

Peter Taipale

Muovituotteen valmistuksen automatisointi

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaation koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Peter Taipale

Työn nimi: Muovituotteen valmistuksen automatisointi

Ohjaaja: Jorma Mettälä

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 41

Liitteiden lukumäärä: 0

Opinnäytetyö on tehty Junkkari Muovi Oy:lle. Työn tavoitteena oli automatisoida kuristinalusta nimisen kappaleen toisen työvaiheen valmistus.

Työssä suunniteltiin kappaleensyöttölaite ruiskuvalusolun jatkoksi. Työhön kuului koko valmistusprosessi: laitteen suunnittelu ja rakentaminen, asennus ja käyttöönotto sekä tuotannon käyntiin saattaminen. Lisäksi varmistettiin tuotteiden laatuvaatimusten täytyminen.

Työn teoriaosuus käsittää Junkkari Muoviin liittyviä asioita, ruiskuvalutekniikkaa ja ruiskuvalukonetta sekä lyhyesti reaktiovalua.

Avainsanat: ohjelmoitava logiikka, ruiskuvalu, paletti, robotti, sylinteri

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Machine Automation

Author: Peter Taipale

Title of thesis: Automation of plastic part production

Supervisor: Jorma Mettälä

Year:2013

Number of pages: 41

Number of appendices: 0

This bachelor's thesis was made for Junkkari Muovi Oy, a manufacturer of plastic parts. The goal was to automate the second manufacturing stage of plastic parts.

The aim of this thesis was to design, build and install a feeding device for an injection moulding cell. Also the good quality of the product was confirmed at the beginning of production. The theory part of this thesis consists of important things for Junkkari Muovi Oy, such as injection moulding, injection moulding machine and reaction injection moulding.

Keywords: programmable controller, die-casting, injection moulding, palette, robot, cylinder

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvaluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	9
1.3 Työn rakenne	9
1.4 Yritysesittely	9
2 RUISKUVALU	12
2.1 Ruiskuvalun historia.....	12
2.2 Ruiskuvaluprosessi	12
2.3 Ruiskuvalujakson vaiheet.....	12
2.4 Ruiskuvalukappaleiden valmistuksen optimointi	14
3 RUISKUVALUKONE	16
4 REAKTIOVALU LYHYESTI.....	19
5 VANHA TILANNE – KÄSIAJO.....	20
6 VAATIMUKSET / SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAA.....	21
6.1.1 Turvallisuus.....	21
6.1.2 Kierrätys.....	22
6.1.3 Ohjausjärjestelmä	22
6.1.4 Paletit.....	23
7 UUDEN LAITTEEN TOTEUTUS	25
7.1 Toimintasuunnittelu	25
7.2 Mekaaninen suunnittelu ja rakentaminen.....	26
7.3 Sähkösuunnittelu ja kaapelointi.....	27
7.4 Logiikan ohjelmointi.....	31
7.5 Laitteen suojaus	32

7.6 Lisää testausta ja parannuksia.....	33
8 LAITTEEN LIITTÄMINEN RUISKUVALUSOLUUN	35
8.1 Robotin ohjelmointi.....	35
8.2 Robotin tarttuja.....	37
9 TUOTANNON ALKUVAIHEET JA TYÖN TULOKSET	39
LÄHTEET	40

Kuvaluettelo

Kuva 1. Aihio.....	8
Kuva 2. Valmis kappale	9
Kuva 3. Perustaja Ville Isosaari	10
Kuva 4. Jaksonajan jakautuminen eri vaiheisiin (Järvelä ym. 2000 47.)	14
Kuva 5. Muovin raaka-aine eli granulaatti. (Primo 2013)	15
Kuva 6. Muotinsulku- ja ruiskutusyksikkö. (Bralla 2007, 157.)	16
Kuva 7. Eri aineille sopivat plastisointi lämmöt vaiheittain. (Bayer, 30–31.).....	17
Kuva 8. Nykyaikainen ruiskuvalukone Engel e-Victory 120. (Engel 2013)	18
Kuva 9. Ruiskuvalussa säädettävät ja ohjattavat parametrit. (Järvelä ym. 2000, 112.).....	18
Kuva 10. Reaktiovalupuristin.	19
Kuva 11. Robotin hätä-seis-nappi sijoitettuna laitteen lähelle.	22
Kuva 12. Kappaleilla täytetty paletti.	24
Kuva 13. Kuvaus asemien sylintereiden toiminnasta	25
Kuva 14. Laitteen toimintokuvaus	26
Kuva 15. Hihna alkuvaiheessa.....	27
Kuva 16. Sähkökaapin pohjalevy ennen kaappiin asentamista	28
Kuva 17. Antureiden ja letkujen kiinnittimet	29
Kuva 18. Paineilmaletkujen T-haarat	30
Kuva 19. Paineilman säätö, katkaisu sekä vedenerotin.	30
Kuva 20. Logiikan ongelma.....	32
Kuva 21. Laitteen suojakehikko	33
Kuva 22. Palettien loppumista vahtiva kapasitiivinen anturi.....	34
Kuva 23. Aihion kohdistusasema	36
Kuva 24. Vasemmalla kappale viety robotilla. Oikealla kappale viety käsin.....	36

Käytetyt termit ja lyhenteet

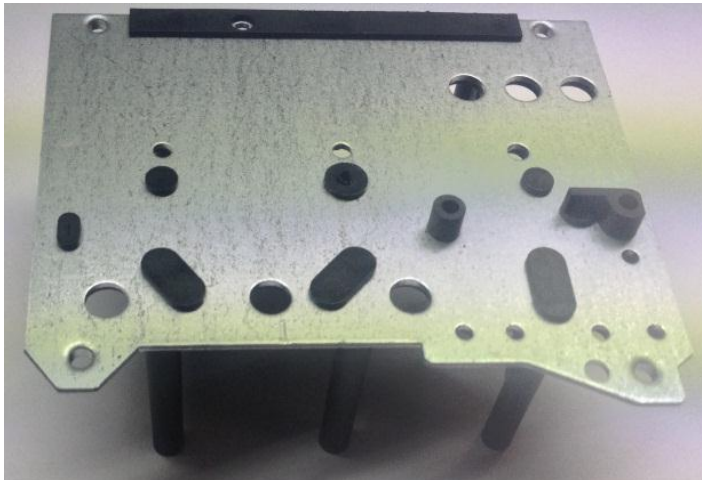
Ruiskuvalu	Muovikappaleen valmistusmenetelmä, jossa tuotteen valmistus tapahtuu plastisoidusta muoviraaka-aineesta ja sen ruiskutuksesta muottionkaloon. (Muovimuotoilu 2013.)
Plastisointi	Muovin saattaminen viskositeetiltaan ruiskuvalettavaan tilaan. (Muovimuotoilu 2013.)
Ulostyöntö	Ruiskuvalussa mekanismi, jolla ruiskuvalettu kappale työnnetään muotista ulos. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 2000, 48.)
Yhtymäsauma	Ruiskuvalettavassa kappaleessa sauma, joka syntyy kahden sularintaman kohdatessa. (Järvelä ym. 2000, 184.)
Ruiskutusyksikkö	Ruiskuvalukoneen osa jonka tehtävä on plastisoida raaka-aine, ruiskuttaa se muottiin ja muodostaa jälkipaine. (Järvelä ym. 2000, 100-101.)
DCPD	Reaktiovalussa käytettävä kaksikomponenttinen neste-mäinen raaka-aine, joka tunnetaan myös nimellä Telene. (Järvinen P. 2008, 184.)

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

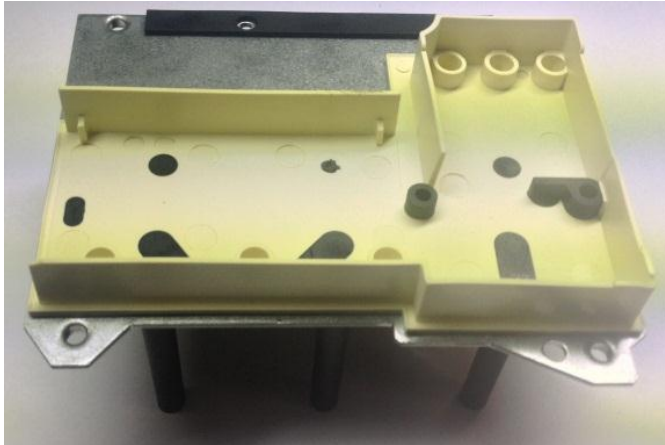
Kuristinalusta on tuote, jota Junkkari Muovi on valmistanut jo useamman vuoden ajan. Tulevaisuudessa tuotetta tullaan yhä valmistamaan tuotteen hyvän menekin takia. Tuotteen valmistus on Junkkari Muoville kaksivaiheinen. Pellit tulevat Junkkari Muoville valmiiksi leikattuna ja rei'itettynä ensimmäistä työvaihetta varten.

Ensimmäinen työvaihe on jo automatisoitu Jukka Kankaanpään opinnäytetyön toimesta vuonna 2009. Ensimmäisessä vaiheessa pelli viedään robotilla muotin väliin ja sen toiselle puolelle ajetaan kova, väriltään musta muovi. Valmiin kappaleen robotti hakee muotin välistä ja vie hihnalle jäähtymään. Hihna kuljettaa kappaleet kauluslavalle jossa kappaleet säilytetään toista vaihetta varten. (Kankaanpää 2009, 29-36.)



