

Opinnäytetyö AMK

S084S07

Kone- ja tuotantotekniikka

2011

Aleksander Tikka

SORVAUSSOLUN AUTOMATISOINTI



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka | Konetekniikka

Kesäkuu 2011 | 46 sivua

Rabbe Storgårds ja Tuukka Tuominen

Aleksander Tikka

SORVAUSSOLUN AUTOMATISOINTI

Tämä opinnäytetyö tehtiin HögforsValves Oy:n Salon tehtaalle. HögforsValves on metallialan yritys, joka keskittyy teollisuusventtiilien suunnitteluun ja valmistukseen. Opinnäytetyön tarkoituksena oli muodostaa yhteys sorvauskeskuksen, robotin ja automaattisen varaston välillä. Sekä hankkia, suunnitella ja valmistaa laitteille sopivat ja tarvittavat työkalut, kiinnittimet, paletit ja siirtolavat. Lisäksi suunniteltiin työstömenetelmät ja valmistettiin ohjelmat sekä sorville että robotille.

Projektissa robotti toimii kappaleen vaihtajana. Tällä tavalla pyrittiin nopeuttamaan vaihto- ja käsittelyaikaa ja mahdollistamaan miehittämättömän ajo. Tutkimuksessa käytettiin uutta monitoimisorvia Gildemeister CTX 1250 GammaDC ja siihen yhdistettyä automaattisen panostuksen mahdollistavaa robottijärjestelmää Fastems RPC:tä.

Tutkimuksessa otettiin selvää sorvaussolussa käytettävistä koneista ja laitteista, sekä perehdyttiin nykyaikaisiin koneistusmenetelmiin ja niiden suunnitteluun. Nämä tiedot käytettiin jatkossa projektin yhteydessä.

Työn päätavoitteet saavutettiin ja robottia käytetään vastalaippojen valmistuksessa. Kesällä on tarkoitus käynnistää miehittämätön ajo ja ajaa sisään uudet tuotteet.

ASIASANAT:

Högfors, koneistusmenetelmät, automatisointi, robottijärjestelmä, sorvaussolu, monitoimisorvi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Mechanical Engineering

May 2011 46 pages

Rabbe Storgårds and Tuukka Tuominen

Aleksander Tikka

AUTOMATION OF LATHE CELL

This thesis is made for HögforsValves Ltd, Salo factory. Högfors is a metal industries company which concentrates on design and production of industrial valves. The main goal of this thesis was to make a connection between the lathe center, a robotic arm and an automatic warehouse. As well as to acquire, design and produce suitable tools; fasteners; palettes and a transfer platform. Machining processes were also designed and programs for the robotic arm as well as the lathe were produced.

In this project the robotic arm operated as an item changer. The aim of this process was to speed up changing and handling time, as well as to enable unoccupied machining. In this research new multi-purpose lathe Gildemeister CTX 1250 GammaDC and Fastems RPC robotic system were used which enables automatic picking. Information was collected about the machine, the devices used in the turning cell and modern machining methods. All this information was used throughout the project.

The main objectives were achieved and the robotic arm is operating now in production of connection collars. In the summer it is intended to be used as an unmanned machine aiding in the production of new items.

KEYWORDS:

Högfors, machining processes, automation, robotic system, lathe cell, multi-purpose lathe

SISÄLTÖ

1 KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO	6
2 JOHDANTO	6
2.1 Högfors	6
2.2 HögforsValves	6
2.3 Työn tarkoitus ja tavoitteet	7
2.4 Työnkulku	8
3 KONEISTUSTEKNIIKAT	8
3.1 Lastuaminen	8
3.2 Sorvaus	9
3.3 Poraus	10
3.4 Jyrsintä	12
4 AUTOMATISOINTI	13
4.1 Työstövalvonta	14
4.2 Robotisointi	14
5 SORVAUSSOLU	16
5.1 Robottijärjestelmä	18
5.2 Robotti	20
5.3 Sorvi	21
5.4 Flexible Manufacturing System	22
6 311/411-LÄPPÄVENTIILIT JA NIIDEN KONEISTUS	23
6.1 311/411-läppäventiili	23
6.2 311/411- läppäventtiilin rakenne	23
6.3 Vastalaippa	24
6.4 Koneistuskierto	26
6.5 Työkalut	26
6.6 G-koodi	27
(EDU, NC ohjelman rakenne ja NC koodit.)	29
6.7 Ohjelma	29
6.8 Kiinnittimet	33
7 ROBOTIN TYÖKIERTO	34
7.1 Ohjelma	35
7.2 Lavaus	44
8 YHTEENVETO	46

LIITTEET

- Liite 1. Sorvin aliohjelmat
Liite 2. Palettilava

KUVAT

Kuva 1. DN500 ja DN 800 313 venttiilit.	6
Kuva 2. kappale pyörii akselinsa ympäri, työkalu suorittaa työliikkeen.	10
Kuva 3. pora pyörii akselinsa ympäri, lastu poistuu uria pitkiin.	11
Kuva 4. Otsajyrsinässä työkalu on kohtisuorassa työstettävää pintaa vasten.	12
Kuva 5. Lieriöjyrsinässä lastutaan pyörivän työkalun pinnalla.	13
Kuva 6. Sorvaussolun layout.	17
Kuva 7. Sorvaussolu.	18
Kuva 8. Fanuc R-2000ib/165.	20
Kuva 9. Vastalaippa on kiinni robotin leuoissa.	21
Kuva 10. Gildemeister CTX gamma 1250TC.	22
Kuva 11. 311/411-läppäventtiili.	24
Kuva 12. Rungon kokoonpanokuva.	25
Kuva 13. Leuat ja vastalaippa.	34
Kuva 14. Siirtolava, kiinnittimet ja aihiot.	45

TAULUKOT

Taulukko 1. Työtehtävät.	8
Taulukko 2. Robottijärjestelmän prosessi.	19
Taulukko 3. Koneistustyökierto.	26
Taulukko 4. Projektin yhteydessä saavutettu työkierto.	35

1 KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

Plaanaus	koneistetaan epätasainen valupinta sileäksi
DN	nimellishalkaisija
Slave	käskyjä vastaanottava laite
Master	käskyjä lähettävä laite

2 JOHDANTO

2.1 Högfors

Högfors-organisaatio koostuu energia- ja lämmönsiirtoteknologiaan erikoistuneista yrityksistä. HögforsSahala on teollisuuden ja voimaloiden lämmönsiirrinten ja paineastioiden toimittaja. HögforsSahala tuottaa runkoaihioita joita käytetään Högforsin yhtiöissä. HögforsValves valmistaa venttiilejä prosessi- ja energiateollisuuteen. HögforsGST keskittyy lämmönjakokeskuksiin, joita käytetään sekä pientaloissa että suurkiinteistöissä. HögforsSteka valmistaa korkeapaine- ja prosessiputkistoja ja paineastioita. Koko ryhmän henkilöstömäärä on noin 700 henkilöä ja liikevaihto 120 miljoonaa euroa. Högfors-organisaatio kuuluu Primecan energiatoimialaan. (Högfors OY)

2.2 HögforsValves

HögforsValves on perinteinen suomalainen metalliteollisuuden yritys, jonka liiketoiminta oli alkanut jo vuonna 1927. Högforsin liiketoiminta keskittyy venttiilien (kuva 1) suunnitteluun, valmistukseen ja markkinointiin.



Kuva 1. DN500 ja DN 800 313 venttiilit.

