä nopeutetaan kippipöytää kolmella sekunnilla, niin tuntituotanto nousee maksimissaan 63 lasiaihioon tunnissa. Kuviosta 5 ja taulukosta 2 näemme miten kippipöydän nopeuttaminen nopeuttaa leikkuulinjan tuotantomääriä tunnissa ja pidemmällä aikavälillä.



KUVIO 6. Lasin tuotannon nousu tuntia kohden ottajan ja kippipöydän nopeutuksessa

TAULUKKO 2. Tuotannon kasvu ottajan ja kippipöydän nopeuden kasvaessa pidemmällä aikavälillä

	Sekuntia			
ottaja-alueen kiertoaika	70	65	60	57
lasia tunnissa	kappaletta			
3600 s	51 kpl	55 kpl	60 kpl	63 kpl
Linjan tuotanto tunnit päivässä	kappaletta			
7 h	360	388	420	442
14 h	720	775	840	884
21 h	1080	1163	1260	1326
vuodessa (arvio)	kappaletta			
254 työpäivää vuodessa	274 320	295 422	320 040	336 884
vuosi tuotanto (arvio)	lasipukkia			
250 kpl/ jumboteline	1097	1182	1280	1348

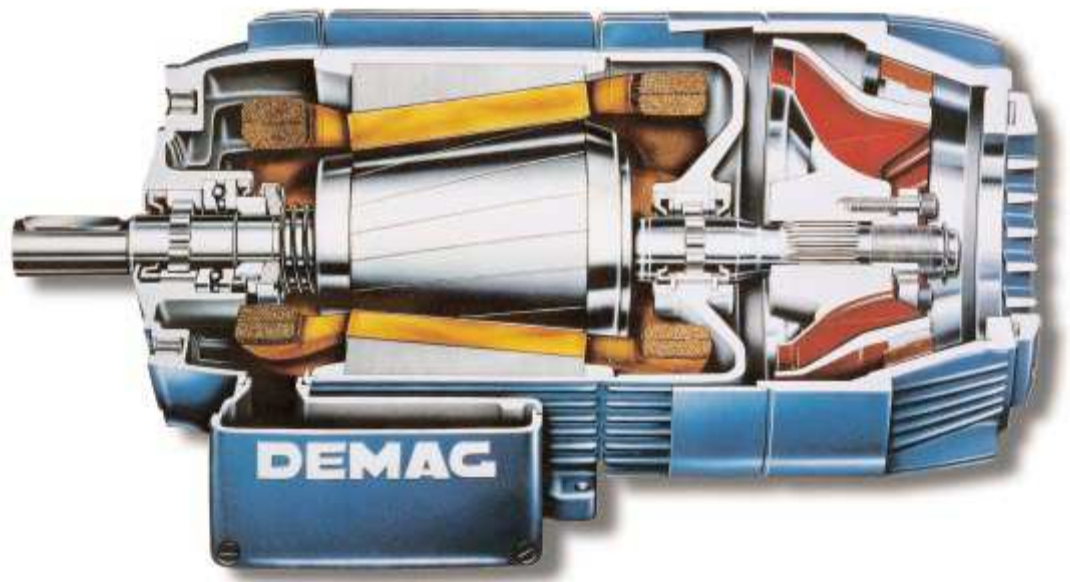
Kippipöydän nopeuttaminen tarkoittaa, että vuoro- ja vuositasolla leikkuun määrä nousee huomattavasti. Linjaston päivätuotanto riippuu lasin kysynnästä, mikä vaikeuttaa osaltaan tuotantomäärän kasvusta saatavan hyödyn arvioimista. Täytyy myös ottaa huomioon, että operaattori joutuu hakemaan lasipukin varastosta aina, kun pitää vaihtaa pukkia tai tuotetta. Taulukoissa on huomioitu pukin nouto ja ruokatunnit vähentämällä tehokasta leikkuunaikaa 1h per vuoro.

5.1 Ottajan taajuusmuuttajan käyttö

Ottaja-alue on muuttunut alkuvuosistaan. Näillä muutoksilla on pyritty tehostamaan ja järjeistämään linjan käyttöastetta. Muutokset ovat olleet logiikan ohjelmakierron tehostamista ja lasipukin paikkojen muutoksia, millä on saatu vähennettyä ottajan kulkemaa matkaa ja täten nopeutettua sen toimintaa. Lasin paikoitus ja logiikkaohjelmista saatavat edut on hyödynnetty ja on tullut järkeväksi pohtia

muita mahdollisia tapoja. Ainoaksi järkeväksi tavaksi jäi tämänhetkinen ottajan moottorikäyttöjen muuttaminen suorasta moottorikäytöstä taajuusmuuttajakäyttöle, jolloin saadaan nopeutettua sekvenssiasajoja ilman, että menetetään paikoitus-tarkkuus tai moottorin muutoksesta aiheutuu lisärasituksia ottajan runkoon.

Ottajan pitkittäisasajo nykyään. Ottajan pitkittäisasajo toteutetaan tällä hetkellä kahdella Demagin oikosulkumoottorilla, mitkä ovat tyypeiltään KBF 100 A 12/2. Ne on varustettu kaksilla napapareilla 2 ja 12. Kahden napaparin moottoriteho on 1,2kW / 2640 1/min, jolla ajetaan vakionopeusajot ja 0,18kW / 390 1/min on 12 napaparin teho, jolla ajetaan kiihdytys- ja hidastusajot. Napaparilukua ja moottoreiden suuntaa ohjataan suorassa moottorikäytössä kontaktoreilla. Moottorit on varustettu kulmavaihteella joissa välityssuhde i48,5. Ottajan pysäytys tapahtuu moottorissa sijaitsevalla jarrulla, joka liikkuu moottorin akselin mukana. Moottorin ollessa virrattomana se on oletus asennossa ja makaa jarrupintaa vasten (kuvio 7). Tämä konstruktio on Demagin oma, mikä estää vaihtamasta nykyiset moottorit tai vaihdelaatikot. Demag myös käyttää moottoreissaan akselihalkaisijan kokoa 38 mm, mikä ei ole standardikoko ja moottorin laippakiinnitys ei ole IEC-standardin mukainen.



KUVIO 7, Demag-moottorin rakenne

Ottajan poikittaisajo. Ottajan poikittaisajomoottorina toimii Sew-Eurodriven vaihdemoottori. Moottorissa on myös kahdet napaparit. Napaparien tehot ovat 0,06kW / 675 1/min kahdella ja 0,25kW / 2670 1/min kahdeksalla napaparilla. Moottoria ohjataan suoralla kontaktorihjauksella samalla tavalla kuin Demagin moottoreita. Jarrua ohjataan omalla kontaktorilla.

Taajuusmuuttajan käyttö nykyisillä moottoreilla. Demagin ja Sewin moottoreita voidaan ajaa taajuusmuuttajalla, mutta niiden toimintaansaattamisessa voi ilmetä suuria ongelmia, jotka johtuvat moottorien napapareista. Demagin ja Sewin edustajien mielipide oli, että moottorit tulisi vaihtaa kokonaan tai on valmistauduttava siihen, että moottoreista ei saada täyttä hyötyä irti, tai ne eivät toimi lainkaan. Kummankin edustajan suositus oli, että moottori ja vaihdelaatikat vaihdetaan toisenlaisiksi. (Erviälä 2009); (Liuksiala 2009.)

5.2 Taajuusmuuttajan käyttö

Taajuusmuuttajalla saavutettavat maksimaalinen hyöty, kun halutaan nopeuttaa ottajan toimintaa ja nostaa moottorien hyötysuhdetta. Moottorien kasvanut hyötysuhde vähentää omalta osaltaan energiantarvetta, mikä näkyy suoraan sähkölaskussa. Tätä tosin ei kannata laskea näin pienissä moottorikäytöissä, koska saatava vuosittainen energian säästö jää suhteellisen pieneksi. Moottoreiden vaihtaminen pelkästään isommaksi ilman, että muutetaan moottorikytkentää. Tulee vaaraksi ottajan vetopyörien mahdollinen luistaminen suuremman sähkömotorisenvoiman ansiosta. Tästä ominaisuudesta on haittaa, kun käsiteltävänä materiaalina on herkästi särkyvää materiaalia, ja myös ottajan runkoon kohdistuu suuria dynaamisia voimia jotka vähentäisivät rungon elinikää. Taajuusmuuttajalla pystytään hallitusti kiihdyttämään ja hidastamaan ottajaa. Taajuusmuuttajasta käytetään tätä varten ramppiajo määrittäviä, jolla voidaan määritellä halutut nopeudet. (ABB 2001.)

Taajuusmuuttajan kytkeminen järjestelmään, Kytkentä on helppo toteuttaa käyttämällä valmiiksi logiikalta tulevia signaaleja. Logiikalta saadaan valmiiksi moottoreiden suunta- ja nopeustiedot, eikä niiden jännitetasoja tarvitse muuttaa. Moottoreiden nykyistä moottorinsuojakatkaisijaa voidaan myös hyödyntää. Sen kautta kytketään kummankin pitkittäisajon taajuusmuuttajat jolloin saadaan katkaistua kummaltakin taajuusmuuttajalta sähkösyöttö, kun tulee ongelmatilanne taajuusmuuttajien kanssa. Mikäli taajuusmuuttajille laitetaan omat moottorinsuojakatkaisijat, on riskinä, että toinen poikittaisajon moottori kuormittuu liikaa vikatilanteessa. Tällöin vika voi olla pitkäänkin päällä, kun vika ilmaantuu vasta toisen moottorisuojakatkaisimen lauettua.

Suurimmaksi ongelmaksi taajuusmuuttajien kytkemiseen tulee, että tämän hetkessä ohjauskeskuksessa ei ole tarpeeksi tilaa taajuusmuuttajille. Myös tulee muistaa, että taajuusmuuttajista tulee EMC-häiriöitä ympäristöön. Keskuksessa oleva logiikka on sijoitettu keskuksen keskelle, jolloin EMC-häiriöt voivat tuottaa ongelmia logiikan toiminnassa. Taajuusmuuttajat tulisi sijoittaa linjaston toiseen sähkökeskukseen, missä on tällä hetkellä muita taajuusmuuttajia. Toinen mahdollisuus on rakentaa uusia sähkökeskus joka sijoitetaan turva-aitojen sisäpuolelle. Kummassakin taajuusmuuttajien sijoitusmallissa tosin on ongelmana vaikea vikadiagnostiikka vikatilanteessa, kun sähkökeskukset eivät ole omana kokonaisuutenaan vaan järjestelmä on hajautettu.

5.3 Kaapelit

Taajuusmuuttaja käytössä pitää myös vaihtaa moottoreiden sähkösyöttökaapelit. Tällä hetkellä sähkömoottorien energiansyöttö on toteutettu yhteisellä moottori-kaapelilla sähkökeskuksesta. Kaapeli menee ottajan päällä olevaan sähkökeskukseen, josta lähtee sähkömoottoreille omat sähkökaapelit. Sähköjohto lähtee tällä hetkellä sähkökeskuksen riviliittimiltä kuorittuna aina vedonpoistolle asti, jossa sen häiriönpoistovaippa on kytketty keskuksen runkoon. Taajuusmuuttajalta vedettäessä sähkökaapeli riviliittimille, jää kaapelinhäiriösuojaus vaillinaiseksi. Tästä johtuen jokaiselta taajuusmuuttajalta pitää vetää omat moottorikaapelit ottajan päällä olevaan keskuksen. Tämä poistaa kaapeleista tulevan EMC-häiriön joka

voi haitata logiikan toimintaa. Ottajan päällä olevasta keskuksesta eteenpäin voidaan käyttää vanhaa kaapelia.

5.4 Taajuusmuuttajat ja moottorit (SEW)

Sew-eurodrive käytti moottorin mitoituksessa tämän hetkisiä sekvenssejä, mutta taajuusmuuttajalla voidaan nopeuttaa liikenopeuksia turvallisesti nostamalla taajuutta. Tosin taajuuden nostoa ei voida tehdä loputtomiin ilman, että moottorin vääntökäyrä alkaa laskea. Oikosulkumoottorin tyypillinen kenttäheikennyspiste on 50hz:n kohdalla, tätä suuremmilla taajuuksilla oikosulkumoottori toimii vakio-tehoalueella. Tämä tarkoittaa sitä, että moottorista saatava vääntömomentti vähenee nopeuden kasvaessa. Mikäli linjaa halutaan vieläkin nopeammaksi mitä taajuusmuuttajalla voidaan saavuttaa pitää vaihdelaatikon välityksiä laskea. Samalla kun vaihdetaan Demagin moottorit ja vaihdelaatikot, tulee vaihtaa vetopyörien booriakseli, koska Sewin antamassa KA-vaihteessa on holkkiakselikiilaura. Moottoreita ei kaikesta huolimatta haluta vaihtaa niin vanhoja demagin moottoreita voidaan myös ohjata Sewin taajuusmuuttajalla. Vaikka tämä ei ole optimaalinen tilanne, sen pitäisi onnistua. (Liuksiala 2009.)

