



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jussi Palo

JOHDATUS PAINEVALUUN
AUTOMAATION NÄKÖKULMASTA

Tekniikka
2017

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jussi Palo
Opinnäytetyön nimi	Johdatus painevaluun automaation näkökulmasta
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	53
Ohjaaja	Olli Tuovinen

Tämä opinnäytetyö on tehty Alteams Groupin Laihian yksikköön. Alteams Group on alumiinivalimokonserni, joka on yksi Euroopan suurimpia valettujen alumiini-komponenttien valmistajia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selkeyttää painevalukoneen ja siihen liittyvän automaation toimintaa, sekä selkeyttää Brescia Presse 460-painevalukoneen käyttöliittymän ominaisuuksia ja helpottaa sen käyttämistä.

Painevalukoneet ovat tärkeä osa yrityksen toimintaa ja tässä työssä on perehdytty painevalukoneen toimintaan ja siihen liittyvään automaatioon teoreettisella tasolla. Työssä on myös keskitytty tarkastelemaan Alteamsin Brescia Presse 460-painevalukoneen logiikkaa ja käyttöliittymää. Työ on tehty käyttäen apuna Alteams Groupin materiaaleja sekä internet-lähteitä.

Opinnäytetyön tuloksena on syntynyt selkeä kokonaisuus, jossa on käsitelty monipuolisesti sekä painevalua että automaatiota ja se auttaa samalla ymmärtämään automatisoinnin tärkeyttä kilpailukykyisessä yrityksessä.

ABSTRACT

Author	Jussi Palo
Title	Introduction to Die Casting from the Perspective of Automation
Year	2017
Language	Finnish
Pages	53
Name of Supervisor	Olli Tuovinen

This thesis is made for Alteams Group's Laihia unit. Alteams Group is an aluminium foundry, which is one of the largest manufacturers of aluminium casting components in Europe.

The purpose of the thesis is to clarify the operations of die casting machine and its automation, and to clarify the features of the user interface in Brescia Presse 460 machine and make it easier to use.

Die casting machines are an important part of the company's operations, and the operations of the die casting machine and the associated automation have been studied on the theoretical level in this thesis. The thesis also focuses on examining the plc and the user interface of Brescia Presse 460 die casting machine. The thesis is done by using materials of Alteams Group and internet sources.

The result of the thesis is a clear package of multifaceted aspects of both die casting and automation, and at the same time it helps to understand the importance of automation in a competitive company.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	YRITYSESITTELY	9
3	AUTOMAATIO	10
	3.1 Teollisuusautomaatio	10
	3.2 Laitetekniikka	11
	3.3 Logiikan ohjelmointi	14
	3.4 Automaatiojärjestelmien ylläpito	14
	3.5 Automaation hyödyt	15
	3.6 Perusteet automatisoinnin hankinnalle	15
4	PAINEVALU	17
	4.1 Yleistä	17
	4.2 Painevalukoneen rakenne	17
	4.3 Painevalumenetelmät	20
	4.4 Painevalukoneen valukierto	22
	4.4.1 Sulan annostelu	22
	4.4.2 Valuisku	23
	4.4.3 Keernojen ulosveto	25
	4.4.4 Muotin avautuminen ja kappaleen poistaminen muotista	25
	4.4.5 Kappaleen muotista poistumisen todentaminen	26
	4.4.6 Valumuotin ruiskuttaminen	26
	4.4.7 Valumuotin jäähtyminen, kuivuminen ja sulkeutuminen	27
5	PAINEVALUSOLUN AUTOMAATIO	28
	5.1 Painevalusolu	28
	5.2 Painevalukoneen logiikka	31
6	KÄYTTÖLIITTYMÄ	36
	6.1 Yleistä	36
	6.2 Käyttöliittymän ominaisuudet	37

6.2.1	Käyttöliittymän kotinäkyvä.....	39
6.2.2	Painevalukoneen toimintojen asetukset	41
6.2.3	Järjestelmän ylläpito.....	49
6.2.4	Valuiskun parametrien tarkastelu.....	49
7	YHTEENVETO	52
	LÄHTEET.....	53

KUVALUETTELO

Kuva 1. Ohjelmoitavan logiikan rakenne	13
Kuva 2. Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate	13
Kuva 3. Tyypillinen painevalukoneen runkorakenne.....	18
Kuva 4. Polvimekanismi	19
Kuva 5. Kylmäkammiopainevalun toimintaperiaate.....	21
Kuva 6. Kuumakammiopainevalun toimintaperiaate	21
Kuva 7. Painevalukoneen kolmivaiheinen valuisku.....	24
Kuva 8. Brescia Presse 460-painevalukone.....	28
Kuva 9. Kappaleenpoisto- ja ruiskutusrobotti	29
Kuva 10. Valusolun ohjaustaulu	30
Kuva 11. Järjestelmän logiikkamoduuleja	31
Kuva 12. Esimerkki painevalukoneen ohjelmalogiikasta	32
Kuva 13. Ohjauskaapin sisälle asennettu järjestelmä.....	33
Kuva 14. Käyttöliittymän ohjauspaneeli	35
Kuva 15. Käyttöliittymän otsikkopalkki.	38
Kuva 16. Esimerkki prosessinäkymästä käyttöliittymässä.....	39
Kuva 17. Käyttöliittymän kotinäkyä	40
Kuva 18. Valukoneen pumpun asetukset	41
Kuva 19. Valukoneen männän asetukset.....	42
Kuva 20. Valukoneen ulostyöntöyksikön asetukset.....	43
Kuva 21. Valukoneen suojaovien asetukset	43
Kuva 22. Liikkuvan muottipöydän asetukset	44
Kuva 23. Keernanvetoyksikön asetukset.....	45
Kuva 24. Aisan ajon asetukset.....	45
Kuva 25. Annostelijan prosessinäkymä	46
Kuva 26. Annostelijan asetukset	47
Kuva 27. Muotin ruiskutuslaitteen asetukset	48
Kuva 28. Kappaleenpoistorobotin asetukset	48
Kuva 29. Valukäyrien tarkastelemisen aloitussivu	50
Kuva 30. Esimerkki valuiskun muodostamasta käyrästä	51
Kuva 31. Esimerkki valuiskun muodostaman käyrän parametreista.....	51

LYHENTEET

PLC Programmable Logic Controller / Ohjelmoitava logiikka

CPU Central Processing Unit / Prosessori

GUI Graphical User Interface / Graafinen käyttöliittymä

HMI Human Machine Interface / Käyttöliittymän käyttölaite

DCM Die Casting Machine / Painevalukone

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda selkeä käsitys painevalun ja siihen liittyvän automaatiotekniikan toiminnasta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli myös luoda selkeämpi ja informatiivisempi käyttöopas Alteams Groupin painevalukoneen käyttöliittymälle. Käyttöopas oli italialaisen Brescia Pressen kokoama, englanninkielinen muutamien lausein ja sanoin toteutettu, epämääräinen paketti. Käyttöliittymän selkeyttämisellä ja suomentamisella pyritään helpottamaan sen käyttämistä ja ymmärtämistä.

Työssä tullaan esittelemään teollisuuskäyttöön tarkoitettua automaation teoriaa ja laitetekniikkaa, sen tuomia hyötyjä sekä tärkeyttä kilpailukykyisessä yrityksessä. Lisäksi työssä käydään läpi painevalukoneen toimintaa ja rakennetta.

Työssä otetaan painevalukoneen automaatiojärjestelmän esimerkkitapaukseksi Brescia Presse 460, jonka käyttöliittymän selkeyttämisessä oli kyse.

Työn loppupuolella käydään läpi käyttöliittymän ominaisuuksia.

2 YRITYSEESITTELY

Alteams Group on yksi maailman johtavia alumiinivalimoita. Alteams Groupin ydinosaanamiseen kuuluu alumiinivalukomponenttien valmistus ja siihen liittyvät palvelut, kuten valukappaleiden ja muottien suunnittelu sekä valujen jatkokäsittely kokoonpanovalmiiksi komponenteiksi.

Alteams Groupin Laihian yksikkö on perustettu vuonna 1953 nimellä Laihian Metall Oy. Alteams Oy on syntynyt vuonna 2002, kun Laihian Metall Oy, Jyskän Metall Oy ja Lopen Metallivalimo Oy sulautettiin yhteen. Vuonna 2016 Laihian, Lopen ja Ruoveden yksiköt uudelleenorganisoiduivat Alteams Finland Oy:ksi. Alteams Groupin omistaa Kuusakoski Group Oy.

Alteams Group työllistää noin 1500 henkeä ja viime tilikauden liikevaihto oli noin 101 miljoonaa euroa.

Yrityksellä on toimintaa Suomen lisäksi Kiinassa, Puolassa, Virossa, Japanissa sekä Ruotsissa. Lisäksi yrityksellä on Ashok Leylandin kanssa puoliksi yhteisyritys Intiassa. /1/

3 AUTOMAATIO

Tässä luvussa käsitellään teollisuudessa ja tehdasoiloissa käytettävän automaation teoriaa, kuten mistä laitteista automaatiojärjestelmä koostuu ja miten se ohjelmoidaan. Luvussa tarkastellaan myös mitä hyötyjä automatisoimisesta tuotannon kannalta on.

3.1 Teollisuusautomaatio

Automaatiolla tarkoitetaan tekniikkaa, jossa itsestään toimiva järjestelmä tai laite suorittaa sille ennalta määrätyn toimenpiteen tai toimintaketjun saatuaan ohjauksen tai käskyn. Automaation avulla voidaan luoda järjestelmä, jonka toiminta tapahtuu automaattisesti ilman ihmisen välitöntä läsnäoloa tai ohjausta. Se on välttämätön ja erottamaton osa kilpailukykyisen kappaletavaratuotannon prosessissa.

Teollisuudessa käytettävästä automaatiojärjestelmästä käytetään yleensä termiä teollisuusautomaatio. Teollisuusautomaation avulla ohjataan ja valvotaan tuotantoprosessin toimilaitteiden, kuten moottorien, venttiilien, säätimien sekä mittalaitteiden toimintaa, käyttäen apuna erilaisia ohjaus- ja valvontajärjestelmiä. Automaatiojärjestelmiä voidaan rakentaa eri keinoin, käyttäen mekaanisia, hydraulisia, pneumaattisia, sähköisiä- tai elektronisia toimilaitteita, jotka ohjaavat prosessin toimintoja. Järjestelmää ei tarvitse rakentaa vain yhtä ja tiettyä menetelmää käyttäen, vaan se voidaan toteuttaa myös edellä mainittujen menetelmien yhdistelmänä. Nykyaikaisten teollisuuslaitosten monimutkaiset automaatiojärjestelmät koostuvat yleensä näiden menetelmien yhdistelmästä.

Teollisuusautomaatio voidaan jakaa kahteen kategoriaan: kappaletavara-automaatioon ja prosessiautomaatioon. Kappaletavara-automaatiolla tarkoitetaan kappaletavaran valmistukseen ja käsittelyyn erikoistunutta automaatiotekniikkaa. Prosessiautomaatiolla taas tarkoitetaan tekniikkaa, jossa on kyse virtaavien aineiden, kuten nesteiden, kaasujen, seosten ja jauheiden erilaisten suureiden mittaamisesta. Tällaisia suureita ovat muun muassa virtausnopeus, paine, lämpötila tai pinnan korkeus. /2/

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltu painevalun automaatio koostuu sekä kappaleta-
vara-automaatiosta että prosessiautomaatiosta. Painevaluprosessin kappaleta-
vara-automaatioon kuuluu muun muassa kappaleiden valmistamiseen kuuluvien liik-
keiden toiminnot sekä valettujen kappaleiden liikuttaminen. Prosessiautomaatioon
kuuluu erilaisten mittaustietojen, kuten alumiinin virtausnopeuden, paineiden suu-
ruuksien sekä lämpötilojen ohjaus ja valvonta, sekä niiden esittäminen käyttäjälle.

3.2 Laitetekniikka

Automaatiossa käytettävät ohjausjärjestelmät koostuvat ohjelmoitavasta logiikas-
ta, käyttöliittymästä, sekä ohjattavasta laitteesta. Tässä luvussa käsitellään ohjel-
moitavaa logiikkaa ja sen toimintaa. Käyttöliittymän toimintaa käsitellään tar-
kemmin luvussa 6.

Järjestelmissä käytetään automaatiota varten suunniteltuja tietokoneita eli ohjel-
moitavia logiikoita, joista käytetään myös nimeä PLC (Programmable Logic
Controller). Vaikka ohjelmoitava logiikka eroaa rakenteeltaan huomattavasti ta-
vallisesta tietokoneesta, molemmissa tapauksissa käytetään silti yhteisiä vakiintu-
neita termejä, kuten prosessori eli CPU (Central Processing Unit), muisti ja oh-
jelmisto.

Ohjelmoitavilla logiikoilla ohjataan ja valvotaan järjestelmän toimilaitteita, sekä
kerätään prosessista monitoroitavia mittaustietoja. Ohjelmoitava logiikka on tar-
koitettu loogisten bitti-operaatioiden suorittamiseen, joten niissä on kyseisiä toi-
mintoja varten oma optimoitu prosessorinsa. Tästä johtuen logiikka on nopea ja
yleensä reaktioaika on alle 10 ms. /3/

Ohjelmoitavien logiikkojen rakenne saattaa poiketa valmistajasta riippuen. Yleisin
laiterakenne koostuu pohjalevystä eli räkistä (rack), virtalähteestä, prosessorista,
sekä tulo- ja lähtökorteista. Räkki on järjestelmän osa, joka pitää kaiken kasassa ja
sen koko riippuu ohjausjärjestelmän tarpeista. Virtalähde, CPU sekä tulo- ja läh-
tökortit kytketään pohjalevyssä sijaitseviin korttipaikkoihin. Pohjalevyn sisällä
alumiinikisko toimii samalla väyläsysteminä, jonka avulla moduulit voivat
kommunikoida keskenään ja CPU:n kanssa. Näin ollen niiden välille ei tarvitse

kytkeä erillisiä johtoja. Virtalähde kytketään räkin ensimmäiseksi komponentiksi ja sen avulla moduuleille syötetään tasavirtaa.