Ensimmäiset Salossa valmistetut venttiilit tulivat markkinoille vuonna 1935. Högfors on kasvanut monien vuosien aikana lähes sata alan ammattilaista työllistäväksi nykyaikaiseksi yritykseksi.

Högfors on merkittävä toimija Skandinaviassa, Baltiassa ja muualla Euroopassa, Venäjällä sekä Kiinassa. Högforsin tuotannosta noin 80 % menee vientiin. (HögforsValves)

2.3 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyö tehtiin HögforsValves Oy:n uudelle tehtaalle, joka sijaitsee Salossa. Projektin tarkoituksena oli nopeuttaa tehtaan tuotantoa ja parantaa laatua. Näitä tavoitteita pyrittiin saavuttamaan nykyaikaisella työstökoneistuskeskuksella, robotilla ja mahdollistamalla miehittämätöntä ajoa.

Työn tarkoituksena oli hankkia, suunnitella ja valmistaa laitteille sopivat ja tarvittavat työkalut, kiinnittimet, paletit ja siirtolavat sekä suunnitella työstömenetelmät ja valmistaa vaadittavat ohjelmat. Työtehtävien jakautuminen projektissa on kuvattu taulukossa 1:

Taulukko 1. Työtehtävät.

	Tekijä	Koneenkäyttäjä	Fastems	Muu
NC-ohjelmat	x	x		
Robotin ohjelmointi	x			
Robotin tarttujien suunnittelu	x			
Palettien suunnittelu	x			
Laitteiston asennus			x	
Työkalutarpeiden kartoitus	x	x		
Työstömenetelmien suunnittelu	x	x		

Laitteiston asennuksen hoiti Fastems Oy, joka valmistaa joustavia valmistusjärjestelmiä ja robottisoluja lastuavan työstön CNC-työstökoneiden automaation.

2.4 Työnkulku

Laitteiston asennuksen aikana hankittiin tarvittavat työkalut ja paletit sekä suunniteltiin työstömenetelmät ja valmistettiin tarvittavat kiinnittimet aihioita varten. Solun valmistuessaan päästiin sujuvasti aloittamaan ohjelmien suunnittelu sekä niiden koeajo.

3 KONEISTUSTEKNIIKAT

3.1 Lastuaminen

Lastuavalla työstöllä yleensä tarkoitetaan kappaleiden työstämistä lastuavilla työstömenetelmillä, kuten esimerkiksi sorvaamalla, jyrsimällä tai poraamalla. Lastuttaessa aihioista poistetaan lastuina ainetta esimerkiksi metallia, kunnes jäljellä on vaaditun mittainen ja muotoinen kappale. Erinomaisen työstötarkkuuden ansiosta ja lähes rajoittamattoman toiminta-alueen

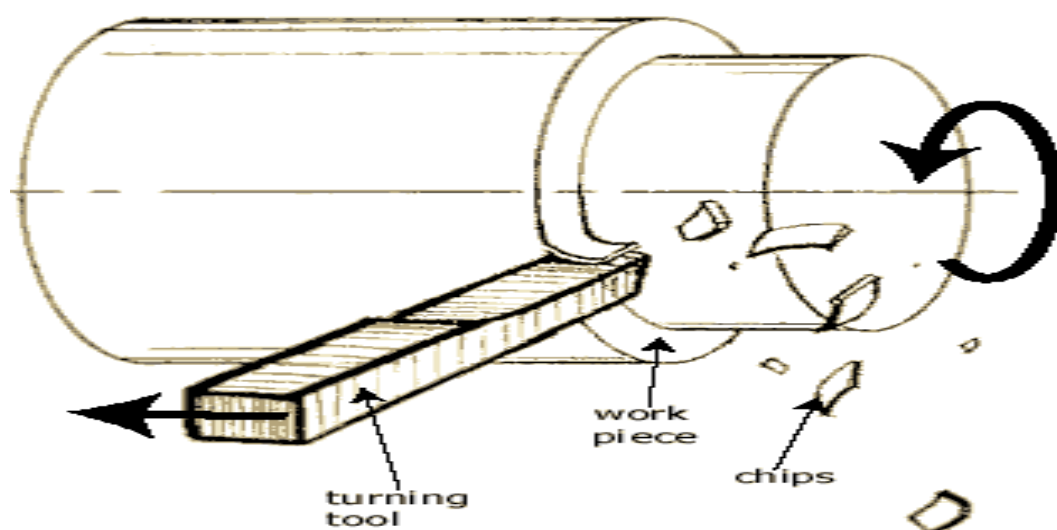
lastuaminen on kaikista työstömenetelmistä tärkein ja käytetyin työstömenetelmä.

Lastuavan työstön lopputuloksiin voivat vaikuttaa erilaiset tekijät. Suurimpia vaikuttajia ovat prosessissa käytetyt työkalut ja terämateriaalit, työkappaleen materiaali, muoto ja kiinnitys, työstökoneen ominaisuudet sekä käytetyt lastuamisarvot. Hyvän ja toimivan työstömenetelmän suunnittelu vaatii näiden tekijöiden hyvää kokemusta ja tuntemusta. (Aaltonen yms. 1997,1-2.)

3.2 Sorvaus

Kaikista lastuavista työstömenetelmistä sorvaus on yleisin. Sorveja on noin kolmannes lastuavista työstökoneista. Suurin osa sorveista on nykypäivänä numeerisesti ohjattuja sorveja eli NC-sorveja. NC-sorvit ovat syrjäyttäneet melkein kokonaan perinteiset manuaalisorvit. Manuaalisorveja käytetään nykyään lähinnä korjaustöissä ja kunnossapitotöissä. (Aaltonen yms. 1997, 175–178.)

Sorvauksessa työkappale on kiinni sorvin pakan leukoihin kiinnitettynä ja pyörii pituusakselinsa ympäri. Työkalu suorittaa syöttöliikkeen työkappaleen suhteen niin kuin kuvassa 2 voidaan havaita. Tyypillisimpiä sorvauskappaleita ovat erilaiset tiivisteholkit, väliholkit, laakerikannet, laipat, sylinterit ja akselit.



Kuva 2. kappale pyörii akselinsa ympäri, työkalu suorittaa työliikkeen. (eFunda, turning)

Sorvausmenetelmiä on useita erilaisia:

- lieriösorvaus
- tasosorvaus
- kartion sorvaus
- muotosorvaus
- reikien poraus pyörintäakselille
- sisäsorvaus
- kierteitys.

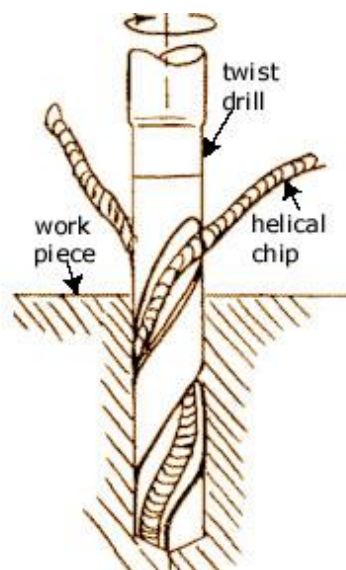
Sorvauksessa yleensä käytetään kahta erilaista työstötapaa, rouhinta- ja viimeistelysorvausta. Rouhintasorvauksen tavoitteena on mahdollisimman nopea ja mahdollisimman tehokas aineenpoisto. Rouhinnassa syöttö ja leikkuunopeus ovat suuret, jolloin työkalut sekä kone joutuvat ääriarjoille. (Aaltonen, yms. 1997, 174–178.)