5.5 Ottajan kotipaikan siirtäminen

Ottajan kotipaikkaa voidaan siirtää 90 cm lähemmäs kippipöytää ilman, että se törmäisi rakenteisiin. Tästä saattavat nopeus hyöty on merkittävä, koska ottajan kulkema matka melkein puolittuu kippipöydälle saavuttaessa ja lasia noudettaessa kuljettu matka vähenee n.33 %. Tällä tavalla saadaan poikittaisliikettä nopeammaksi ilman erillisiä kustannuksia. Tämä ei myöskään lisää ottajan kuormitusta, sillä ottaja on alun perin suunniteltu kulkemaan pitkittäisajoa lasin kanssa. Kotiaseman siirto tapahtuu pelkkien asema-anturien paikkaa muuttamalla. Antureja 1S75 ja 1S53 siirretään 90 cm kippipöytää päin. Nämä anturit vaikuttavat siten, että anturi 1S75 poikittaisliikkeen pysäytysraja ja 1S53 rajalla määritetään ottajan poikittaisajon kiihdytys- ja jarrutuskohdat.

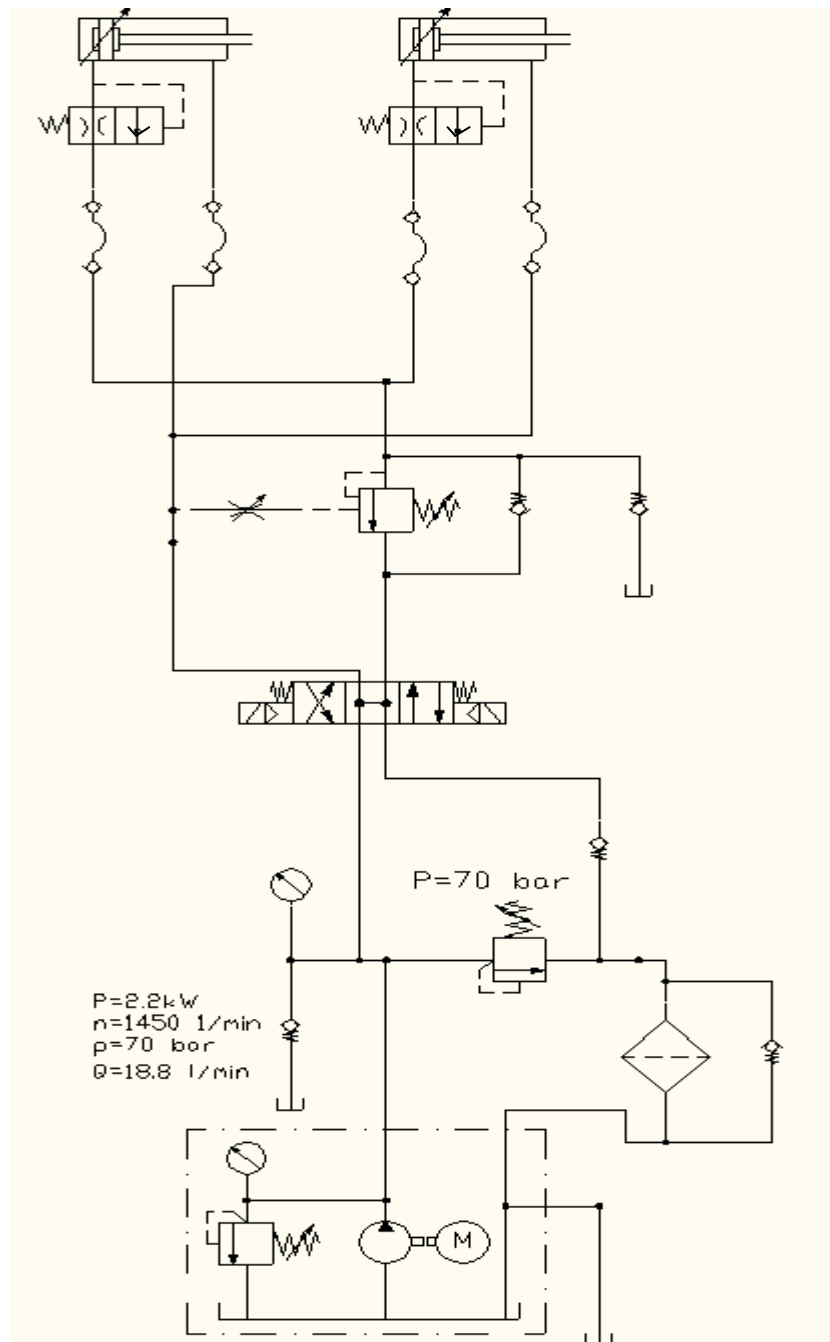
6 KIPPIPÖYDÄN HYDRAULIIKKA

Linjastoon saadaan lisää nopeutta, nopeuttamalla kippipöydän laskuaikoja. Tällä hetkellä kippipöydän lasku kestää 13 sekuntia. Aikaa on yritetty nopeuttaa säätämällä ohivirtausventtiiliä. Nopeutta ei voida lisätä äärettömästi ilman, että lasiahiota menisi rikki. Ohuemmilla laseilla kuten 1,6 mm kippipöytä laskeutuu liian nopeasti, jolloin riskinä on lasiahioiden rikkoutuminen. Paksummilla laseilla ei ongelmaa muodostu. Suuremmat nopeudet myös rasittavat vanhaa pöydän runkoa ja silmälaakereita. Kippipöytä on asennettu kiila-ankkureilla betonilattiaan kiinni jolloin varsinkin nousuliikkeessä ainoa joustava rakenne on kippipöydän runko. Runkoa on jo jouduttu aikaisemmin hitsaamaan ja vahvistamaan. Ongelmaa myös pahentavat hydraulissylinterien eriaikainen nousuliike, joka aiheuttaa kippiosaan värähtelyä pystyyn ajossa. Tämä aiheutuu liikkeen pysäyttämisestä liian nopeasti pystyrajalla.

6.1 Kippipöydän hydrauliiikka

Hydrauliikkajärjestelmän nopeutta säädetään tällä hetkellä paluuvirtausta kuristamalla. Kuristamalla saadaan hallittu paluuliike vastapaineen avulla. Tämän tapainen säätö on hyvin yleinen vakiotuottoisten pumppujen yhteydessä ja, kun tarvitaan negatiivisten kuormien hallintaa. Järjestelmässä käytetään vapaakiertoa. Tämä tarkoittaa sitä, että ohjausventtiilin kara on keskiasennossa ja kaikki virtaustiet ovat yhdessä ja pumppu on vapaakierrolla. Tässä asennossa sylinterit pystyvät liikkumaan vapaasti. Laitteistossa on myös paineenrajoitusventtiili jolla rajoitetaan pumpun aiheuttamia paineiskuja ja voidaan säätää kumpienkin sylinterien saamaa voiman määrää. Kuormanlaskuventtiilillä hidastetaan erikseen negatiivisen liikkeen nopeutta. Kumpienkin venttiilien raja-arvoja voidaan säätää kuusiokoloavaimella. Hydraulisynterien laskupuolelle on asennettu letkurikkoventtiilit, joka estävät sylinterien nopean alastulon mikäli järjestelmässä oleva letku rikkoutuu. Letkurikkoventtiilin toiminta perustuu siihen, että letku katkeaa ja letkurikkoventtiilin letkunpuolella paine laskee radikaalisti, jolloin sylinterinpuolella

paine kasvaa ja venttiilin sulkeutuu. Sylintereissä on erikseen vielä säädettävä loppuvaimennus, jolla estetään sylinterin liian nopea liikkuminen lopussa. Tällä estetään, että sylinteri ei pääse vaurioitumaan, mikäli liikenopeudet nousevat liian suureksi. Kuviossa seitsemän on kippipöydän tämän hetkinen hydraulikaavio.



KUVIO 7. Nykyinen hydraulikaavio

6.2 Kippipöydän nopeuttaminen

Paras mahdollinen ratkaisu olisi suunnitella koko kippipöytä uudestaan jolloin voidaan nopeuttaa rungon liikkeitä, eikä välttämättä liikutettaisi rullakuljetinta kippiliikkeen mukana, jolloin voidaan nopeuttaa liikkeitä huomattavasti kevyemmän kuorman ansiosta.

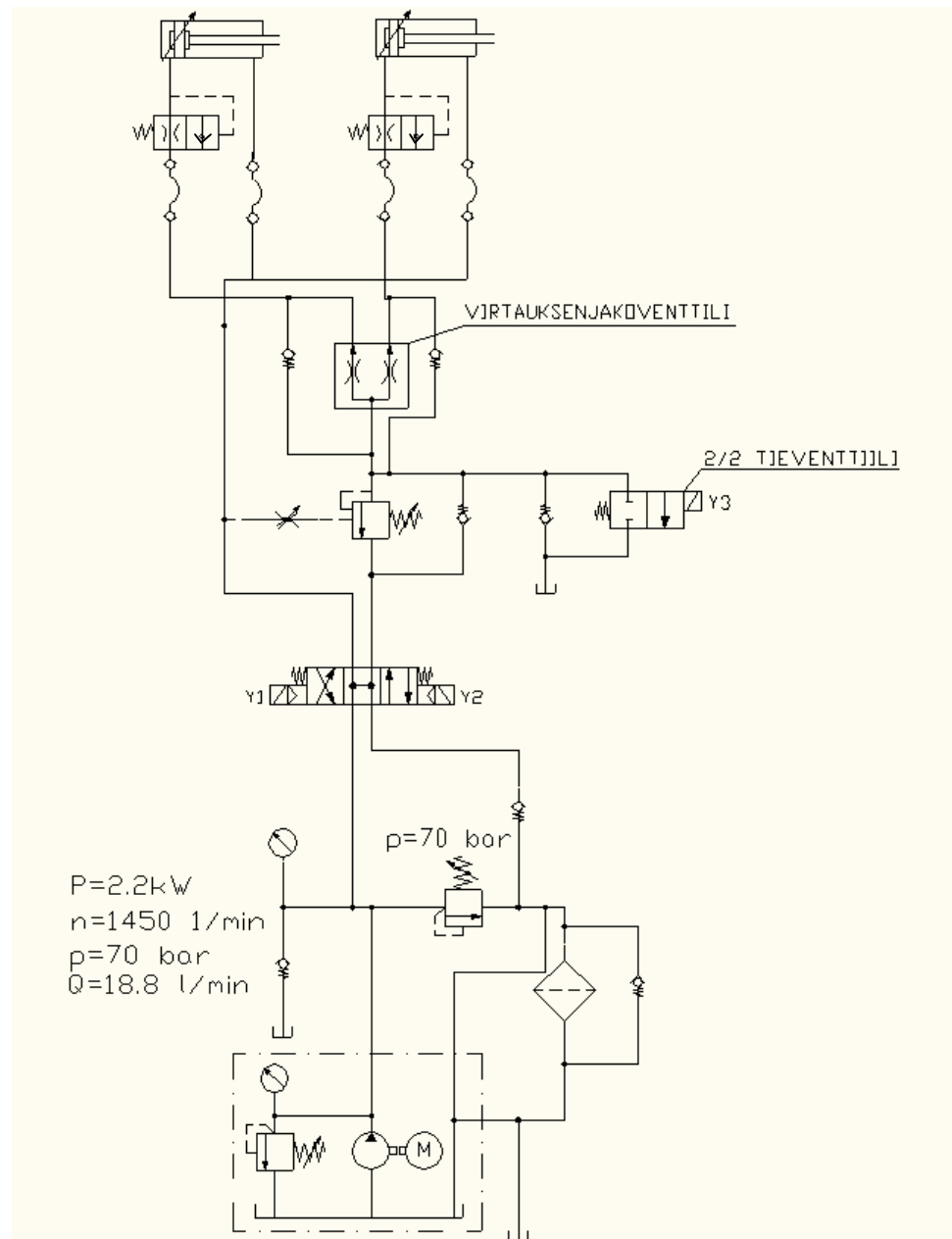
Mikäli halutaan nopeuttaa nykyistä kippipöytää ilman, että runko tarvitsee korjauksia useammin ja rikkoutuvien lasiaihoiden määrä nousee, on lisättävä järjestelmään sähköisesti ohjattu 2/2-tieventtiili joka on kytketty nykyisen vastusvastaventtiilin rinnalle, jolla saadaan hidastettua kippipöydän liikkeitä alku- ja loppupäästä. Vanhan vastusvastaventtiilin asetusarvolla määritetään hidastus- ja nousurampit ja uusi 2/2-tieventtiili nopeanajon. Venttiilin ollessa auki hydraulisneste tulee omalla virtauksellaan vapaasti pois sylinteristä, mikä voi tuntua liian nopealta liikkeeltä, mutta järjestelmästä tulevat kuristukset putkissa, mutkissa ja venttiileissä rajoittavat valmiiksi nesteen virtausnopeutta. Järjestelmään tulee paineiskuja, kun venttiilin tilaa muutetaan nopeasti, mutta vanha paineventtiili tasaa järjestelmään tulevia paineiskuja, joten paineiskut eivät muodostu ongelmaksi. Muutoksen jälkeen voidaan nostaa hydraulipumpun tuotto maksimiarvoonsa, eikä haittana ole pöydän rikkoutuminen suuremmilla nopeuksilla.

2/2-tieventtiili voi saada ohjauksen suoraan antureilta tai ohjaus voidaan lisätä logiikkaan. Mikäli venttiilinohjaus tapahtuu ilman logiikkaa, tulee käyttää rajan kanssa välirelettä. Anturi kytketään releen NC-kärkien kautta, jolloin anturi ei anna signaalia. Tällöin releen kärjet ovat kiinni ja saadaan ohjaus venttiilille. Tämä myös lisää nykyisen kippipöydän rungon kestoikää, kun ei ajeta kovalla vauhdilla kippipöytää ja pysäytetä sitä nopeasti rajoilla.