Tietokoneen aivoina toimii CPU-moduuli, joka sijaitsee tavallisesti heti virtalähteen jälkeisessä korttipaikassa. Prosessorin tarkoituksena on suorittaa erilaisia käskyjä, kuten noutaa ja suorittaa apumuistiin tallennettujen arvojen välisiä lukuksia ja laskutoimituksia. CPU-moduuli koostuu mikroprosessorista, muistisirusta ja muista integroiduista piireistä logiikan, seurannan ja viestinnän ohjaamiseksi. Käyttäjän ohjelmat tallennetaan prosessorin ohjelmamuistiin. /3/

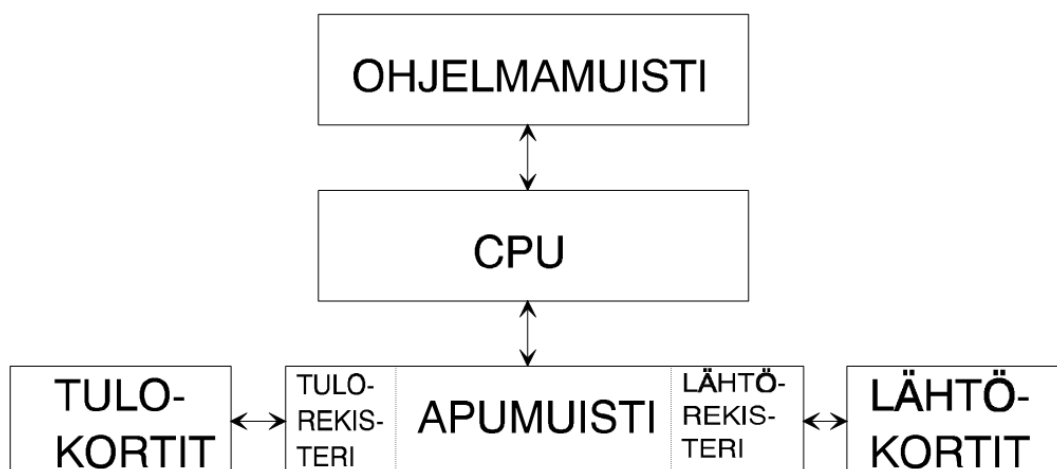
Tulokorttien avulla saadaan tietoja toimilaitteelta. Digitaalisen tulokortin avulla voidaan käsitellä laitteita, jotka antavat binäärisen tilatiedon, joka on joko päällä tai pois päältä. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi painikkeet, rajakytkimet, anturit tai valintakytkimet. Analogisen tulokortin tehtävänä on välittää prosessin toimilaitteelta mitattavat jännite- ja virtasignaalit prosessorille ja muuntaa signaalin suuruus sitä vastaavaksi digitaalseksi arvoksi. Esimerkkejä analogisista laitteista ovat paineanturit, virtausmittarit ja lämpötilaa mittaavat termoparit. /3/

Lähtökortit voivat olla myös joko digitaalisia tai analogisia ja ne välittävät ohjauskomentoja toimilaitteille. Digitaalista lähtökorttia käytetään kytkemään laite joko päälle tai pois päältä. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi indikaattorit, moottorit ja releet. Analogisten lähtökorttien tehtävänä on muuntaa prosessorin lähettämä digitaalinen arvo toimilaitteille sopivaksi jännite- ja virtatasoksi. Analogisia lähtökortteja käytetään yleensä venttiilien ja paineensäätimien ohjaamiseen. /3/

Kuvasta 1 on nähtävissä esimerkki ohjelmoitavan logiikan rakenteesta, ja kuvasta 2 ohjelmoitavan logiikan toiminta kaaviokuvana.



Kuva 1. Ohjelmoitavan logiikan rakenne. /4/



Kuva 2. Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate. /3/

Ohjelmoitavia logiikoita esiintyy monessa muodossa ja koossa. Useimmat teollisuuskäytössä käytettävät valvontajärjestelmät vaativat suuria kaappeja, joihin logiikat rakennetaan. Esimerkki ohjauskaappiin rakennetusta järjestelmästä on nähtävissä sivun 33 kuvasta 13.

3.3 Logiikan ohjelmointi

PLC:n ohjelmointiin käytetään sen valmistajan omaa ohjelmistoa. Ohjelmisto asennetaan tavalliselle tietokoneelle, jonka kautta ohjelmointi tapahtuu. Logiikka ohjelmoidaan erilaisia ohjelmointikieliä käyttäen, joista yleisimmin käytettyjä ohjelmointikieliä ovat muun muassa Ladder Diagram, sekä Function Block Diagram. Edellä mainitut ohjelmointikielieet ovat helppokäyttöisiä, koska niissä käytetään, muista ohjelmointikielistä poiketen, sanojen sijaan symboleja, joilla pyritään jäljittelemään prosessin toimintaa. Nämä symbolit on kytketty toisiinsa viivoilla, jotka osoittavat virran kulkusuunnan koskettimien ja lähtöjen läpi. Ohjelmoitavasta logiikasta riippumatta, ohjelmoinnit tapahtuvat samankaltaisilla ohjelmointikielillä, joka helpottaa eri valmistajien logiikoiden ohjelmoimista ja käyttämistä.

Ladder Diagramista on kerrottu lisää luvussa 5.2. ja esimerkki sen rakenteesta on nähtävissä sivun 32 kuvasta 12.

Ohjelmoimisen jälkeen logiikkaohjelma ladataan tietokoneelta PLC:lle käyttäen erityistä automaatiojärjestelmään tarkoitettua väyläkaapelia, joka on kytketty ohjelmoitavan logiikan CPU:n ja tavallisen tietokoneen välille. Lataamisen jälkeen CPU asetetaan ajotilaan, jotta se voi aloittaa logiikan skannaamisen ja ulostulojen ohjaamisen.

3.4 Automaatiojärjestelmien ylläpito

Automaatiojärjestelmän huoltoon ja kunnossapitoon tarvitaan usein ammattitaitoista huolto-osastoa. Automaatiojärjestelmän ylläpitämisen laiminlyönti johtaa lopulta tuotannon menettämiseen tai huonoihin osiin.

Ohjelmoitava logiikka on suunniteltu kestävään teollisuusympäristön olosuhteita ja se on yleensä käyttövarmempi oikein asennettuna kuin samankaltainen sähkö-

mekaanisten releiden avulla toteutettu järjestelmä. Sen toimintavarmuus on myös moninkertainen tavalliseen tietokoneen toimintaan verrattuna. /3/

3.5 Automaation hyödyt

Automaatio on antanut yrityksille mahdollisuuden tuottaa massatuotteita erinomaisilla nopeuksilla, hyvällä toistettavuudella sekä tasaisella laadulla. Automaatiosta on tullut ratkaiseva tekijä sen kannalta, pysyykö yritys kilpailukykyisenä valmistusteollisuudessa. Automaation suurimpina hyötyinä pidetään tuottavuuden kasvamista ja työvoiman tarpeen pienenemistä. Automaation avulla voidaan myös säästää energiaa ja materiaaleja, parantaa työn laatua, tarkkuutta sekä toistettavuutta.

Automaation avulla tuotannosta voidaan poistaa ihmisten suorittamia kovaa fyysistä työtä edellyttäviä tehtäviä sekä yksitoikkoisia työvaiheita sisältäviä tehtäviä, ja korvata ne koneilla. Tuottavuuden tai laadun parantamiseksi automaatiotoimintoja voidaan asentaa esimerkiksi työvaiheisiin, jolloin prosessin aika lyhenee, tai työvaiheisiin, joissa tarvitaan erityisen suurta tarkkuutta. Kun automaattinen kone on ohjelmoitu suorittamaan tehtävä uudestaan ja uudestaan, tarkkuus ja toistettavuus verrattuna työntekijään on paljon suurempi ja inhimillisiä virheitä muodostuu vähemmän, koska kone ei ajattele. Näin ollen tehtävien automatisoimisen avulla tuotanto nopeutuu, tuotantomäärät nousevat ja voidaan tuottaa tasaisempaa laatua sekä parempia kappaleita.

Automaatiolla voidaan korvata myös ihmisten tekemiä töitä, jotka sijoittuvat vaarallisiin, loukkaantumiselle alttiisiin ympäristöihin, kuten esimerkiksi paikkoihin, joissa saattaa olla tulipalon riski tai puristumisvaara.

3.6 Perusteet automatisoinnin hankinnalle

Automatisoinnin hyötyjä ja haittoja täytyy vertailla keskenään, jotta voidaan varmistua siitä, että sen toteuttaminen on kannattavaa. Vaikka automaation avulla voidaan automatisoida monia eri työvaiheita, nykyisen tekniikan avulla ei kuitenkaan pystytä automatisoimaan kaikkia haluttuja tehtäviä, eikä kaikkien tehtävien automatisoiminen ole välttämättä kannattavaa.

Mikäli tehtävän automatisoimista ei voida helposti toteuttaa tai sen automatisoimisen hyötysuhde on niin pieni verrattuna ihmisen manuaaliseen suorittamiseen, on mietittävä kannattaako se taloudellisesti. Tehtäviä, joissa tarvitaan manuaalista työstämistä laadun takaamiseksi ja tarkkailemiseksi, ei ole myöskään kannattava automatisoida. Automaatio soveltuu parhaiten prosesseihin, jotka ovat toistettavia, yhdenmukaisia ja suuria.

Prosessin automatisoinnin tutkimus- ja kehittämiskustannuksia on vaikea ennustaa tarkasti etukäteen. Koska kustannuksilla voi olla suuri vaikutus kannattavuuteen, prosessin automatisointi on ainut mahdollisuus selvittää, onko siitä taloudellista etua. Aiempien projektien perusteella voidaan kuitenkin tehdä entistä tarkempia arvioita erilaisten tuotantolinjojen automatisoimiseksi. Uuden työvaiheen automatisointi edellyttää suurta alkuinvestointia tuotteen yksikkökustannuksiin verrattuna. Automatisoinnista saattaa syntyä myös useita ennalta arvaamattomia kustannuksia, jotka voivat ylittää itse automaation säästämät kustannukset. Tällaisia kustannuksia on muun muassa laitteen huolto- ja ylläpitokustannukset sekä automaattisia koneita käyttävien työntekijöiden kouluttamisen kustannukset.

Ei ole epäilystäkään, etteikö tuottavuus kasvaisi automatisointitekniikoiden asianmukaisen soveltamisen avulla.

4 PAINEVALU

Tässä luvussa käsitellään painevalun toimintaa alumiinivalimossa. Käsiteltävinä asioina ovat muun muassa painevalukoneen valukiertoon liittyvät toiminnot, niiden ominaispiirteet sekä vaatimukset, kuten nopeusvaatimukset ja turvallisuuteen liittyvät vaatimukset. Luvussa käydään läpi myös painevalukoneen rakennetta.

4.1 Yleistä

Painevalu on menetelmä, jossa sula metalli puristetaan männän avulla kaksiosaiseen teräksiseen kestopuottiin, käyttäen erittäin suurta painetta ja nopeutta. Muottipuoliskojen muodostama ontto tila täyttyy sekunnin murto-osassa suuren paineen avulla. Suuren paineen takia muottipuoliskojen kasassa pysyminen vaatii suuren kiinnipitovoiman eli sulkuvoiman. Sulkuvoima, joka saadaan aikaiseksi niin kutsuttua polvimekanismia käyttäen, määrittää yleensä painevalukoneen suuruuden. Polvimekanismi on nähtävissä kuvasta 4. /5/

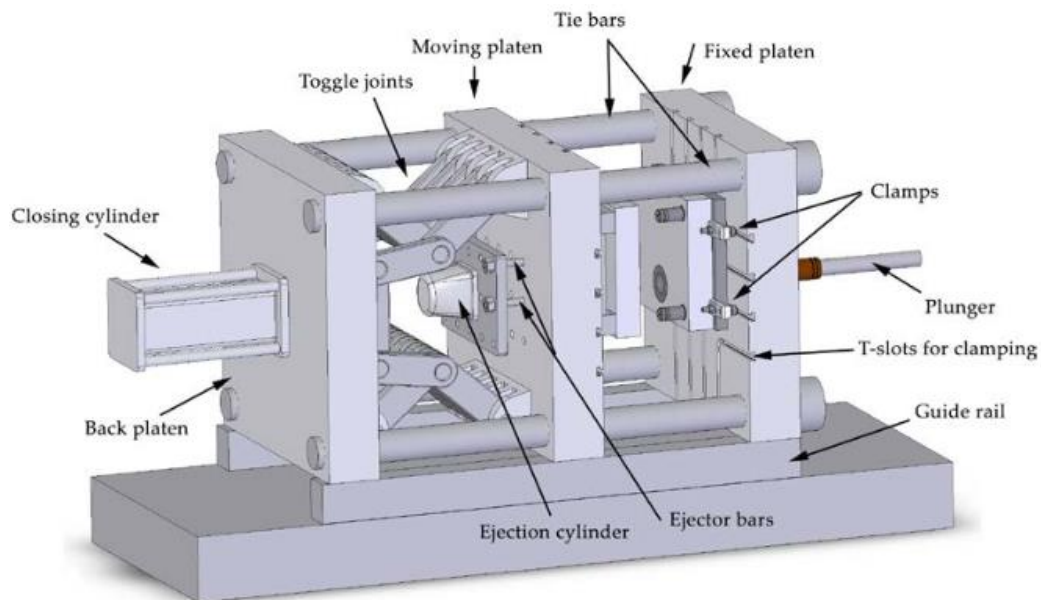
Painevalumenetelmää käytetään pienten ohutseinämäisten kappaleiden valmistamiseen ei-rautametalleista, kuten alumiini-, magnesium-, ja sinkkiseoksista. Painevaluttujen osien työstön tarve on todella pieni tai se voidaan jättää tarvittaessa kokonaan pois suuren mittaustarkkuuden ja hyvien valutoleranssiominaisuuksien takia. Tarvittaessa painevalut viimeistellään koneistamalla ja kierteittämällä. /5/

Painevalukoneissa käytettävät teräksiset kestopuotit säilyvät ehjinä ja ovat uudelleen käytettäviä. Samalla muotilla voidaan tehdä jopa 50 000–200 000 valua, joten ne soveltuvat parhaiten massatuotantoon. /6/

4.2 Painevalukoneen rakenne

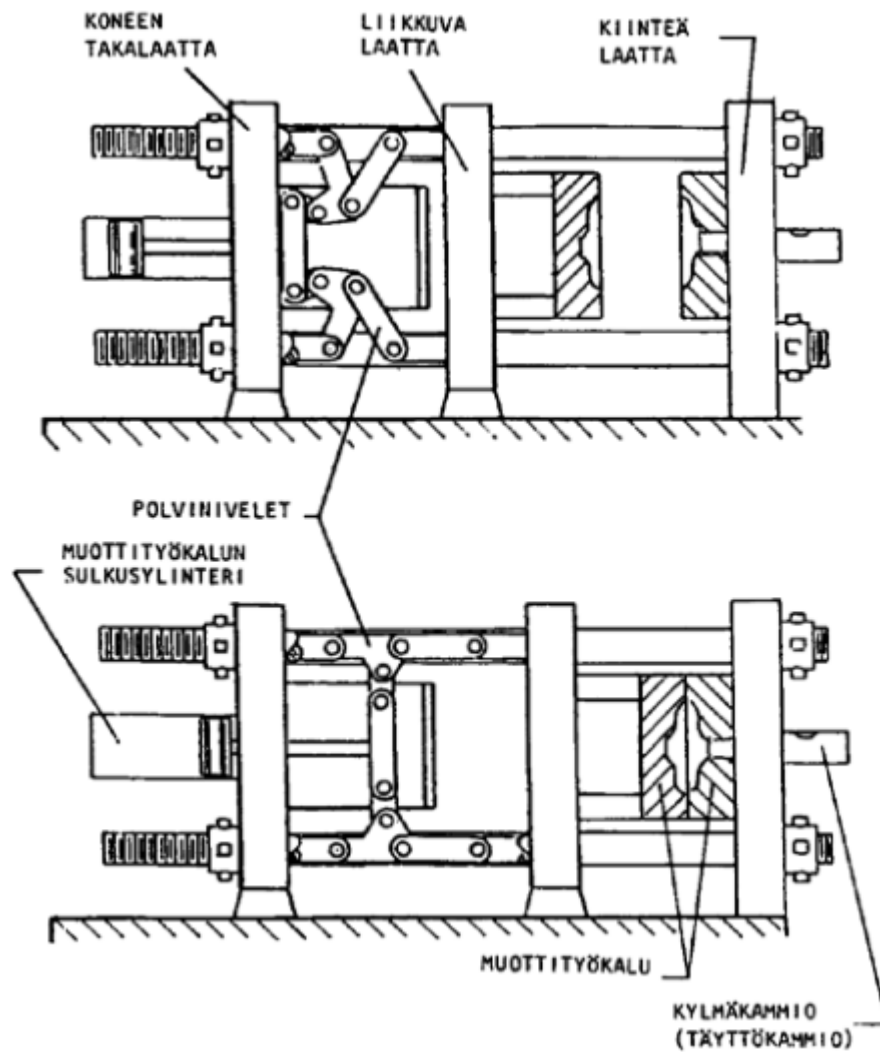
Kaikkien johteellisten painevalukoneiden rakenteet ovat samankaltaisia ja niiden runko on yleensä vaakasuorassa. Valukoneen rakenne koostuu pääosin takalevyistä, kahdesta muottipöydästä, joista toinen liikkuu ja toinen on kiinteästi asennettu, muottipöydän avaus-/sulkusylinteristä, sekä koko valukoneen rakennetta tukevista aisoista, jotka ohjaavat liikkuvan muottipöydän liikettä. Lisäksi painevalukonee-

seen kuuluu valu-, ulostyöntö-, keernanveto-, sekä jäähdytysyksiköt. Painevalukoneen tyypillinen runkorakenne on nähtävissä kuvasta 3. /7/



Kuva 3. Tyypillinen painevalukoneen runkorakenne. /7/

Painevalukoneen runko koostuu neljästä aisasta (tie bars), jotka on kiinnitetty kiinteään muottipöydän (fixed platen) ja takalevyn (back platen) väliin. Aisat kulkevat liikkuvan muottipöydän läpi (moving platen) ohjaten sen liikettä. Takalevyn ja liikkuvan muottipöydän välisten polvinivelten (toggle joints) avulla saadaan aikaiseksi suuri sulkuvoima, jotta valutilanteessa muottipesään kertyvä paine ei pysty liikuttamaan muottipöytiä, eikä sula alumiini tule muotin välistä ulos. Aisojen avulla voidaan säätää takalevyn ja liikkuvan etäisyyttä, jotta polvinivelet saadaan suoraan ja valumuotti saadaan pysymään tiukasti kiinni. Polvimekanismi on nähtävissä kuvasta 4. Hydraulisen sulkusylinterin (closing cylinder) avulla voidaan liikuttaa liikkuvaa muottipöytää eteen- tai taaksepäin, polvinivelten välityksellä. Liikkuva muottipöytä liikkuu kiskojen (guide rails) päällä. Muottipöytien muottipuoliskot kiinnitetään T-uriiin (T-slots) pulttien ja kiinnitysrautojen avulla. Muotti voidaan kiinnittää myös hydraulisilla pikalukoilla. /8/



Kuva 4. Polvimekanismi. /5/

Valuysikkö muodostuu valumännästä (plunger), sylinterimäisestä valukammios-
ta sekä valumäntää liikuttavasta iskupään hydraulijärjestelmästä, joka liikuttaa
mäntää valukammion sisällä.