Viimeistelysorvauksen tärkeimmät tavoitteet ovat pinnankarheus sekä mittatoetoleranssi. Viimeistelysorvauksessa käytetään suurta leikkuunopeutta ja ohutta lastua. (Aaltonen, yms. 1997, 177.)

3.3 Poraus

Poraus on työstöprosessi, jolloin työstetään reikiä työkappaleisiin, kuten kuvassa 3 esitetään. Kaikesta lastuavasta työstöstä porauksen osuus on noin

viides osa. Reikiä koneistetaan perinteisten manuaalisten porakoneiden ohella myös koneistuskeskuksissa, avaruskoneissa sekä sorveissa.



Kuva 3. pora pyörii akselinsa ympäri, lastu poistuu uria pitkiin. (eFunda, Drilling)
Poraaminen manuaalisella koneella on haastava ja epätarkka työstömenetelmä. Nykyaikaisilla työstökoneilla ohjausjärjestelmä paikoittaa reiät ja ne saadaan tarkasti haluttuun kohtaan. Porausmenetelmän valinnassa on otettava huomioon:

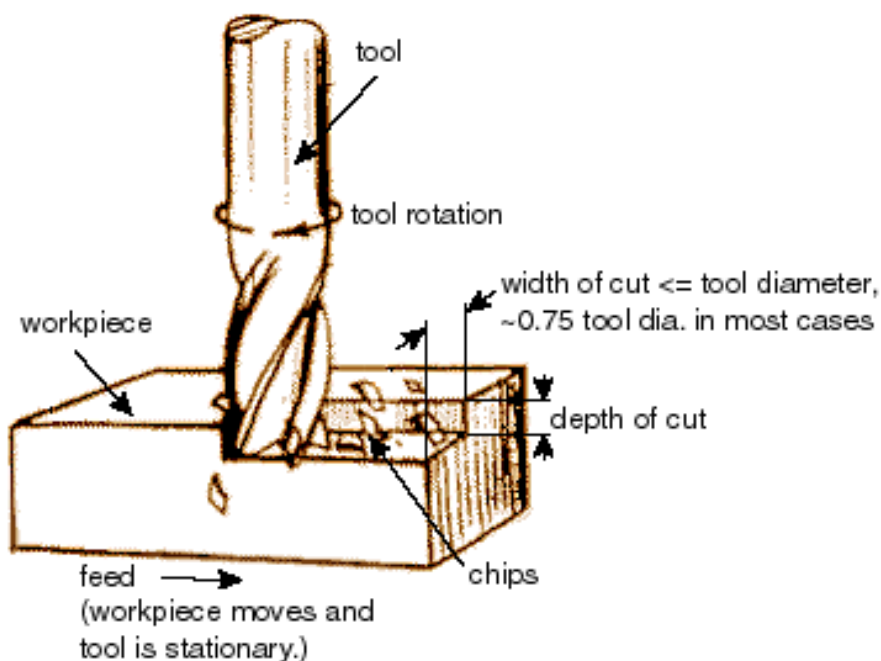
- reiän halkaisijan mitta
- vaaditut toleranssit
- lastuamiskustannukset
- työkappaleen materiaali
- osan muoto
- käytettävissä olevat työkoneet.

Onnistunut reikien poraus edellyttää tukevia, oikeanmittaisia ja oikeanmuotoisia, sekä keskeisesti pyöriviä työkaluja. Jotta saadaan dynaaminen värähtely pois,

käytetään yleensä mahdollisimman lyhyttä poran ulokepituutta. (Aaltonen, yms. 1997, 213–214.)

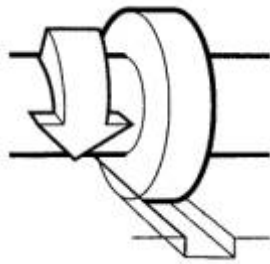
3.4 Jyrsintä

Jyrsintä on sorvauksen ohella toinen perinteinen työstömenetelmä. Siinä työkappale syöttöliikkeen ja työkalu suorittaa lastuamisliikkeen. Jyrsinnässä työkalu eli jyrsin joutuu lämpö- ja voimaiskujen kohteeksi. Työstössä jyrsin lastuaa joko kehällään (kuva 5) tai otsapinnallaan (kuva 4).



Kuva 4. Otsajyrsinnässä työkalu on kohtisuorassa työstettävää pintaa vasten. (eFunda, Milling)

Jyrsin voi olla lieriömäinen, kiekkomainen, pallomainen tai muun muotoinen pyörähdyskappale. Jyrsimen kehä, otsa tai vaippapintaan on kiinnitetty terät, joissa on lastuavat särmät. Lieriö- ja otsajyrsintä eroavat toisistaan siten, että otsajyrsinnässä (kuva 4) työkalun akseli on kohtisuorassa työstettävään pintaan nähden, kun taas lieriöjyrsinnässä (kuva 5) akseli on työstettävän pinnan suuntainen. (Aaltonen, yms. 1997, 205–206.)



Kuva 5. Lieriöjyrseinässä lastutaan pyörivän työkalun pinnalla. (Kapsi, valmistustekniikka)

4 AUTOMATISOINTI

Automatisointi kiinnostaa yrityksiä sillä se on erinomainen vaihtoehto mahdollistamaan ja lisäämään tuotannon tehokkuutta ja vähentämään tuotantokustannuksia. Investointien pitäisi olla kannattavia ja yleiset perustelut tuotannon automaation käytölle ovat:

- raskaiden ja vaarallisten työtehtävien välttäminen
- tuotannon laadun tasaisuus
- tuottavuuden parantaminen
- yritys- ja tuoteimagon ylläpito ja parantaminen
- miehittämättömien tuotantojaksojen mahdollistaminen
- tuotantolaitteiden käyttösuhteen parantaminen
- tuotantokapasiteetin lisääminen.

(Aaltonen & Torvinen 1997, 9.)

Tuotantoautomaation soveltaminen voi olla haastava ja se vaatii sekä organisaatiolta että henkilöstöltä uusien asioiden oppimista ja hallintaa, sekä oikeanlaista asennetta uusien järjestelmiä kohtaan. (Aaltonen & Torvinen, 1997, 32–33.)

4.1 Työstövalvonta

Miehittämättömän työstön mahdollistamiseksi on automatisoitava yksittäisen koneen tekemät valvontatoiminnot, esimerkiksi työkalunvalvonta, työkappaleen mittaus, aihion kiinnityksen varmistaminen ja tarvittaessa syöttöarvojen automaattinen muuttaminen.

Seuraavassa luettelossa ovat automaattisen valmistusjärjestelmän valvontatoiminnot:

- epäsuora työkalunvalvonta
- lastuamisvoiman mittaus
- tehonkulutuksen mittaus
- vääntömomentin mittaus
- värähtelyn mittaus
- lämpötilan mittaus
- lastuamisajan valvonta
- suora työkalun valvonta
- mittasäätö.

(Aaltonen & Torvinen, 1997, 76–82.)

4.2 Robotisointi

Teollisuusrobotin määritelmä on

”Teollisuusrobotti on ohjelmoitava monitoimilaite, joka on suunniteltu sekä käsittelemään että kuljettamaan osia tai työkaluja ja tarkoitettu muunneltavine, ohjelmoitavine ratoineen erilaisiin tuotantotehtäviin”

(Aaltonen, Heimonen 1948)

Robotin avulla korvataan ihmisen tekemää työtä ja se on osasyynä siihen, että robottien rakenteessa on usein yritetty käyttää ihmisen rakennetta. Yleisten nivelvarsirobottien rakenteesta löytyy ihmisen käsivarren, ranteen ja kouran

simuloivia liikkeitä. Robotin rakenteella vaikutetaan kappaleenkäsittelykykyyn ja toistotarkkuuteen.