Paras tapa on käyttää proportionaaliventtiiliä liikkeenohjaukseen. Proportionaaliventtiilillä saadaan tarkka liikkeenohjaus, ja koko liikkeenohjaus voidaan toteuttaa yhdellä venttiilillä. Venttiilissä on sisään rakennettu takaisinkytkentä, jolla voidaan venttiilinkara paikoittaa haluttuun kohtaan, jolla määritellään virtaustilavuut-

ta. Huonona puolena proportionaaliventtiili tarvitsisi liikeohjaussignaalin analogisena logiikalta, joka ei ole mahdollista nykyisen Selectron logiikan kanssa, sillä siinä ei ole analogiakorttia joka mahdollistaisi $0..±10\text{ VDC}$ tai $4\text{-}20\text{ mA}$ ohjaussignaalin venttiilille.

Virtauksenjakoventtiili jakaa tilavuusvirran 50/50 kumpaankin sylinteriin, riippumatta sylinterin kuormasta. Tällä saadaan sylintereiden liikenopeudet yhtäläisiksi. Negatiivisena puolena virtauksenjakoventtiiliä käytettäessä tarvitaan kaksi vastaventtiiliä kummallekin sylinterin laskupuolelle, kuten uudessa kuvio kahdeksassa on piirretty. Virtauksenjakoventtiili hidastaa liikaa paluuvirtausta ja siitä tulisi järjestelmän uusi pullonkaula. Kuviossa kahdeksan voimme nähdä kippipöydän uuden hydraulikaavion ja sen muutokset. (Pitkälä 2008.)



KUVIO 8. Uusi hydraulikaavio

7 ROBOTIN UUSIMINEN

Pilkington Lahden Lasitehtaalla on tullut aiheelliseksi uusia robottikantaa. Robottikannan uusimisen johtuu siellä olevien robottien LCM ”Life cycle management”:n loppuminen vuonna 2011 (liite 2). LCM tarkoittaa, että tuotteen tuki on jaettu neljään eri vaiheeseen: aktiivinen, klassinen, limited ja obsolete phase. Aktiivisessa vaiheessa robottimalli on tuotannossa ja sillä on täysi tuki toimittajan toimesta. Klassisessa vaiheessa robotin valmistus on loppunut, mutta sillä on 10v takuu siitä, että saadaan varmasti varaosia. Tämä voi kylläkin vaatia, että robottia joudutaan päivittämään tarvittaessa. Limited vaiheessa varaosien takuu saaminen on loppunut ja varaosia toimitetaan niin kauan kuin niitä on tarjolla ja tuki voidaan oikeuttaa kaupallisesti. Obsolete tilanteessa tuotteen tuki on kokonaan loppunut ja varaosia saatetaan pitää varastossa ja myydä niitä, mutta uusia varaosia ei tilata. LCM:n loppuminen nostaa riskiä tuotantotappioiden nousemisesta, mikäli robotteihin ei saada varaosia. Tämän takia on kannattavaa päivittää robottikantaa vielä silloin, kun robotit toimivat. Mikäli robotti hajoaa eikä siihen saada korvaavia varaosia, voivat tuotannon menetykset olla suuria johtuen robotin toimitus- ja asennusajoista. ABB lupaa robotin toimitusajaksi kuudesta kahdeksanviikkoa riippuen tilausajankohdasta. Toimitusaikaan vaikuttaa merkittävästi projektille sovitut toimitussisällöt. Uudesta robotista saatava hyöty ei myöskään ole paras mahdollinen ensimmäisillä viikoilla tämän huomioon ottaen menetykset voivat olla todella suuria. Tästä johtuen on järkevämpää vaihtaa robotti ja ohjausjärjestelmä tuotannolle sopivana ajankohtana.

7.1 Robotti

Tämän hetkinen robotti on ABB:n valmistama nivelrobotti IRB-6000, joka on valmistettu vuonna 1992. ABB lopetti mallin valmistuksen vuonna 1996 ja tästä johtuen robotin tuotetuki loppuu vuonna 2011. Robotti on asennettu linjaston päälle alustalle, josta se poimii lasiaihion ja pukittaa sen lasitelineelle. Kommunikointi logiikan ja robotin kanssa tapahtuu robotin I/O-kortin kautta. Robotti saa

logiikalta tiedon milloin lasi voidaan noutaa ja lasiteline on paikalla. Turvalli-
suuspuoli on hoidettu kahdella tasolla. Robotti on kytketty hätäseispiiriin turvare-
leen D17 kautta. Turvareleen avautuvat kärjet antavat robotille hätäseis- tiedon
turvapiirin lauetessa. Robotti saa erikseen workstop- tiedon mitä käytetään, kun
operaattori kulkee robotin alueelle turvaporttien kautta. Kuvio yhdeksässä näh-
dään nykyisen robotin rakenne.

Robotin tekniset tiedot

- kuusivapausakseli:
 - Axis 1 $\pm 180^\circ$
 - Axis 2 $\pm 70^\circ$
 - Axis 3 $+105^\circ, -28^\circ$
 - Axis 4 $\pm 300^\circ$
 - Axis 5 $\pm 120^\circ$
 - Axis 6 $\pm 300^\circ$
- maksimi kuorma 100kg
- maksimi ulottuvuus 2400mm
- toiston tarkkuus $\pm 0,4$ mm
- asennustavat: lattia, hyllyasennus



KUVIO 9. Robotti Irb-6000

Ohjauslaitteet. Ohjauskeskus on ABB:n valmistama S3, joka on valmistettu vuonna 1992. Tästä johtuen tuotetuki on loppumassa vuonna 2011. Robotin ohjauksessa käytettävässä S3 järjestelmässä käytetään ARLA- ohjelmointikieltä, joka on Basicin sukuinen kieli. Ohjelmat ladataan järjestelmään käyttämällä levykeasemaa, joka on hankalaa johtuen vanhojen levykkeiden vikaherkkyydestä. Operaattorin vaihtaessa ohjelmaa, operaattori valitsee levykkeeltä lähinnä lasikooka olevan ohjelman. Tämä tehdään koska ohjelmia ei ole päivitetty samassa tahdissa kuin lasien koot ovat muuttuneet. Lasikoon valinnan jälkeen operaattori joutuu ajamaan ohjelmakierron manuaalisesti läpi valvoen mitä roboti tekee pukitusvaiheessa ja opettamaan oikean pudotuspisteen robotin jokaiselle ohjelmalle. Ohjelman vaihto vie noin 10-15min riippuen operaattorin ammattitaidosta. Kuviossa 10 on IRB-6000 robotin teachpendant-laite.



KUVIO 10. Robotin teachpendant-laite

7.2 Uusi robotti

Uudeksi robotiksi tarjottiin ABB:lta IRB-6650s robottia ja ohjausjärjestelmäksi IRC5C. Uudessa robotissa on kuusi vapausakselia ja suurempi kuorman kantokyky 200 kg. Robotti myös eroa rakenteellisesti, joka mahdollistaa huomattavasti suuremman liike alueen ja nopeamman toiminnan. IRB-6650s on niin kutsuttu olkavarsinivel jolloin se pystyy liikuttamaan kuormansa rungon yli. Tällaista ominaisuutta voitaisiin käyttää linjastolla jossa lastattaisiin lasia kahdelle puolelle linjaa. Tällöin robotti kiinnitettäisiin kattoon. Tämä mahdollistaisi sen, että robotti pystyisi nopeampaan työskentelyyn lyhentyneen liikeratansa ansiosta (liite 3). Kuviossa 11 nähdään uuden robotin rakenne, mikä mahdollistaa olkavarren yli- liikkeen. (ABB 2007)



KUVIO 11. IRB-6650s Robotti

Uusi ohjausjärjestelmä. Uudistunut ohjausjärjestelmä helpottaa robotin ohjelmointia ja parantunut laskentateho on lisännyt roboteissa käytettävää liikeratojen optimointia, joka puolestaan parantaa robotin suorituskykyä noin 10 – 20 prosenttia riippuen tilanteesta. Samalla liikeratojen laskentateholla on parannettu robotin kykyä hallita kiihtyvyyksiä ja hidastuksia. Tämä pienentää riskiä, että lasi hajoaa kuljetuksessa kun ajosekvenssejä nopeutetaan.

Robotin ohjelmoinnissa käytetään rapid ohjelmointikieltä joka on sukua c-ohjelmointikielelle jota käytetään tietokoneissa. Rapid-kielessä voidaan jakaa ohjelma alirutiineihin jolloin ohjelman muokkaaminen ja ohjelmointi on yksikertaisempaa ja nopeampaa. Operaattorin ohjelmointipaneeli teachpendant-laite on värinäytöllinen, joka on helppo omaksua informatiivisen ja loogisen käyttöliittymän kautta. Kuviossa 12 on nähtävissä teachpendant laitteen parantunut muotoilu ja uuden robotin ohjauskeskus. Robotissa tulevan ethernet-väylän kautta saadaan muodostettua lähiverkkoyhteys niin tuotannon suunnittelun kuin logiikan kanssa. Tätä kautta voidaan myös ohjelmoida robottia jolloin voidaan valmistella valmiiksi robotin ohjelmakierto ja siirtää se ethernetin kautta ilman, ettei robottia tarvitse pysäyttää koko ohjelman teko ajaksi, vaan ohjelma valmistellaan normaalissa pc-ympäristössä ja siirretään robotille ja hienosäädetään se valmiiksi siellä. Tällä tavalla säästetään tuotantoajoissa ja tätä kautta tuotantokustannuksissa. (ABB 2004.)

Ideaalitilanteessa linjasto on kokonaan modernisoitu. Operaattori valitsee valmistettavan lasin HMI-paneelilta joka on yhteydessä logiikkaan. Logiikka valitsee ohjelmamuistista oikean ohjelman robotille. Tällöin operaattorin ei tarvitse ohjelmoida robottia erikseen. Tämänlainen ratkaisu vaati linjaston muutoksen logiikan osalta, koska nykyisessä logiikassa ei ole väyläliitintää robotin ja logiikan välillä.



KUVIO 12. IRB-6650Ss robotin ohjauskeskus IRC5

7.3 Hankintamallit

Robotin hankinnassa kannattaa miettiä mitä halutaan tehdä itse ja mitä osataan tehdä. Hankinnassa on yleensä kolme erilaista vaihtoehtoa, joista pitää valita yritykselle oikeanlainen malli. Normaalisti tänä päivänä yritykset käyttävät niin sanottua avaimet käteen -periaatetta. Tässä mallissa robotin toimittaja toimittaa robotin käyttövalmiina asiakkaalle. Tämän mallin etuna on se, että asiakas saa robotin nopeasti tuotantokuntoon, mutta samalla yritykseen jää vähän tietotaitoa robotin toiminnasta. Tästä syystä monesti yritykset myös joutuvat ottamaan robotin

myyjältä robotin huoltosopimuksen, koska yrityksellä ei ole omaa tietotaitoa jolla korjata robottia nopeasti vikatilanteessa.

Seuraava hankintamalli on, että tilataan robotti ja osa sen suunnittelusta tehdään itse. Niitä ovat mekaaninen asennus, sähköiset asennukset, liitäntäpinnat tehdasjärjestelmään ja mahdollinen ohjelman suunnittelu. Tätä mallia käytetään yleisesti käytettyjen robottien hankinnassa ja Suomen oloissa varsinkin pk-yritykset suosivat tätä mallia. Viimeisenä vaihtoehtona on tehdä robottisolukokonaan itse. Tässä mallissa robotti ostetaan valmistajalta ja kaikki robottisolun suunnittelu toteutetaan itsenäisesti. Tämä malli ei sovellu tämän päivän massatuotantolinjoille, jossa pitää saada robottisolukokonaan mahdollisimman nopeasti tuotantokuntoon.

Tehtaalla sopivin malli on ehdottomasti avaimet käteen malli, koska tämän päivän tuotannon vaatimuksena on, että linja ei seiso turhaan vaan sillä ajetaan mahdollisimman paljon. Jokainen seisotusminuutti on pois tuottavasta tuotannosta. Robottia hankkiessa tulee myös ottaa huomioon seuraavia asioita mekaaninen ja sähköasennus ABB vai tekeekö sen asiakas. Miten robotti halutaan liittää tehtaaseen järjestelmiin ja käytetäänkö vanhoja robotti ohjelmia vai tehdäänkö mahdollisesti muutoksia ohjelmiin. Tällä hetkellä ABB:n tarjous on suoraan avaimet käteen periaatteella, pois lukien mahdollisten mekaanisten muutosten tekeminen robotin telineeseen, jotka kuuluvat asiakkaalle. (Pitkälä 2008.)

8 LOGIIKAT

Mikäli leikkuulinjastoa halutaan nostaa tämän päivän vaatimusten mukaiseksi, niin tuotannon ohjauksen ja hallittavuuden osalta tulee logiikoiden uusiminen aiheelliseksi. Suurin syy logiikoiden uusimiselle tosin on, että tällä hetkellä linjalla oleviin logiikoihin ei saa enää uusia lisämoduuleja, esimerkiksi analogivirtaviestiä tai jännitemoduulia, eikä niihin myöskään saa valmistajalta uusia komponentteja rikkoutuneiden tilalla. Valmistaja kyllä korjaa rikkoutuneet logiikat sinne lähetettyinä, mutta samalla menetetään kallista tuotantoaikaa, kun linja seisoo odottaen jotain logiikan osaa korjauksesta. Ainoana poikkeuksena on linjan kommunikaatio TCC33-muunninkortti, jota ei valmistaja korjaa eikä siihen ole saatavissa vara-moduulia. Pahimmassa tapauksessa, missä logiikan CPU-yksikkö hajoaa, menetetään logiikanohjelma kokonaisuudessaan. Vaikka saataisiin nopeastikin takaisin uusi CPU-yksikkö, ei ole vanhaa logiikkaohjelmaa mikä voitaisiin ajaa logiikkaan vaan tämä tulee ohjelmoida kokonaan uudestaan ohjelmointilaitteella, joka on hidasta ja täytyy tuntea hyvin linjaston toiminta. Ottaja-alue voisi vielä olla yksinkertaisuutensa takia ohjelmoitavissa, mutta varsinkin linjan loppupää tulee haasteelliseksi. Pitää myös muistaa, että loppupään logiikka vertailee lasin kokoa leikkuulta ja konenäöltä saatavien tietojen perusteella ja päättää meneekö lasi pukille vai hylkyyn.