Painevalukoneen ulostyöntöyksikkö koostuu hydraulisesta sylinteristä (ejection
cylinder), joka liikuttaa ulostyöntöjärjestelmää eteen- tai taaksepäin. Ulostyön-
töyksikkö sijaitsee liikkuvan muottipöydän takana ja se kiinnitetään muotin ulos-
työntömekanismiin neljällä ulostyöntötangolla (ejector bars). Ulostyöntötangot
kulkevat liikkuvan muottipöydän läpi. /7/

Painevalukoneen keernanvetoyksikkö koostuu hydraulisista, pneumaattisista tai sähköisistä ulostuloista, jotka on liitetty valukoneen ohjausjärjestelmään. Ulostulot aktivoidaan valukierron aikana, jolloin niihin kytketyt keernanvetosylinterit liikkuvat. Keernanvetosylinterit liikuttavat muotin keernoja. Keernoja ei ole mahdollista liikuttaa vain osittain, vaan sylinterit vetävät ne joko täysin eteen tai täysin taakse. Laitteilta saatavat tulosignaalit ovat tärkeitä, laitteiston hajoamista ehkäiseviä suojaustoimenpiteitä. /7/

Liikutettavat keernat ovat muotin osia, joiden avulla voidaan luoda valettavalle kappaleelle sisä- tai ulkopuolisia muotoja. Liikutettavien keernojen ansiosta on mahdollista luoda kestonmuotilla sellaisia muotoja, jotka ulkonevat muotin sisään siten, että kappaletta ei voida irrottaa ilman muotin särkemistä. /6/

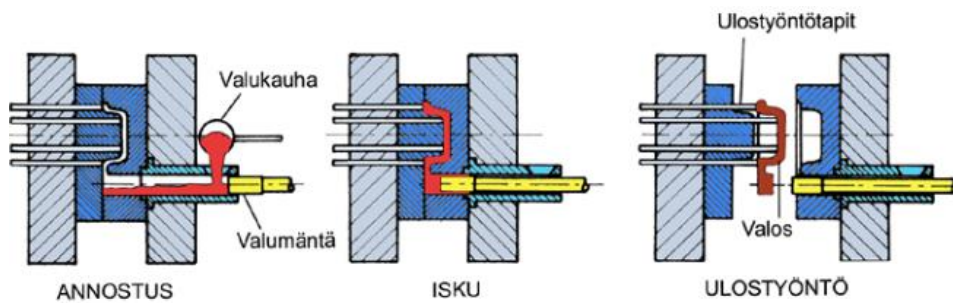
Painevalukoneen jäähdytysyksikön avulla muotin sisällä kierrätetään jäähdytysainetta, joka mahdollistaa muotin pysymisen halutussa lämpötilassa. Jäähdytysaine kulkeutuu muottipuoliskoihin liitettyjen letkujen kautta. Jäähdytysyksikön ei välttämättä tarvitse olla koneen osa, vaan jäähdytys voidaan tuottaa myös erillisen laitteen tai keskusjäähdytysjärjestelmän avulla. /7/

Painevalukoneen yhteydessä käytetään myös erilaisia automaatiolaitteita. Näitä laitteita voi olla esimerkiksi kappaleenpoistorobotti, painevalukoneen ruiskutuslaitte, sekä valukappaleesta ylimääräisten osien leikkaamiseen tarvittava puristin.

4.3 Painevalumenetelmät

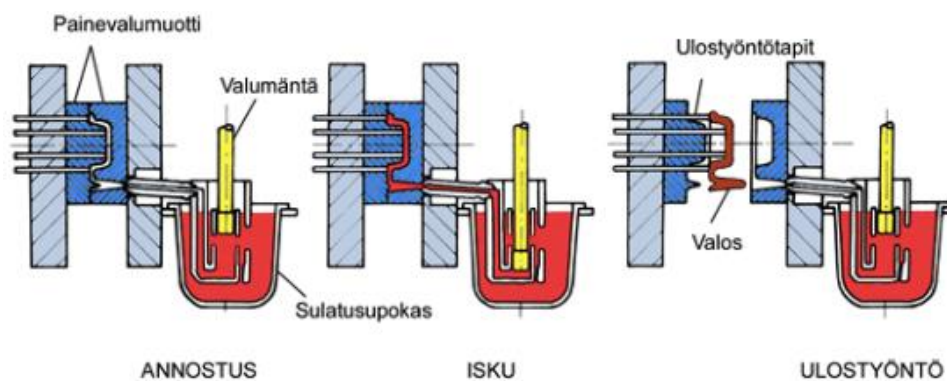
Painevalumenetelmiä on kahdentyyppisiä: kylmäkammio- ja kuumakammion menetelmä. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltava Brescia Presse 460-painevalukone käyttää kylmäkammion menetelmää. Painevalukone on nähtävissä kuvasta 8.

Kylmäkammion menetelmän toimintaperiaate on nähtävissä kuvasta 5. Kylmäkammion menetelmässä painevalukoneen kuparinen valumäntä on vaakasuorassa asennossa ja sen liike ulottuu muotin sisälle. Valukammioista on suora yhteys muottiin ja se täytetään kauhomalla tai annostelemalla sulaa valukoneen vieressä olevasta kuumapanitounista. Valukammioista sula isketään valumännän avulla muottiin. Valumäntää jäähdytetään kierrättämällä vettä sen sisällä. /6/



Kuva 5. Kylmäkammiopainevalun toimintaperiaate. /6/

Kuumakammiomenetelmässä männänrenkailla varustettu teräksinen valumäntä on pystyasennossa kuumanapitouunin sisällä. Kuumakammiopainevalukoneen jatkuvasti täynnä sulaa olevaa valukammiota kutsutaan muotonsa takia hanhenkaulaksi. Kuumakammiomenetelmässä valumäntää ei voida jäähdyttää, koska mäntä on jatkuvasti sulassa, ja jos se alkaa vuotaa vettä, tapahtuu räjähdys. Kuumakammiomenetelmän toimintaperiaate on nähtävissä kuvasta 6. /6/



Kuva 6. Kuumakammiopainevalun toimintaperiaate. /6/

Alumiiniseoksia valettaessa käytetään lähinnä ainoastaan kylmäkammiomenetelmää, koska kuumakammiomenetelmässä alumiinin lämpötila saattaa nousta niin korkeaksi, että se vahingoittaa teräksistä mäntää ja valukammiota. Kuumakammiomenetelmää käytetään lähinnä sinkkivaluihin.

4.4 Painevalukoneen valukierto

Painevalukoneen valukierto koostuu monesta eri vaiheesta, joita käsitellään seuraavissa alaluvuissa yksityiskohtaisemmin. Kierron pituuden kokonaisuikaan vaikuttaa muun muassa valettavan kappaleen monimutkaisuus, kappaleenpoistoautomaatiikan tehokkuus, sekä eri vaiheiden sisältyminen tai pois jääminen valukierrosta. Myös ruiskutuksesta johtuvat ongelmat saattavat hidastaa valukiertoa, kun niistä aiheutuneet häiriöt pysäyttävät valukierron. Valukierros alkaa lähtötilanteesta, jossa muottipöydät on suljettu.

Kylmä- ja kuumakammiomenetelmää käyttävien valukoneiden valukierrot eroavat hieman toisistaan. Kuumakammiomenetelmää käyttävän valukoneen valukierto eroaa sulan annostelun poisjämisellä, sekä erilaisella valuiskun toiminnalla. Tässä työssä perehdytään vain kylmäkammiomenetelmää käyttävän painevalukoneen valuiskuun, koska työssä tarkasteltavassa Brescia Presse 460-painevalukoneessa käytetään kylmäkammiomenetelmää.

4.4.1 Sulan annostelu

Kylmäkammiomenetelmää käyttävän painevalukoneen valukierto alkaa sulan alumiinin annostelusta. Kylmäkammiomenetelmää käyttävän painevalukoneen vieressä on kuumanapituuni, jossa sulaa säilytetään. Kuumanapituuniin täytyy lisätä tietyin väliajoin yleensä valimon keskussulatossa valmiiksi sulatettuja metalliseoksia, jotta sulan pinta ei pääse laskemaan liikaa. Liiallinen pinnan laskeminen saattaa johtaa toimintahäiriöihin.

Sulaa metalliseosta kuljetetaan kuumanapituunista kauhontalaitteella, josta voidaan käyttää myös nimeä annostelija. Annostelija kuljettaa sulan uunista valukammion yläpuolelle, jonka jälkeen sula annostellaan valukammioon. Sulan ei tulisi täyttää valukammiota liian täyteen, mutta ei myöskään jättää sitä liian tyhjäksi, koska se vaikuttaa sulan virtausprofiiliin. Mikäli kuumanapituuni on annosteleva, niin erillistä annostelijaa ei tarvita ja sula annostellaan valukammioon suoraan uunista tai kourun kautta. /9/

Sulan kauhonta uunista ei kasvata valukierron kokonaisaikaa merkittävästi, koska annostelija voi toimia valukierroksen muiden vaiheiden kanssa samaan aikaan. Sula voidaan kauhoa annostelijaan valmiiksi ja pitää sitä odottelemassa kuumanapitouunin yläpuolella, kunnes valukone on valmis ottamaan seuraavan annoksen vastaan.

Kuumakammiomenetelmässä valukierto on hieman nopeampi kuin kylmäkammiomenetelmässä, koska sulan annostelu jätetään pois. Kuumakammiokoneessa valukammio on asetettu valumännän kanssa uunin sisälle, jolloin erillistä sulan siirtolaitetta uunin ja valukammion välille ei tarvita.

4.4.2 Valuisku

Kylmäkammiomenetelmää käyttävän painevalukoneen valuisku on kolmivaiheinen. Valuiskun toimintaperiaate on nähtävissä kuvasta 7. Valuisku koostuu kolmesta vaiheesta, jotka ovat

- hidas lähestymisvaihe
- nopea täyttövaihe
- tiivistysvaihe.

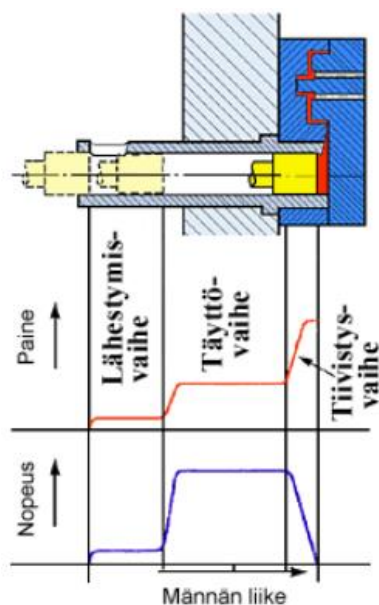
Valuiskun ensimmäistä vaihetta kutsutaan lähestymisvaiheeksi ja se voidaan aloittaa, kun sula on saatu annosteltua valukoneen valukammioon. Lähestymisvaiheen aikana muotti täytetään valuportille asti. Valumännän on liikuttava lähestymisvaiheen aikana suhteellisen hitaasti, jotta sula liikkuu valukammion ja kanaviston sisällä mahdollisimman rauhallisesti, eikä sulan joukkoon sekoitu ilmaa. /9/

Valuiskun toisessa vaiheessa eli täyttövaiheessa muottipesät täytetään erittäin lyhyen ajan sisällä. Täyttövaiheen on oltava niin nopea, että sula ei ehdi jähmetty-mään ennen kuin kaikki ohuimmatkin muottipesien osat ovat ennättäneet täytyä. Teräksinen painevalumuotti johtaa lämpöä erittäin hyvin, joten muotti on täytettävä sekunnin murto-osassa. Valuiskun täyttövaihe on tärkeä saada alkamaan välittömästi, kun muotti on täytynyt valuportille asti. Ajoitus on mahdollista tehdä mittaamalla männän kulkema matka tai tarkkailemalla mäntää liikuttavan hydraulijärjestelmän painetta. /9/

Valuiskun kolmas vaihe eli tiivistysvaihe alkaa, kun muotti on saatu täytettyä sulalla kokonaan. Valukoneen hydraulijärjestelmään vaikuttaa erittäin voimakas vastus muotin täytyttyä, koska sulan liike pysähtyy, eikä valumäntä pysty enää painamaan lisää sulaa muottiin. Jotta valumäntää pystytään liikuttamaan vielä vähän eteenpäin, on valukoneesta aktivoitava ylimääräistä painetta. Korkea tiivistyspaine tekee valettavasta kappaleesta painetiiviin ja parantaa samalla sen mekaanisia ominaisuuksia. /10/

Tiivistysvaiheen aikana muotissa olevaa jähmettyvää metalliseosta painetaan valumännällä niin kauan, kunnes muotin sisällä oleva metalliseos on jähmettynyt riittävästi ja se on valmis ulostyönnettäväksi. Kappaleen jähmettymisen kesto vaihtelee valettavan kappaleen koosta riippuen sekunnista muutamiin sekunteihin. Tiivistysvaiheen tarkoitus on tehdä valettavasta kappaleesta mahdollisimman tiivis, poistamalla metalliseoksesta jähmettymiskutistumasta mahdollisesti aiheutuneet tyhjtät tilat sekä kaasukuplat. Tiivistysvaihe on ajallisesti kolmivaiheisen valuiskun vaiheista pisin. /9/

Muotissa käytetään tyhjäventtiileitä, jotka on kytketty tyhjölaitteeseen. Tyhjäventtiilien avulla muotin ja valukammion sisälle saadaan tyhjiö ja saadaan aikaan tiiviimpiä kappaleita. Tyhjiö muodostetaan ennen valuiskun alkua.