(Aaltonen ja Torvinen 1997, 141–155.)

Robotit voidaan jaotella seuraavasti rakenteiden perusteella:

- suorakulmainen käsivarsirakenne
- sylinterikoordinaatistokäsivarsi
- pallokoordinaatistokäsivarsi
- nivel- pallokoordinaatistokäsivarsi.

Robotin tarkkuus ja kappaleenkäsittelykyky ovat erittäin tärkeitä tekijöitä sen sovelluksista ja sen rakenteesta riippumatta tarkkuus on noin ± 1 mm samalla sen kappaleenkäsittelykyky voi ylittää satoihin kiloihin.

(Aaltonen ja Torvinen 1997, 141–155.)

Robotteja voidaan käyttää erilaisissa sovelluksissa kuten:

- pistehitsaus
- kaarihitsaus
- kappaleiden siirrot
- koneiden panostus
- osien viimeistely
- tarkastus
- pinnoittaminen
- kokoonpano
- lavaus
- hionta, kiillotus, jäysteenpoisto
- robotti osana FM- järjestelmiä.

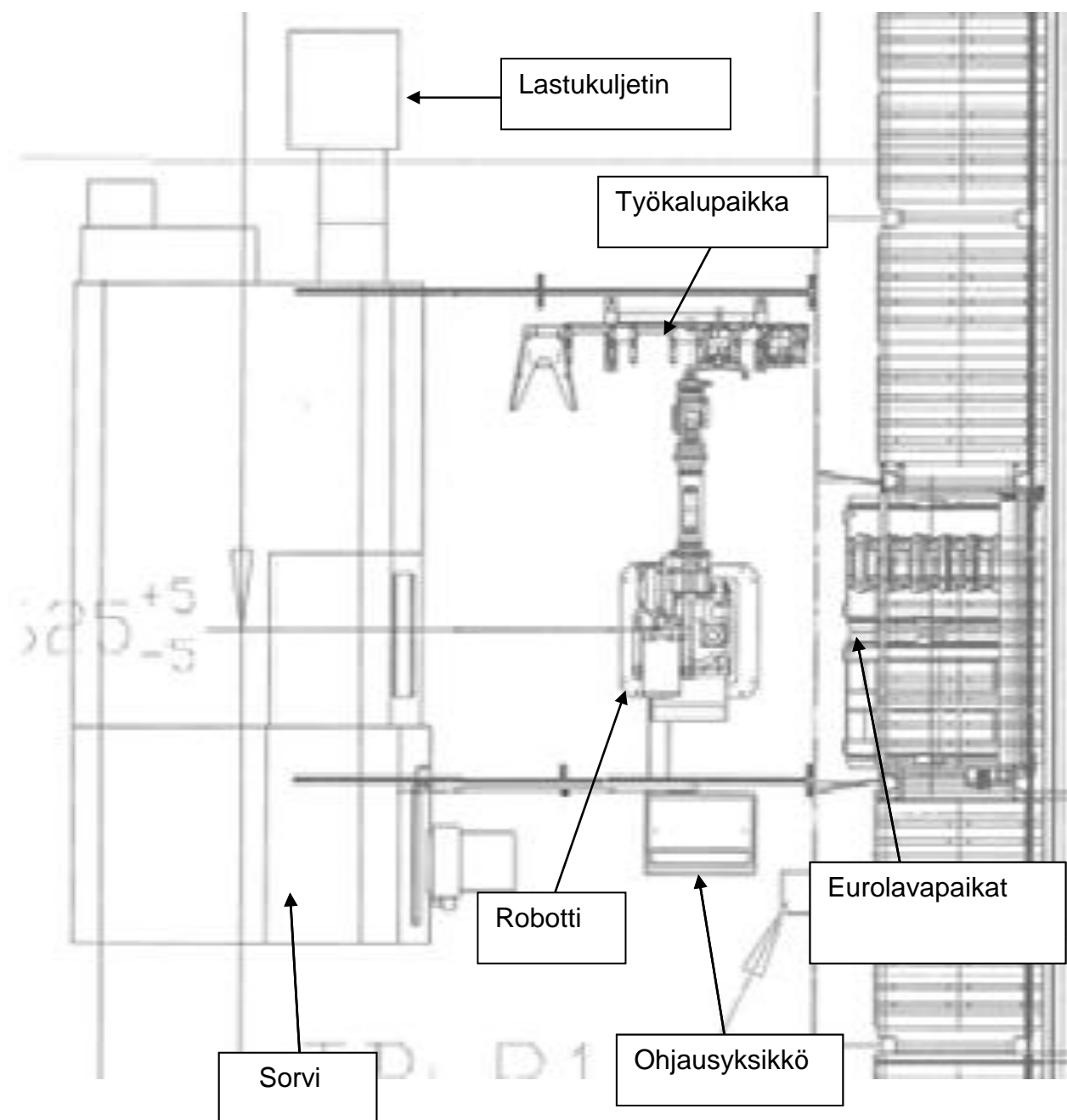
(Aaltonen & Torvinen 1997, 141–155.)

Näitä työstö- ja automaatiomenetelmiä käytettiin seuraavassa sorvaussolussa ja niiden avulla pyrittiin saavuttamaan projektia varten asetetut tavoitteet.

5 SORVAUSSOLU

Tehtaalle oli hankittu uusi sorvaussolu (kuva 6 ja 7) joka oli varustettu Fanuc-robotilla joka toimii slave:na (kuva8) ja järjestelmään liitettävästä Gildermeister CTX 1250 Gamma TC – monitoimisorvista joka taas toimii masterina (kuva10). Laitteet ovat liitettyinä Fastems-MLS-HD-järjestelmään, jolla ohjataan prosessia.

Sorvaussolu on suunniteltu läppäventtiilien runkojen, palloventtiilien runkojen, sekä läppien ja laippojen valmistukseen.



Kuva 6. Sorvaussolun layout.



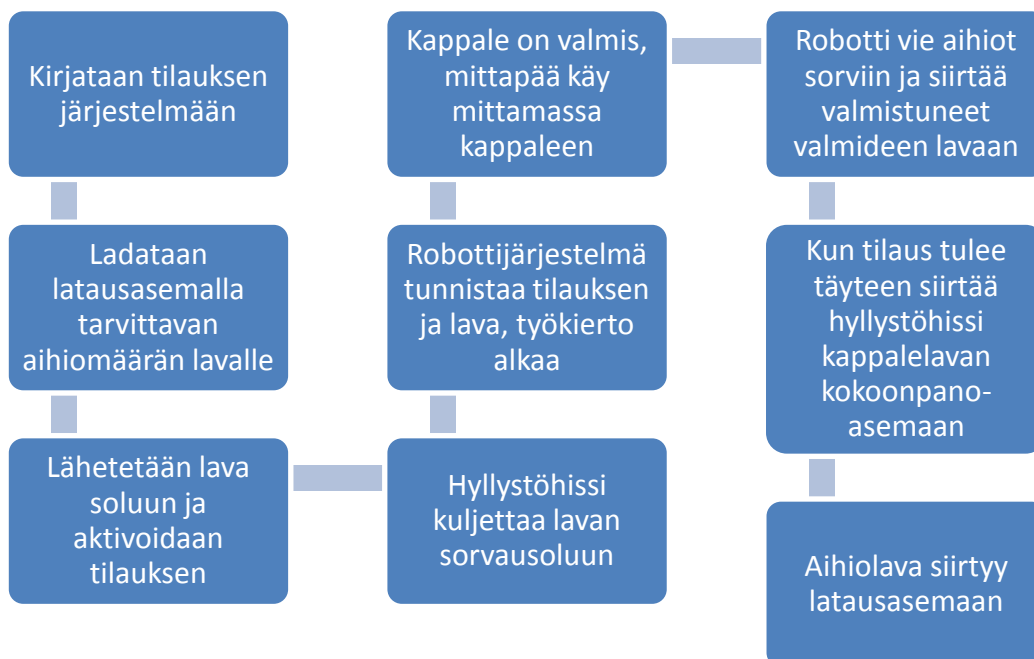
Kuva 7. Sorvaussolu.