8.1 Ottajan logiikka PMC22

Ottaja alueen logiikka on valmistettu vuonna 1985, jolloin linjaston alkupääkin on valmistettu. Logiikan on valmistanut sveitsiläinen yritys nimeltään Selectron ja on malliltaan PMC 22-e + 3 liitäntämoduulia. PMC22-e on 16 sisään- ja 16 ulostuloa jotka ovat kiinteitä. Logiikassa on vielä erikseen 16 tuloa ja lähtöä jotka voidaan ohjelmallisesti määritellä ovatko ne sisään vai ulostuloja. PCM22-e:llä on myös neljä kappaletta analogisia sisään menoja joita voidaan käyttää analogisignaalin käsittelyyn, mutta mallissa ei ole yhtään analogisignaalin ulostuloporttia. Analogiportista olisi hyötyä, mikäli haluttaisiin lisätä kippipöydän ohjaukseen proporti-

aaniventtiili. Logiikassa olevan näytön tehtävänä on ilmaista ohjelmakierron tilaa ja antaa lisäinformaatiota vikatilanteessa, riippuen miten se on ohjelmoitu. Näyttö voidaan ohjelmoida näyttämään haluttuja tietoja logiikasta. Moduulit ovat malliltaan DIO20 joihin voidaan kytkeä 16 signaalin sisääntuloa ja 8 ulostuloa, eikä niitä voida määrittää millään muulla tavalla. Taulukko neljässä on laskettu kaikki PMC22 logiikan tulot ja lähdöt.

TAULUKKO 4. Ottaja-alueen logiikan tulot ja lähdöt, PMC22

Toimilaite	tulot	lähdöt	jännite
Logiikka D1	67kpl	37kpl	24Vdc

Logiikka PMC44. Loppulinjan ohjauksesta huolehtii logiikka PMC44, jonka valmistanut Selectron vuonna 1990. Logiikka koostuu moduulisesta järjestelmästä, missä on yhteinen asennuslevy. Asennuslevyyn voidaan kiinnittää maksimissaan 12 kappaletta erilaisia moduuleja. Mikäli tarvitaan enemmän moduuleja, tulee asentaa taustalevy EPU40 jolloin saadaan toiset 12 moduulipaikkaa lisää. Tämä kytketään liitäntäkaapeli RS-232 päälogiikkaan. Tällä hetkellä on käytössä 10 kappaletta DIM30 inputkorttia joihin jokaiseen voidaan laittaa maksimissaan 16 input tietoa. Dim30 kortit ovat PNP-tyyppisiä jolloin niihin menevä signaali tulkitaan ykkösarvoksi. DOM30 ulostulomoduuleja on yhdeksän kappaletta, joihin voidaan jokaiseen laittaa maksimissaan 16 ulostuloa.

Logiikka kommunikoi niin leikkuupöydän, kuin konenäön kanssa. Kommunikaatio tapahtuu leikkuupöydän kanssa SERCOM2-yhteyden kautta. SERCOM2-yhteys on yhteydessä logiikassa olevaan PMCCLA-yksikköön missä kommunikaatioviesti on muutettu RS-232 muotoon. Leikkuupöydältä tuleva tieto kertoo logiikalle minkä kokoisia lasiaihioita jumbolasista on leikattu. Sen perusteella logiikka osaa ohjata kaikkia trimmitoimintoja linjalla. Konenäkö antaa tiedon sarjaliikenne muodossa logiikan TCC33-moduulille, jossa konenäkösignaalin konvertoidaan CPU:lle sopivaan muotoon. Tätä tietoa käytetään, kun CPU vertailee lasikoon kokoeroja ja onko laseissa valkoista virhetäplää. Tämän vertailun jälkeen logiikka päättää minne lasia kuljetetaan, onko se kunnollinen vai ei. Kunnollinen ohjataan robotille ja huonot menevät lasimurskaan joka sijaitsee linjaston lopussa.

Taulukossa viisi on logiikan PMC44 kaikki tulot, lähdöt ja kommunikaatio liitännät.

TAULUKKO 5. Linjaston loppupään logiikka tulot ja lähdöt, PMC44

Logiikka D20	I/O-tulot ja lähdöt	jännite
tulot	144kpl	24Vdc
lähtöjä	117kpl	24Vdc
pulssianturitulot	1kpl	24Vdc
PMCCLA RS-485 kommunikaatioliitäntä	1kpl	24Vdc
TCC33 konenäkö RS-232	1kpl	24Vdc

8.2 Uusi logiikka

Uudesta logiikasta saatavat hyödyt tulevat esille, mikäli linjastoa kehitetään tulevaisuudessa eteenpäin. Näitä kohteita voisivat olla operaattorin kuormituksen vähentäminen linjaston tarkkailussa, lasinleikkuun optimointi z-taitolla ja linjan asetusarvojen laitto suoraan näyttöpaneelin listalta. Tämä voisi tapahtua HMI-laitteella avulla, missä esitetään koko ajan linjan tapahtumat reaaliajassa, jolloin operaattorin ei tarvitse huolehtia ottaja-alueen toiminnasta vaan operaattorille esitetään linjan toiminta keskitetysti yhdeltä paneelilta. HMI voidaan lisätä helposti jälkikäteen haluttuja informaatioikkunoita ja parantaa nopeastikin käytettävyyttä. Mahdollisessa vikatilanteessa voidaan antaa suoraan tieto päätelaitteelle ja ulkoisella valolla kiinnitetään operaattorin huomio vikatilanteeseen. Samalla voidaan laittaa paneeliin esityspohja hätäseispiirin rajojen tilasta ja porttitilatieto joka nopeuttaa linjan käyttöönottoa linjan käynnistämisvaiheessa. Tuotteen vaihto saadaan nopeammaksi, kun operaattorin tarvitsee vain valita HMI listalta haluttu lasiaihion koko ja jumbonippu, niin linja asettaa valmiiksi kaikki toimilaitteiden paikoitukset kohdalleen leikattavien lasiaihoiden mukaisesti. Logiikka kommunikoi uuden robotin kanssa ja robotti saa uudet mitat logiikalta, jolloin operaattorin ei tarvitse koskea ollenkaan robotin asetuksiin. Ideaalitalanteessa siis operaattori valitsee tuotteen listasta mitä halutaan leikata ja vie lasipukin paikalleen, laittaa lasimitat leikkuupöydän ohjelmistoon ja painaa käynnistysnappia.

Uuden logiikan tarjouspyyntö pyydettiin lahtelaiselta yritykseltä, mikä sisälsi uuden logiikan, ohjelmoinnin, sähkösuunnittelun ja asennuksen. Tarjouspyynnön saamiseksi piti ensin tehdä linjaston tarkka kuvaus, missä ilmenee linjaston toiminta jokaisessa positiossa ja niiden toimilaitteet ja anturoinnit. Tätä linjaston kuvausta käytetään jälkeenpäin myös sähkösuunnittelussa ja logiikkaohjelmoinnissa. Tarjous pyydettiin Omronin logiikalla. Tämän valmistajan logiikan valinta on perusteltua, sillä tehtaalla käytetään B-lasinleikkuulinjalla saman valmistajan logiikoita. Mikäli haluttaan vaihtaa logiikan valmistaja, siitä seuraisi kustannuksia, niin koulutuksen, kuin ylläpidollisista tekijöistä.

Tarjouksessa tarjotaan linjaston uudeksi päälogiikaksi Omronin CS1-sarjan logiikkaa joka on Omronin suorituskykyisempiä logiikoita. Logiikassa käytetään taustalevy rakennetta johon kasataan halutut toiminto yksiköt. Tämä mahdollistaa joustavan logiikka kokoonpanon kasaamisen asiakkaan tarpeiden mukaan ja omronilta löytyy cs1 sarjaan 150 erilaista logiikka moduulia. Ottaja-alueen logiikka korvataan omronin hajautusyksiköillä. Hajautusyksiköt ovat omronin CS1-sarjan logiikkaan yhteydessä DeviceNetin välityksellä ja ne ohjelmoidaan normaalin CS-logiikan I/O:na. Käyttöliittymänä operaattorin ja linjan välille tulisi Omronin Ns-8 HMI-paneeli, joka on 8 tuumainen kosketusnäyttö.

8.3 Linjaston kuvaus

Tätä linjaston tarkkaa kuvausta käytetään logiikkaohjelman työkiertoselostuksena. Sama linjaston kuvaus menee sähkösuunnittelijalle. Tämän linjaston kuvauksen pohjalta pystytään valmistamaan uuden logiikan tarjous, suunnittelu ja ohjelmointi.

Leikkuulinjaston toimilaittejaottelu:

- | | |
|----------------------------------|-----|
| - ottaja-alue | D01 |
| - kippipöytä | D02 |
| - leikkuupöytä | D03 |
| - kuljetin | D05 |
| - lasin x-taitto ja trimmimurska | D06 |
| - kuljetin | D07 |

- kuljetin y-trim oikea	D08
- kuljetin y-trim vasen	D09
- jakokuljetin	D10
- sirupuhallin	D11
- dynaaminen y-taitto	D12
- lasintarkistuskamera	D13
- kuljetin	D14
- kuljetin	D15
- kuljetin	D21
- robotin rullakuljetin	D16
- pukitusvaunu	D17
- robotti	D22.

8.3.1 Linjaston turva-alueille kulku

Linjasto on rajattu turva-aidoilla lohkoihin jotka mahdollistavat eri alueille turvallisen kulun automaattiajon aikana. Mikäli on mentävä jonnekin linjaston alueelle, kulku tapahtuu porttien kautta. Portin vieressä on painikekotelo, jossa on auki- ja kiinnipainikkeet. Auki -painokytkimessä on valo, jolla indikoidaan portin tila. Alueelle mentäessä painetaan aukaisukytkintä, jolloin ohjelmakierto ajaa ohjelman sen hetkisen toiminnon loppuun ja vapauttaa portissa olevan turvakielen. Alueelle meno indikoidaan vilkkuvalla vihreällä valolla, joka on aukipainokytkimessä ja jonka taajuus on n. 1 hz. Valon palaessa alueelle on turvallista mennä. Poistuttaessa tulee portti kuitata kiinni painokytkimestä portin vierestä, ja valo sammuu. Tämän jälkeen tulee vielä kuitata pulpetissa oleva porttienkuittauskytkin. Kuviossa 13 on esitetty turvaportti, siihen kytketty turvalukko ja kuittaus-painikkeet.



KUVIO 13. Porttien turvalukko ja sen painikkeet.

Linjaston turva-alueet ovat

- ottaja alue D01
 - o Kippipöytä D02
- leikkuupöytä D03
- kuljetin D05
 - o lasin x-taitto ja trimmi D06
 - o kuljetin D07
 - o kuljetin y-trim oikea D08
 - o kuljetin y-trim vasen D09
 - o jakokuljetin D10
 - o sirupuhallin D11
 - o dynaaminen y-taitto D12
 - o lasintarkistuskamera D13
 - o kuljetin D14
 - o kuljetin D15
 - o kuljetin D21
- robotti D22
 - o robotin rullakuljetin D16
 - o pukitusvaunu D17.

Ottaja-alue. Alueelle kulku tapahtuu automaattiajossa, linjaston alkupäässä sijaitsevien valoverhojen läpi. Samalle alueelle pääsee myös kahden suuren portin kautta, joita käytetään lähinnä ottajan huollon yhteydessä ja puhdistettaessa aluetta rikkoutuneista laseista. Valoverholla ja porteilla on omat kuittauskytkimensä. Valoverhon kuittauksen vieressä on vielä erikseen koko porttipiirin kuittaus, jolloin operaattorin ei tarvitse kuitata erikseen ottaja-aluetta pulpetista. Valoverhosta kulkeminen ei vaikuta linjan muuhun toimintaan, vaan antaa logiikkatiedon ihmisen kulusta alueelle. Tällöin logiikka pysäyttää ottajan ja kippipöydän.

Leikkuupöytä. Pöydän alueelle pääsee pöydän vasemmalta ja oikealta puolelta omista porteistaan. Porttitieto lähetetään logiikalle, joka pysäyttää leikkauspöydän hallitusti lähettämällä pysäytyskäskyn Bystronic-leikkausohjaimelle.

Kuljetin D05 eteenpäin aina robotille asti. Kuljettimen jälkeisistä ovista kulkeminen pysäyttää kaikki kuljettimet aina robotille asti. Tähän kuuluu myös pinttikuljetinjärjestelmä. Kun alueelta poistutaan, pitää portti kuitata portin vieressä olevasta kuittauspainikkeesta, jonka jälkeen tulee vielä kuitata hätäseispiiri joko robotin luona olevasta tai x-taiton vieressä olevasta kuittauspainikkeesta. Tällöin vapautetaan logiikalle tuleva pysäytyskäsky kuljettimille D. 5-10 ja D. 10-21. Pinttijärjestelmä kuitataan vielä erikseen pinttikuljettimien ohjauskeskuksesta.