Kuva 1. Aihio

Toisessa vaiheessa aihiona on ensimmäisessä vaiheessa valmistunut kappale. Kappaleeseen ajetaan toisella koneella toiselle puolen pelliä pehmeä, väriltään vaalea muovi. Tämä toinen työvaihe on tehty käsivoimin. Junkkari Muovi on arvioinut säästävänsä paljon rahaa ja työvoimaa automatisoimalla tämän työvaiheen.



Kuva 2. Valmis kappale

1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa täysin toimiva automaattisolu kuristinaluslevyjen toisen vaiheen valmistamiseen. Solun tulee toimia häiriöttä, sekä valmistuneiden kappaleiden tulee olla hyvälaatuisia.

1.3 Työn rakenne

Tämä työ alkaa yritysesittelyllä joka käsittää Junkkari Muovin Oy:n lisäksi sen emo- ja sisaryhtiöt. Ennen varsinaisen työn alkua kerrotaan aiemmasta tilanteesta, minkä vuoksi tämä työ on tehty. Työ on jaettu neljään isompaan kokonaisuuteen: esisuunnittelu, suunnittelu ja toteutus, ruiskuvalusoluun liittäminen sekä tuotannon aloitus. Teoriaosuudessa kerrotaan Junkkari Muoviin läheisesti liittyvistä asioista jotka ovat ruiskuvalutekniikka ja ruiskuvalukone, sekä Suomessa harvinaisen Telenen -materiaalin reaktiovalu.

1.4 Yritysesittely

Junkkari Muovi Oy sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla Ylihärmässä. Yritys on osa MSK Group -konsernia ja sen sisaryhtiöt ovat Maaseudun Kone ja Junkkari Oy sekä Juncar Oy Lapualla. Kaikilla konsernin yrityksillä on sertifioidut ISO 9001- ja ISO 14001 -laatu ja ympäristöjärjestelmät. (MSK-Group 2013)



Kuva 3. Perustaja Ville Isosaari

Maaseudun Kone valmistaa Valtra-traktoreiden turvaohjaamoja. Jokainen tehtaalla syntyvä turvaohjaamo yksilö, joka täyttää tilaajan varustetoivomukset ja maakoh-
taiset määräykset. Kehittyneen tuote- ja tuotannosuunnittelun vuoksi tehtaan tuo-
tantolinja on todella tehokas. (Maaseudun Kone 2013.)

Junkkari Oy on maa- ja metsäkoneiden toimitaja, jolla on juuret syvällä suomalai-
sen maatalouden kehityksessä. Yritys suunnittelee, markkinoi ja valmistaa kyl-
vöön, kuljetukseen sekä metsänhoitoon tarkoitettuja koneita. Yhtiön maine laaduk-
kaana ja vastuuntuntoisena valmistajana luotiin jo vuonna 1950, jolloin Junkkari
aloitti maatalouskoneiden valmistuksen. (Junkkari Oy 2013.)

Juncar Oy on Suomen suurin ja ensimmäinen henkilöauton perävaunuja valmista-
va yritys joka on toiminut jo yli 30 vuotta. Rautaisella ammattitaidolla ja nykyaikai-
sella teknologialla syntyvät perävaunut ja venetrailerit ovat laatutyötä. (Juncar Oy
2013.)

Junkkari Muovi on ruisku- ja reaktiovalun osaaja. Junkkari Muovin tarjonta on laaja
yksittäisistä tuotteista osakokoonpanoihin sekä muottivalmistukseen ja -huoltoon.
Sen erikoisaloja ovat reaktiovalu Suomessa harvinaisesta Telene-materiaalista
sekä monia mahdollisuuksia tarjoava kaksivaiheruiskuvalu. (Junkkari Muovi 2013.)

Ruiskuvalutekniikalla valmistetaan tuotteita sähkö-, energia-, ajoneuvo- ja teknologiateollisuudelle. Ruiskuvalupuolen konekanta on tehokkaasti automatisoitu ja ulottuu sulkuvoimaltaan 800 tonniin saakka. Valmistettavat kappaleet ovat 0,1 – 3000 grammaa painavia. (Junkkari Muovi 2013.)

Reaktiovalutekniikalla valmistetaan iskunkestäviä, joustavia ja kevyitä muovikappaleita, joilla on erinomainen maalattavuus. Käytettävä materiaali on kaksikomponenttinen nestemäinen Telene. Reaktiovalussa käytettävät muotit ovat edullisia alumiinimuotteja. Tämä mahdollistaa myös pienemmät volyymit. (Junkkari Muovi 2013.)

Yrityksen muita palveluja ovat osakokoonpano, jonka skaala ulottuu pienistä sähköteollisuuden komponenteista traktoreiden konepeittoihin, sekä maalaamo jossa maalataan pääasiassa reaktiovaluosia. Lisäksi Junkkari Muovi tarjoaa pursotustii-
vistyspalveluja, jossa käytettävät materiaalit ovat vaahdotettu PUR sekä silikoni. (Junkkari Muovi 2013.)

2 RUISKUVALU

2.1 Ruiskuvalun historia

Muovien historian katsotaan alkaneen Alexander Parkesin keksittyä selluloidin vuonna 1851. Ensimmäinen kaupallinen sovellus oli biljardipallo. Pallot kuitenkin räjähtivät ensimmäisessä demonstraatioissa, joten materiaali vaati vielä kehitystä. Uusien muovien kehitys oli huipussaan 1930-50-luvuilla, jolloin kehitettiin pääosa tällä hetkellä kaupallisessa valmistuksessa olevista muoveista. (Järvelä ym. 2000, 12.)

Ruiskuvaluteollisuus on kehittynyt paljon viime aikoina. Kehitykselle ominaisia piirteitä ovat tuotesuunnittelun kokonaisvaltaistaminen, tuotteistamissyklin nopeutuminen, prosessien automatisointi, ruiskuvalutoiminnan verkottuminen ja globalisoituminen sekä standardointi. Ruiskuvalun tulevaisuus näyttää valoisalta koska muovien käyttö on voimakkaasti lisääntymässä ja ruiskuvalu on vahvistunut keskeisenä työstötekniikkana. (Järvelä ym. 2000, 13.)

2.2 Ruiskuvaluprosessi

Muotti on tärkeä tekijä ruiskuvalamisessa. Hyvällä muotilla voidaan saada aikaan huonoja kappaleita, mikäli prosessi on väärä. Hyvälläkään prosessilla ei saada hyviä kappaleita, mikäli muotissa on virheitä. Prosessilla vaikutetaan mm. ruiskuvalutun kappaleen pinnanlaatuun, geometriaan sekä raaka-aineen ominaisuuksiin. (Järvelä ym. 2000, 47.)

2.3 Ruiskuvalujakson vaiheet

Ruiskuvalujakso jakautuu kahdeksaan eri vaiheeseen. Ne tapahtuvat perätysten ja osaksi päällekkäin: muotin sulkeminen, ruiskutus, jälkipaine, annostus ja plastisoituminen, jäähdytys, muotin avaus ja ulostyöntö sekä tauko-aika. Muotin sulkemiseen käytetään nopeaa, loppuun hidastuvaa liikettä. Lopussa käytetään usein myös muotin-

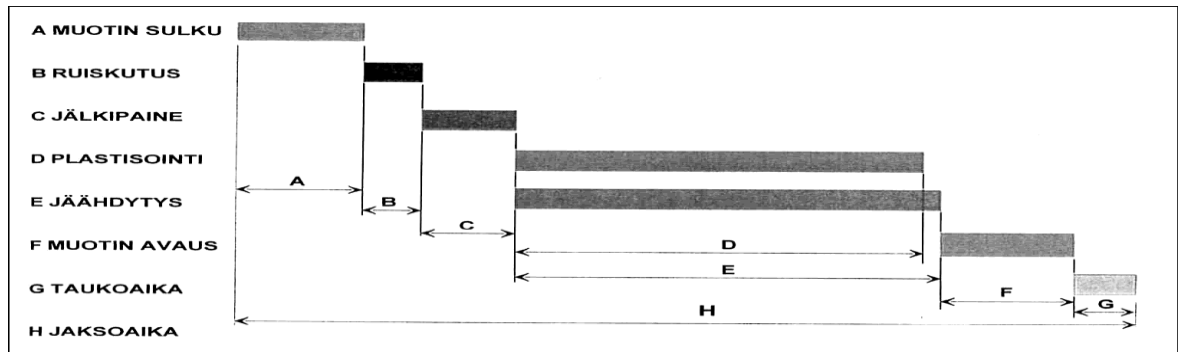
sulun varmistuspainetta, jolla voidaan pelastaa muotti vaurioilta, mikä muotin väliin jää jotain sulkeutumisvaiheessa. (Järvelä ym. 2000, 47–48.)

Ruiskutus voidaan aloittaa, kun muotti on kiinni ja ruiskutusyksikön suutin on muotin suutinta vasten. Ruiskutusajalla voidaan vaikuttaa kappaleen pinnanlaatuun. Ruiskutuksella täytetään noin 95 % muotin tilavuudesta ja se tapahtuu muutamassa sekunnin kymmenesosassa tai muutamassa sekunnissa, kappaleen koosta riippuen. (Järvelä ym. 2000, 48.)

Ruiskutusta seuraa jälkipaine, jolloin ruiskuvalukoneen ruuvi työntää massaa hitaasti muottiin, täyttäen loput muotissa olevasta tilasta sekä kompensoiden muovin jäähtymisen aiheuttamaa kutistumista. (Järvelä ym. 2000, 48.)