5.1 Robottijärjestelmä

Sorvaussolussa oleva robotti on liitetty FMS-järjestelmään ja se palvelee Gildermeister CTX1250 Gamma -sorvia. Solu on varustettu kahdella eurolavapaikalla, joihin Fastems-MLS-HD-järjestelmän siirtovaunu tuo materiaalilavat.

Seuraavassa taulukossa esitetään robottijärjestelmän prosessia:

Taulukko 2. Robottijärjestelmän prosessi.



Järjestelmä kertoo robotille, mitä aihioita lavoilla on, kuinka monta niitä on. Robotti poistaa raaka-aineen järjestelmässä olevasta raaka-aineiden määrästä ja siirtää raaka-aineen soluun. Robotti siirtää valmistuneen kappaleen valmiiden lavaan ja kertoo järjestelmälle, että varastoon on tullut yksi valmis kappale.

Jos lavan käsittely on jäänyt aiemmin kesken, niin järjestelmän ohjaus huolehtii siitä, että robotti tietää, kuinka monta kappaletta lavalta on käsitelty lavan palatessa sorvaussoluun.

Ahiot lavoilla paikoitetaan jigi-levyillä, robotti hakee ahiot aihio-lavalta ja vie ne sorville. Koneistetut kappaleet palautetaan toisessa asemassa olevaan valmiiden kappaleiden lavalle.

Sorvaussolu on suojattu liiketunnistimilla ja turvaovella. Jos solussa tapahtuu ylimääräinen liike tai turvaovi avataan, niin prosessi keskeytyy välittömästi. Kun virhetilanne kuitataan ja poistetaan hälytykset, pystytään prosessia jatkamaan siitä kohdasta, mihin se jäi.

5.2 Robotti

Robotit voidaan luokitella neljään ryhmään:

- suorakulmainen käsivarsirakenne (cartesian arm)
- sylinterikoordinaatistokäsivarsi (cylindrical)
- pallokoordinaatistokäsivarsi (spherical)
- nivel-pallokoordinaatistokäsivarsi (jointed-spherical).

Projektiin oli hankittu Fanuc R-2000iB/ 165F 6-akselinen nivelvarsirobotti (kuva 8), jonka suurin hyötykuorma on 165 kg. Robotin ulottuvuus on 3095 mm ja toisto tarkkuus täydellä painolla ± 0.3 mm, robottia on suojattu liiketunnistimilla.



Kuva 8. Fanuc R-2000ib/165.

Robotin ohjauksena toimii Fanuc R-3iC -ohjausjärjestelmä, jossa on jatkuva ohjaus ja moniajomahdollisuus. Varsi on varustettu tarttujan/työkalunhallintayksiköllä (kuva 9).



Kuva 9. Vastalaippa on kiinni robotin leuoissa.

Robotin valinnassa vaikuttivat seuraavat kriteerit:

- suuri kuormankantokyky
- moniajomahdollisuus
- käytännöllisyys
- keskusteleva automaattinen ohjaus.

5.3 Sorvi

Työstökoneena solussa toimii saksalainen CNC-monitomisorvi Gildemeister CTX gamma 1250TC (kuva 10). Koneen valintaan vaikuttivat seuraavat tekijät:

- makasiinin koko
- kaksikaraisuus
- tukevuus
- huoltopalvelut
- monipuolisuus
- ohjaus.

Gildermeister-monitoimisorvi on tukeva ja siinä on sorvin ja koneistuskeskuksen ominaisuudet. Koneen rakenteessa tukevuus on erittäin tärkeä, sillä suurin osa tuotteista on haponkestävä terästä, joka laittaa koneen ja työkalut koville. Sorvi

on varustettu apukaralla ja 120 työkalun makasiinilla. Ohjauksesta vastaa Siemensin Sinumerik 840D ERGOline -ohjausjärjestelmä.



Kuva 10. Gildemeister CTX gamma 1250TC.

Sorvin tekniset tiedot:

- Työstöhalkaisija 630 mm
- Työstöpituus 1250 mm
- Paine kapasiteetti 76 bar
- Karan teho 36 kW
- Kierrokset 18000/min
- Y/B-akselit ± 200 mm / 240°
- Makasiinin koko 120 työkalua

5.4 Flexible Manufacturing System

FMS (Flexible Manufacturing System) on automaattinen valmistusjärjestelmä joka edustaa joustavaa automaation tasoa ja koostuu NC-koneista,

kappaleenkäsittelijöistä, valvontatoiminnoista ja laitteista, joustavasta materiaalsiirtotekniikasta, automatisoidusta varastosta ja tiedonkäsittelylaitteistoista. (Aaltonen & Torvinen, 1997, 241–243.)

Projektissa FMS:n hyllystöhissi hoitaa siirrot sorvaussoluun ja sorvaussolusta, mikä nopeuttaa prosessia. Varastoa käytetään palettien, aihoiden ja valmiiden kappaleiden säilyttämiseen.

6 311/411-LÄPPÄVENTIILIT JA NIIDEN KONEISTUS

6.1 311/411-läppäventtiili

Läppäventtiiliä 311 ja 411 yleensä käytetään teollisuusputkistoissa vaativiin sulk- ja säätötehtäviin. Materiaali joko hiiliterästä (311) tai haponkestävää terästä (411). Venttiili on tiivis molempiin virtaussuuntiin ja nimellispaine on 25 baaria. Nimelliskoot ovat DN 80–800. (HögforsValves)

6.2 311/411- läppäventtiilin rakenne

Laippojen väliin asennettavan 311-läppäventtiilin runko on hiiliterästä ja 411-läppäventtiilin runko (kuva 11) on haponkestävää terästä.



Kuva 11. 311/411-läppäventtiili. (HögforsValves, Silverline)

Kaksoisepäkeskeinen läppä ja akselit ovat haponkestävää terästä. Akselin tiivisteinä ovat sekä kiristettävät grafiittirenkaat, että O-renkaat. Läppäventtiili on saatavana joko vapaalla akselilla, vivulla, käsivaihteella, sähköisellä, pneumaattisella tai hydraulisella toimilaitteella. (HögforsValves)

Aikaisemmin mainittuja läppäventtiileitä käytetään pääosin paperi- ja selluteollisuudessa, kemian teollisuudessa, elintarviketeollisuudessa sekä prosessiteollisuudessa.

6.3 Vastalaippa

Vastalaippa (kuva 12) pitää rungossa tiiviste (kuva 12) paikallaan jolloin rungosta tulee tiivis ja se pitää standardin mukaisen paineen.