Robotti. Robottialue on oma alueensa. Kulku tapahtuu neljän portin kautta: vasemmalla olevasta liukuovesta, päässä olevasta pariovesta ja pukitusasemalla kahdesta portista. Automaattiajossa alueelle pääsee vaihtamaan lasitelineen, kun teline on täynnä ja logiikka on vaihtanut robotille tyhjän pukin. Täynnä olevan pukin kohdalla oleva ovi vapautuu ja voidaan vaihtaa pukki turvallisesti pysäyttämättä linjastoa vaihdon ajaksi. Mikäli muista ovista täytyisi päästä robotin työskentelyalueelle, robotille annetaan työpysäytyskäsky, jolloin robotti ajaa ohjelmakierton sa loppuun ennen kuin portit aukeavat (liite 4).

Hätäpysäytys. Hätäseis-piiri on kytketty sarjaan, ja se vaikuttaa koko linjan toimintaan. Kun hätäpysäytystä painetaan missä tahansa linjalla, kytkeytyy hätäseispiiri päälle. Ottajan keskuksessa olevat kontaktorit k1, k2, k4 ja k5 kytkeytyvät

pois päältä, jolloin logiikalle D1 annetaan hätäpysäytys viesti tuloon 00.00 avautuvilla kärjillä. Virransyöttömoduuleiden 2-5 jälkeiset virransyöttöjohtimet katkaistaan. Ainoastaan virransyöttömoduuli yhteen jää virransyöttö päälle, jossa on logiikan input 00.00 – 00.15 ja output 01.00 -01.07. Samalla kun on painettu hätäseisäkyntä, katkeaa myös turvarele D17 hätäseis-piiri, joka antaa hätäseis-signaalin logiikalle D20 tuloon 00.00 ja robotille IRB-6000. Turvareleeseen on kytketty turvarele D18, joka toimii releen lisäkärkinä. Kun turvarele D17 on aktiivinen, katkaistaan virransyöttö 20, 16, 10, 8, 4 ja 2 nollajohtimista. Hätäseis-piirin kuittaus on jaettu kahteen piiriin, ottaja-alueeseen ja loppulinjaan. Ottaja alueen kuittaus tapahtuu pulpetista P+ napilla 4S101. Tämä aktivoi hätäseis-piirin pitopiirin. Logiikalle D1 vietään hätäseis-piirin kuittaamisesta tieto input 00.01 jatkuvana signaalina. Loppulinjan kuittaus tapahtuu pulpetti Q:ssa olevan kuittausnapin kautta 6S152. Tämä kuittaa turvarele D17, jolloin logiikan input 00.00 saa tiedon että hätäpysäytys on kuitattu ja logiikka antaa kuittaussignaalin turvareleille D19 ja D21.

8.3.2 Leikkuulinjan ohjelmakierron kuvaus toimilaitteittain

Ottaja. Ottaja toimii itsenäisenä osana linjaa. Se hakee lasia lasipukilta koko ajan, mikäli laskuri 1P1 ei ole saavuttanut asetettua arvoa. Kippipöydän kohdalla ottaja odottaa käyntilupaa erikseen kippipöydältä. Linjaa voidaan ajaa joko käsiajolla tai automaattilla.

Manuaaliajo. Manuaaliajossa ei tarvitse painaa mitään kytkintä erikseen, vaan laite toimii kun moottorit ja hätäseis on kuitattu. Tämän aikana voidaan ajaa ottajaa pitkittäisajopainonapeilla vasemmalle 1S110 ja oikealle 1S109, ja poikittaisajoa eteen 1S116 ja taakse 1S117. Napeilla pystytään myös käyttämään painilmaa 1S118, joka mahdollistaa tarraimessa olevan viallisen lasin pudottamisen pinttikuoppaan kotiasemassa. Kippipöytää voidaan ajaa joko ylös 3S101 tai alas 1S117 (liite 4). Kuviossa 14 on linjastolla käytettävän ohjauspulpetin hallintapainikkeet.

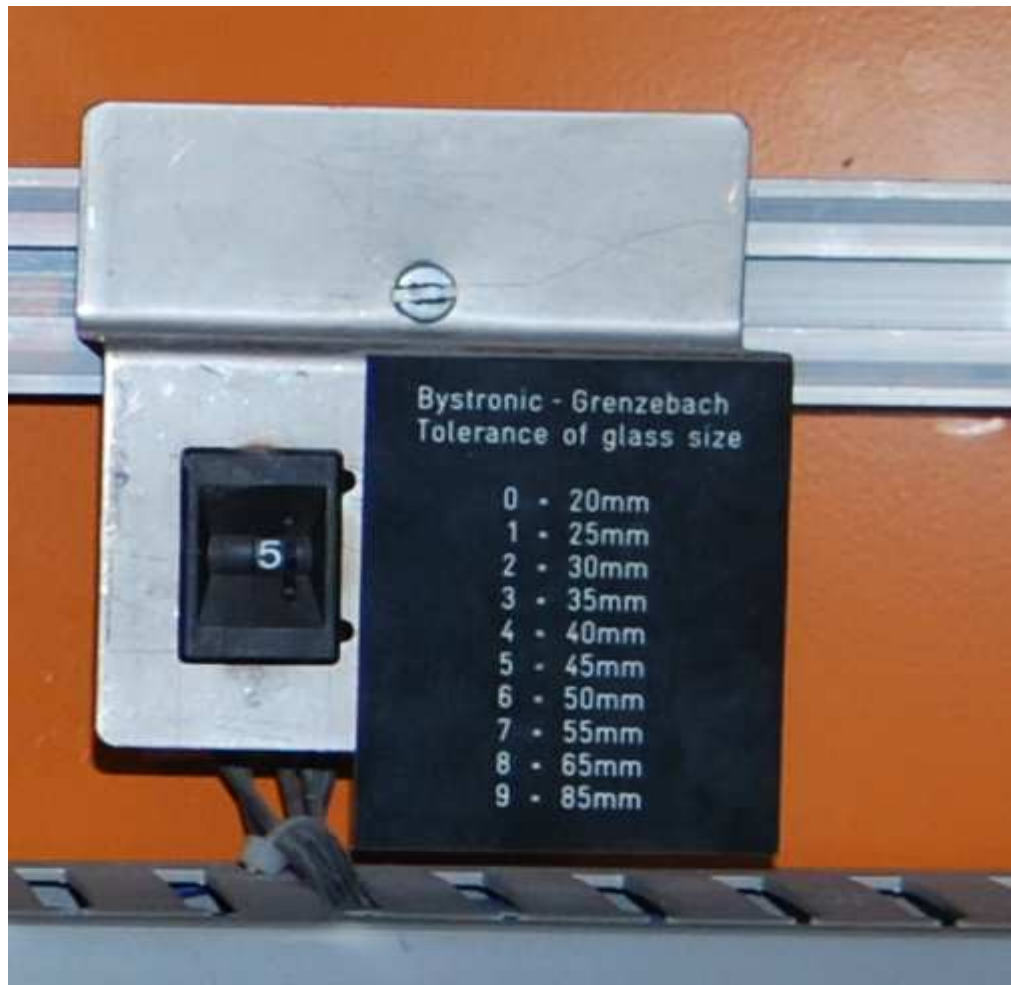
Automaattiajo. Mikäli ottaja on määrittelemättömässä asemassa, se paikoittaa kotiasemaan, jonka jälkeen aloitetaan normaali ohjelmakierto. Kotiasemassa ottaja odottaa automaattiajolupaa. Ohjelmassa vertaillaan tilattujen levyjen määrää, laskurin ollessa nollla ei lähdetä liikkeelle. Tyhjä ottaja lähtee kotiasemasta nopeasti kohti varastopaikkaa ja samanaikaisesti se laskee ottajan nostosylinterit alasentoon. Varastoasemaan saapuessa, nopeutta hidastetaan. Varastoasemassa pysäytetään ottaja, ja samalla annetaan poikittaisajolle lupa lasin noutoa varten. Poikittaisajo lähtee kohti lasinippua ja hidastaa vasta, kun ultraäänianturi antaa hidastuskäskyn. Ajon suorittaminen lopetetaan vasta, kun imukupit ovat lasissa kiinni.

Alipainepumppu imee lasin imukuppeihin ja antaa tiedon alipaineen saavuttamisesta. Tämän jälkeen on kolmen sekunnin viive ennen kuin nostosylinterit nostavat lasin ylös, muuten riskinä on seuraavan lasin lähteminen mukaan. Kallistussyylinteri kallistaa lasin irti lasinipusta, jonka jälkeen poikittaisajo menee takaisin omaan kotiasemaansa. Poikittaisajon paikoitus kotiasemassa saa pitkittäisajon lähtemään kohti kippipöytää. Hidastus ja pysäytys tapahtuvat kippipöydän kohdalla. Poikittaisajo lähtee kohti kippipöytää, kun kippipöytä on pystyssä. Ennen kippipöytää lasia hidastetaan ja pysäytetään oikeaan kohtaan. Lasinnostosylinterit vedetään sisään, jolloin lasi laskeutuu lähellä kippipöydän alatassuja. Tämän jälkeen paineilmaa puhalletaan imukuppeihin yhden sekunnin ajan, jonka jälkeen odotetaan kolme sekuntia että lasi irtautuu imukupeista ja on kippipöydällä. Poikittaisajon palatessa kippipöydältä se ajetaan koko matka hitaalla nopeudella kotiasemaansa. Tämän jälkeen alkaa koko kierto uudestaan, mikäli asetettua laskurin arvoa ei ole saavutettu (liite 4).

Leikkauspöydällä on kaksi valoanturia ennen lasin tasausta. Ensimmäinen antaa hihnakuljettimelle hidastumiskäskyn, ja jälkimmäinen pysäyttää kuljettimen ja laskee hihnat ala-asentoon. Kun hihnakuljetin on alhaalla, puhallinmoottorin sulkuventtiili aukaistaan kolmen sekunnin viiveellä ja lasi tasataan kahdesta reunasta, edestä ja oikealta puolelta. Kun tasaus on tehty puhallinmoottorin sulkuventtiili suljetaan yhden sekunnin päästä. Tällöin lasi on paikoitettu leikkauspöydälle ja logiikka D1 antaa luvan leikkausohjelmalle aloittaa jumbolasiaihion leikkaus. Leikkauksen jälkeen leikkausohjelma antaa suoritustiedon logiikka D1:seen ja palataan ohjelmakierron alkuun ja odotetaan, että kuljetin D05 on tyhjä jolloin voidaan siirtää lasi x-taittoon. Lasin kierto kuljetin D05:lla alkaa hihnojen nostol- la, jonka jälkeen odotetaan puolitoista sekuntia ja laitetaan hihnakuljetin päälle. Jos samaan aikaan kippipöydällä on lasi odottamassa kuljetetaan lasi leikkuupöy- dälle ja kierto jatkuu alusta (liite 4).

Leikkausohjelma

Leikkausohjelma lähettää lasia koskevat mittatiedot RS-485 SERCOM2 - signaalina logiikan D20 moduuliin PMCCLA:n, jossa signaali muutetaan RS-232. Signaalin konvertoinnin jälkeen tieto viedään RS-232:na logiikan D20 CPU yksi- kölle. Tiedolla ohjataan lasin taittoa x-taitossa, ja lasin trimmikohtia yhdessä puls- sianturin kanssa kuljetin D05:lle. Konenäkö antaa lasin mittatiedon logiikan D20 moduulille TCC33 RS-232 muodossa. Tätä tietoa ja leikkausohjelman tietoa lo- giikka vertailee keskenään ja päättää viedäänkö lasi hylkyyn vai ohjataanko robo- tillle. Vertailutoleranssi määrätään kytkimen D32 avulla, jossa on asennot 0-9 ja tällä hetkellä käytetään asentoa 5. Kuviossa 15 on esitetty lasin toleranssin valinta kytkin. Konenäkö pystyy antamaan erikseen logiikalle hylkykäskyn, kun lasissa on virhemerkki (liite 4).



KUVIO 15. Lasiaihion hylkytoleranssin valinta kytkin

Pulpetti Q, D20. Taittoa ja trimmiä ohjataan pulpetista Q. Taitto käynnistyy päälle, kun hätäseis-piiri ja portit on kuitattu. Taittoa voidaan ajaa manuaali- tai automaattitilassa. Automaattiajo saadaan päälle kun valitaan kytkimestä 6S111 jolloin logiikalle D20 tulee automaattiajo signaali. Tämän jälkeen painetaan automaattiajon hyväksyntäkytkintä 6S117, jonka tehtävänä on varmistaa automaattiajolle meno. Automaattiajon käynnistys tapahtuu vasta, kun painetaan 6S115 painokyt-kintä. Manuaaliajossa pystytään ohjaamaan kuljettimia D5, D7, D8, D9 ja D10, sekä niiden toimintoja (liite 4).

Kuljetin D05, X-taitto, trimmi ja D07. Kuljetin D05, X-taitto, trimmi ja D07 ovat liikesekvenssien kautta liitetty toisiinsa. X-taitto taittaa lasiaihioista x-suunnassa oikean kokoisia lasiaihioita. Trimmi käsittää lasiaihioista poistettavat lasialueet. Lasin etureunasta voidaan poistaa maksimissaan 100 mm pitkä kaistale, lasin takapäältä otetaan muut alueet siten, että alle 400 mm pituiset kaistaleet taitetaan suoraan murskaan ja sen yli menevät lasikoot ajetaan kuljetinta D07 pyörittämällä vastapäivään lasimurskaimeen.