Ruiskutuksen jälkeen tapahtuu yhtäaikaisesti kaksi vaihetta: annostus ja jäähdytys, joista annostus on yleensä vähän lyhempi. Annostuksessa ruiskuvalukone plastisoi eli lämmittää raaka-aineen juoksevaan tilaan seuraava kappaletta varten. Jäähdytyksen aikana 150--400 asteinen juokseva materiaali jäähdytetään 60--200 asteeseen, jolloin kappale on tarpeeksi kiinteä muotista poistettavaksi. Jäähdytys on yleensä koko jaksonajan hallitsevin vaihe. (Järvelä ym. 2000, 48.)

Kun kappale on jäähtynyt tarpeeksi, avataan muotti ja ulostyönnetään kappale. Ulostyöntö voi tapahtua samanaikaisesti muotin avauksen kanssa tai kappale voidaan ulostyöntää kun muotti on täysin auki. Mikäli kappale vaatii useamman ulostyönnön irrotukseen, katsotaan siihen kuluva aika taukoajaksi. (Järvelä ym. 2000, 48.)



Kuva 4. Jaksonajan jakautuminen eri vaiheisiin (Järvelä ym. 2000 47.)

2.4 Ruiskuvalukappaleiden valmistuksen optimointi

Ruiskuvalukappaleiden taloudellinen valmistus edellyttää jaksonajan optimointia. Jaksonajasta pitää saada mahdollisimman lyhyt, mutta kappaleen laatuvaatimukset täyttävä. (Järvelä ym. 2000, 49.)

Pinnan laadussa voi olla usein virheitä, mm. mustia pisteitä, mustia juovia virtausuunnassa, ”appelsiinipinta” tai palamisjälkiä pinnan alla. Näihin virheisiin vaikuttavat useat asiat kuten sylinterilämmöt plastisoinnissa, suuttimen tiiviys, vastapaine ja muotin lämpötila sekä ruiskutusnopeus. Virheitä syntyy jaksonaikaa lyhennettäessä sekä muista jakson asetuksista. (Perlos)

Eri vaiheissa voidaan vaikuttaa kappaleen eri ominaisuuksiin. Ruiskutusvaiheessa voidaan vaikuttaa kappaleen mekaanisiin ominaisuuksiin, pinnan laatuun, massan yhtymäsaumojen näkyvyyteen sekä vääntymään. Puristusvaiheessa voidaan vaikuttaa purseiden muodostukseen sekä muotin täyttymiseen. Jälkipaineella taas voidaan vaikuttaa kappaleen painoon, kutistumaan, rakkuloiden muodostumiseen, massan yhtymäsaumojen lujuuteen, imujen muodostumiseen, muotista irtaantumiseen sekä mittatarkkuuteen. (Bayer, 17.)

Ruiskuvalujäte on kierrätyskelpoista. Uudelleenkäytettävää jätettä ovat vajaat puristeet, mekaanisesti vioittuneet kappaleet sekä valutapit. Kierrättää voi vain moitteettomasti työstettyä materiaalia. Kappaleissa ei saa olla ylikuumenemisjälkiä, eivätkä ne saa olla likaisia. Kappaleet rouhitaan, ja rouhitun raekoon tulisi vastata kooltaan käyttämätöntä granulaattia. Rouhetta voidaan sekoittaa uuteen granu-

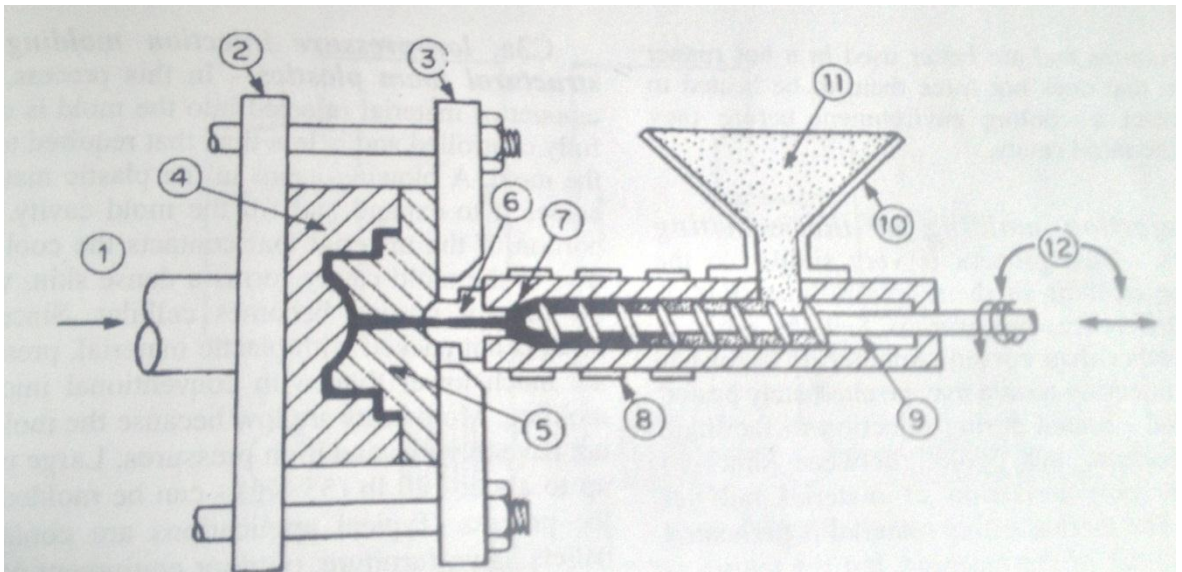
laattiin n. 20 % ”normaaleissa” olosuhteissa. Jos kappaleelle annetaan vähäiset laatuvaatimukset, voidaan käyttää 100 % rouhetta. (Bayer, 30-32.)



Kuva 5. Muovin raaka-aine eli granulaatti. (Primo 2013)

3 RUISKUVALUKONE

Ruiskuvalukoneen tehtävänä on avata ja sulkea muotti, muodostaa muottiin sulkupaine sekä plastisoida raaka-aine ja ruiskuttaa se muottiin. Ruiskuvakone voidaan jakaa neljään toiminnalliseen kokonaisuuteen: sulkuyksikkö, ruiskutusyksikkö, käyttöyksikkö ja ohjausyksikkö. (Järvelä ym. 2000, 92.)



Kuva 6. Muotinsulku- ja ruiskutusyksikkö. (Bralla 2007, 157.)

Kuva 18 havainnollistaa muotinsulkuyksikön (1-5) ja ruiskutusyksikön (6-12) rakennetta.

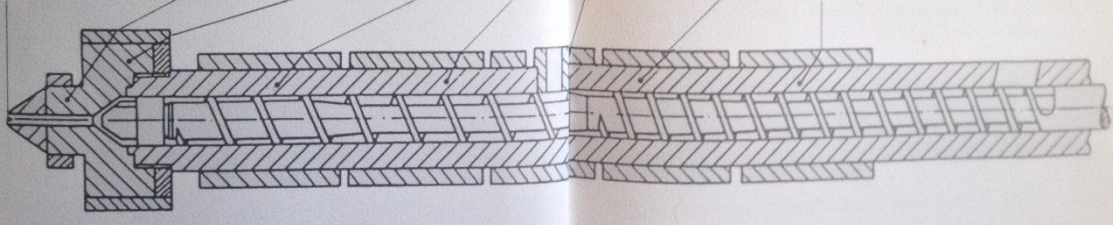
1. muotin sulkukoneisto
2. sulkuyksikön liikkuva pöytä
3. sulkuyksikön kiinteä pöytä
4. takamuotti
5. etumuotti
6. suutin
7. sylinteri
8. pantavastukset
9. kierukkaruuvi
10. raaka-ainesuppilo
11. raaka-aine
12. ruuvin pyörityskoneisto ja hydraulisyylinteri

Kuvasta puuttuu kappaleen ulostyöntö, joka on osa sulkuyksikköä, sekä sulkuventtiili, joka on kierukkaruuvien päässä. (Bralla 2007, 157.)

Sulkuyksikkö on yleensä ruiskuvalukoneen suurin osa. Sen fyysiset mitat ovat: pituus 1 - 20 m, leveys 0,5 - 5 m ja korkeus 0,5 - 5 m. Sulkuyksikössä tulee olla riittävän suuri sulkuvoima, että muotinpuolikkaat pysyvät tiiviisti yhdessä kova-paineisen ruiskutuksen ja jälkipaineen ajan. Sulkuyksikön pitää sulkemisen lisäksi avata muotti ja ulostyöntää kappale. (Järvelä ym. 2000, 94.)

Ruiskutusyksikön tehtävänä on plastisoida suppilon kautta syötetty raaka-aine, ruiskuttaa raaka-aine muottiin sekä muodostaa jälkipaine. Plastisointi tapahtuu pantavastusten lämmön sekä kierukkaruuvien kitkan vaikutuksesta. (Järvelä ym. 2000, 101–108.)

Ø Sulalämpötila (°C)	Lämpötilasäätö (°C)								Kestomuovi
	330	320	310	295	290	300	310		
320–360									Apec
260–270	265	265	260	250	230	235	250		Bayblend
260–280	260	250	250	230	240	240	250		Durethan A
240–260	220	230	230	210	220	220	230		Durethan B
260–280	265	265	260	260	255	265	270		Makroblend PR
300–340	300	300	290	280	275	280	300		Makroblend EC
300–315	300	300	290	280	275	280	300		Makrolon
230–245	230	230	230	230	220	225	240		Novodur
230–260	245	245	240	240	230	235	250		Pocan
300–340	330	330	330	300	300	320	300		Tedur



Kuva 7. Eri aineille sopivat plastisointi lämmöt vaihteittain. (Bayer, 30–31.)