Kuva 7. Painevalukoneen kolmivaiheinen valuisku. /6/

4.4.3 Keernojen ulosveto

Keernojen ulosveto on tarpeellinen vain silloin, kun valettavaan kappaleeseen on luotu keernojen avulla sellaisia muotoja, jotka estävät kappaleen irtoamisen muotista. Keernoja liikutetaan keernanvetosylintereillä, jotka ovat rajakytkimillä varustettuja hydraulisylintereitä. Rajakytkimien avulla tarkistetaan, että keernat on vedetty kokonaan pois valumuotin sisältä tai asetettu kokonaan muotin sisälle, ennen kuin muottipuoliskojen liike alkaa ja valukierto jatkuu. Valukierron lopussa keernojen liike toistuu käänteisessä järjestyksessä, kun keernat liikutetaan takaisin paikoilleen. /9/

Rajakytkimien avulla siis suojellaan valumuottia ja sen keernoja. Mikäli keerna on valumuotin sisällä osittain, kun muottipuoliskoja avataan tai suljetaan, tai käytetään kappaleen ulostyöntöä, valumuotti rikkoontuu. Tämän takia muotti ei aukea, eikä ulostyöntö toimi ennen kuin rajakytkimiltä on saatu keernanvetosylinterien tilatieto.

4.4.4 Muotin avautuminen ja kappaleen poistaminen muotista

Valumuotin puoliskot avautuvat nopeasti keernanvetosylintereiltä saatavan tilatiedon jälkeen. Ennen muottipuoliskojen avautumista, valukoneen kappaleenpoistolaitteen puoleinen suojaovi aukeaa ja sen tila tarkistetaan rajakytkimellä. Suojaovien tila täytyy tarkistaa ja varsinkin siinä tilanteessa, mikäli koneeseen on liitetty erillinen kappaleenpoistorobotti.

Muotin auettua kokonaan, koneen ulostyöntöyksikkö työntää valetun kappaleen irti muotista. Kappaleen ulostyöntöä joudutaan useimmiten viivästäämään koneeseen liitetyn kappaleenpoistolaitteen takia. Ulostyöntöyksikkö toimii, kun kappaleenpoistolaite on todennetusti valmis ottamaan ulostyönnettävän kappaleen vastaan. Muotin auettua valumäntä palautuu takaisin lähtötilanteeseen. /9/

Kappaleen poistaminen kappaleenpoistorobotilla on hieman hitaampaa kuin kappaleen pudottaminen muotista ja muottitilasta suoraan kuljetushihnalle, koska kappaleenpoistolaite vaatii erilaisia tarkistusvaiheita, eikä sen ahtaassa muottitilassa tekemiä liikkeitä pystytä asettamaan kovin nopeiksi.

4.4.5 Kappaleen muotista poistumisen todentaminen

Kappaleen poistumisen todentamista muotista ei tehdä kappaleen laadun todentamiseksi, vaan se tehdään laitteiston suojelemiseksi. Valumuotin suojelemiseksi kappaleen poistuminen muotista ja muottitilasta on todennettava luotettavasti. Mikäli ulostyöntöjärjestelmä ei ole saanut poistettua valettua kappaletta kokonaisuutena tai mikäli kappaleesta on jumittunut osia muottipesään, muotti saattaa vaurioitua sen sulkeutuessa. /9/

Kappaleen muotista poistumisen todennus voidaan tehdä muiden valukierron vaiheiden aikana, jolloin valukiertoon ei kulu ylimääräistä aikaa.

Kappaleen todentamisen jälkeen kappaleenpoistorobotti voidaan ohjelmoida kastamaan valettu kappale veteen, jotta kuuma kappale jäähtyy sen käsittelemisen helpottamiseksi. Lopuksi kappaleenpoistorobotti vie valetun kappaleen puristimelle, joka poistaa kappaleesta tarpeettomat osat. Puristimen jälkeen kappale voidaan kuljettaa kuljetushihnaa pitkin eteenpäin tuotantoon.

4.4.6 Valumuotin ruiskuttaminen

Valumuotin ruiskuttamisella on tarkoitus jäähdyttää muottipesiä, sekä voidella muotti irrotusaineella, jotta seuraavana valettu kappale irtoaisi muotista helpommin. Mikäli valumuotti kuumenee liikaa alumiinia valettaessa, kuumimpiin kohtiin saattaa hitsautua kiinni alumiinia melko nopeasti. Kappale saattaa myös jumittua muottiin kiinni, jos muottia ei ole voideltu tarpeeksi hyvin. Liian vähäinen tai liiallinen irrotusaineen määrä saattaa myös aiheuttaa kappaleen jumittumisen. /9/

Valettavan kappaleen muotojen, sekä valettavan materiaalin perusteella valitaan ruiskutusajan pituus ja voimakkuus. Yleensä valitaan pitkä ja voimakas ruiskutus, mikäli muottipesän pinta-ala on suuri verrattuna alla olevan muottiteräksen tilavuuteen. Ruiskutuksen säätäminen saattaa olla vaikeaa, mikäli samassa kappaleessa esiintyy esimerkiksi litteitä, voimakkaasti kuumenevia, sekä syviä muotoja. Alumiinikappaleita valettaessa litteät muodot eivät lämpene erityisesti ja ne on helppo voidella, eivätkä ne tarvitse ylimääräistä jäähdyttämistä. Voimakkaasti

kuumentuvat kohdat taas tarvitsevat paljon ruiskutusta ja syvät muodot voimakasta ja hyvin suunnattua ruiskutusta. /9/

4.4.7 Valumuotin jäähtyminen, kuivuminen ja sulkeutuminen

Valumuotin jäähtyminen, kuivuminen ja sulkeutuminen ovat valukierron viimeiset vaiheet ennen seuraavan valukierron alkamista. Valumuotti jäähdytetään ja kuivataan ruiskuttamisen jälkeen paineilmalla. Valumuotin jäähtyminen ja kuivuminen ennen seuraavaa valun aloittamista on tarpeellinen, jotta sulkeutuvien muottipuoliskojen väliin ei jäisi kosteutta. Kosteuden takia valettaviin kappaleisiin saattaa aiheutua huokoisuutta. Ennen valumuotin sulkeutumista, ulostyöntöjärjestelmä vetäytyy taka-asentoon. Kun muottipuoliskot ovat sulkeutuneet, keernat liikkuvat takaisin paikoilleen ja valukone on valmis seuraavaa valuiskua varten. /9/

5 PAINEVALUSOLUN AUTOMAATIO

Tässä luvussa käsitellään painevalusolun automaatiojärjestelmää ja minkälaisia asioita on otettava huomioon valimon järjestelmää toteutettaessa. Luvussa on otettu esimerkkitapaukseksi kuvan 8 painevalukoneen automaatiojärjestelmä



Kuva 8. Brescia Presse 460-painevalukone.

5.1 Painevalusolu

Painevalusolu koostuu pääosin itse painevalukoneesta ja kuumanapitounista sekä muista automaatiolaitteista, kuten kappaleenpoisto- ja ruiskutusrobotista, sekä puristimesta.

Kappaleenpoistoon ja muotin voiteluun käytetään erillistä robottia. Käytössä on valimoihin tarkoitettu ABB:n IRB 2400-teollisuusrobotti, johon on liitetty ABB:n RobotExtractSpray-työkalu, jossa on tarrain ja ruiskutuslaite. Robotin ohjelmointi tapahtuu sen oman käyttöliittymän avulla, eikä sitä ole liitetty painevalukoneen käyttöliittymään. Kuvasta 9 on nähtävissä teollisuusrobotti ja sen edessä oleva ve-siastia, johon robotti upottaa valetun kappaleen sen poiston jälkeen.

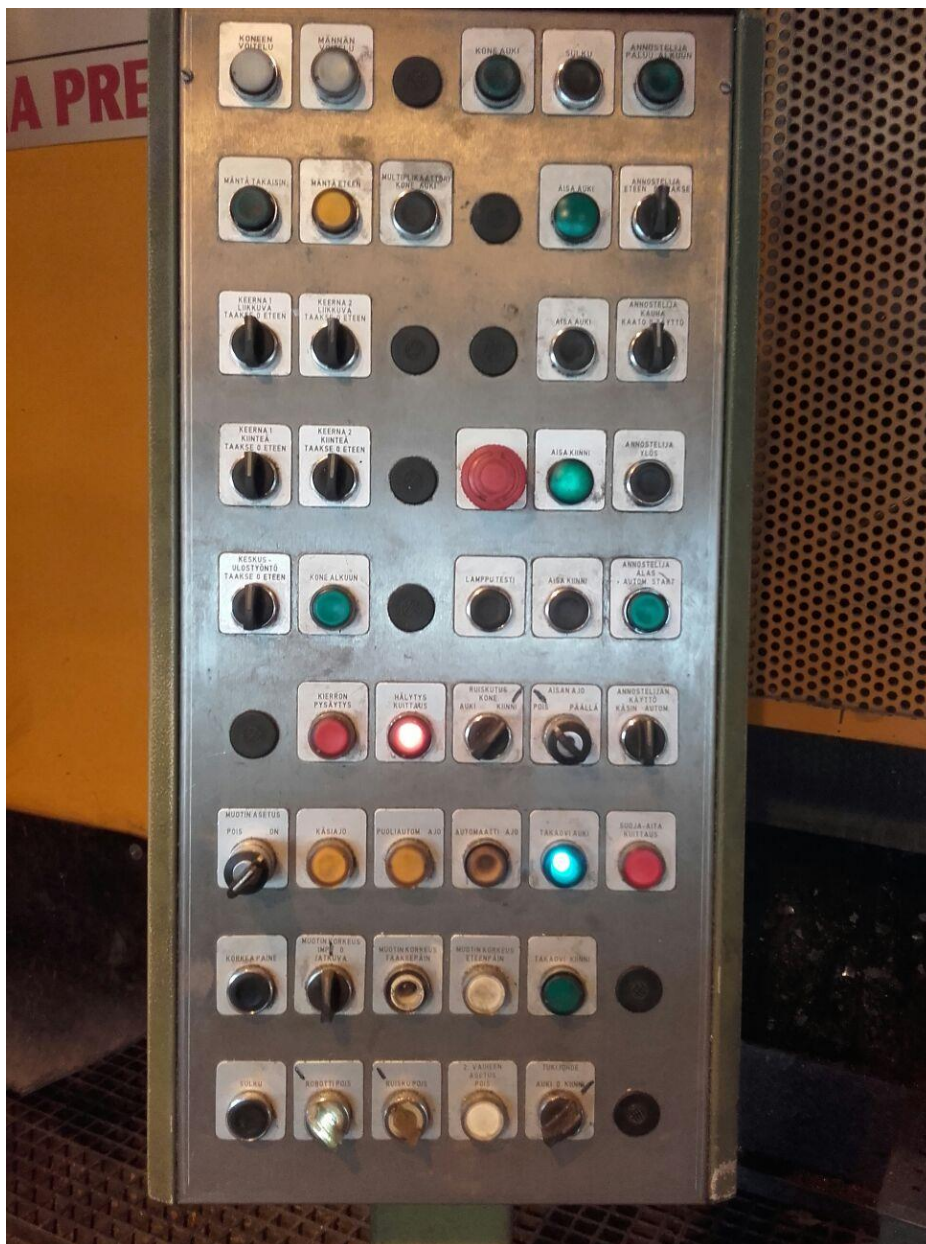


Kuva 9. Kappaleenpoisto- ja ruiskutusrobotti.

Kappaleenpoistorobotti tarkastaa ja todentaa valetun kappaleen muodon erilaisten antureiden avulla. Tieto todennetusta kappaleesta kulkeutuu logiikalle ja kokonaiseksi todettu kappale siirretään puristimelle. Mikäli kappale ei ole täydellinen, robotti siirtää sen sivuun.

Puristimelle viedyn kappaleen paikka tarkastetaan optisilla antureilla ennen kappaleen puristamista. Kappaleen ollessa oikeassa paikassa, puristin toimii ja poistaa kappaleesta ylimääräiset osat. Mikäli kappale on asetettu puristimelle väärin, anturit lähettävät tiedon logiikalle, joka pysäyttää valukierron. Puristimen jälkeen kappale pudotetaan kuljetushihnalle, joka vie sen eteenpäin.

Painevalukoneen ohjaustaulun avulla voidaan ohjata valukoneen toimintoja käsiohjauksella. Valukierto aloitetaan ja pysäytetään ohjaustaulun avulla. Sen avulla käyttäjälle myös ilmoitetaan valukoneen pysäyttäneistä toiminnoista tai toimintahäiriöistä valojen avulla. Käyttäjä kuittaa hälytykset ohjaustaulun napeista. Tällaisia hälytyksiä voi syntyä esimerkiksi antureilla varustettujen valusolun takaoven tai kuumanapitouunin suojaoven avaamisesta.



Kuva 10. Valusolun ohjaustaulu.

5.2 Painevalukoneen logiikka

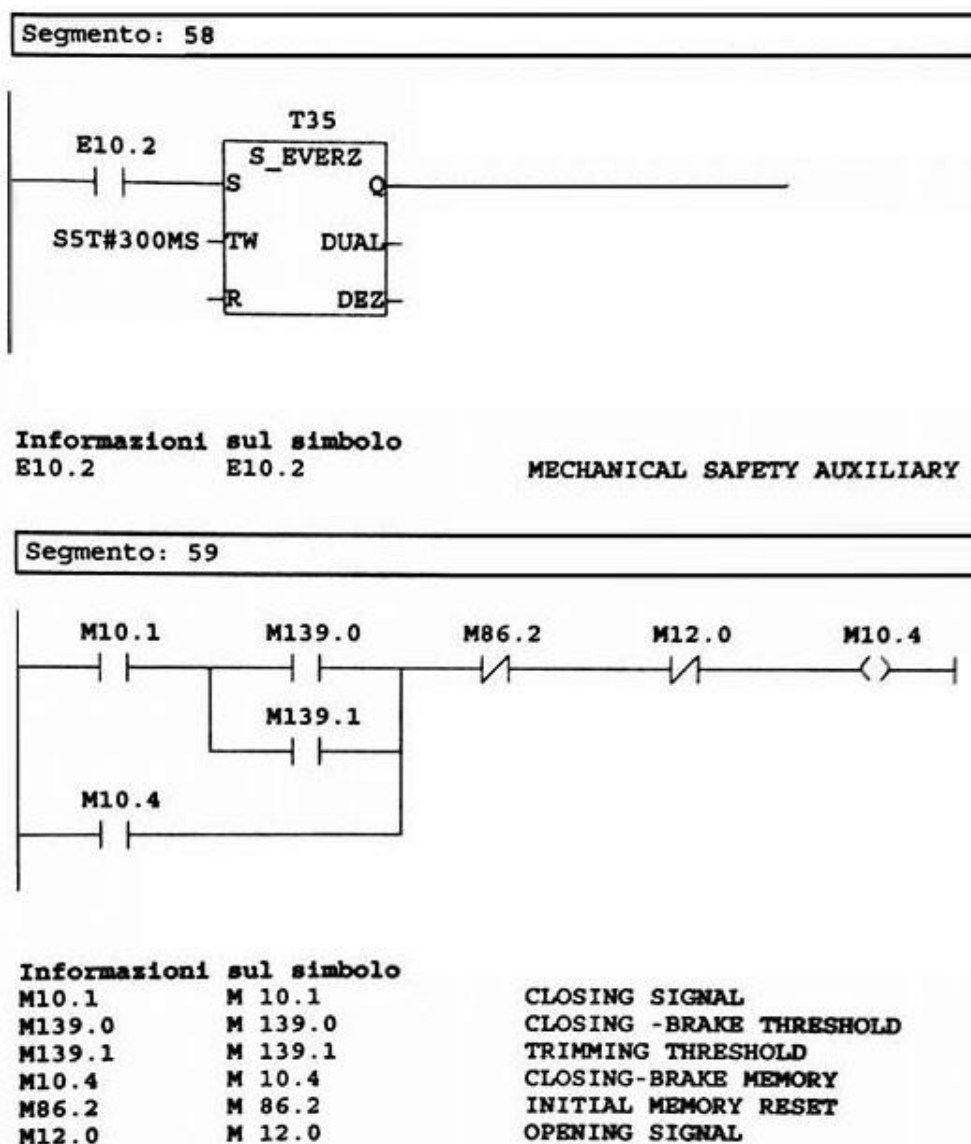
Työssä tarkasteltavana olleen Brescia Presse 460-painevalukoneen ohjaus- ja valvontajärjestelmä on rakennettu teollisuusympäristöön tarkoitetuista Vipan 300S-sarjan moduuleista ja se on ohjelmoitu Siemens Simatic Step 7-ohjelmistolla.