Laitteisto tarkistaa aluksi hätäseispiirin ja porttien kuittauksien tilat. Ensin laitetaan kuljetin D05 päälle normaalinopeudella, ja annetaan lasinleikkuupöydälle lupa tuoda lasi kuljettimelle. Lasia kuljetetaan kohti X-taittoa, missä valoanturi nollaa pulssianturin laskurin ja laskee kuljettimen nopeuden puoleen normaalista. Mikäli lasin alkupäästä otetaan trimmikaistale, laskuri laskee leikkuuohjelmalta tulevan tiedon perusteella missä kohtaa lasia on ensimmäinen leikkuujälki. Edestä otettavan trimmin maksimipituus on 100 mm; suurempi pala ei mahdu tippumaan lasimurskaan. Kun trimmi otetaan edestä, ohjataan katkaisupalkki etupäähän ja annetaan katkaisupalkille käsky mennä ala-asentoon, jolloin trimmipala irtoaa ja nostetaan katkaisupalkki takaisin ylös. Tämän jälkeen ajetaan kuljettimia D05 ja D07 samalla normaalinopeudella, kunnes lasiaihio on uudessa katkaisukohdassa. Katkaisukohdassa lasi pysäytetään ja nostetaan katkaisurulla ylös ja laitetaan kuljetin D07 päälle, jolloin lasi menee kuljettimen loppupäähän odottamaan kuljetin D08 lupaa viedä lasi y-trimmiin. Kun kuljetin D07 on vapaa, kuljettimet D05 ja D07 menevät medium-nopeudelle ja katkaisevat ylläkuvatulla tavalla uuden lasiaihion. Loppupäästä otettavan trimmin ohjelmakierto alkaa siinä vaiheessa, kun lasista on jäljellä viimeinen lasiaihio. Trimmiaihioista riippuen on kahdenlaisia murskaanviemistapoja. Mikäli trimmi on alle 400 mm pitkä, se tiputetaan suoraan lasimurskaan. Lasi paikoitetaan normaalisti, mutta katkaisupalkki ajetaan takasentoon ja samalla lasketaan kallistusosa ala-asentoon, jonka jälkeen lasketaan katkaisupalkki alas. Nyt kun lasi on irronnut, katkaisupalkki nostetaan ylös ja sen jälkeen kallistusosa. Mutta mikäli trimmiossa on yli 400 mm niin se katkaistaan samalla tavalla kuin lasiaihio ja viedään kuljettimelle D07, jossa se odottaa kallistusosan menemistä ala-asentoon ja logiikka laittaa kuljettimen D07 käymään vastapäivään niin kauan kunnes kuljetin D07 on vapaa. Tämän jälkeen nostetaan kallistusosa ylös ja normaali ohjelmakierto alkaa alusta (liite 4).

Kuljettimet D08 ja D09 toimivat samanlaisella ohjelmasyklillä. Niiden tehtävänä on poistaa lasin reunoista ylimääräinen y-trimmikaistale oikealta kuljetin D08:lla tai vasemmasta reunasta kuljetin D09:lla. Trimmileveys säädetään liikuttamalla kuljetinta sähkömoottorilla y-suunnassa jolloin haluttu trimmiossa jää kuljettimen hihnojen ulkopuolelle ja se voidaan poistaa taittamalla ja tiputtaa alla kulkevalle pinttihihnalle. Kuljettimien alla on erikseen kaksi turvarajaa jotka estävät moottoreita siirtämästä kuljetinta toimintarajojen yli. Kun lasi on edeltävällä kuljettimella ja D08 kuljetin on vapaa, se käynnistää hihnakuljettimen ja kuljettaa lasia niin kauan kunnes osuu valokennoon josta tulee pysäytyskäsky. Tämän jälkeen tulee trimmitoiminto joka tehdään joka lasin kohdalla. Trimmisykli lähtee käyntiin ensin laskemalla alas tukirullat. Niiden tehtävänä on tukea trimmipalaa, jotta se ei irtoaisi omalla painollaan lasista. Samanaikaisesti nostetaan alatukivarsi lasia vasten ja tämän jälkeen lasketaan taittokapula alas, jolloin trimmi irtoaa. Sen jälkeen kuljetin jää odottamaan lupatietoa siirtää lasi seuraavalle kuljettimelle (liite 4).

Jakokuljetin D10. Jakokuljettimen tehtävänä on muuttaa lasin kulkusuuntaa x-suunnasta y-suuntaan. Aikaisemmin linjaston päässä oli käsintaittopöytä mikä on nykyään korvattu pinttikoupeilla. Kuoppiin ajetaan linjastolla olevat rikkiäiset lasit, jotka olisi muuten mahdotonta ajaa robotin kautta pinttiin. Jakokuljetin antaa käyntiluvan kuljettimelle D09 joka tuo lasin jakokuljettimen rullille. Lasin osuessa valoanturiin 10B1 tiputetaan kuljettimen ajonopeus hitaalle, ja anturi 10B2 pysäyttää kuljettimella olevan lasin x-suunnan päätytasajaan. Tämän jälkeen lasketaan rullakuljetin alas ja hihnakuljetin kuljettaa lasia y-suuntaan kohti dynaamista taittoa, jossa se pysähtyy odottamaan anturille 10B5 lupaa viedä lasia kuljettimelle D14. Dynaamisessa taitossa katkaistaan lasiaihio lopulliseen muotoonsa (liite 4).

Kuljetin D14. Kuljettimen edellä olevasta dynaamisesta taitosta johtuen kuljettimen ajonopeus eroaa muista linjoista. Kun lasi saapuu kuljettimelta D10, kuljetin D14 pyörii samalla nopeudella. Taiton yläpuolella oleva anturi 14B3 havaitsee lasin taittokohdan ja lasin erkanemisen, jolloin kuljetin pyörii normaalia nopeutta nopeammin yhden sekunnin ajan saadakseen lasien väliin n. 200 mm raon. Kuljettimen loppupäässä on anturi 14B1, joka asettaa kuljettimen nopeuden hitaalle ja anturilla 14B2 kuljetin pysäytetään ja kuljetin odottaa venttilupaa kuljettimelta D15 (liite 4).

Sirupuhallin. Sirupuhallin on kuljettimen D14 yhteydessä ja sen tehtävänä on puhalttaa lasinsirut pois lasiaihion pinnasta, jotka ovat tulleet dynaamisesta taitosta. Logiikka D20 ohjaa sirupuhaltimen tähti kolmio -kytkentää käynnistys vaiheessa.

Kuljetin D15. Kuljetin antaa lupakäskyn kuljettimelle D14, josta lasi saapuu ja se pysäytetään rajalla 15S1. Siellä lasiaihio odottaa kuljettimelta D21 ajolupaa viedä lasi kuljettimelle. Kuljettimeen on myös lisätty konenäkölaitteisto josta on tarkempi selostus sivulla 47 leikkausohjelma. Raja 15S1 toimii myös akryylipölytyslaitteiston laukaisijana. Kuljettimessa on myös käyttökytkin lasin murskaan ohjaamista varten. Kun konenäkö ei toimi halutulla tavalla operaattori voi ohittaa sen käytöstä, jolloin voidaan manuaalisesti ohjata linjalla kulkeva lasi hylkyyn (liite 4).

Kuljetin D21. Hihnakuljettimen käyntilupa yhdessä raja 15S1:n kanssa antavat akryylipölytyslaitteistolle käynnistyskäskyn. Kun lasi on ohittanut pölytyslaitteiston jälkeisen rajan 21S1:n, pölytys lopetetaan ja lasi jatkaa matkaan kuljettimen rajalle 21S2 odottamaan käyntilupaa kuljettimelta D16.

Rullakuljetin D16 ja lasin tasaus robotille. Rullakuljettimella on kaksi toimintoa. Ensimmäinen toiminto on tasata lasi ja nostaa se ylös jotta robotti voi noutaa sen pukitusta varten. Toinen toiminto on ajaa virheelliset lasit yli pinttimurskaan. Kun robotille menevä lasi saapuu kuljettimelle D16, ajetaan rullia normaalilla nopeudella, kunnes rajalla 16B2 hidastetaan rullakuljettimia ja nostetaan päätytasajat ylös. Raja 16B1 pysäyttää rullakuljettimen. Samanaikaisesti lasketaan päätytasaja takaisin ala-asentoon ja nostetaan lasin nostosylinterit ylös. Tämän jälkeen käytetään vielä päätytasajat ja sivutasajat ylhäällä ennen, kuin annetaan robotille lupa tulla hakemaan lasia. Tällä tavalla saadaan varmistettua oikea paikoitus eikä lasin nostoliike sotke lasin paikoitusta. Kun robotti on antanut viestin lasin noudosta, lasketaan lasituet alas, laitetaan rullakuljetin käyntiin ja annetaan seuraavan lasin saapua (liite 4).

Pukitusvaunu D17. Pukitusvaunu liikkuu raiteilla robotin edessä edestakaisella liikkeellä. Vaunussa on paikat kahdelle lasitelineelle, jotka mahdollistavat robotin jatkuvan käytön ilman tuotannon keskeyttämistä, kun operaattori vaihtaa täyden lasitelineen tyhjään. Kun robotti antaa tiedon lasipukin täyttymisestä, ajetaan tyhjä lasiteline robotin kohdalle nopealla moottorikäytöllä, ja rajalla 17S6 hidastetaan nopeus hitaalle, kunnes pysäytetään pukitusvaunu rajalla 17S5. Raja 17S5 toimii samalla turva-aidan lukituksen vapauttajana yhdessä aukaisunapin kanssa. Kun pukitusteline on vaihdettu, operaattori kiittää portin kiinni olevaksi. Robotin antaessa uuden vaihtokäskyn tarkistetaan, että portit ovat kiinni ja ajetaan vaunu kotiasemaan. Mikäli vaunu on mennyt yli mekaanisten turvarajojen, rajat katkaisevat ohjaussignaalin pukitusvaunun taajuusmuuttajalta. Turvarajat voidaan ohittaa pulpetista +R kääntämällä avainkytkimellä, jolloin taajuusmuuttaja saa taas ohjaustiedon (liite 4).

Pulpetti +R. Pulpetista +R hallinnoidaan kuljettimia 10 - 21 ja vaununsiirtoalueita. Ennen automaattiajoa pitää kuitata hätäseis-piiri ja portit. Automaattiajo saadaan päälle, kun valitaan kytkimestä 10S102 jolloin logiikalle D20 tulee automaattiajo signaali. Tämän jälkeen painetaan automaattiajon hyväksyntäkytkintä 20S104:ä, joka antaa käyntiluvan automaattiajolle. Manuaaliajossa pystytään ohjaamaan kuljettimia 10-21, sekä niiden toimintoja (liite 4).

9 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli löytää uusia tapoja ja ratkaisumalleja tuotannolliseen paineeseen, mikä kohdistuu tuottavuuden kasvattamiseen. Työssä on käynyt ilmi, on leikkuulinja toiminut alkupään osalta jo likimain 25 vuotta ja loppupäänkin osalta jo 19 vuotta, mikä on tämän päivän mittapuun mukaan erittäin hyvä saavutus lasinleikkuulinjalle.

Ennen linjaston modernisointia tulee miettiä, onko mielekäästä tai tuotannollisesti järkevää modernisoida linjasto, vai onko järkevämpää käyttää linjaa niin kauan, kuin se toimii ja korvata se sitten uudella lasinleikkuulinjalla. Opinnäytetyössä olleiden kohteiden modernisoinnin yhteishinnaksi muodostuisi noin 101 500 €. Tästä summasta ottajan ja kippipöydän osuus on 5 000 €, robotin 56 500 € ja logiikoiden 40 000 €.

Työstä saatavat hyödyt voidaan jakaa kahteen ryhmään: suoraan tuotannon kasvua parantaviin ja välillisiin hyötyihin. Suoraan tuotantoa kasvattavat hyödyt saadaan ottajan ja kippipöydän nopeuden kasvulla, ja niille voidaan laskea takaisinmaksuaika. Välillisillä hyödyillä tarkoitetaan robotin ja logiikan uusimista. Näistä saatavaa taloudellista hyötyä on vaikea määrittellä, koska tuotantokapasiteetti ei suoraan nouse, vaan ne tarvitsevat linjan lisäkehittämistä. Modernisoinnin kokonaiskustannuksien takaisinmaksussa voidaan laskea tuotantokapasiteetin kasvusta saatava vuotuinen säästö, joka on 26 500 €. Tällä säästöllä kestää linjaston koko modernisoinnin takaisinmaksu noin neljä vuotta.

Lisämodernisointikohteita tulevaisuudessa voi olla robotin tasaustoiminnon nopeuttaminen ja logiikoiden liittäminen tuotannon ohjaukseen.

Näillä modernisointikohteilla vaikutetaan siihen, että linjastolla voidaan leikata lasia tulevaisuudessakin, ja luodaan hyvät lähtökohdat jatkaa linjaston nopeuden ja tuottavuuden kasvun kehittämistä.