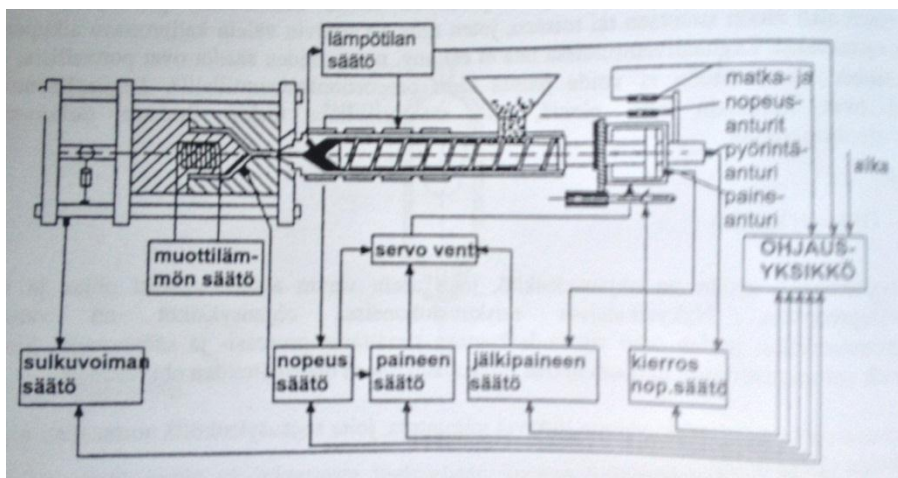
Käyttöyksikön tarkoitus on saada aikaan sulku- ja ruiskutusyksiköiden liikkeit. Voiman synnyttää hydraulikka, jota ohjataan putkia pitkin sinne missä sitä tarvitaan. Hydraulikka tarvitsee mm. sähkömoottorin, öljypumput ja öljysäiliön. Paineisen öljyn tarve ruiskuvalukoneessa on kuitenkin jaksottaista ja joissakin tapauksis-

sa käytetään paineakkuja nopeiden liikkeiden aikaan saamiseksi. (Järvelä ym. 2000, 108–110.)



Kuva 8. Nykyaikainen ruiskuvalukone Engel e-Victory 120. (Engel 2013)

Nykyaikaiset ruiskuvalukoneiden ohjausyksiköt on varustettu tehokkailla mikroprosessoreilla, joiden teho riittää laskemaan tarvittavia säätö ja prosessiarvoja. Ne kykenevät automaattisesti ohjaamaan myös ruiskuvalukoneen oheislaitteita. Modernilla ruiskuvalukoneella pystytään valvomaan esimerkiksi 100 viimeisen jakson erilaisia toteutuneita arvoja erityisen laadunvalvonta- ja laadunvarmistamisohjelmien avulla. (Järvelä ym. 2000, 111–112.)



Kuva 9. Ruiskuvalussa säädettävät ja ohjattavat parametrit. (Järvelä ym. 2000, 112.)

4 REAKTIOVALU LYHYESTI

Reaktiovalua käytetään nimityksenä prosessille, jossa kahden nestemäisen aineen yhdisteellä tehdään muovikappaleita. Komponentit annostellaan, jonka jälkeen ne ruiskutetaan sekoitusventtiiliin kautta lämpöhallittuun kaksiosaiseen alumiini-muottiin. Ruiskuvalutekniikalla DCPD-materiaalista valmistetaan kauniita ja sitkeitä muovikappaleita, jotka ovat kooltaan 0,5 – 2 neliometriä. Tuotteet kestävät hyvin kylmää ja kuumaa ja ne ovat myös jäykkiä ja mittatarkkoja. Muoviosan kiinnitystä varten valuvaiheessa voidaan muottiin laittaa insertit, jotka kiinnittyvät reaktion ansiosta lujasti ja mittatarkasti. Kappaleet yleensä maalataan, jonka jälkeen ne kestävät hyvin happoja ja emäksiä vastaan sekä saavat UV-suojan. Maalattu pinta voidaan korjata hiomalla ja maalaamalla sekä tarvittaessa täyttämään massalla. (Järvinen P. 2008, 184.)



Kuva 10. Reaktiovalupuristin.

5 VANHA TILANNE – KÄSIAJO

Yrityksen valmistama kuristinalusta tarvitsi tehokkuutta sen toiseen työvaiheeseen tuotteen kannattavuuden lisäämiseksi. Työntekijä asetti aihion muottiin, sulki suojaoven ja käynnisti ruiskuvalukoneen. Tämän jälkeen työntekijän piti odottaa ruiskuvalukoneen ruiskutuksen ja kappaleen jäähtymisen ajan. Kun kappale oli valmis, työntekijä avasi suojaoven, otti valmiin kappaleen muotin välistä ja aloitti uuden kierron. Muutaman kappaleen välein muottiin piti suihkuttaa päästöainetta koska muuten kappale jäisi kiinni liikkuvaan takamuottiin.

Vanhassa tilanteessa suurin osa työntekijän ajasta kului odottamiseen. Laatu ja työtahti olivat työntekijästä kiinni.

Tuotteen valmistus vaati yhden ihmisen työvoiman täysaikaisesti, mikä on aika harvinaista nykyaikaisessa automatisoidussa ruiskuvaluvalmistuksessa.

6 VAATIMUKSET / SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAA

Laitteen suunnittelussa oli useita tärkeitä asioita, joita piti tarkkaan miettiä. Automaatiolaitteita suunniteltaessa tulee aina muistaa työntekijöiden turvallisuus. Tämän lisäksi Junkkari Muovi halusi kierrättää oman varaston materiaalia, jota olikin runsaasti.

6.1.1 Turvallisuus

Koska laitetta tulevat käyttämään useat eri työntekijät, oli tärkeimpänä asiana turvallisuus. Oli tärkeää että laitetta käytettäessä se ei voi vahingoittaa käyttäjää. (Keinänen ym. 2001, 341.)

Pitkän suunnittelun tuloksena laitteen turvapiiri rakennettiin siten että laitteen mikään osa ei liiku, kun suojaovi aukaistiin. Laitteen suojaovia on kuitenkin avattava, kun paletteja täytetään uusilla aihioilla.

Laite tuli ympäröidä suojaplexeillä ja yksi sivu tulisi robotin turvahäkkiä vasten. Ainoastaan laitteen yläpuolta ei koettu tarpeelliseksi suojata, koska laite on yli 2 metriä korkea, eikä laitteen sijoituspaikalla ole mitään ylempiä tasoja, joista laitteen sisään voisi pudota.

Laitteella ei ole omaa hätä-seis nappia, vaan yksi robotin hätäseis napeista on tuotu laitteen lähelle, helposti käsiksi päästävään paikkaan. Laitteen turvapiiri on kytketty robotin hätä-seis-piiriin eli jos robotin hätä-seis-nappia painaa, pysähtyy robotin lisäksi myös laite.

Laitteelle tehtiin hyväksytty turvallisuuskartoitus jota ei esitellä tässä työssä.



Kuva 11. Robotin hätä-seis-nappi sijoitettuna laitteen lähelle.

6.1.2 Kierrätys

Jo suunnitteluvaiheessa piti miettiä kierrätystä. Junkkari Muovilla on runsaasti hyvää rakennusmateriaalia, kuten esimerkiksi kuljettimia, paineilmasylintereitä (myöhemmin käytetään sanaa sylinteri), antureita, profiilia, pleksiä sekä paineilmatarvikkeita. Tarkoituksena oli käyttää jo olemassa olevaa käytettyä materiaalia niin paljon kun mahdollista. Tämä toi oman haasteensa projektiin. Lopulta uusia osia tarvittiin yllättävän vähän. Tilattuja osia oli vain Rittalin sähkökaappi sekä 6 kappaletta SMC:n paineilmasylintereitä.

6.1.3 Ohjausjärjestelmä

Suunnitteluvaiheessa oli päätettävä, millä laitetta ohjattaisiin. Olisi ollut mahdollista ohjata koko laitetta samassa solussa olevalla Fanuc M-6i -robotilla. Robotin ohjaus oli RJ-3. Robotti ei ole kovin uusi, mutta siinä olisi kuitenkin ollut riittävä määrä tuloja ja lähtöjä.

Yleisesti halvinpana pidetty vaihtoehto olisi kiinteästi langoitettu looginen kytkentä. Laitteeseen päätettiin kuitenkin laittaa oma logiikka, koska jos laite haluttaisiin siir-

tää toiseen soluun, selvittää pienemmällä työllä. Jos laitetta ohjattaisiin robotilla, olisi solun täytynyt olla pysähdyksissä koko ohjelmoinnin ajan. (Keinänen ym. 2001, 211–212.)

Seuraava päätettävä asia oli logiikan merkki ja malli. Vaihtoehtoina olivat Omronin Sysmac CPM1A tai SMC ECC-PNAL2-24MR-D. SMC:n logiikka olisi ollut käyttämätön, mutta siinä oli lopuksi liian vähän tuloja ja lähtöjä. Lisäksi Omronin logiikan ohjelmoinnista oli kokemusta ennestään.

6.1.4 Paletit

Palettien suunnittelussa oli lähtökohtana se, että palettiin saataisiin mahtumaan 12 kappaletta. Kymmenellä paletilla saadaan kertalatauksella 120 kappaletta, jolloin solu toimii itsenäisesti yli tunnin. Tunti oli Junkkari Muovin työntekijöiden mielestä sopiva aika.

Paletin suunnittelussa oli pääasiana kuristinalustojen aihiot, mutta mielessä pidettiin myös muita mahdollisia tuotteita, joita kyseisellä solulla voisi myöhemmin valmistaa. Tulevissa tuotteissa voidaan käyttää mahdollisesti samoja paletteja tai tehdä kokonaan uusia paletteja samoilla ulkomitoilla.