Prossessorina on käytetty Vipa CPU 314ST-moduulia, jonka avulla järjestelmään voidaan liittää 8 digitaalista tulokorttia sekä 8 digitaalista tulo-/lähtökorttia. Analogisia tulokortteja voidaan liittää 4 ja lähtökortteja 2 kappaletta. Kuvasta 11 on nähtävissä järjestelmän logiikkamoduuleja. Vipan moduulien rakenne muistuttaa huomattavasti Siemens S7-300-sarjaa, joten logiikkaa on näin ollen mahdollista ohjelmoida Vipan omalla tai Siemensin S7-ohjelmistolla. Tiedonsiirto tietokoneelta PLC:lle tapahtuu Profibus DP-väyläkaapelin avulla.



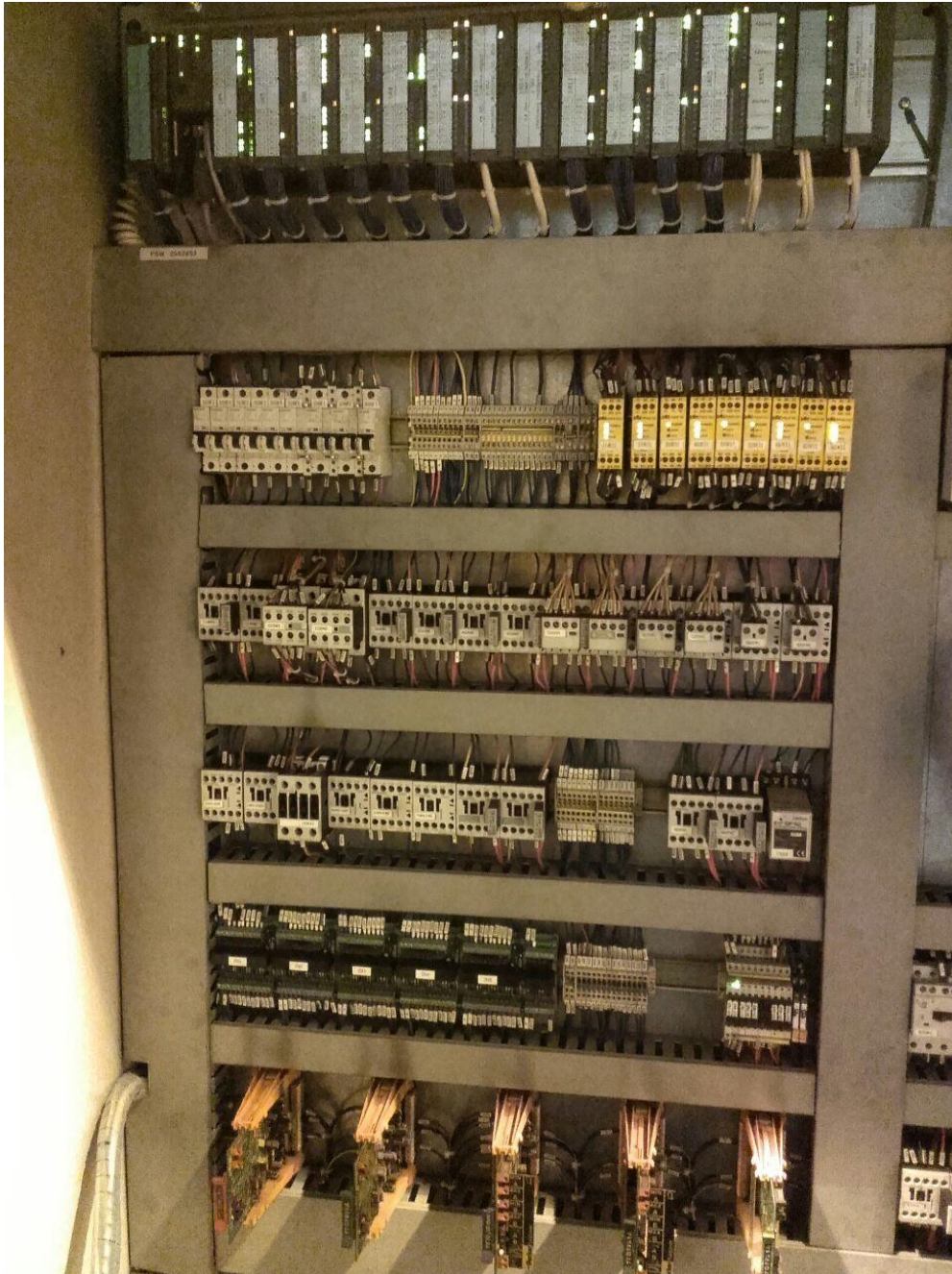
Kuva 11. Järjestelmän logiikkamoduuleja.

Ohjelmalogiikka on laadittu Ladder Diagram-ohjelmointikielellä. Ladder Diagram on ohjelmointikieli, jossa virtapiirit on muodostettu relekaaviomuotoon. Järjestelmän releet ja toimilaitteet on kuvattu symboleilla, jotka on yhdistetty virran kulkusuuntaa kuvaavilla viivoilla. Ladder Diagramissa käytetään myös erilaisia toimilohkoja, kuten RS-kiikkuja, laskimia ja ajastimia. Esimerkki Ladder Diagram-ohjelmasta on nähtävissä kuvasta 12.



Kuva 12. Esimerkki painevalukoneen ohjelmalogiikasta.

Järjestelmän ohjauskeskus on rakennettu ohjauskaapin sisälle, joka on nähtävissä kuvasta 13. Kaapin yläreunan kiskoon on asennettu ohjelmoitavan logiikan moduulit. Ohjelmoitavan logiikan alapuolelle on sijoitettu erilaiset sähkömekaaniset releet, säätimet ja riviliittimet, jotka on kytketty logiikkaan instrumentointikaapeleilla. Näiden laitteiden avulla ohjataan ja valvotaan painevalusolun toimintoja. Prosessitietoja kerätään anturointien avulla.



Kuva 13. Ohjauskaapin sisälle asennettu järjestelmä.

Tärkeimpiä ohjauksia ovat muun muassa paineen tuotto, sekä paineen nousunopeus. Säädeltävistä kohteista tärkeimpiä ovat koneen osien liikenopeudet ja prosessipaineet sekä valukierron vaiheiden kestoajat. Turvallisuuden ja valuvikojen torjunnan kannalta niiden hallinta on tärkeää.

Ohjaus- ja valvontajärjestelmä seuraa esimerkiksi

- männän siirtymää
- männän nopeutta alku ja täyttövaiheessa sekä tiivistysvaiheen aikana
- täyttöaikaa
- painetta täyttö- ja tiivistysvaiheiden aikana
- tiivistysvaiheen paineen nousuaikaa
- männän työntövoimaa
- muotin, sulan, jäähdytysveden ja hydrauliiKANesteen lämpötilaa
- jäähdytysveden virtausta
- sulkusylinterin painetta ja sulkuvoimaa. /8/

Tärkeimpiä mitattavia valukappaleiden laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat

- prosessipaineet
- männän nopeus
- muotin täyttymisaika
- muotin lämpötila
- muotin kiinnipitoaika. /8/

Käyttöliittymän ohjauspaneelina käytetään 17 tuumaista kosketusnäyttöä, joka on nähtävissä kuvasta 14.

Asetteluarvot logiikan käyttöliittymässä pyritään asettelemaan siten, että saavutetaan kappaleen hyvän laadun lisäksi suuri tuotantonopeus sekä raaka-aineiden kulutus taloudelliseksi.



Kuva 14. Käyttöliittymän ohjauspaneeli.

6 KÄYTTÖLIITTYMÄ

Tässä luvussa käydään läpi käyttöliittymän toimintaan ja sen käyttämiseen liittyviä asioita. Aluksi esitellään teoriaa käyttöliittymän tarkoituksesta ja sen tärkeydestä sekä hyödyntämisestä teollisuudessa.

Luvun loppuosa koostuu Brescia Presse 460-painevalukoneen käyttöliittymän ja sen käyttöoppaan selventämisestä. Luvuissa kerrotaan eri sivujen ja painikkeiden toimintoja sekä niiden ominaisuuksia. Englanninkielisen käyttöliittymän käyttöoppaan selventäminen ja suomentaminen helpottavat sen käyttämistä huomattavasti.

6.1 Yleistä

Käyttöliittymällä tarkoitetaan välineitä ja toimintoja, joiden avulla ohjelma välittyy sen käyttäjälle ja jonka kautta käyttäjä pystyy seuraamaan tai ohjaamaan ohjattavan laitteen toimintaa. Toimivan käyttöliittymän tulee olla selkeä, silmää miellyttävä sekä helppokäyttöinen, jota käyttäjä pystyy käyttämään ilman syvälistä tietoteknistä osaamista.

Ohjattavan laitteen ja ihmisen välisessä kommunikoinnissa käytettävästä käyttöliittymästä voidaan käyttää termiä HMI (Human Machine Interface). HMI on siis liitännälaitte, jonka avulla käyttäjä voi ohjata tai valvoa automatisoitua laitetta. Käyttöliittymän avulla käyttäjä voi syöttää tai seurata parametreja. Nämä liitännälaitteet voivat vaihdella LED-ilmaisintauluista jopa 20 tuuman kosketusnäyttöpaneelisiin, joihin graafinen käyttöliittymä piiryy. HMI-laitteilta edellytetään mekaanista veden-, pölyn-, ja kosteudenkestävyyttä, sekä teollisuusolosuhteiden lämpötilanvaihteluita. LED-ilmaisimet ja mekaaniset kytkimet ovat toimiva ja yksinkertainen vaihtoehto, mutta kosketusnäyttöteknologia tarjoaa käyttäjälle tehokkaan ja joustavan tavan seurata sekä hallita entistä monimutkaisempia automatisoituja prosesseja. Samalla se lisää suunnittelun joustavuutta sekä parantaa ulkoasua. /11/

Graafinen käyttöliittymä eli GUI (Graphical User Interface) on käyttöliittymä, jossa käyttäjän kommunikointi laitteen kanssa tapahtuu erilaisia ikkunoita, valikoita, kuvakkeita tai muita graafisia elementtejä käyttäen. Graafisen käyttöliittymän visuaalinen suunnittelu on osa käytettävyyttä ja se suunnitellaan yleensä siten, että vain prosessin valvomisen ja ohjaamisen kannalta tärkeimmät ominaisuudet ovat esitettyinä, pitämällä se samalla mahdollisimman yksinkertaisena. Helppokäyttöisyyden lisäksi, graafisen käyttöliittymän etuihin kuuluu muun muassa ihmisen ulkoa muistamisen minimointi. /12/

Teollisuuden näkökulmasta käyttöliittymän arvokkain osa on kyky seurata tuotantoa tarkasti ja vastata muuttuviin tuotantovaatimuksiin, mikä parantaa tehokkuutta ja vähentää seisonta-aikoja. Nämä hyödyt ovat parannetun diagnostiikan ja seurannan tulos. Oikein suunniteltu käyttöliittymä parantaa tuottavuutta, mutta toimii myös apuvälineenä koneen ohjaamiseksi ja ylläpitämiseksi. Käyttöliittymän hälytystoiminto, joka ilmoittaa laitteen häiriöistä ja niiden vakavuuksista, on erinomainen esimerkki ylläpitotoiminnasta.

6.2 Käyttöliittymän ominaisuudet

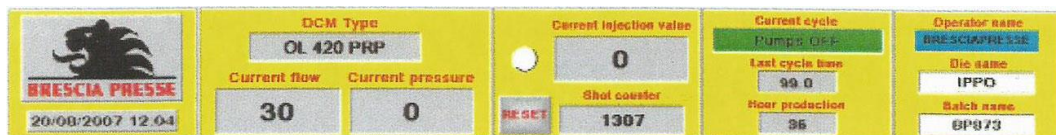
Tässä työssä tarkasteltu käyttöliittymä on toteutettu käyttäen ICONICS Demonet nimistä ohjaus- ja valvontajärjestelmää. Järjestelmän avulla voidaan ohjata sekä seurata painevalukoneen erilaisia toimintoja. Sen avulla voidaan myös tarkkailla rajakytkimien, anturien sekä sähköventtiilien asentoja reaaliajassa. Käyttöliittymästä on mahdollisuus nähdä painevalukoneen eri osien ja toimintojen, kuten esimerkiksi valumännän ja annostelijan prosessinäkymiä, joiden avulla voidaan tarvittaessa tarkkailla koneen toimintaa tarkemmin. Esimerkki prosessinäkymästä on nähtävissä kuvasta 16.

Käyttöliittymässä on hälytysjärjestelmä, joka ilmoittaa välittömästi koneen käyttäjälle mahdollisista toimintahäiriöistä ja tallentaa ne hälytyslokiin. Järjestelmän avulla voidaan tarkastella, mistä toimintahäiriö johtui ja miten se voidaan mahdollisesti estää jatkossa. Käyttöliittymässä voidaan määritellä eri käyttäjiä, joiden avulla on mahdollista asettaa joillekin käyttäjille erilaisia käyttöoikeuksia. Jollekin käyttäjälle voidaan asettaa laitteen täydet käyttöoikeudet ja joillekin käyttäjille

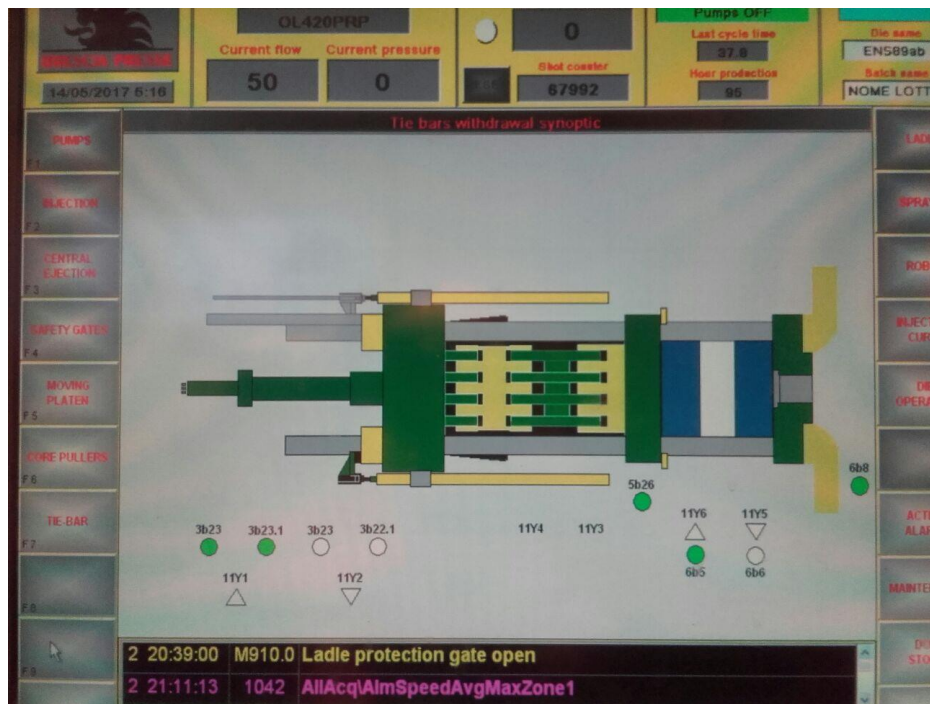
pienemmät oikeudet, joilla ei pystytä tekemään laitteelle suuria muutoksia. Järjestelmään on luotu valmiiksi muutamia käyttäjiä, mutta niitä voidaan tarvittaessa luoda myös lisää.