Vastalaipan työstössä pitää ottaa huomioon seuraavat asiat:

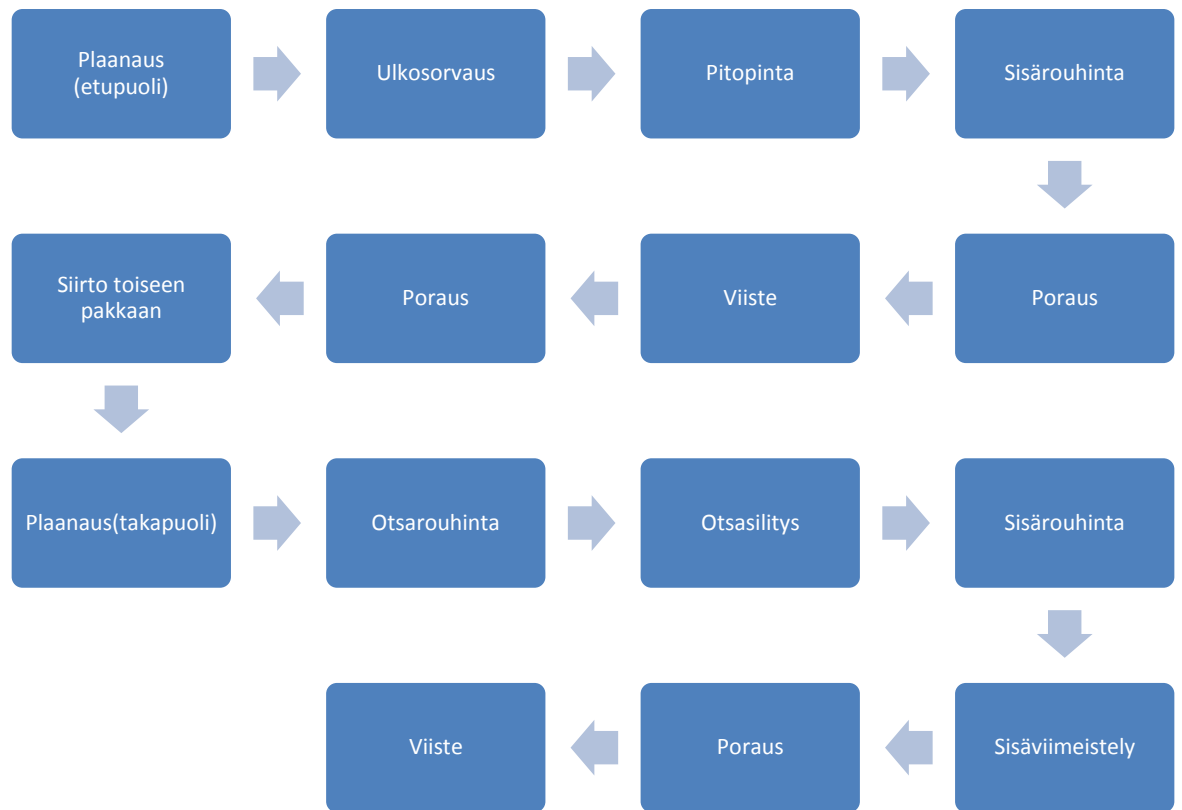
- materiaali (311 vai 411-laippa)
- mitat
- työkalut
- terät



Kuva 12. Rungon kokoonpanokuva.

6.4 Koneistuskierto

Vastalaipan koneistyötuskierto sujuu seuraavasti:



Taulukko 3. Koneistustyökierto.

Uudella menetelmällä vastalaippa valmistuu yhdellä kiinnityksellä ja yhden kappaleen valmistus kestää noin 5 minuuttia. Vanhalla tavalla vastalaippa pystyttiin valmistamaan kolmella kiinnityksellä ja kahdella eri koneella, jolloin jouduttiin tekemään pitkät sarjat sillä asetusten tekoon saattoi mennä yli pari tuntia. Yhden kappaleen sorvaus kesti noin 9 minuuttia ja poraus 3 minuuttia.

6.5 Työkalut

Vastalaipan työstössä käytetään seuraavat työkalut:

1. Rouhintatyökalu – MUMNN8050I110: Plaanauus (etu- ja takapuoli), pitopinta

2. Rouhintatyökalu – WWT1: Ulkosorvaus, otsarouhinta
3. Rouhintatyökalu – S25_CNMG: Sisärouhinta
4. Kovametallipora Ø11 – KM_pora11: Poraus(etupuoli)
5. Viistepora – WWT9:Poraus(etu- ja takapuoli)
6. Kovametallipora Ø6.8 – KM_pora6.8(etu- ja takapuolipuoli)
7. Viimeistelytyökalu – DDNNN5563I110: Otsasilitys
8. Viimeistelytyökalu – S25_TIIVISTETILA: Sisäviimeistely

6.6 G-koodi

Yleisesti NC-koneita ohjataan G-koodilla ja suurin osa G-koodeista ovat kullekin konetyypille samat. Koordinaattikoodit ilmaisevat koordinaattitietoa ja G-koodit ilmaisevat liiketila toiminnot ja valmistelevat toiminnot, kuten esimerkiksi seuraavassa lauseessa: N10 G01 X99.99 Y99.99 Z99.99 jossa N10 tarkoittaa lause numero 10, G01 tarkoittaa työstöliikettä ja X, Y, Z koordinaattisuuntia. Eniten eroa eri koneiden välillä on M-koodeissa jotka ilmaisevat konekohtaisia käskyjä, kuten esimerkiksi: N510 M06, jossa M06 tarkoittaa työkalun vaihtoa. (EDU, NC ohjelman rakenne ja NC koodit.)

Luettelossa esitetään NC-osoitteet ja niiden merkitys:

O	ohjelman numero
N	lausenumero
G	valmistelevat toiminnot, liiketila

X, Y, Z	liikekoordinaatit koordinaattiakselien suuntaan
A, B, C	lisäakselien liikekoordinaatit
U, V, W	lisäakselien liikekoordinaatit
R	ympyräkaaren säde, kulman pyöristys
I, J, K	kaaren keskipisteen koordinaatit, viisteet
F	syöttönopeus
S	karan pyörimisnopeus
T	työkalun numero
M	kytkentätoiminto
B	pyöröpöydän asema
H	pituuden kompensointinumero
D	säteen kompensointinumero
P, X	viive
P	aliohjelman numero, toistettavan lauseen lausenumero
L	toistokertojen määrä

P, Q, R kiinteän työkierron parametrit.

Seuraavassa luettelossa esitetään yleisimmät M-koodit:

M00 - ohjelman loppu
 M01 - valinnainen pysäytys
 M02 - ohjelman loppu
 M03 - karan käynnistys myötäpäivään
 M04 - karan käynnistys vastapäivään
 M05 - karan pysäytys
 M06 - työkalun vaihto
 M08 - jäähdytys päälle
 M09 - jäähdytys pois päältä
 M10 - oheislaitteen lukinta
 M11 - oheislaitteen lukinnan avaus
 M19 - karan pysäytys vakiokulmaan
 M30 - ohjelman loppu

(EDU, NC ohjelman rakenne ja NC koodit.)