Palettien valmistus haluttiin pitää yksinkertaisena palettien kestävyuden ja nopean valmistuksen vuoksi. Paletit valmistettiin polypropeenilevyistä, joihin laitettiin nurkkiin alumiiniset kohdistustapit, 62,5 mm korkeat, jotka toimivat samalla myös kannattimina. Toinen materiaalivaihtoehto olisi ollut alumiini, mutta paleteista olisi tullut painavampia ja kalliimpia sekä valmistus olisi ollut hitaampaa. Palettiin suunniteltiin 6 reikää jokaisen kappaleen jalkoja varten. Reiät olivat 10 mm syvät ja niiden reunat pyöristettiin kappaleiden asentamisen helpottamiseksi. Palettien paksuudeksi valittiin 15 mm. Olisi ollut painon kannalta parempi jos paletit olisivat olleet ohuempia, mutta silloin olisi ollut vaarana että paletit olisivat alkaneet vääntyillä. Paletin lopulliset mitat olivat 34,7 x 49,7 x 15 mm ja siinä oli 72 reikää kappaleita varten sekä kohdistustapit nurkissa.

Palettien suunnittelussa ja valmistamisessa suurena apuna toimi Junkkari Muovin muottihuolto. Muottihuollon päällikkö Tuomas Rantala piirsi 3D-kuvat lopullisten suunnitelmien perusteella ja muottihuolto valmisti paletit.



Kuva 12. Kappaleilla täytetty paletti.

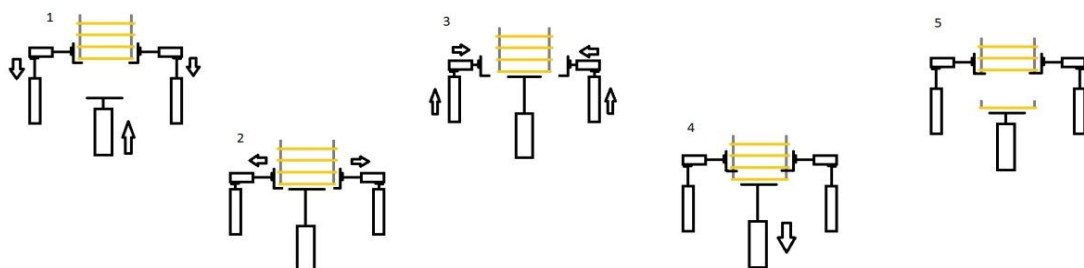
7 UUDEN LAITTEEN TOTEUTUS

Uuden laitteen suunnittelu perustui paletin ympärille. Palettien mitat määräsivät laitteen leveyden ja pituuden.

7.1 Toimintasuunnittelu

Suunnittelussa tuli 3 eri asemaa: 1)Työasema, joka sijaitsi laitteessa lähimpänä robottia, robottihäkin sisäpuolella. 2)Täysinäisten palettien asema, joka sijaitsi keskellä. 3)Tyhjien palettien asema, joka sijaitsi kauimpana robotista. Paletit liikkuvat asemien väliä 2-osaisella hihnalla, joita pyörittää Yaskawan taajuusmuuttaja. Hihnat olivat alunperin liian lähellä toisiaan, joten hihnat purettiin ja tehtiin uudellen oikealla välillä.

Täysien ja tyhjien palettien asemat ovat rakenteeltaan identtiset. Niiden ainoa ero on toimintajärjestys. Asema koostuu 5:stä sylinteristä ja tarttujasta. Täysien palettien aseman toimintaperiaate on, että hihnoiden väliin sijoitettu sylinteri, jossa on tarttuja, nousee ylös jolloin sen imukupit koskettavat pinon alimmaista palettia. Sähkökaapin kylkeen sijoitettu SMC:n imupiiri kytketään päälle, jolloin tarttujalla on tukeva ote alimmaisesta paletista. Palettipinon lukitus sylinterit vapauttavat koko palettipinon alhaalta nousseen tarttujan varaan. Seuraavaksi lukitus sylinterit nousevat palettipinon toisen paletin kohtaan ja lukittuvat siihen. Alhaalta noussut tarttuja laskee alimmaisen paletin hihnalle ja vapauttaa imun samalla kun siirtosylinterit laskevat palettipinon takaisin perusasemaan.

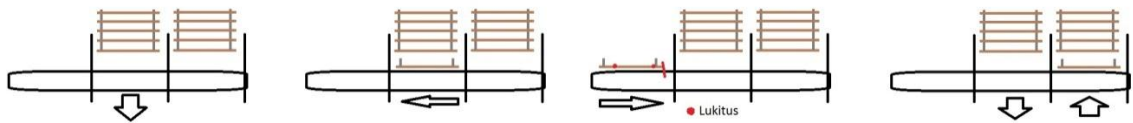


Kuva 13. Kuvaus asemien sylintereiden toiminnasta

Paletin saapuessa hihnalle hihna alkaa pyöriä eteenpäin kunnes IFM Electronicin kapasitiivinen lähestymisanturi havaitsee paletin työasemalla. Tämä aktivoi paletin

paikoitus sylinterit. Paikoitus sylinterinä on reunassa 2 kappaletta SMC:n pieniä paineilmasylintereitä, jotka työntävät paletin toista reunaa vasten. Lisäksi paikoituksessa on käytetty SMC:n kääntö sylinteriä, joka painaa alumiinivarrella palettia päätystopparia vasten. Päätystoppariin on asennettu 2 kappaletta Honeywellin mekaanisia kytkimiä, jotka vaikuttivat vasta kun paletti on kunnolla stopparia vasten. Vasta kun nämä mekaaniset rajat ovat kytkeytyneet, lähtee robotille tieto valmiina odottavasta paletista ja laite jää odottamaan paletin vaihtosignaalia robotilta.

Kun robotilta tulee paletin vaihtosignaali, vapautuvat paikoitus sylinterit ja taajuusmuuttaja pyörittää hihnaa taaksepäin. Kun paletti saapuu tyhjiin palettien asemalle, vaikuttaa toinen kapasitiivinen lähestymisanturi. Tyhjiin palettien asemalla toiminto on päinvastainen kuin täysin palettien asemalla. Tarttujalla varustettu sylinteri nostaa tyhjän paletin ylös, jolloin lukitus sylinterit vapautuvat. Siirtosylinterit siirtävät lukituksen alimman paletin kohtaan ja lukitus menee taas kiinni. Uusi kierto alkaa samalla kun tarttujallinen sylinteri nousee, eli molemmissa asemissa tarttujalliset sylinterit nousevat yhtä aikaa.



Kuva 14. Laitteen toimintokuvaus

7.2 Mekaaninen suunnittelu ja rakentaminen

Kun paletin mitat tiedettiin, muutettiin 2-osainen hihna sen mukaiseksi ja rakentaminen alkoi hihnan ympärille. Rakentamisessa käytettiin pääasiassa IteMin 40 x 40 mm:n alumiiniprofiilia. Profiilista rakennettiin reunat ja jaettiin hihna kolmeen eri asemaan. Sylinterit asennettiin ja nostosylintereiden tarttuja rakennettiin. Tarttujen rakenne oli hyvin yksinkertainen, imukupit tulivat niin lähelle paletin reunoja kun hihnojen väli antoi. Asemien lukitus sylinterit saivat ensimmäiset kynnet joiden rakenne myöhemmin muutettiin. Laite sai myös pyörillä varustetut väliaikaisjalat liikkuttamisen helpottamiseksi.



Kuva 15. Hihna alkuvaiheessa

7.3 Sähkösuunnittelu ja kaapelointi

Seuraavana oli vuorossa sähkösuunnittelu ja komponenttien valinta. Tarkoituksena oli käyttää osia, joita Junkkari Muovin varastosta löytyi. Komponenteista mitään ei tarvinnut tilata, vaan kaikki löytyi varastosta joko uutena tai käytettynä. Logiikan valinta oli tehty jo aiemmin ja siihen lisättiin varastosta löytynyt I/O-lisäosa Omron 20EDT1.

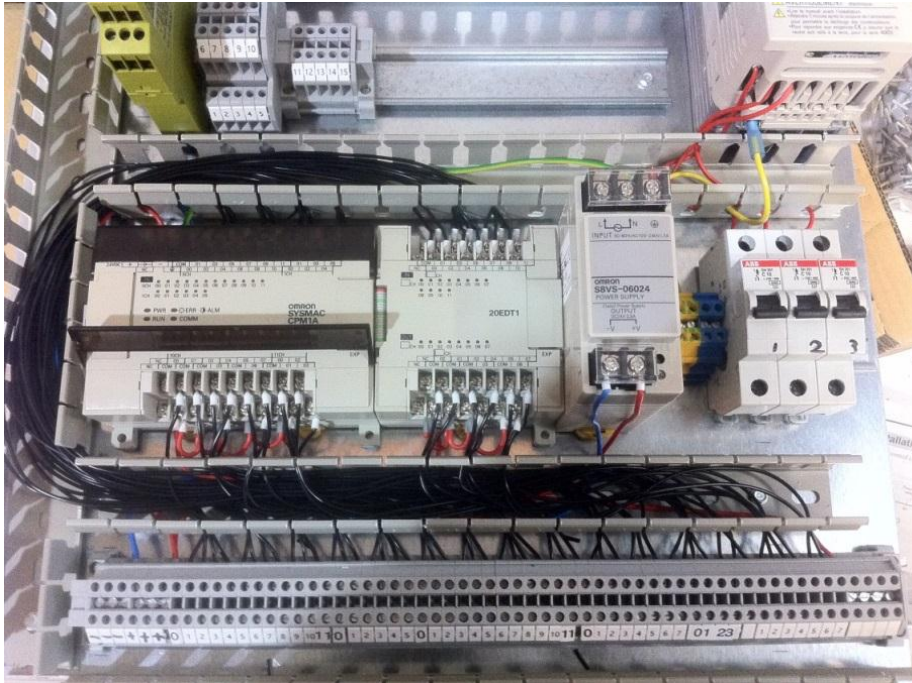
Virtalähde on myös Omronin, S8VS-06024. Se antaa 24 voltia ja siinä riittää teho tämän laitteen tarpeisiin. Laitteen maksimikulutukseksi laskettiin 0,6 A ja virtalähde antaa 1,7 A. (Omron 2013, 3.)