Logiikkaan asetettavan CompactFlash-muistikortin avulla on mahdollista tallentaa aikaisempia valuja myöhempää tarkastelua tai asetusten tallentamista varten. Kun CompactFlash-muistikortti on käytössä, on mahdollista tallentaa valuiskun tiedot ulkoiselle muistilaitteelle, kuten muistitikulle.

Käyttöliittymästä on jatkuvasti nähtävissä näytön yläreunassa oleva kuvan 15 mukainen otsikkopalkki. Otsikkopalkista on nähtävissä päivämäärä ja kellonaika. Otsikkopalkista nähdään myös senhetkisen valukierroksen pumpun muodostama paine ja virtaus sekä valuiskun arvo, eli valumännän kulkema matka. Nollattava iskulaskuri laskee suoritettujen iskujen määrän. Pumppujen tila on nähtävissä myös nopeasti otsikkopalkista. Viimeisimmän valukierron kesto ja sen avulla laskettu keskimääräinen tuotantomäärä, eli montako tuotetta ehditään tunnissa valamaan senhetkisen valukierron perusteella, auttavat arvioimaan kauanko tuotantoerän valmistumisessa kestää. Oikeasta reunasta on nähtävissä sisään kirjautunut käyttäjä, ladatun muotin/valun nimi sekä tuotantoerä. Mikäli käyttäjä ei ole kirjautunut sisään, laatikko näkyy sinisenä. Järjestelmä kirjaa käyttäjän ulos automaattisesti, mikäli käyttöliittymää ei ole käytetty tietyn ajan kuluessa. Sivun alareunassa olevasta ilmoituspalkista nähdään, mitä toimintoja laite suorittaa sillä hetkellä tai mikä häiriö koneessa on. Kuvasta 16 on nähtävissä esimerkki ilmoituspalkin toiminnasta.



Kuva 15. Käyttöliittymän otsikkopalkki. /13/



Kuva 16. Esimerkki prosessinäkymästä käyttöliittymässä.

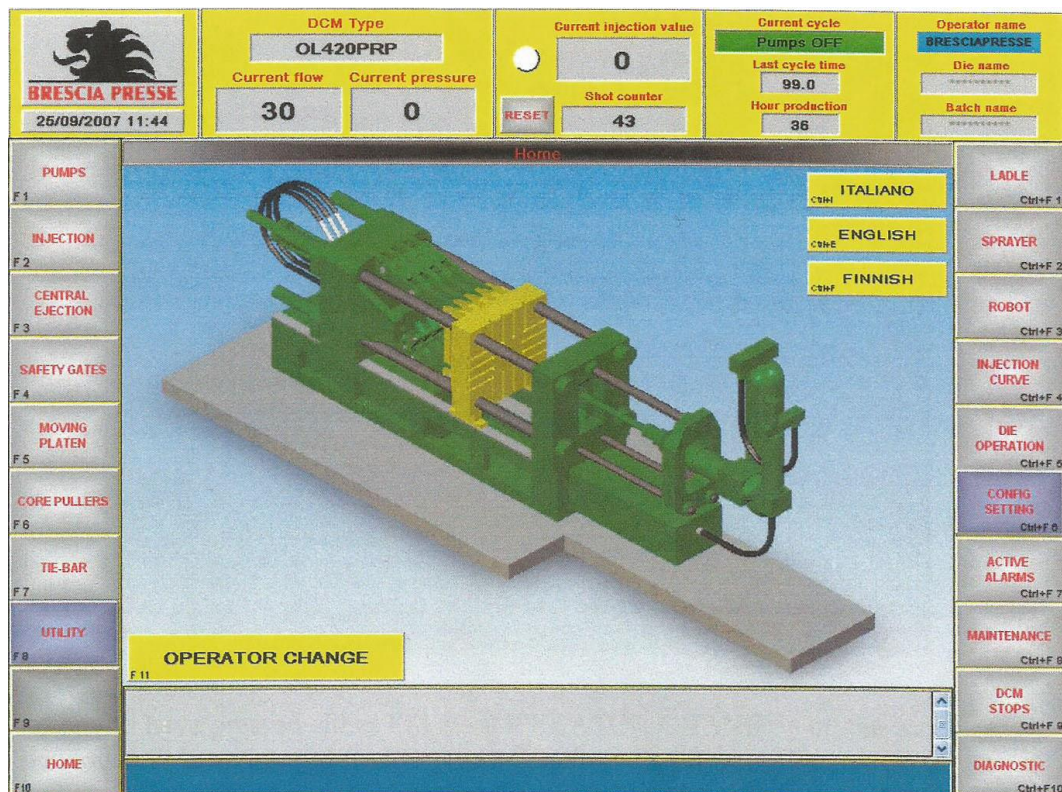
6.2.1 Käyttöliittymän kotinäky

Järjestelmän kotinäkyä toimii sivu, jossa on kuva painevalukoneesta. Käyttöliittymän kotinäky on nähtävissä kuvasta 17. Sivun oikeassa ja vasemmassa reunassa olevien painikkeiden avulla voidaan liikkua eri sivuille muokkaamaan ja tarkastelemaan laitteen asetuksia ja toimintoja. Eri sivuille voidaan siirtyä joko painamalla haluttua painiketta tai käyttäen näytöllä näkyviä pikanäppäinyhdistelmiä. Reunojen painikkeet näkyvät myös muilla sivuilla, kolmea tummennettua painiketta lukuun ottamatta, joiden toiminta muuttuu riippuen siitä millä sivulla ollaan. Näiden painikkeiden kautta päästään käytössä olevan sivun alasivuille, joista löytyy lisää toimintoja.

Operator Change-painikkeen avulla voidaan kirjautua sisään tai vaihtaa käyttäjää. Kirjautuneena oleva käyttäjä näkyy näytön oikeassa yläkulmassa. Ilman sisäänkirjautumista asetuksia ei voida muuttaa. Alkunäytössä voidaan myös vaihtaa näytökieleksi joko italia tai englantia. Vaikka valittavissa on myös suomen kieli, sitä ei ole ohjelmoitu, eikä painikkeesta tapahdu mitään.

Vain kotisivulla näkyvästä Utility-painikkeesta päästään alasivulle, jonka kautta pystytään muun muassa muokkaamaan hälytysilmoitusten pituuksia. Mikäli hälytysilmoitusta ei asetetun ajan aikana kuitata, järjestelmä sammuu. Sivun kautta päästään myös tarkastelemaan valuiskun muodostamia käyriä ja sen arvoja, sekä voidaan esimerkiksi tallentaa niitä ulkoiselle muistilaitteelle. Käyristä ja niiden käsittelemisestä kerrotaan tarkemmin luvussa 6.2.4.

Configuration Settings on salasanalla suojattu erikoisohjelmointisivu, johon pääsee ainoastaan kotinäkymän tai Utility-sivun painikkeiden kautta. Sivun kautta voidaan tehdä huomattavia muutoksia painevalukoneen järjestelmään. Tämä sivu on tarkoitettu valmistajan käytettäväksi. Väärin asetuista asetuksista saattaa aiheutua huomattavia vaurioita painevalukoneeseen, valumuottiin tai koneella työskenteleville ihmisille.



Kuva 17. Käyttöliittymän kotinäkymä. /13/

6.2.2 Painevalukoneen toimintojen asetukset

Painevalukoneen eri osien toimintoja voidaan muokata niille tarkoitetuilla sivuilla. Jokaisesta painevalukoneen osasta on tehty oma erillinen sivunsa, painevalukoneen säätämisen helpottamiseksi. Sivuilta löytyy osien toimintojen säätämiseen ja tarkastelemiseen löytyviä arvoja ja painikkeita, sekä sivupalkista tummennettu painike, jonka kautta päästään alasivulle tarkkailemaan osan prosessinäkymää.

Pumps-painikkeesta päästään muokkaamaan valukoneen pumpun asetuksia, jotka on esitetty kuvassa 18. Sivulla on mahdollista tarkastella ja säätää pumpun paineen ja virtauksien suuruuksia, sekä öljyn lämpötilaa. Pumpun paineen säätämisellä vaikutetaan voiteluihin. Sivulla voidaan muuttaa keskusvoitelun ja männän voitelun aikavälejä, sekä mahdollisesti poistaa männän voitelu käytöstä tai poisulkea viallisen lämpötilan hälytys. Lubrication Synoptic-painikkeesta päästään alasivulle, tarkastelemaan voitelun toimintaa.

Flows		Pressures	
Max. flow	100 [%]	High pressure	160 bar
Min. flow	30 [%]	Low pressure	30 bar
Die setting flow	40 [%]	Die setting	40 bar

Counters		Times	
Central lubrication interval	50 50 [x1]	Accumulator charge time	0.0 0.5 [s]
Plunger lubrication interval	1 1 [x1]	Putup switch OFF time	0 999 [s]
		Plunger lubrication time	0.0 1.0 [s]
		Safety time central lubrication	18.5 29.0 [s]
		Machine cycle time control	0 999 [s]

Oil temperature		Programs	
Max. temperature	45 °C	Plunger lubrication	ON
Max. temperature in water	35 °C	Faulty temperature probe exclusion	OFF
Oil cooling start	35 °C		
Oil heating start	18 °C		
Current oil temperature	30.4 °C		

Kuva 18. Valukoneen pumpun asetukset. /13/

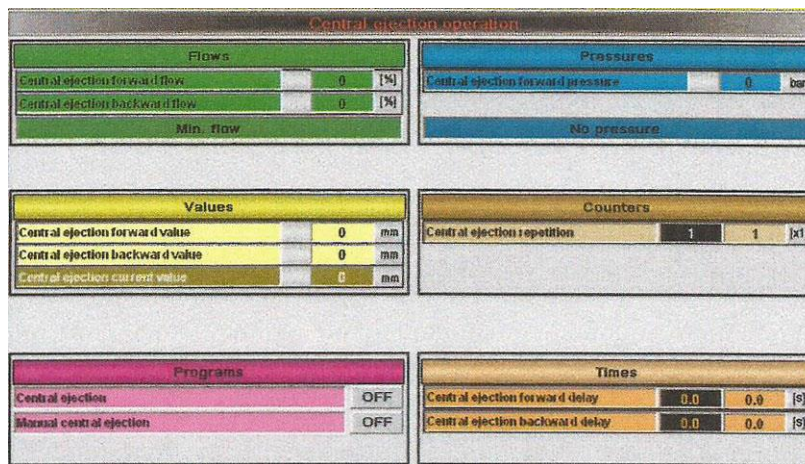
Injection-sivulla voidaan muokata valukoneen männän toimintoja. Männän asetukset ovat nähtävissä kuvasta 19. Asetuksien kautta voidaan määrittää kolmivaiheisen valuiskun nopeuksia säätämällä hydraulisen iskupään paineita. Sivulla voidaan myös määrittellä erikseen valumännän käsiajon nopeuksia. Asetuksista on

myös määriteltävissä viiveet, joiden avulla voidaan määrittää jäähtymisaika, että alumiini on ehtinyt jähmettymään. Cooling 1-viiveen avulla määritetään aika, kauanko alumiinikappaletta tiivistetään tiivistysvaiheen korotetulla paineella. Cooling 2-viiveellä määritetään aika, kauanko valumäntä pysyy vielä muotin sisällä, kun paineet on laskettu normaaleiksi. Käytettäessä pelkkää korotettua painetta, pumppu ja tiivisteet joutuisivat kovan rasituksen alaiseksi. Toisaalta ilman korotettua painetta alumiinikappaleista tulee huokoisia. Values-kohdasta nähdään, missä vaiheessa valuuskun toinen ja kolmas vaihe alkaa sekä kuinka pitkälle valumäntä lopuksi liikkuu. Injection Synoptic-painikkeesta päästään alasivulle, jonka prosessinäkymästä nähdään iskupään venttiilien toiminta. Aktiivisena oleva venttiili näkyy prosessinäkymässä punaisena.

Injection operation			
Flows		Pressures	
Injection flow at the setting	0		
Injection flow with open DCI	50 [M]	Bleedant charge oil pressure	70 bar
Intensification flow with open DCI	50 [M]		
1st phase flow	50 [M]	Injection pressure	0 bar
2nd phase flow	5 [M]		
Intensification flow	10 [M]	Times	
Plunger backward flow	50 [M]	Intensification delay time	0.0 0.0 [s]
Ejection biscuit flow	50 [M]	Cooling 1 time	0.0 2.0 [s]
		Cooling 2 time	0.0 2.0 [s]
Counters		Plunger backward delay	0.0 0.5 [s]
Pump start	0 2 [x1]	Bleedant charge time	0.0 2.0 [s]
Automatic start	2 2 [x1]	Acquisition curve time	0.0 10.0 [s]
Interval vacuum level	0 0 [x1]		
Programs		Values	
2nd phase off	OFF	2nd phase value	400 mm
Intensification	ON	Intensification start value	449 mm
Die filling checking	OFF	Ejection biscuit stop value	450 mm
Plunger return from postplastic stabilizing	OFF	Vacuum start value	100 mm
		Vacuum stop value	300 mm
		Current injection value	0 mm

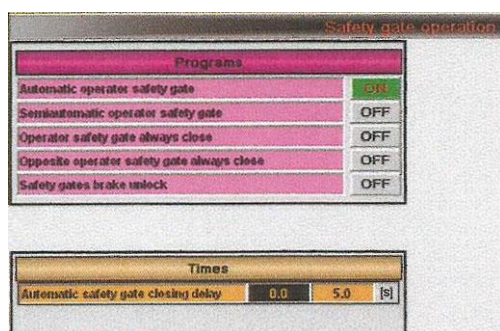
Kuva 19. Valukoneen männän asetukset. /13/

Central Ejection-sivulla voidaan muokata ulostyöntöyksikön asetuksia, jotka löytyvät kuvasta 20. Asetuksien kautta voidaan määrittää kuinka pitkälle ulostyöntöjärjestelmä liikuttaa muotin ulostyöntölaattoja, jotka irrottavat valukappaleen muotista. Kappaleen ulostyöntö viive-toiminnon avulla voidaan muokata ulostyöntö viivettä niin, että kappaleenpoistolaitte ehtii ottamaan ulostyönnettävän kappaleen vastaan. Ulostyöntöyksikkö voidaan myös ottaa pois käytöstä tai asettaa se manuaaliseksi.



Kuva 20. Valukoneen ulostyöntöyksikön asetukset. /13/

Safety Gate-painike vie painevalukoneen suojaovien asetuksiin. Pääsivulla määritellään kappaleenpoistorobotinpuoleisen oven asetuksia. Suojaoven asetukset on esitetty kuvassa 21. Asetuksista voidaan valita, onko suojaoven sulkeutuminen automaattinen vai puoliautomaattinen. Mikäli käytetään automaattista suojaoven sulkeutumista, on sille asetettava sellainen aikaviive, että kappaleenpoisto ja muotin ruiskutus on ehditty suorittaa. Safety Gates Synoptic-painikkeesta päästään alasivulle, jonka kautta nähdään missä tilassa suojaovet ovat. Suojaovien tilatieto saadaan rajakytkimien avulla.



Kuva 21. Valukoneen suojaovien asetukset. /13/

Moving Platen-painikkeen kautta päästään liikkuvan muottipöydän asetuksiin, jotka on esitetty kuvassa 22. Asetuksista voidaan muokata hydraulisen sulkusylin-
terin arvoja, kuten missä vaiheissa sulkusylinteri liikuttaa muottipöytää eri tavoin. Muottipöydän liikkeen vaiheita säädetään erilaisilla raja-arvoilla. Tällaisia raja-
arvoja ovat esimerkiksi sulkeutumisen alkaminen, liikkeen nopeutuminen tai hi-
dastuminen. Asetuksista voidaan myös säätää muottipöytää liikuttavan sulkusylin-
terin paineita.