LÄHTEET

ABB Automation Group Ltd, 2001. Tekninen opas nro 7 - Sähkökäytön mitoitus, p. 11 [25.2.2009]. Saatavissa:

[http://library.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/\\$File/Tekninen_opasnro7.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/$File/Tekninen_opasnro7.pdf)

ABB Automation Group Ltd, 2007. IRB 6650S industrial robot [27.2.2009]. Saatavissa:

[http://library.abb.com/global/scot/scot241.nsf/veritydisplay/ead78383e5da9951c125739a006e445a/\\$File/PR%2010262%20EN%20R4%20LR.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot241.nsf/veritydisplay/ead78383e5da9951c125739a006e445a/$File/PR%2010262%20EN%20R4%20LR.pdf)

Pitkälä, M. 2008 Autmaationtekniikan luentot (2008). Osa 2, p. 31 [1.3.2009].

Saatavissa: http://tl-automaatio.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf_tiedostot/Automaatiotek_osa2.pdf

Pitkälä, M. 2008 (2008). Robotiikka, p. 53 [1.3.2009]. Saatavissa: http://tl-automaatio.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf_tiedostot/Robotiikka_yleinen.pdf

Liuksiala, K. 2009. RE: Taajuusmuuttajan käyttö, Pilkinton Lahden Lasitehdas [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Meriläinen, H. Lähetetty 28.1.2009 [viitattu 10.2.2009].

Erviälä, J. 2009. Varaosat. Algol Technics. Haastattelu 25.1.2009

ABB Automation Group Ltd, 2004. The new IRC5 robot controller [5.3.2009].

Saatavissa: [http://library.abb.com/global/scot/scot241.nsf/veritydisplay/2c5178fa927d492cc1256e5e004d1dd1/\\$File/Brochure%20IRC5%20flip.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot241.nsf/veritydisplay/2c5178fa927d492cc1256e5e004d1dd1/$File/Brochure%20IRC5%20flip.pdf)

Pilkington Lahden Lasitehdas Oy. 2008. Pilkington Lahden Lasitehdas Oy ja ympäristö. Esite

LIITTEET

LIITE 1: Leikkuulinjan yleisimmät leikkuukoot

LIITE 2: IRB 6000, LCM

LIITE 3: IRB 6650S, Tekniset tiedot

LIITE 4: Lasinleikkuulinjan I/O määrät ja toimilaitteet

LIITE 1

Materiaali kuvaus	Määrä m2	%	levyjä per jumbo	Jumbo
FOP 2.1 GN A 1440x1020 AC 185 C	66 096	7,7 %	10	5300x3150
FOP 3.1 CL B 2240x 880 AC 130	61 184	7,1 %	6	4480x2640
FOP 3.15GN B 2390x 890 AC 130	48 198	5,6 %	6	4780x2670
FOP 3.0 CL A 2390x 890 AC 130	47 090	5,5 %	6	4780x2670
FOP 3.0 CL A 2340x 910 AC 130	45 982	5,4 %	6	4680x2790
FOP 2.1 GN A 1550x1000 AC 250	43 456	5,1 %	12	6090x3210
FOP 3.15GN B 2340x 910 AC 130	37 118	4,3 %	6	4680x2790
FOP 1.55GN A 1500x1050 AC 350	26 999	3,2 %	10	5250x3210
FOP 3.15GN B 2240x 880 AC 140	25 116	2,9 %	6	4480x2640
FOP 2.1 CL A 1530x 970 AC 185C	21 450	2,5 %	12	5820x3150
FOP 2.1 CL A 1530x1280 AC 185 C	18 462	2,2 %	8	5300x3150
FOP 3.15GN B 2390x 830 AC140	17 236	2,0 %	6	4780x2670
FOP 2.1 GN A 1500x1050 AC 250	16 548	1,9 %	10	5300x3150
FOP 2.1 CL A 1605x1220 AC 210	16 440	1,9 %	8	5100x3210
FOP 4.85GN B 1515x1460 AC 72 C	15 582	1,8 %	8	5840x3210
FOP 2.1 CL A 1500x1280 AC 210	15 314	1,8 %	8	5300x3150
FOP 2.1 CL A 1570x 970 AC 250	14 859	1,7 %	12	5820x3150
FOP 3.0 CL A 2330x 860 AC 140	14 560	1,7 %	6	4680x2790
FOP 2.1 GN A 1460x1020 AC 250	13 392	1,6 %	10	5300x3150
FOP 3.15GN B 2100x930 AC 140	12 558	1,5 %	6	4680x2790
FOP 3.0 CL A 2100x 930 AC 150	11 720	1,4 %	6	4680x2790
FOP 3.0 CL A 2390x 830 AC140	11 676	1,4 %	6	4780x2670
FOP 3.15GN B 2330x 860 AC 130	11 180	1,3 %	6	4680x2790
		71,5 %		

REV 2008-02-27

Life Cycle Management LCM		Support of spare parts by type											
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
SEROP Robots													
IRB 6	Limited	Obsolete											
IRB 90	Limited	Obsolete											
IRB 140	Active	Active	Active										
IRB 260	Active	Active	Active										
IRB 340	Active	Active	Active										
IRB 360													
IRB 640	Active	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
IRB 660	Active	Active	Active										
IRB 840	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
IRB 940	Active	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
IRB 1000	Limited	Limited	Obsolete										
IRB 1400	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
IRB 1410	Active	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
IRB 1500	Limited	Obsolete											
IRB 1600	Active	Active	Active										
IRB 2000	Classic	Active	Limited	Limited	Limited	Obsolete							
IRB 2400	Active	Active	Active										
IRB 3000	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Obsolete							
IRB 3200	Limited												
IRB 3400	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited
IRB 4400	Active	Active	Active										
IRB 4450S	Active	Active	Active										
IRB 6000	Classic	Limited	Limited	Limited	Limited	Obsolete							
IRB 6400	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Limited
6400 M97	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
6400 M98	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Limited
6400 M99	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
6400 M2000	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
6400S M2000	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Limited
IRB 6400R	Active	Limited	Limited	Limited	Obsolete								
IRB 6400C	Active	Active	Active	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
IRB 6620	Active	Active	Active										
IRB 6640		Active	Active										
IRB 6660		Active	Active										
IRB 7600	Active	Active	Active										
IRB 9000	Limited	Obsolete											
IRB 9410	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Limited	Limited	Limited
Process 5-arm-ID	Active	Active	Active										
SEROP Controller cabinet													
S2	Limited	Limited	Obsolete										
S3	Classic	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited
S4	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
S4C	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
S4C+	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic
M2000A	Active	Active	Active										
IRC5	Active	Active	Active										

Please note that we do not provide access to drawings other than what is provided in Parts On Line for products in any of the life cycle phases.

IRB 6650S

Industrial Robot

MAIN APPLICATIONS

Machine Tending
Material Handling
SpotWelding



The IRB 6650 Shelf robot offers a unique working envelope. The IRB 6650S is capable of a full vertical and horizontal stroke motion, as well as an increased reach forward and down. This combination offers new possibilities to robot functions in numerous application areas.

Press Tending

The IRB 6650S can with improved accuracy and speed handle extremely large sheets, such as complete car body sides. The increased working area of the robot makes it possible to retract the robot from the press even with large grippers and parts. High acceleration power is combined with a unique stroke horizontally as well as vertically. This unique combination will shorten cycle times considerably and thereby increase production capacity. The working area below the robot offers an excellent opportunity for fast tool changing of grippers.

Die Casting

The unique working envelope ensures easy access for die spraying as well as part handling. The process cabling is protected within the robot arm system, thus improving the lifetime of the process cabling.

Injection Moulding

The IRB 6650S is especially suited for large injection moulding machines over 1,000 tons. The flexibility of the six axis robot facilitates post process applications like flaming, sprue cutting, tape dispensing and assembly operations.

Material Handling

Owing to its longer reach forward and down, when put on an elevated track it can supervise twice as many inlet conveyors with different part sizes as a traditional ceiling mounted or wall mounted track with a 5- or 6-axes robot. When compared with an inverted track and a 5 axes robot, the length of the track for the IRB 6650S can be kept much shorter and thereby simplifying installation and reducing total costs.

SpotWelding

The IRB 6650S offers the possibility to improve robot density in framing stations; the key is to place the robots at different levels. The standard IRB 6640 robot can be mounted at floor level and the IRB 6650S be placed at about 1.5-2m above floor level. By this the standard robots perform spot welding operations at the lower part of the car body and the IRB 6650S of the upper part of the car body. Thus making efficient use of space in the framing cell.

IRB 6650S

Industrial Robot

TECHNICAL DATA, IRB 6650S INDUSTRIAL ROBOT

SPECIFICATION

Robot versions IRB	Reach	Handling capacity	Center of gravity	Wrist torque
6650S-90/3.9	3.9 m	90 kg	360 mm	495 Nm
6650S-125/3.5	3.5 m	125 kg	360 mm	715 Nm
6650S-200/3.0	3.0 m	200 kg	365 mm	1135 Nm

Extra load can be mounted on all variants.
50 kg on upper arm and 500 kg on frame of axis 1.

Number of axes: 6
Protection: Complete robot IP 66 and IP 67
Mounting: Shelf mounted

PERFORMANCE

Position repeatability:	0.13–0.14 mm
Path repeatability:	0.70–0.90 mm

Axis movements	Working range	Max speed 6650S-90	Max speed 6650S-125	Max speed 6650S-200
Axis 1 Rotation	+180° to -180°	100°/s	110°/s	100°/s
Axis 2 Arm	+160° to -40°	90°/s	90°/s	90°/s
Axis 3 Arm	+70° to -180°	90°/s	90°/s	90°/s
Axis 4 Wrist	+300° to -300°	150°/s	150°/s	150°/s
Axis 5 Bend	+120° to -120°	120°/s	120°/s	120°/s
Axis 6 Turn	+300° to -300°	235°/s	235°/s	190°/s

A supervision function prevents overheating in applications with intense and frequent movements.

ELECTRICAL CONNECTIONS

Supply voltage	200–600 V, 50/60 Hz
Power consumption: ISO-Cube	2.4 kW

PHYSICAL

Dimensions robot base	1136 x 790 mm
Weight	IRB 6650S-90: 2275 kg IRB 6650S-125: 2175 kg IRB 6650S-200: 2150 kg

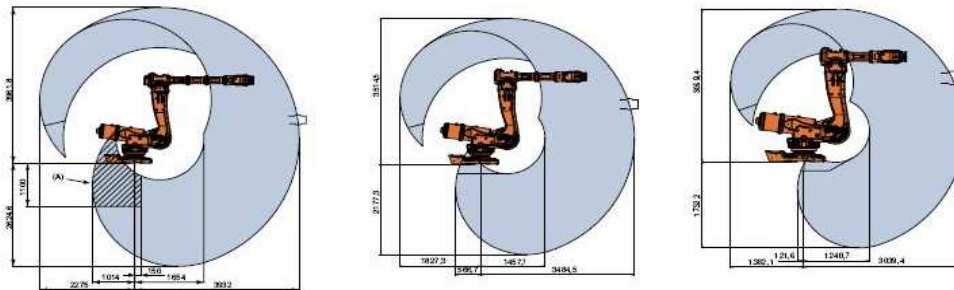
ENVIRONMENT

Ambient temperature for mechanical unit	
During operation:	+5° C (41° F) to +52° C (122° F)
During transportation and storage:	-25° C (13° F) to +55° C (131° F)
For short periods (max 24 h):	Up to +70° C (158° F)
Relative humidity	Max. 95 %
Clean Room, manipulator	Class 100
Noise level	Max. 73 dB (A)
Safety	Double circuits with supervision, emergency stops and safety functions, 3-position enable device, EMC/EMI-shielded
Emission	EMC/EMI-shielded
Options	Foundry Plus Foundry Prime, only valid for IRB6650S-200/3.0

Data and dimensions may be changed without notice.