Hihnaa pyörittävä taajuusmuuttaja on Yaskawan J1000, joka on yhteensopiva Eurooppalaisen pienjännitedirektiivin kanssa (Yaskawa 2008, 8).

Näiden lisäksi tarvittiin muutamia sulakkeita kymmeniä riviliittimiä sekä muutama rele robotin liitäntöjä varten. Turvarele on alle 100 ms:ssa reagoiva Pilz PNOZ X1 (Pilz 1998, 1).

Turvarelettä käytetään mm. turva-ovirajojen ja koko turvapiirin toiminnan tarkkailuun. Turva-asiat vaativat erityistarkkuutta automaatio suunnittelussa. (Lehtonen 2008.)

Komponenttien valinnan jälkeen mietittiin sähkökaapin layout ja aloitettiin asennus. Sähkökaapin pohjalevy otettiin ulos kaapista komponenttien asentamisen helpottamiseksi. Myös kaapeloinnista tehtiin mitä voitiin, kuten logiikan I/O kytkennät riviliittimille, ennen kuin pohjalevy asennettiin takaisin sähkökaappiin.



Kuva 16. Sähkökaapin pohjalevy ennen kaappiin asentamista

Pohjalevyn ollessa sähkökaapissa alkoi varsinainen kaapelointi. Se alkoi sylintereiden raja-antureiden vedolla. Kaikista sylintereistä lukuun ottamatta paikoitussylintereitä, vedettiin sekä etu- että takaraja-anturit riviliittimille, yhteensä 20 kappaletta.

Sylintereiden antureiden asentamisen yhteydessä päätettiin vetää myös paineilemälätkut sylintereihin, jotta johdot ja letkut saataisiin kiinnitettyä samoihin kiinnittimiin.



Kuva 17. Antureiden ja letkujen kiinnittimet

Sylintereiden paineilmaohjaukseen käytettiin SMC:n venttiilipakkoja ja 3-asentoisia SY5320-5LOU-01F-venttiileitä. 3-asentoiset venttiilit mahdollistivat sen, että jos hätä seis-piiri laukeaa ja paineilmat kytketään pois, jäävät sylinterit sen hetkisiin asentoihin. 2-asentoisessa venttiilissä paine olisi päässyt pois venttiilin ja sylinterin väliltä. Näin ollen lisävaaraa ei synny turvapiirin lauetessa. (SMC 2013, 108.)

Venttiileitä tarvittiin yhteensä 8 kappaletta sekä SMC:n ZX1101-K15-LOZ-alipaineyksiköt tarttujien imuun. Käytettävissä oli 4- ja 6-paikkaisia venttiilipakkoja, joista päätettiin käyttää yksi molempia. Reserviin jäi 2 paikkaa, jos myöhemmin tulee lisätarvetta. Sekä venttiilipakat että alipaineyksiköt sijoitettiin sähkökaapin kylkeen ulkopuolelle. Koska osa sylintereistä oli suunniteltu toimimaan pareina, ne myös kytkettiin saman venttiilin taakse. Tämä piti muistaa paineilmaletkuja vedettäessä. Oli tärkeää että molempiin sylintereihin oli yhtä pitkät letkut sylintereiden yhtäaikaisten liikkeiden vuoksi. Venttiililtä lähti yhdet letkut koneen eteen paikkaan, josta oli yhtä pitkä molempiin sylintereihin ja siihen sijoitettiin T-haarat, jossa ilma jaettiin sylintereille. Paineilmaletkut ja kaikki paineilmatarvikkeet olivat myös merkittävästi SMC.



Kuva 18. Paineilmaletkujen T-haarat

Kaapelointi jatkuu moottorin kytkennällä taajuusmuuttajaan sekä päävirtakytkimen asennuksella ja kytkennällä. Yksivaiheinen verkkojännite tuodaan taajuusmuuttajan napoihin N/L1 ja L2. Moottori kytketään liittimen napoihin U2, V2 ja W2. Hengenvaaran aiheutumisen estämiseksi täytyy suojamaadoitus kytkeä oikeisiin liittimiin (Keinänen, Kärkkäinen, Metso & Putkonen 2001, 149).

Seuraavana vedettiin johdot paineilmaventtiileiltä riviliittimille ja varmistettiin maadoitukset. Paineilman hätä-seis-katkaisimena toimi SMC:n EAV4000 (SMC), joka kytkettiin turvareleen kautta.



Kuva 19. Paineilman säätö, katkaisu sekä vedenerotin.

7.4 Logiikan ohjelmointi

Ennen kun laitteeseen laitetaan virtoja päälle, sijoitetaan yksi väliaikainen hätäseis-nappi sähkökaapin kylkeen. Tämä tehdään turvallisuuden vuoksi, koska laite on vasta rakennusvaiheessa.

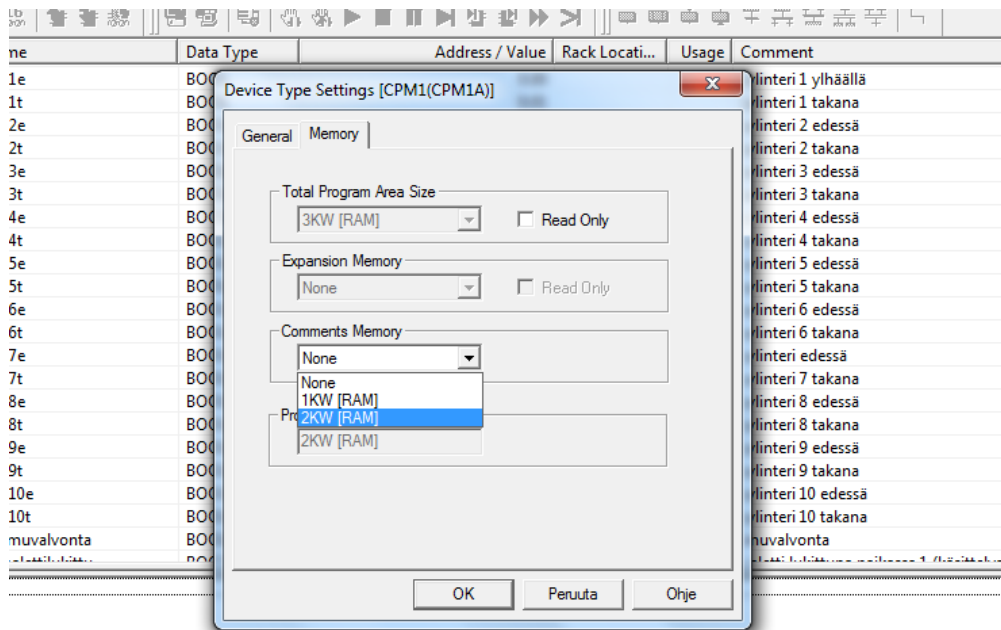
Koska käytetty logiikka oli Omron, oli ohjelmointiohjelmana Omronin CX-Programmer versio 7.2. Logiikan ohjelmointi alkaa inputtien ja outputtien nimeämisillä. Ohjelmointi oli selkeää, kun ne nimetty selkeästi. Samat nimet kirjoitettiin taratulistimella sylintereihin ja tarttuihin sekä kapasitiivisiin lähestymisantureihin (näky kuvassa 17).

Itse ohjelmoinnin alkuun tehtiin yksinkertainen harjoitteluohjelma, jossa nappia painamalla aloitettiin dominoefekti kaikilla sylintereillä. Ensimmäinen sylinteri ohjattiin eteen, ja kun sylinterin eturaja lukee se antaa seuraavalle sylinterille käskyn mennä eteen ja niin edelleen. Kun viimeinen sylinteri oli edessä, ohjelma kiersi saman lenkin, mutta ohjasi sylinterit takaisin. Tämä tehtiin sen vuoksi että nähtiin että kaikki sylinterit toimivat kuten pitää ja samalla saatiin helppoa esimakua ohjelmointiin. Myös hihnaa liikuteltiin taajuusmuuttajalla.

Toimintasuunnitelman perusteella lähdetään tekemään logiikkaohjelmaa. Ohjelma tehtiin koulussa opetetulla askelmenetelmällä. Jokaisella askeleella on oma toiminto ja vasta kun askeleen kaikki ehdot täytyvät, aktivoituu seuraava askel. Logiikkaan tuli 2 eri lohkoa. Ensimmäisenä tehty lohko oli automaattiajo ja sen jälkeen tehtiin referenssiajo. Referenssiajon tarkoituksena oli palauttaa laite perustilaan josta automaattiajo voidaan aloittaa. Automaattiajon käynnistys vaatii referenssiajon suorittamisen. Logiikan ohjelmointi onnistui aika helposti ilman suurempia ongelmia.