6.7 Ohjelma

Tässä esitetään vastalaipan pääohjelma josta pystyy lukemaan näkyvissä olevat työstöprosessit. Pääohjelma käynnistää aliohjelmat, joilla mahdollistetaan kappaleen valmistuksen.

```
; ----- CHANNEL1 -----
;KONE:      CTX_GAMMA_1250_TC
;KAPPALE:   411 311 DN150 VASTALAIPPA
;PIIR:      5504649
;MATERIAALI:CST
;           AIHIO    21 mm
;           SP4     LEUKAPAINA 20 !!!!!
```

```

;LEUAT SP3 KOVAT +0 mm SISAP , SP4 PEHMEAT -4mm alustasta ULKOP
;
  EXTERN DUMMY (INT)
  GM HEAD ;MOD. SHOPTURN
  L1000   ;LATAA MUUTTUJAT
  L1001   ;KAYNNISTYS
  STOPRE
  SETMS(3)
  G26 S3=2000      ; RPM-LIMIT FOR G94/G95
  LIMS=2000       ; RPM-LIMIT FOR G95/G96
  STOPRE
  SETMS(4)
  G26 S4=2000      ; RPM-LIMIT FOR G94/G95
  LIMS=2000       ; RPM-LIMIT FOR G95/G96
  L711(1)         ;TKL VAIHTOON
  M1 M99          ;OPTIONAL STOP

  CHECK_MAG       ;TARKASTA MAKASIINI
NN8025:
  IF (RG704==0) OR (RG703==0) GOTOF NN8030
  MSG(" Ein Teil zuviel in der Maschine ")
  M00
  G4 F5
  GOTOB NN8025
NN8030:

;-----
; *****
; ***** PART SPECIFIC PROGRAMMING *****
; +BEGIN+ *****
; +-----+

NN8101:
  ;STOPRE
  IF RG703 <> 1 GOTOF NN9801
  L1101 ; -----Plaanauus
  STOPRE
  RG703=102
  GOTOF NN8102
NN9801: DUMMY(1101)
NN8102:
  ;STOPRE
  IF RG703 <> 102 GOTOF NN9802
  ;;; L1102 ; -----Tyhja
  STOPRE
  RG703=103
  GOTOF NN8103
NN9802: DUMMY(1102)
NN8103:
  ;STOPRE
  IF RG703 <> 103 GOTOF NN9803
  L1103 ; ----- Ulkosorvaus
  STOPRE
  RG703=104

```

```

GOTOF NN8104
NN9803: DUMMY(1103)
NN8104:
;STOPRE
IF RG703 <> 104 GOTOF NN9804
L1104 ; ----- Pitopinta
STOPRE
RG703=105
GOTOF NN8105
NN9804: DUMMY(1104)
NN8105:
;STOPRE
IF RG703 <> 105 GOTOF NN9805
L1105 ; ----- Sisarouhinta
STOPRE

RG703=106
GOTOF NN8106
NN9805: DUMMY(1105)
NN8106:
;STOPRE
IF RG703 <> 106 GOTOF NN9806
L1106 ; -----Pora_11
STOPRE
RG703=107
GOTOF NN8107
NN9806: DUMMY(1106)
NN8107:
;STOPRE
IF RG703 <> 107 GOTOF NN9807
L1107 ; ----- Viistepora
STOPRE
RG703=108
GOTOF NN8108
NN9807: DUMMY(1107)
NN8108:
;STOPRE
IF RG703 <> 108 GOTOF NN9808
L1108 ; ----- Pora_6.8
STOPRE
RG703=109
GOTOF NN8109
NN9808: DUMMY(1108)
NN8109:
;STOPRE
IF RG703 <> 109 GOTOF NN9809
L1109 ; ----- Siirto
STOPRE
RG703=0
RG704=110
GOTOF NN8110
NN9809: DUMMY(1109)
NN8110:
;STOPRE
IF RG704 <> 110 GOTOF NN9810
L1110 ; ----- Plaanaus

```



```

STOPRE
  RG704=111
  GOTOF NN8111
NN9810: DUMMY(1110)
NN8111:
  ;STOPRE
  IF RG704 <> 111 GOTOF NN9811
  L1111 ; ----- Otsarouhinta
STOPRE
  RG704=112
  GOTOF NN8112
NN9811: DUMMY(1111)
NN8112:
  ;STOPRE
  IF RG704 <> 112 GOTOF NN9812
  L1112 ; ----- Otsasilitys
STOPRE
  RG704=113
  GOTOF NN8113
NN9812: DUMMY(1112)
NN8113:
  ;STOPRE
  IF RG704 <> 113 GOTOF NN9813
  L1113 ; ----- CST-merkki
STOPRE
  RG704=114
  GOTOF NN8114
NN9813: DUMMY(1113)
NN8114:
  ;STOPRE
  IF RG704 <> 114 GOTOF NN9814
  L1114 ; ----- Sisarouhinta
STOPRE
  RG704=115
  GOTOF NN8115
NN9814: DUMMY(1114)
NN8115:
  ;STOPRE
  IF RG704 <> 115 GOTOF NN9815
  L1115 ; ----- Sisaviimeistely
STOPRE

  RG704=116
  GOTOF NN8116
NN9815: DUMMY(1115)
NN8116:
  ;STOPRE
  IF RG704 <> 116 GOTOF NN9816
  L1116 ; ----- Pora_6.8
STOPRE
  RG704=117
  GOTOF NN8117
NN9816: DUMMY(1116)
NN8117:
  ;STOPRE
  IF RG704 <> 117 GOTOF NN9999

```

```

L1117 ; -----Viistepora
STOPRE
RG703=2
GOTOF NN8080

; +-----+
; +END+      *****
; ***** PART SPECIFIC PROGRAMMING *****
; *****
NN8080:
/N800 SETPIECE(1,1)
NN8090:
N900 STOPRE
N910 IF RG703<>2 GOTOF NN8100
N920 L1058          ;UNLOAD MANUAL SP3
N925 L1048          ;LOAD MANUAL SP3
NN8100:
NN9999: M30
N930 M67

```

Aliohjelmat löytyvät liitteistä 1.

6.8 Kiinnittimet

Sorvauskoneissa kiinnitetään kappaleet itsekeskittävillä istukoilla ja yleisempiä niistä ovat voimatoimiset eli hydrauliset istukat. Istukan toiminta perustuu hammasvälitykseen kiristysruuvien ja trapetsikierteisen kierukkalevyn välillä. Kaikki kolme kiinnitysleukaa siirtyvät yhtäaikaaisesti kierrelevyn avulla. Tavallisimmin koneistuksessa käytetään kovametallileukoja, sillä ne kestävät hyvin toistuvien kiinnitysten aiheuttaman kulumisen, mikä on yleistä sarjatuotannossa. (Aaltonen & Torvinen 1997, 187–189.)

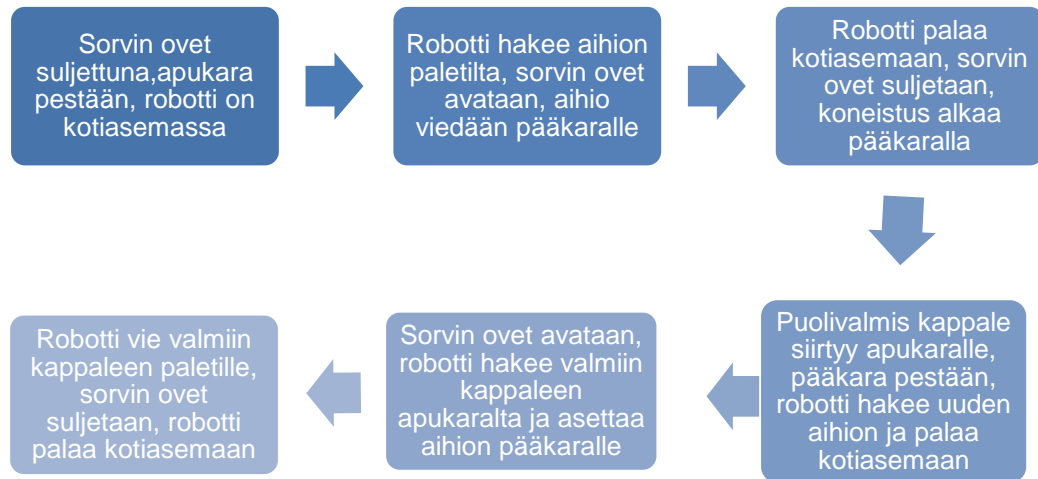
Projektia varten tarvittavat leuat (kuva 13) oli suunniteltu ja koneistettu siten, että aihion sekä puolivalmiin kappaleen kiinnitys tulisi olemaan mahdollisimman luotettava, eikä vaurioitaisi jo koneistettua pintaa. Suunnittelussa oli otettu huomioon se, että samoilla leuoilla pystyttäisiin koneistamaan erikokoisia kappaleita esim. erikokoisia vastalaippoja.