WORKING RANGE

IRB6650S-90/3.9 IRB6650S-125/3.5 IRB6650S-200/3.0



Copyright: PFI026 2EN_R4, October 2007. Produced by ABB Västerås, Sweden

Ottaja-alueen logiikan porttien tulot, D1

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
valoverhoja	1kpl	valoverho
painikekotelot	4kpl	
painikkeita	8kpl	painokytkin
lamppuja	4kpl	merkkilamppu
turvalukkoja	4kpl	turvalukko

Kuljettimesta D05 eteenpäin

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
painikekotelot	11kpl	
painikkeita	22kpl	painokytkin
lamppuja	11kpl	merkkilamppu
turvalukkoja	11kpl	turvalukko

Robotin alue, D22

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
painikekotelot	4kpl	
painikkeita	8kpl	painokytkin
lamppuja	4kpl	merkkilamppu
turvalukkoja	4kpl	turvalukko

Muut manuaali toimintoiset painokytkimet, D1

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
paineilma imukuppeihin	1S118	painokytkin
leikkuupöydän ilmapatja- moottori	4S131	valintakytkin
nostosylinterit	1S107	painokytkin
pitkittäisajo vasen	1S110	painokytkin
pitkittäisajo oikea	1S109	painokytkin
poikittäisajo eteen	1S116	painokytkin
poikittäisajo taakse	1S117	painokytkin
moottori päälle	4S106	valintakytkin

Kippipöytä, D02

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
ylös	3S101	painokytkin
alas	3S102	painokytkin

Ottajan rajat, D1

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
pienet sylinterit sisällä	1B79	reed-kytkin
pienet sylinterit ulkona	1B78	reed-kytkin
ottajan suuret sylinterit sisällä	1B39	reed-kytkin
suuret sylinterit ulkona	1B38	reed-kytkin
kallistus sylinterit ulkona	1B80	reed-kytkin
kallistus sylinterit sisällä	1B81	reed-kytkin
alipaineanturi	1S77	alipainekeytkin
poikittaisajon pysäytys pukille	1S12	mekaaninen rajakytkin
poikittaisajo päällä	1S80	mekaaninen rajakytkin
poikittaisajo kotiasemassa	1S75	mekaaninen rajakytkin
poikittaisajo hidas kotiasema	1S53	mekaaninen rajakytkin
poikittaisajo hidas kippipöytä	1S51	mekaaninen rajakytkin
poikittaisajon pysäytys kippipöydälle	1S19	mekaaninen rajakytkin
poikittaisajo hidas	1B52	ultraäänianturi
poikittaisajon pysäytys lasinipulla	1S29	mekaaninen rajakytkin
pitkittäisajon hidas kippipöytä	1S40	mekaaninen rajakytkin
pitkittäisajon pysäytys kippipöydällä	1S16	mekaaninen rajakytkin
pitkittäisajo varastossa	1S8	mekaaninen rajakytkin
pitkittäisajo hidas varasto	1S39	mekaaninen rajakytkin
kippipöytä ylhäällä	3S2	mekaaninen rajakytkin
kippipöytä alhaalla	1S2	mekaaninen rajakytkin

Ottajan venttiilit, D1

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
nostosylinteri	1Y2	monostabiili venttiili
laskusylinteri	1Y34	monostabiili venttiili
sylinteri lasi kippipöydälle	1Y5	monostabiili venttiili
erotuslaite (ei käytössä)	1Y5	monostabiili venttiili
paineilma imukupeille	1Y11	monostabiili venttiili
paineilma imukupeille suuri lasi	1Y135	monostabiili venttiili
paineilma suuttimessa	1Y8	monostabiili venttiili

Ohjauspulpetti +P toiminnot automaattiajolla

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
ottajan pysäytys	1S100	painokytkin
automaattiajon hallittu pysäytys	1S101	painokytkin
automaattiajo	1S102	painokytkin
tuo lasin kotiasemaan	1S108	painokytkin
kippipöydän pysäytys	3S100	painokytkin
hätäseis	4S100	painokytkin
suorittaa yhden ohjelmakier- ron	4S104	painokytkin
ottaja kotiasemaan	4S102	painokytkin
leikkuupöydän pysäytys	4S110	painokytkin

Ohjauspulpetti +P muut merkkilaitteet ja lamput, D1

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
lasi ottajassa	1H102	merkkilamppu
ohjelmakierron lopetus	1H101	merkkilamppu
lasimäärä saavutettu	1H105	merkkilamppu
hätäseis kuitattu	1H103	merkkilamppu
ottajan porttien kuittaus	4H101	merkkilamppu
ottajan porttien kuittaus	4S101	painokytkin
valitaan iso tai pieni lasi ottajassa	1S125	valintakytkin
ottajassa oleva pysäytyspainokytkin	1S1	painokytkin
ottajassa oleva pysäytyspainokytkin	1S2	painokytkin

Rajat, D3

kippipöytä ylhäällä	3S101	mekaaninen rajakytkin
kippipöytä alhaalla	3S102	mekaaninen rajakytkin
kippipöydän lasin tunnistus	anturi 1	valokenno
kippipöydän lasin tunnistus	anturi 2	valokenno

Venttiilit, D3

kipipöytä ylhäällä	3Y1	bi-stabiili venttiili
kipipöytä alhaalla	3Y2	bi-stabiili venttiili

rajat, D03

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
hihnakuljetin nopea / hidas	4B1	valokenno
hihnakuljetin pysäytys	4B2	valokenno

Venttiilit, D03

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
hihnakuljetin ylös	4Y1	monostabiili venttiili
ilmapatjan venttiili	4Y2	monostabiili venttiili
pitkittäistasaaajat ylös / alas	4Y3	monostabiili venttiili
sivusuuntainen pysäytys	4Y4	monostabiili venttiili

Tietoliikenne kommunikaatio

Konenäkö käyttää kommunikaatioprotokollana Siemens 3964R.

1.data('0'..'9')	x-mitta mm	10 ⁰
2.data('0'..'9')		10 ¹
3.data('0'..'9')		10 ²
4.data('0'..'9')		10 ³
5.data('0'..'9')	y-mitat mm	10 ⁰
6.data('0'..'9')		10 ¹
7.data('0'..'9')		10 ²
8.data('0'..'9')		10 ³
9.data('G','B')	laatu, G=hyvä, B=huono	
BCC (0..255)	block checking	

Tietoliikenne Asetukset

Baudrate	4800
parity	even
stop-bits	1
data length	8

Automaattiajo, Pulpetti Q, D20

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
automaattiajo / manuaali	6S111	valintakytkin
x-taitolla/ilman/robotille	6S105	valintakytkin
vianilmaisu/luku	6S118	painokytkin
kaistojen vähennys	6S122	painokytkin
automaattiajon kuittaus	6S117	painokytkin
käsiäjolla taittorulla ylös/alas	6S115	painokytkin
automaattiajolla linjan käynnistys	6S115	painokytkin

Manuaaliajo, Pulpetti Q, D20

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
pudotusosa alas	6S128	painokytkin
taittopalkki alas	6S129	painokytkin
taittopalkin etureuna	6S124	painokytkin
taittopalkin takareuna	6S125	painokytkin

Muita painikkeita, Pulpetti Q, D20

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
kuljettimet 5+7 taaksepäin	6S113	painokytkin
kuljettimet 5+7 eteenpäin	6S112	painokytkin
kuljettimet 8+9+10 eteenpäin	6S126	painokytkin
kuljettimien 5-10 ja x-taiton pysäytys	6S110	painokytkin
kuljettimet 5-10 eteenpäin	lisätty jälkikäteen, eikä ole lisätty kuviin	
rullakuljetin ylös/alas, D10	ei ole piirretty sähkökuviin	
päätetasaja ylös/alas, D10	ei ole piirretty sähkökuviin	

Merkkilamput, Pulpetti Q

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
kaistaluku	6H107	kaksinäyttöä 7-segment bcd ohjattu ilmaisee lasista leikatta- vien kaistojen määrää
vian ilmaisu / luku	6H118	merkkilamppu
hätäseis -kuittaus	6H101	merkkilamppu
automaattiajo	6H117	merkkilamppu
häätäpysäytys merkkivalo	6H102	merkkilamppu

Rajat X-taiton, trimmi , D06 , D07

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
kuljetin D05 nopea / hidas	6B1	valokenno
lasin pysäytys reuna	6B2	valokenno
laskurin liipaisu	6B3	valokenno
kallistusosa alhaalla	6S1	reed-kytkin
kallistusosa ylhäällä	6S2	reed-kytkin
katkaisupalkki ylhäällä	6S3	reed-kytkin
katkaisupalkki alhaalla	6S4	reed-kytkin
katkaisurulla alhaalla	6S5	reed-kytkin
hihnakuljetin D07 pysäytys	7S1	valokenno

Venttiilit X-taiton, trimmi , D06 , D07

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
katkaisupalkki edessä	6Y1a	bi-stabiili venttiili
katkaisupalkki takana	6Y1b	bi-stabiili venttiili
kallistusosa	6Y2	monostabiili venttiili
katkaisupalkki alhaalla	6Y3	monostabiili venttiili
katkaisurulla alhaalla	6Y4	monostabiili venttiili

Rajat, Kuljettimen D08

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
hihnakuljettimen pysäytys	8S10	valokenno
kuljettimen sivusiirron taka- raja	8S7	mekaaninen rajakytkin
kuljettimen sivusiirron etura- ja	8S8	mekaaninen rajakytkin
taittopalkki ylhäällä	8S1	reed-kytkin
taittopalkki alhaalla	8S2	reed-kytkin
tukirullat alhaalla	8S3	reed-kytkin
tukirullat ylhäällä	8S4	reed-kytkin
alatukivarsi ylhäällä	8S5	reed-kytkin
alatukivarsi alhaalla	8S6	reed-kytkin

Venttiili, Kuljettimen D08

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
taittopalkki alas	8Y1	monostabiili venttiili
tukirullat alas	8Y2	monostabiili venttiili
alatukivarsi	8Y3	monostabiili venttiili

Painokytkin, kotelo +s, D09

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
kuljettimen sivusiirto eteen	8S102	painokytkin
kuljettimen sivusiirto taakse	8S103	painokytkin

Rajat kuljettimen, D09

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
hihnakuljettimen pysäytys	9S10	valokenno
kuljettimen sivusiirron takaraja	9S8	mekaaninen rajakytkin
kuljettimen sivusiirron eturaja	9S7	mekaaninen rajakytkin
taittopalkki ylhäällä	9S1	reed-kytkin
taittopalkki alhaalla	9S2	reed-kytkin
tukirullat alhaalla	9S3	reed-kytkin
tukirullat ylhäällä	9S4	reed-kytkin
alatukivarsi ylhäällä	9S5	reed-kytkin
alatukivarsi alhaalla	9S6	reed-kytkin

Magneetti venttiilit, D09

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
taittopalkki alas	9Y1	monostabiili venttiili
tukirullat alas	9Y2	monostabiili venttiili
alatukivarsi	9Y3	monostabiili venttiili

Painokytkin, kotelo +s, D09

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
kuljettimen sivusiirto eteen	9S100	painokytkin
kuljettimen sivusiirto taakse	9S101	painokytkin

Rajat kuljetin, D10

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
rullakuljettimen nopea /hidas	10B1	valokenno
rullakuljettimen pysäytys	10B2	valokenno
rullakuljetin alhaalla	10S1	reed-kytkin
rullakuljetin ylhäällä	10S2	reed-kytkin
päätyasaaja alhaalla	10S3	reed-kytkin
päätyasaaja ylhäällä	10S4	reed-kytkin
hihnakuljettimen pysäytys	10S5	reed-kytkin

Venttiilit kuljetin, D10

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
rullakuljetin alas	10Y1	monostabiili venttiili
rullakuljetin ylös	10Y2	monostabiili venttiili

Rajat kuljetin, D14

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
hihnakuljetin hitaalle	14B1	valokenno
hihnakuljettimen pysäytys	14B2	valokenno
hihnakuljetin todella nopealle	14B3	valokenno

Painokytkimet ja valo, D15

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
lasin hylkääminen	15S100	painokytkin
hyväksyntä valo	15H100	merkkilamppu

Rajat, D16

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
rullakuljettimen nopea /hidas	16B1	valokenno
rullakuljettimen pysäytys	16B2	valokenno
päätyasaaja alhaalla	16S1	reed-kytkin
päätyasaaja ylhäällä	16S2	reed-kytkin
sivutasaja alhaalla	16S3	reed-kytkin
sivutasaja ylhäällä	16S4	reed-kytkin
nostosylinteri alhaalla	16S5	reed-kytkin
nostosylinteri ylhäällä	16S6	reed-kytkin
päätyasaaja ylös	16Y1	monostabiili venttiili
sivutasaja ylös	16Y2	monostabiili venttiili
nostosylinteri	16Y3	monostabiili venttiili

Rajat, D17

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
taka-aseman turvaraja	17S1	mekaaninen rajakytkin
etuaseman turvaraja	17S4	mekaaninen rajakytkin
pysäytys, takana	17S2	mekaaninen rajakytkin
nopea / hidas, takana	17S3	mekaaninen rajakytkin
pysäytys, edessä	17S5	mekaaninen rajakytkin
nopea / hidas, edessä	17S6	mekaaninen rajakytkin

Pulpetti +R, Automaattiajo

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
pysäytyskuljettimet 10-21 ja vaununsiirto	20S101	painokytkin
käsiajo / automaattiajon valintakytkin	20S102	painokytkin
automaattiajon hyväksyntä	20S103	painokytkin

Pulpetti +R, Manuaaliajo

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
päätyasaajat ylös D16	20S111	painokytkin
sivutasajaajat ylös D16	20S112	painokytkin
pöytä ylös D16	20S113	painokytkin
vaunun siirto taakse	20S110	painokytkin
vaunun siirto eteen	20S109	painokytkin
kuljettimet 10 ja 14 taakse	20S106	painokytkin
kuljettimet 10 ja 14 eteen	20S105	painokytkin
kuljettimet 15,21 ja 16 taakse	20S108	painokytkin
kuljettimet 15,21 ja 16 eteen	20S107	painokytkin

Pulpetti +R, Valintakytkimet

Toimilaite	Tunnus	Komponenttityyppi
Sirupuhallin päällä/pois	20S114	painokytkin
Konenäköpäällä	20S115	painokytkin
Normaali ajo/ lasi hylkyyn	20S103	painokytkin
Siirtovaunujen rajojen ohitus	20S116	painokytkin

Tiedostonimi: Lasinleikkuulinjan modernisoint_Nidottavaksi.doc
Hakemisto: C:\Users\leksa\Documents
Malli: C:\Users\leksa\Documents\opinnäytetyö\LAMK_kirjallisen_tyon_po
hja.dot
Otsikko: Kirjallisen työn pohja
Aihe:
Tekijä: leksa
Avainsanat:
Kommentit:
Luontipäivä: 28.4.2009 18:18:00
Version numero: 5
Viimeksi tallennettu: 29.4.2009 12:06:00
Viimeksi tallentanut: merileo
Kokonaismuokkusaika: 60 minuuttia
Viimeksi tulostettu: 4.5.2009 15:42:00
Viimeisestä täydestä tulostuksesta
Sivuja: 71
Sanoja: 9 394 (noin)
Merkkejä: 76 095 (noin)