Logiikkaohjelman testauksessa tuli ensimmäinen ja ainoa iso ongelma. Itse logiikkaohjelma oli kunnossa, mutta kun logiikkaan yritti käynnistää ilman että tietokone oli kytkettynä siihen, ei logiikka mennyt RUN-tilaan. Asiaa yritettiin useamman henkilön voimin selvittää tuloksetta. Lopulta Omron ohjelmoinnin asiantuntijalta saatiin vastaus. Asetus, jossa valittiin kommenttien muisti, oli väärin. Vakiona ase-

tus oli ”2KW [RAM]” ja siihen piti valita ”None”. Tämän jälkeen logiikka toimi ja laitteen logiikkapuoli oli valmis.



Kuva 20. Logiikan ongelma

7.5 Laitteen suojaus

Laite alkoi olla toiminnaltaan valmis, mutta siitä puuttui vielä suojakehikko plekseineen sekä jalat. Varastosta löytyvistä Ite-min alumiiniprofiileista 40 x 40 mm rakennettiin tilava suojakehikko, joka pleksitettiin umpeen kahdelta suunnalta. Yksi seinä tulisi olemaan robotin suojahäkkiä vasten joten siihen ei tarvittu pleksiä. Lisäksi laitteen ns. etupuolelle tuli pleksiovet palettien lataamista varten. Molempiin oviin asennettiin Omron D4NS-1CF -ovirajat, joilla estettiin tapaturmien aiheutuminen. Pleksit asennettiin myös asemien sylintereitä suojaamaan ja rakennettiin vielä oikean mittaiset jalat käyttömukavuuden lisäämiseksi.



Kuva 21. Laitteen suojakehikko

7.6 Lisää testausta ja parannuksia

Laite alkoi olla valmis ja loput paletit olivat valmistuneet. Laitetta testattiin kymmellä paletilla. Laite tuntui toimivan hyvin, mutta paletin liikkeisiin haluttiin sulavuutta. Tämän takia logiikkaohjelmaan tehtiin vielä pieniä muutoksia. Testauksen aikana huomattiin lisätä hälytysvalo palettien vähenemistä varten. Oli tärkeää ettei ruiskuvalusolu seisonut sen vuoksi ettei paletteja oltu täytetty. Täysinäisten palettien pinon viereen, toiseksi alimman paletin kohdalle lisättiin kapasitiivinen anturi, joka releen kautta syytti lampun kun enää yksi täysinäinen paletti oli jäljellä.

Kapasitiivinen anturi toimii tunnistamalla kappaleita sähkökentän muuttumisella. Kappaleen dielektrisyys vaikuttaa tunnistusherkkyyteen. Kapasitiivisella anturilla tunnistetaan helposti esim. betoni, koska sen dielektrisyys on suuri, kun taas paperi on hankalasti tunnistettava sen pienen dielektrisyysden vuoksi. (Keinänen ym. 2001, 180.)



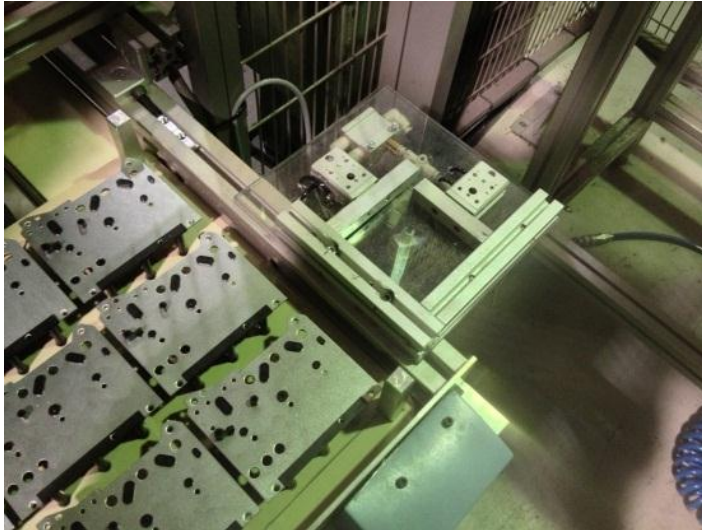
Kuva 22. Palettien loppumista vahtiva kapasitiivinen anturi

8 LAITTEEN LIITTÄMINEN RUISKUVALUSOLUUN

Itse laite oli valmis, mutta se täytyi vielä asentaa ruiskuvalusoluun ja liittää robotiin. Robottihäkkiin tehtiin aukko, jotta laitteen työasema saatiin häkin sisäpuolelle, robotin ulottuville. Kun laite oli saatu sopivaan kohtaan ja suoraan linjaan robottiin nähden, se pultattiin tukevasti lattiaan. Laitteen jaloissa oli säädettävät tassut, joiden avulla laite saatiin suoraan. Robottiin liittäminen tapahtui 10-napaisella Harting-liittimellä. Liittimen kautta kulki Hätä seis-, Paletti valmiina- sekä Paletin vaihto-tiedot. Paletti valmiina ja paletin vaihto liitettiin robotin digital -inputteihin ja kyseiset inputit nimettiin robotilla uudelleen.

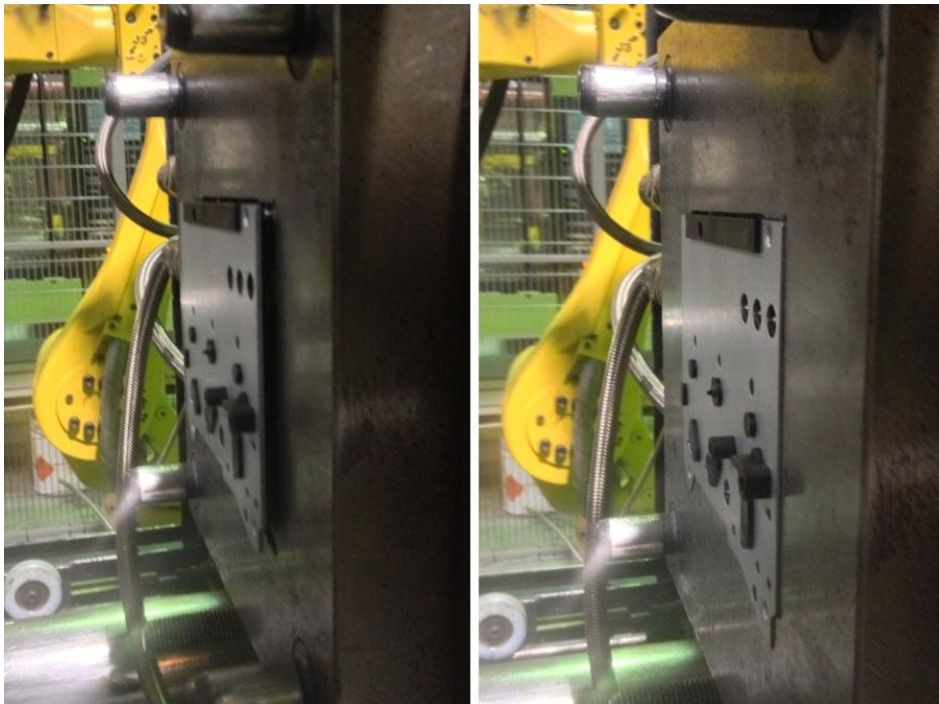
8.1 Robotin ohjelmointi

Robottiohjelmointi aloitettiin samalla tavalla kuin Junkkari Muovin muutkin robotiohjelmat, otettiin kopio jo olemassa olevasta samankaltaisesta ohjelmasta. Tämä siksi että ohjelmaan tulee kaikki tärkeät ehdot ruiskuvalukonetta koskien. Ohjelmassa on mm. muotinsulkuehdot, ulostyöntöehdot sekä hälytykset. Robotissa oli valmiina laskenta-aliohjelma, johon piti sijoittaa kappalemäärät ja niiden väliset etäisyydet. Lisäksi jouduttiin tekemään uusi työkoordinaatisto paletin mukaan. Ohjelmaan piti enää lisätä oikeat pisteet: kotipiste, aihion hakupiste, aihion vientipiste, kappaleen hakupiste, kappaleen jättöpiste sekä kaikki tarvittavat välipisteet. Ohjelman aihionhakuosiota testatessa huomattiin, ettei robotilla ole mahdollista hakea kaikkia paletin kappaleita tarttujan ensimmäisellä versiolla. Hakiessaan robottihäkin seinää lähimpänä olevia kappaleita robotin käsivarsi olisi osunut turvahäkkiin. Tarttujaan lisättiin kääntösylinteri, joka mahdollisti kaikkien kappaleiden haun paletilta. Robotilla oli myös vaikeuksia saada kohdistustapit aihion reikiin, joten laitteen viereen tehtiin vielä kappaleen kohdistusasema, jota ohjattiin robotilla.



Kuva 23. Aihion kohdistusasema

Aihion muottiin vienti oli todella hankala paikoittaa. Aihio vietiin ”jalat” edellä etumuottiin. Sen täytyi olla juuri oikeassa asennossa, jotta se saatiin menemään tarpeeksi syvälle. Kun kappaleita ajettiin käsiajona, aihio napautettiin pohjaan asti. Robotilla ajettaessa kappaletta ei saatu pohjaan asti, koska se vaati niin kovan voiman että robotti antoi törmäyshäiriön yrittäessään. Kappaletta ei kuitenkaan tarvinnut saada aivan pohjaan asti, sillä kun se saatiin riittävän lähelle muotti painoi sen pohjaan sulkeutuessaan.



Kuva 24. Vasemmalla kappale viety robotilla. Oikealla kappale viety käsin.

Ohjelmaan tehtiin vielä yksinkertainen laskuri päästöaineen suihkuttamista varten. Rekisteristä valittiin yksi muistipaikka, johon lisättiin aina 1 kun valmista kappaletta haettiin. Kun rekisterin muistipaikan arvo kasvoi haluttuun arvoon, annettiin ohjelmassa käsky suihkuttaa päästöainetta. Päästöaineen suihkutuksen jälkeen rekisterin muistipaikkaan asetettiin arvoksi 0 ja uusi laskenta alkoi.