Values	
Final closing	200 mm
Die safety	400 mm
Fast closing start	500 mm
Fast opening start	100 mm
Opening intermediate stop for biscuit cutting	300 mm
Opening brake value	550 mm
Opening stop	595 mm
Current moving platen value	595 mm

Flows	
Opening flow in die setting	40 [%]
Closing flow in die setting	20 [%]
Slow closing flow	30 [%]
Fast closing flow	40 [%]
Slow opening flow	20 [%]
Fast opening flow	30 [%]
Final opening brake flow	15 [%]
Die safety flow	50 [%]
Final closing flow	90 [%]
Closing opening current flow	0 [%]

Stroke adjustment	
Stroke adjustment pressure	80 bar
Fast stroke adjustment flow	80 [%]

Pressures	
Die safety pressure	50 bar
Final closing pressure	70 bar
High pressure	160 bar
Low pressure	30 bar

Kuva 22. Liikkuvan muottipöydän asetukset. /13/

Core Pullers-painikkeesta päästään muokkaamaan hydraulisen keernanvetoyksi-
kön asetuksia. Keernanvetoyksikön asetukset on esitetty kuvassa 23. Sivulla voi-
daan ottaa käyttöön tai poistaa käytöstä keernanvetosylintereitä, riippuen siitä on-
ko muotissa liikutettavia keernoja. Asetuksista voidaan säätää kuinka nopeasti
keernanvetosylinterit liikkuvat eteen- tai taaksepäin, sekä sylinterien paineita.

Keernanvetosylinterit on varustettu rajakytkimillä, joiden avulla saadaan logiikal-
le tilatieto, onko ne vedetty eteen tai taakse. Rajakytkimien avulla tarkistetaan,
että keernat on turvallisessa asennossa. Tilatiedon avulla siis suojellaan valumuot-
tia ja sen keernoja. Mikäli liikkuva keerna on valumuotin sisällä osittain, kun

muottipuoliskoja avataan tai suljetaan, tai käytetään kappaleen ulostyöntöä, valumuotti rikkoontuu. Tämän takia muotti ei aukea, eikä ulostyöntö toimi ennen kuin rajakytkimiltä on saatu keernanvetosylinterien tilatieto.

Programmazione radiati		Portate	
Core puller M1	Excluded	Core puller M1 forward flow	25 [%]
Core puller M2	Excluded	Core puller M1 backward flow	25 [%]
Core puller F1	Excluded	Core puller M2 forward flow	25 [%]
Core puller F2	Excluded	Core puller M2 backward flow	25 [%]
		Core puller F1 forward flow	25 [%]
		Core puller F1 backward flow	25 [%]
		Core puller F2 forward flow	25 [%]
		Core puller F2 backward flow	25 [%]
		Pressioni	
		Core puller M1 pressure	20 bar
		Core puller M2 pressure	20 bar
		Core puller F1 pressure	20 bar
		Core puller F2 pressure	20 bar

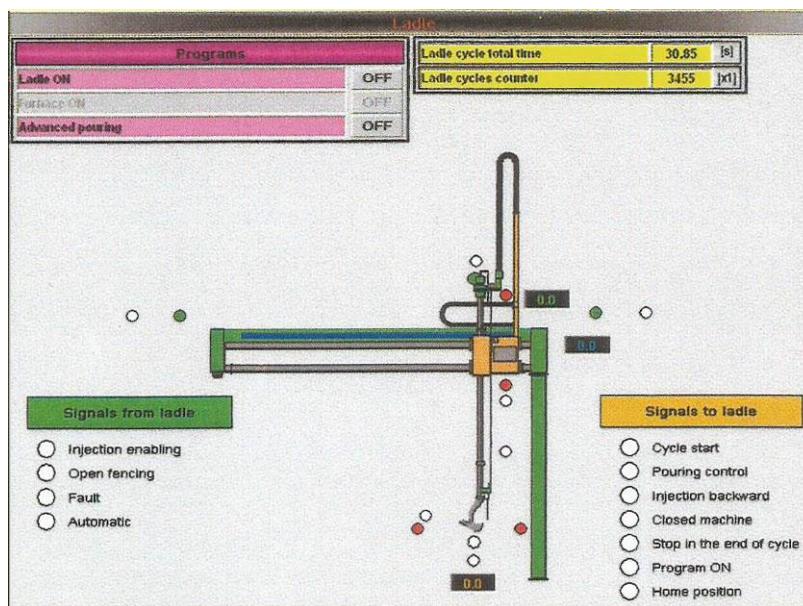
Kuva 23. Keernanvetoyksikön asetukset. /13/

Tie Bar-sivulla voidaan muokata valukoneen aisojen ajon asetuksia, jotka näkyvät kuvassa 24. Asetuksien avulla voidaan määrittää, kuinka nopeasti aisoja voidaan ajaa, säätämällä painetta. Aisan ajon avulla voidaan kasvattaa takalevyn ja kiinteän muottipöydän välistä etäisyyttä. Mikäli muottia siirrettäessä valukoneen sisälle se ei mahdu aisojen välistä, vaikka valukoneen takalevyn ja kiinteän muottipöydän etäisyys on ajettu ääriasentoon, on viimeisenä vaihtoehtona aisojen ajaminen ulos kiinteästä muottipöydästä.

Flows		Pressures	
Tie bar's extraction flow	100 [%]	Tie bar's movement pressure	30 bar
Tie bar's insertion flow	100 [%]		

Kuva 24. Aisan ajon asetukset. /13/

Ladle-sivulla, joka löytyy kuvasta 25, voidaan muokata sulan annostelijan asetuksia. Sivu poikkeaa muiden valukoneen osien asetusten sivuilta siten, että sivu aukeaa suoraan prosessinäkymään, jonka avulla nähdään reaaliajassa annostelijan paikka, tilatieto sekä annosteluun kuluneen syklin kesto. Tämä sen takia, että annostelijan toimintaa voidaan tarkkailla helpommin ja nopeammin. Pääsivun kautta annostelijalle ei voida tehdä muita toimenpiteitä kuin ottaa annostelija käyttöön tai poistaa se käytöstä.



Kuva 25. Annostelijan prosessinäkymä. /13/

Integrated Ladle-painikkeesta päästään alasivulle, jonka kautta voidaan tehdä annostelijan toimintaan liittyvät muutokset. Asetukset ovat nähtävissä kuvassa 26. Annostelijan asetusten avulla vaikutetaan muottiin iskettävän alumiinin määrään. Sivulla voidaan muokata muun muassa annostelijan sulan kauhonnan kulmaa, sekä asettaa erilaisia aikoja, esimerkiksi kauanko annostelija on kuumanapituunissa ottamassa sulaa, kauanko se odottaa uunin päällä ennen ylöspäin nousemistaan, eteenpäin liikkumistaan ja kauanko se kaataa sulaa valukammioon. Myös annostelijan vaaka- ja pystysuuntaisten liikkeiden nopeudet ovat erikseen muokattavissa.

Annostelijan asetukset ovat tärkeitä valun laadun kannalta ja niitä saatetaan joutua muokkaamaan valun aikana. Annostelijan kulmaa on esimerkiksi suurennettava, mikäli valukappale jää liian hauraaksi alumiinin vähyyden takia.

Cup		
Cup filling dosing value	0	90 [mp]
Cup speed in manual mode	0.0	40 [%]
Cup filling high speed	45	[%]
Slow cup filling dosing value	10	[mp]
Waiting time in furnace	0.0	1.0 [s]
Upward stop for dripping	0.0	1.0 [s]
Cup dripping time	0.0	1.0 [s]
Pouring enabling max. waiting time	25.6	30.0 [s]
Pouring speed 1	40	[%]
Pouring value 1	20	[mp]
Pouring time 1	0.0	2.0 [s]
Pouring speed 2	50	[%]
Pouring value 2	40	[mp]
Pouring time 2	0.0	2.0 [s]
Pouring speed 3	60	[%]
End pouring value	60	[mp]
Cup filling time	0.0	2.0 [s]
Injection delay time	0.0	1.0 [s]
Horizontal cup value	0	[mp]
Dripping time after pouring	0.0	2.0 [s]
Cup value for backward start	50	[mp]
Cup filling in furnace	OFF	
Cup equipping ON	OFF	
Cup counter OFF	OFF	
Horizontal shifting during pouring	OFF	
Downward to shot sleeve	OFF	

Horizontal shifting		
Cup value for horizontal shifting start	10	[mp]
Horizontal shifting speed	4	[%]
Horizontal shifting start	0.0	1.0 [s]
Forward time for cup horizontal shifting	0.0	2.0 [s]

Up-Down Cup		
Max. downward time to furnace	3.0	5.00 [s]
Downward speed to furnace	0.0	20 [%]
Upward speed from furnace	20	[%]
Downward time to metal level	2.0	5.0 [s]
Emerging time from metal level	0.0	0.5 [s]
Metal level tolerance	0.5	[s]
Restart time after 1st cycle	0.0	2.0 [s]
Upward start delay	0.0	1.0 [s]
Backward start delay without counter	0.0	2.0 [s]

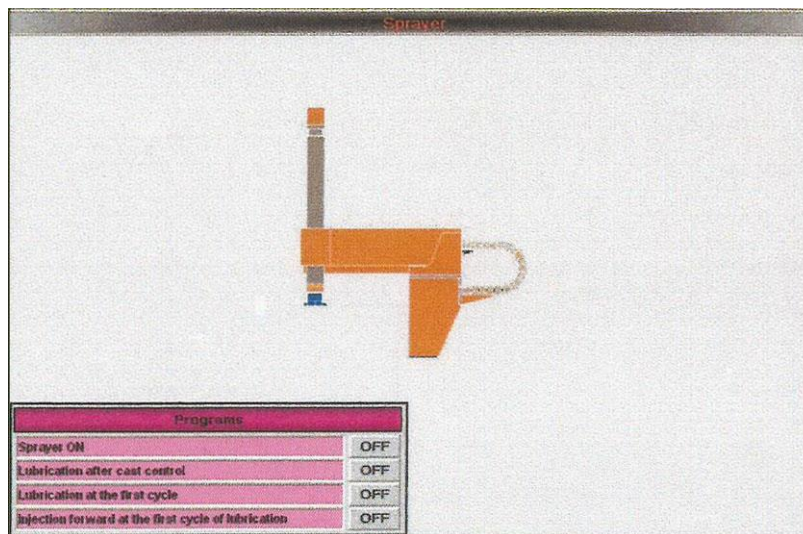
Transition		
High forward speed	5.0	40 [%]
Low forward speed	15	[%]
Forward speed with injection not back	6	[%]
High backward speed	40	[%]
Low backward speed	15	[%]

Lubrication		
Ladle lubrication time	8	[s]
Ladle lubrication counter	20	[xt]

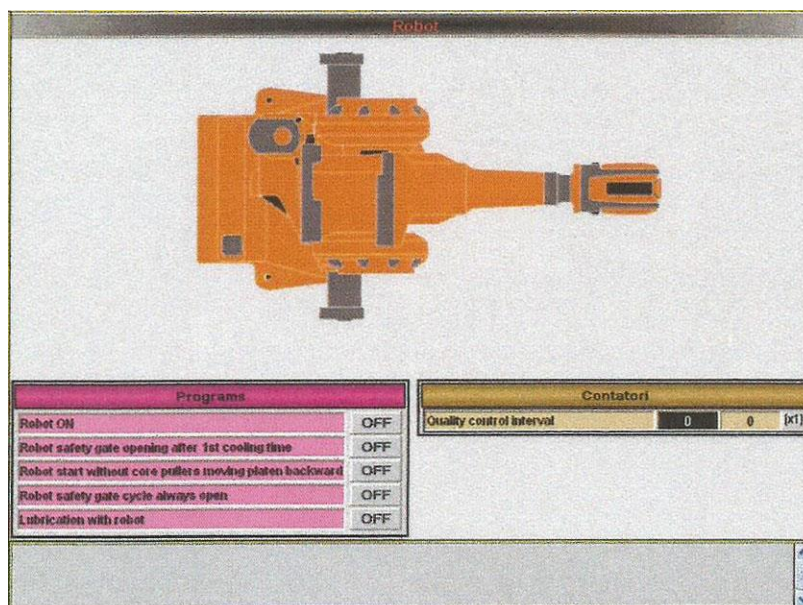
AUTOMATIC LADLE

Kuva 26. Annostelijan asetukset. /13/

Sprayer-sivun kautta muokataan muotin ruiskutuslaitteen asetuksia ja Robot-sivun kautta kappaleenpoistorobotin asetuksia. Koska valukoneen kappaleenpoisto- ja ruiskutusrobotina toimi erillinen järjestelmä, jota ei oltu liitetty tutkittavaan käyttöliittymään, ei näiden sivujen kautta pystynyt tekemään mitään muutoksia. Kappaleenpoisto- ja ruiskutusrobotin ohjaaminen tapahtui sen oman käyttöliittymän avulla. Muotin ruiskutuslaitteen ja kappaleenpoistorobotin asetukset löytyvät kuitenkin kuvista 27 ja 28.



Kuva 27. Muotin ruiskutuslaitteen asetukset. /13/



Kuva 28. Kappaleenpoistorobotin asetukset. /13/

Muokattavien parametrien muokkaaminen tapahtuu painamalla haluttua arvoa, jolloin erilliseen ponnahdusikkunaan avautuu numeronäppäimistö, johon asetetaan haluttu arvo. ON-/OFF-painikkeen arvo muuttuu sitä painamalla.

6.2.3 Järjestelmän ylläpito

Die Operation-painikkeesta päästään sivulle, jonka kautta voidaan muistista hakea vanhoja valuohjelmia, päivittää tai poistaa niitä, sekä luoda kokonaan uusia. Tallennettujen ohjelmien avulla saadaan nopeasti asetukset kohdilleen ja valukone toimintakuntoon, kun vaihdetaan valettavaa kappaletta. Toiminnon avulla voidaan myös palauttaa asetukset toimiviksi todetuiksi, mikäli parametreja asetellaan väärin, eikä valukonetta saada enää säätöihin. Näiden tallennettujen ohjelmien avulla on mahdollista parantaa tuotannon tehokkuutta.

Active Alarms-sivun kautta pystytään tarkastelemaan aktiivisia hälytyksiä, jotka ilmoittavat koneeseen tulleista toimintahäiriöistä. Sivulta nähdään, milloin koneeseen on tullut toimintahäiriö ja mikä sen on aiheuttanut. Alasivun hälytyslokin kautta voidaan tarkastella menneitä hälytyksiä. Aktiiviset hälytykset näkyvät myös sivujen alareunassa olevasta ilmoituspalkista.

Maintenance-sivulta nähdään valukoneen huoltoon liittyviä tietoja. Sivun kautta on nähtävissä, milloin koneelle on tehtävä seuraava säännöllinen huolto. Järjestelmä myös ilmoittaa siitä, mutta koneella valaminen on mahdollista huoltoilmoituksesta riippumatta.

DCM Stops-sivun kautta voidaan tarkastella painevalukoneen seisonta-aikoja. Sivulta nähdään tunteina, kauanko pumppu on ollut päällä, kauanko kone on ollut automaattitilassa sekä kauanko stop-tilassa. Sivulta nähdään myös valun vaihtamiseen kuluneet ajat, sekä häiriöihin ja huoltoon kuluneet ajat.

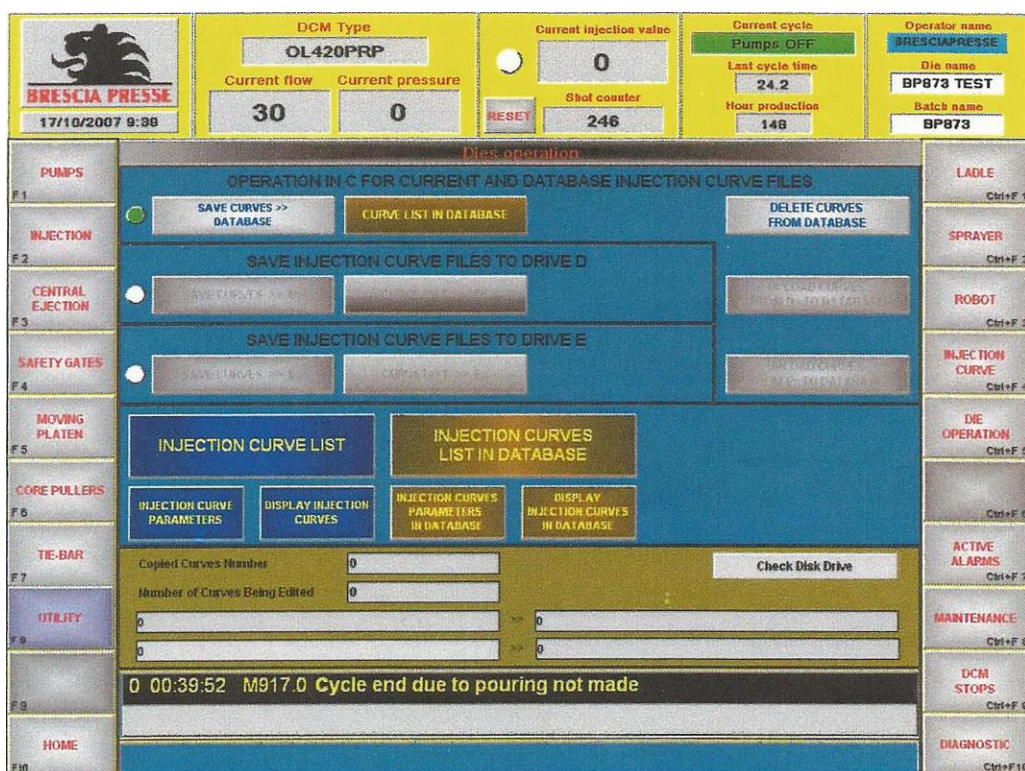
Diagnostic-sivulta on nähtävissä toimintoja ja vaiheita, joita kone odottaa jatkaakseen valukiertoa.

6.2.4 Valuiskun parametrien tarkastelu

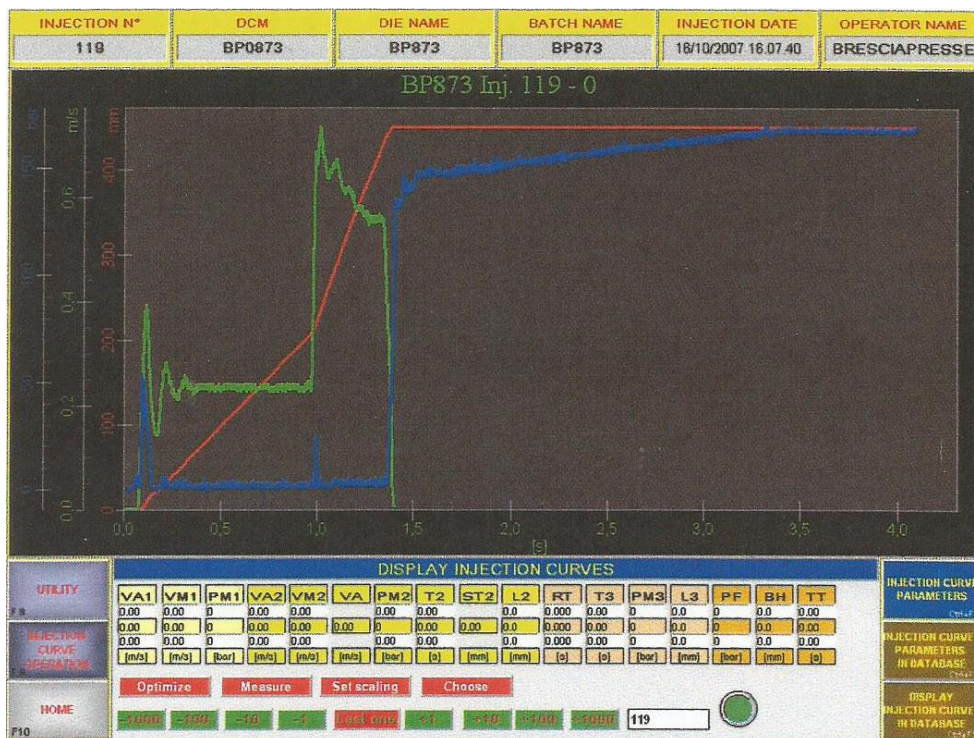
Sivupalkista löytyvästä Injection Curve Operation-painikkeesta päästään sivulle, joka on nähtävissä kuvasta 29. Sivulle on mahdollista mennä myös Utility-sivun kautta. Sivun avulla voidaan tarkastella menneitä valuiskuja ja tallentaa niitä myöhempää käyttöä varten ulkoiselle muistilaitteelle. Menneitä valuiskuja voi-

daan tarkastella järjestelmän avulla käyrä- sekä taulukkomuodossa, johon on taulukoitu valuiskun muodostaman käyrän arvot. Valvontajärjestelmä sallii viimeisen 10 000 valuiskun käyrän tallennuksen CompactFlash-muistikortille. Kun 10 000 tallennettua käyrää tulee täyteen, järjestelmä poistaa automaattisesti vanhimman käyrän, kun uusi käyrä tallennetaan. Käyrästä on mahdollista poistaa myös manuaalisesti. Esimerkit valuiskun käyrästä ja taulukosta löytyvät kuvista 30 ja 31.

Järjestelmän avulla käyriä voidaan vertailla keskenään ja tarkkailla toimintahäiriöön johtavia asetuksia. Valuiskun käyrästä on tarkasteltavissa muun muassa männän nopeus, paine sekä kuinka pitkälle se on työntynyt. Näiden avulla saadaan parempi käsitys valusta, alumiinista, lämpötilasta tai ulkoisista syistä johtuvista ongelmista.



Kuva 29. Valukäyrien tarkastelemisen aloitussivu. /13/



Kuva 30. Esimerkki valuiskun muodostamasta käyrästä. /13/

INJECTION CURVES PARAMETER TABLE																												
	InjNumber	VA1	VM1	PM1	VA2	VM2	VA	PM2	T2	ST2	L2	RT	T3	PM3	L3	PF	BH	TT	Die	Stoc								
1	119	0.22	0.74	54	0.5	0.57	10.71	42	0.1	400.4	49.8	0.87	0.02	54	5.3	157	48.9	7	BP873	BP873								
2	118	0.20	0.73	53	0.5	0.57	10.71	43	0.1	400.1	50.1	0.84	0.02	53	5.2	156	48.9	7	BP873	BP873								
3	117	0.2	0.74	55	0.5	0.57	10.71	41	0.1	400.2	49.9	0.85	0.02	55	5.3	157	48.9	7	BP873	BP873								
4	116	0.24	0.74	52	0.49	0.57	10.71	42	0.1	400.3	49.9	0.97	0.02	52	5.1	156	48.9	7	BP873	BP873								
5	115	0.18	0.75	54	0.5	0.57	10.71	42	0.1	400.1	50.1	0.99	0.02	54	5.3	157	48.9	7	BP873	BP873								
6	114	0.22	0.74	53	0.49	0.57	10.71	42	0.1	400.4	49.8	0.9	0.02	53	5.3	156	48.9	7	BP873	BP873								
7	113	0.16	0.75	53	0.5	0.57	10.71	42	0.1	400.5	49.7	0.91	0.02	53	5.2	155	48.9	7	BP873	BP873								
8	112	0.2	0.73	53	0.5	0.57	10.81	44	0.1	400.2	50.1	0.86	0.02	53	5.2	156	48.9	7	BP873	BP873								
9	111	0.24	0.74	53	0.5	0.57	10.71	43	0.1	400.1	50	0.85	0.02	53	5.2	156	48.9	7	BP873	BP873								
10	110	0.18	0.74	52	0.5	0.57	10.71	42	0.1	400.5	49.7	0.72	0.02	52	5.3	156	48.9	7	BP873	BP873								
11	109	0.22	0.75	53	0.49	0.57	10.71	42	0.1	400.4	49.9	0.89	0.02	53	5.3	157	48.9	7	BP873	BP873								
12	108	0.28	0.75	54	0.49	0.57	10.71	43	0.1	400.2	50	0.82	0.02	54	5.5	157	49.1	6	BP873	BP873								
13	107	0.19	0.69	53	0.46	0.52	9.82	40	0.11	400.3	50	0.9	0.02	53	5.3	156	48.9	7	BP873	BP873								
14	106	0.22	0.64	52	0.42	0.47	8.93	39	0.12	400.4	49.8	0.93	0.02	52	5.2	156	49.1	7	BP873	BP873								
15	105	0.2	0.74	53	0.5	0.57	10.81	44	0.1	400.1	50.2	0.84	0.02	53	5.1	155	48.9	7	BP873	BP873								
16	104	0.24	0.74	54	0.49	0.56	10.62	43	0.1	400.1	50.2	0.93	0.02	54	5.3	157	48.7	7	BP873	BP873								
17	103	0.18	0.74	53	0.5	0.58	10.51	44	0.1	400.3	50	0.78	0.02	53	5.3	156	48.9	7	BP873	BP873								
18	102	0.22	0.74	53	0.49	0.57	10.71	43	0.1	400.4	49.9	0.92	0.02	53	5.3	155	48.9	7	BP873	BP873								
19	101	0.28	0.73	52	0.49	0.57	10.71	44	0.1	400.3	50	0.97	0.02	52	5.5	156	49.1	7	BP873	BP873								
20	100	0.19	0.74	51	0.49	0.56	10.62	43	0.1	400.4	49.9	0.8	0.02	51	5.2	156	48.9	7	BP873	BP873								
21	99	0.23	0.74	53	0.5	0.57	10.71	43	0.1	400.5	49.7	0.97	0.02	53	5.4	155	49.1	7	BP873	BP873								
22	98	0.17	0.74	52	0.49	0.57	10.81	44	0.1	400.4	49.9	0.99	0.02	52	5.4	157	48.9	7	BP873	BP873								
23	97	0.21	0.74	52	0.5	0.57	10.71	42	0.1	400.5	49.7	0.89	0.02	52	5.1	156	48.7	7	BP873	BP873								
24	96	0.26	0.74	52	0.49	0.56	10.62	42	0.1	400.3	49.8	0.96	0.02	52	5.1	157	48.9	7	BP873	BP873								
25	95	0.19	0.74	53	0.49	0.57	10.71	43	0.1	400.3	49.8	0.91	0.02	53	5.2	155	48.9	7	BP873	BP873								
26	94	0.22	0.74	54	0.49	0.57	10.71	42	0.1	400.3	49.9	0.96	0.02	54	5.2	157	49.1	7	BP873	BP873								
27	93	0.26	0.74	52	0.5	0.58	10.91	42	0.1	400.5	49.6	0.77	0.02	52	5.1	156	48.9	7	BP873	BP873								
28	92	0.19	0.74	52	0.5	0.57	10.81	41	0.1	400.5	49.6	0.69	0.02	52	5.1	156	48.9	7	BP873	BP873								
29	91	0.23	0.73	52	0.49	0.56	10.62	42	0.1	400.5	49.7	0.93	0.02	52	5.2	157	48.9	7	BP873	BP873								
30	90	0.17	0.74	52	0.49	0.57	10.71	43	0.1	400.3	49.9	0.83	0.02	52	5.2	155	48.9	7	BP873	BP873								
31	89	0.21	0.75	54	0.49	0.56	10.62	44	0.1	400.2	50.1	0.57	0.02	54	5.2	157	48.9	7	BP873	BP873								
32	88	0.26	0.73	53	0.49	0.56	10.52	45	0.1	400.4	49.9	0.76	0.01	13	0	155	48.7	7	BP873	BP873								
33	87	0.18	0.74	51	0.49	0.57	10.71	44	0.1	400.4	49.9	0.98	0.02	51	5.4	155	48.5	7	BP873	BP873								

Kuva 31. Esimerkki valuiskun muodostaman käyrän parametreista. /13/

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda selkeä kokonaisuus painevalun ja siihen liittyvän automaatiotekniikan toiminnasta, sekä luoda selkeämpi ja informatiivisempi käyttöopas Alteams Groupin painevalukoneen käyttöliittymälle. Opinnäytetyön ansiosta uusien koneenkäyttäjien on helpompi oppia ohjaamaan käyttöliittymää, ja sen perehdyttämiseen kuluu vähemmän aikaa.

Työtä tehdessä sai entistä paremman kuvan teollisuusautomaation toiminnasta ja sen hyödyistä. Työn ansiosta sai myös hyvän kokonaiskuvan painevalusta ja painevalukoneen toiminnasta.

Työ tehtiin käyttäen apuna Alteams Groupin materiaaleja, Vaasan ammattikorkeakoulun luentomateriaaleja sekä luotettavia internet-lähteitä. Työn lopputuloksena on syntynyt selkeä paketti, jossa on käsitelty monipuolisesti sekä automaatiota, että painevalua ja se auttaa samalla ymmärtämään automatisoinnin tärkeyttä kilpailukykyisessä yrityksessä.

Selkeytetyn ja suomennetun käyttöliittymän käyttöoppaan pohjalta olisi tulevaisuudessa mahdollista suomentaa myös itse käyttöliittymä. Käyttöliittymässä on tällä hetkellä valittavana vain englannin tai italian kieli, joten suomennettu käyttöliittymä helpottaisi sen käyttämistä.

LÄHTEET

- /1/ Alteams Group yritysinfo. Viitattu 16.5.2017
<http://www.alteams.com/fi/yritysinfo.html>
- /2/ Prosessitekniikan perusta. Oulun yliopisto. Viitattu 13.5.2017
http://www oulu.fi/sites/default/files/content/PTperusta_automaatio.pdf
- /3/ Nieminen, J. & Ylivainio, M. 2009. Ohjelmoitavat logiikat. Vaasan ammatti-
korkeakoulun luentomateriaali.
- /4/ How PLCs Work. PLCdev. Viitattu 15.5.2017.
http://www.plcdev.com/how_plcs_work
- /5/ Keskinen, R., Niemi, P. & Höök, T. 2015. Valumenetelmiä. Viitattu 14.5.2017
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/PN_muotinvalmistustekniikka_33.pdf
- /6/ Meskanen, S. & Höök, T. 2015. Valumenetelmät. Viitattu 14.5.2017
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/perusopas_03.pdf
- /7/ Höök, T. 2014. Kone- ja laiteympäristö. Viitattu 14.5.2017
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/mould_machines_clamping_FI.pdf
- /8/ Itävuori, E. & Höök, T. 2014. Painevalu. Viitattu 14.5.2017
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/vtp_painevalu.pdf
- /9/ Höök, T. Painevalukoneen valukierto. Viitattu 14.5.2017
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/HPDCdesign_cycle_FI.pdf
- /10/ Carlholt, E. & Höök, T. 2015. Painevaluprosessi. Viitattu 14.5.2017
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/metals_aluminum_FI.pdf
- /11/ Human Machine Interface. Atmel. Viitattu 12.5.2017
http://atmel.com/applications/industrialautomation/human_machine_interface/
- /12/ Immonen, J. 2003. Graafiset käyttöliittymät. Viitattu 12.5.2017
http://cs.joensuu.fi/~jimmonen/gkl_moniste/gkl_v202.html
- /13/ Demonet käyttöliittymän käyttöopas