Aluksi laskuri asetettiin niin että päästöainetta suihkutetaan 6 kappaleen välein. Luku tuli siitä kuinka usein päästöainetta suihkutettiin käsiajolla.

8.2 Robotin tarttuja

Tarttuja on kappaleen ja robotin yhdistävä tekijä. Tarttujat ovat yleensä kappalekohtaisia, eikä niitä toimiteta robotin mukana muuta kuin erikseen tilattuna. (Keinänen ym. 2001, 321.)

Tarttujan rakentaminen oli todella iso haaste. Tiedettiin etukäteen että muottiin pitää aika ajoin saada päästöainetta, ja koska solusta haluttiin automaattinen, päästöaineen syöttö piti tehdä robotilla. Tarttujalla piti saada aihio muottiin ja valmis kappale pois muotista. Samoilla imukuppeilla se ei olisi onnistunut tekemään molempia.

Tarttujan rakentaminen alkoi osalla joka veisi aihion muottiin. Koska aihion vienti muottiin oli todella tarkkaa, tehtiin osaan kartion malliset kohdistustapit. Kohdistustapit vastasivat aihion metallilevyn kahteen nurkkareikään. Itse tartunta tapahtui imukuppeilla kappaleen tasaisesta kohdasta.

Imukuppeina käytettiin SMC:n valmistamia paljeprofiilikuppeja. Niissä käytetty materiaali oli NBR, mikä on SMC-imukuppien vakiomateriaali. NBR-materiaali kestää erinomaisesti kulutusta. (SMC F2, 372.)

Tarttujan ensimmäisellä versiolla ei saatu kaikkia kappaleita paletista, joten tarttujaan lisättiin tarttujan rungon ja osan väliin SMC:n MDSUB3-90S kääntösyylinteri jolla osa saatiin pyörähtämään 90 astetta. Tarttujaan rakennettiin seuraavaksi ensimmäisestä osasta vastakkaiseen suuntaan kahden imukupin yhdistelmä, joilla sai kiinni valmiista kappaleesta.

Tarttuja tarvitsi enää päästöainepullon ja sen suihkutuskonstruktion. Tarttujassa oli ainoastaan yksi kohta, minne pullon sai mahtumaan. Gimaticin profiilista, 25 x 25 mm ja alumiinisesta L-kulmaprofiilin palasta tehtiin teline, johon sai päästöainepullon. Kiinnitys tapahtui nippusiteillä, koska päästöainepulloa piti olla vaihdettavissa. Suihkutusmekanismiksi laitettiin SMC:n MHZ2-pihtisylinteri, johon työstettiin alumiinista pulloon sopiva liipaisin. Päästöainepullon suuttimesta vedettiin 4 mm paineilmaletku lähelle imukuppeja. Näin suihkutusta saatiin oikeaan paikkaan riippumatta päästöainepullon sijainnista.

9 TUOTANNON ALKUVAIHEET JA TYÖN TULOKSET

Kaikki oli valmista tuotantoa varten. Kuristinalustojen tuotanto aloitettiin samoilla ruiskuvalukoneen asetuksilla, joita oli käytetty käsiajossa. Nopeasti selvisi että päästöainetta suihkutettiin liian usein. Sen seurauksena kappale jäi etumuottiin kiinni. Käsien ajettaessa päästöaineen määrää on helppo kontrolloida ja ainetta tarvii päästää hyvin vähän. Robotilla päästöainetta suihkuttaessa sitä tuli todella runsaasti. Jos aineen suihkutuksen ajaksi laittoi 0,1 sekuntia, ainetta ei tullut ollenkaan. Jos aika oli 0,2 sekuntia, ainetta tuli mutta liian vähän, ja 0,3 sekunnilla ainetta tuli jo turhankin paljon. Näistä vaihtoehtoista valittiin 0,3 sekuntia ja suihkutuspistettä muutettiin siten että robotti suihkutti ainetta yläviistosta ja vain osa suihkusta osui muottiin. Kappalemäärää suihkutuksien välillä lisättiin ja lopulta sopiva suihkutusväli oli 30 kappaletta. Ongelmana oli vielä se että 20 kappaleen jälkeen pehmeän aineen yksi nurkka ei pysynyt kunnolla kiinni aihiossa. Se saatiin korjattua muuttamalla ruiskuvalukoneessa kappaleen ulostyönnön nopeutta.

Kaikki työlle asetetut tavoitteet täyttyivät. Ruiskuvalusolusta tuli pitkään itsenäisesti toimiva kokonaisuus kuristinalustan valmistuksen suhteen. Varastosta löytyvien materiaalin käytön suhteen onnistuttiin erinomaisesti, koska tilattuja osia oli vain muutama. Myös laitteen asennus sujui hyvin ja nopeasti, eikä ruiskuvalusolu ollut kauaa pois tuotantokäytöstä.

LÄHTEET

Bayer. Ruiskupuristajan ohjekirja. Painos 3.88

Bralla J.G. 2007. Handbook of manufacturing processes. New York: Industrial Press, Inc.

Engel. 2013. Engel e-victory. [Verkkosivu]. Engel Austria GmbH [Viitattu 20.4.2013] Saatavissa: http://www.engelglobal.com/engel_web/global/en/2131.htm

Fastems. 2011. Ohjelmointikurssi TP-1. Kurssikirja

Juncar Oy. 2013. Yritysinfo. [Verkkosivu]. Juncar Oy [Viitattu 18.4.2013] Saatavissa: <http://www.juncar.fi/MSK/juncarweb.nsf/sp?open&cid=indexFin>

Junkkari Muovi Oy. 2013. Yritysinfo. [Verkkosivu]. Junkkari Muovi Oy [Viitattu 18.4.2013] Saatavissa: <http://www.junkkarimuovi.fi/MSK/jmuoviweb.nsf/sp?open&cid=indexfin>

Junkkari Oy. 2013. Yritysinfo. [Verkkosivu]. Junkkari Oy [Viitattu 17.4.2013] Saatavissa: <http://www.junkkari.fi/etusivu>

Järvinen P. 2008. Uusi muovitieto. Porvoo: WS Bookwell Oy

Kankaanpää, J. 2009. Opinnäytetyö. Kuristinalustojen ja läpivientipeltien työvaiheiden kehitys. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö.

Keinänen, T. Kärkkäinen, P. Metso, T & Putkonen K. 2001. Logiikat ja ohjausjärjestelmä. Vantaa: TummaVuori

Lehtonen, M. 2008. Automaation perusteet, Sähkökomponentit. [Kurssimateriaali] Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö [Viitattu 21.4.2013] Saatavissa: https://tekniikka.seamk.fi/kurssimateriaali/Lehtonen_Martti/Automaation%20perusteet/Kurssimateriaali/Autom.%20perusteet,%20s%C3%A4hk%C3%B6komponentit.pdf

Maaseudun Kone. 2013. Yritysinfo. [Verkkosivu]. Maaseudun kone [Viitattu 17.4.2013] Saatavissa: <http://www.maaseudunkone.fi/MSK/maaseudunkoneweb.nsf/sp?open&cid=indexfin>

- MSK-Group. 2013. Yritysinfo. [Verkkosivu]. MSK-Group [Viitattu 17.4.2013]. Saatavissa: <http://www.mskgroup.fi/MSK/mskgroupweb.nsf/sp?open&cid=indexfin>
- Muovimuotoilu. 2013. Ruiskuvalu. [Verkkosivu]. Taideteollinen korkeakoulu [Viitattu 15.5.2013] Saatavissa: <http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/150/214/>
- Omron. 2013. Omron Datasheet. [Verkkosivu]. Omron Ltd [Viitattu 20.4.2013] Saatavissa: http://www.ia.omron.com/data_pdf/data_sheet/s8vs_ds_csm141.pdf
- Perlos Oy. Tarkistuslista ruiskupuristimen ja muotin valmistelemiseksi sekä tuotantoon asettamiseksi.
- Pilz. 1998. Pilz Manual. [Verkkosivu]. Pilz GmbH [Viitattu 21.4.2013] Saatavissa: <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0033/0900766b800331a4.pdf>
- Primo. 2013. Värimasterbatsit ja kompaundit. [Verkkosivu]. Oy Primo Finland Ab [Viitattu 20.4.2013] Saatavissa: <http://www.primo.fi/Default.aspx?ID=2388>
- SMC. 2013. 5 port solenoid valve manual. [Verkkosivu]. SMC Corporation [Viitattu 21.4.2013] Saatavissa: <http://content.smcotech.com/pdf/SY3.5.7.9000.pdf>
- SMC. 2013. Auto Switches. [Verkkosivu] SMC Corporation [Viitattu 22.4.2013] Saatavissa: <http://datasheet.octopart.com/D-Y7P-SMC-datasheet-9567016.pdf>
- SMC. 2013. Series MSUB. [Verkkosivu]. SMC Corporation [Viitattu 23.4.2013] Saatavissa: http://www.smc-pneumatics.com/americansmc/MSU/2_MSUB_Series_Rotary_Tables.pdf
- SMC. 2013. Soft Start-up Valve. [Verkkosivu]. SMC Corporation [Viitattu 22.4.2013] Saatavissa: <http://content.smcotech.com/pdf/AV.pdf>
- Yaskawa. 2008. J1000 Pikaopas. [Verkkosivu]. Yaskawa Electric Corporation [Viitattu 21.4.2013] Saatavissa: <http://www.valveensahkokone.fi/File/J1000-pikaopas.pdf>