Kuva 13. Leuat ja vastalaippa.

7 ROBOTIN TYÖKIERTO

Työkiertoa (taulukko 3) suunniteltiin siten, että robotti olisi mahdollisimman tehokas ja nopea siirroissa, mutta samalla tarkkuus on erittäin merkittävä tekijä, sillä aihion kiinnittäminen leukoihiin on erittäin tärkeä loppulaadun kannalta.



Taulukko 4. Projektin yhteydessä saavutettu työkierto.

Jos työkierto keskeytyy hälytyksen tai liiketunnistimen takia niin työkiertoa voi jatkaa siitä mihin se jäi, kun hälytyksen syy on selvitetty.

7.1 Ohjelma

Seuraavaksi esitetään robotin pääohjelman josta näkee robotin työkierron.

Pääohjelma:

```

/PROG MCH_8005
/ATTR
OWNER= MNEDITOR;
COMMENT= " Vastalaippa CST";
PROG_SIZE= 4327;
CREATE= DATE 10-10-28 TIME 09:09:18;
MODIFIED = DATE 10-11-12 TIME 12:36:18;
FILE_NAME = MCH_8004;
VERSION= 5;
LINE_COUNT = 169;
MEMORY_SIZE = 4799;
  
```

```

PROTECT = READ_WRITE;
TCD:  STACK_SIZE = 0,
TASK_PRIORITY = 50,
      TIME_SLICE = 0,
      BUSY_LAMP_OFF = 0,
      ABORT_REQUEST = 0,
      PAUSE_REQUEST = 0;
DEFAULT_GROUP      = 1,*,*,*,*,*,*;
CONTROL_CODE      = 00000000 00000000;
/APPL
/MN
1:  !----- ;
2:  !           HÖGFORS SALO ;
3:  ! ;
4:  !           Fanuc R-2000iB 165F ;
5:  !----- ;
6:  ! Koneenpalvelua ;
7:  ! Tuote: Vastalaippa CST ;
8:  !----- ;
9:  ! Aihio jatto oikealle ;
10: ! Valmis haku vasemmalta ;
11: ;
12: ! Varmistetaan tuotevalinta ;
13: !----- ;
14: WAIT R[1: MCH Tuote]=8005      ;
15: ;
16: ! Vaihdetaan oikea tarttuja ;
17: ! kayttoon ;
18: !----- ;
19: ;
20: CALL T_VAIHTO(2) ;
21: ;
22: ;
23: LBL[1: Tyo kierto] ;
24: ;
25: IF DI[103: Vie aihio Oikealle]=ON AND DI[188: Lupa
aihiolavalle]=ON,

```



```
58: ;
59: JMP LBL[555] ;
60: ! Uudelleen tartunta. ;
61: !----- ;
62: CALL RGP_8005 ;
63: LBL[555] ;
64: ;
65: UTOOL_NUM=1 ;
66: UFRAME_NUM=4 ;
67: ;
68: ! Tarkistetaan etta ovi auki ;
69: !----- ;
70: WAIT DI[108: Tyotila 1 vapaa]=ON AND DI[109: Tyotila 2
vapaa]=ON ;
71: ;
72: J P[3: Ovella] 50% FINE ;
73: ;
74: ! Viedään aihio pakkaan ;
75: !----- ;
76: L P[15: Sisalle] 350mm/sec CNT10 ;
77: L P[16: Lahi] 350mm/sec FINE ;
78: L P[17: Jatto] 50mm/sec FINE ;
79: ;
80: ! Pakka kiinni, varmistus ;
81: DO[103: Tuotu aihio oikea]=ON ;
82: WAIT DI[104: Poistu oikealta]=ON ;
83: DO[103: Tuotu aihio oikea]=OFF ;
84: ;
85: ! Tarttuja auki ;
86: ! ja varmistus ;
87: Tart.1 auki ;
88: G_CHECK(1) ;
89: ;
90: ! Pois koneesta ;
91: L P[16: Lahi] 100mm/sec FINE ;
92: L P[15: Sisalle] 300mm/sec FINE ;
93: L P[3: Ovella] 500mm/sec CNT20 ;
```

```

94: ;
95: J P[12: Ovelle] 50% CNT20 ;
96: ;
97: ;
98: ! Poistuttu koneesta kuittaus ja ;
99: ! oven sulkeminen sallittu ;
100: ! ilmoitus ;
101: ;
102: DO[104: Poistuttu oikealta]=PULSE,1.0sec ;
103: ;
104: JMP LBL[999] ;
105: ;
106: !===== ;
107: LBL[20: Vasen haku] ;
108: !===== ;
109: ;
110: ! Mennaan hakemaan valmis ;
111: ! tuote pois koneesta ;
112: ;
113: ! Liike ovelle ;
114: ! avataan samalla tarttuja 2 ;
115: Tart.2 auki ;
116: G_CHECK(2) ;
117: ;
118: UTOOL_NUM=2 ;
119: UFRAME_NUM=4 ;
120: ;
121: J P[2: Ovipiste] 50% FINE ;
122: ;
123: ! Tarkistetaan etta ovi auki ;
124: !----- ;
125: WAIT DI[108: Tyotila 1 vapaa]=ON AND DI[109: Tyotila 2
vapaa]=ON ;
126: RO[5: Airblow]=OFF ;
127: ;
128: WAIT DI[97: Tartu KPL Vasem]=ON ;
129: ;

```



```
130:J P[4: Ovella] 50% CNT30 ;
131:L P[5: Valipiste] 500mm/sec CNT10 ;
132:L P[6: Lahi] 350mm/sec FINE ;
133:L P[7: Haku] 50mm/sec FINE ;
134: ;
135: ! Tarttuja kiinni ;
136: ! pieni viive ja varmistus ;
137: !----- ;
138: Tart.2 kiinni ;
139: G_CHECK(2) ;
140: ;
141: ! Pakka auki, varmistus ;
142: DO[97: Tartuttu KPL vasem]=ON ;
143: WAIT DI[98: Ota KPL Vasem]=ON ;
144: DO[97: Tartuttu KPL vasem]=OFF ;
145: WAIT 2.00(sec) ;
146: ;
147: ! Liike tuotteen kanssa ulos ;
148: ! koneesta ;
149:L P[6: Lahi] 50mm/sec FINE ;
150:L P[5: Valipiste] 350mm/sec FINE ;
151:L P[4: Ovella] 500mm/sec CNT10 ;
152:J P[2: Ovipiste] 50% CNT10 ;
153: ;
154: ! Poistuttu koneesta kuittaus ja ;
155: ! oven sulkeminen sallittu ;
156: ! ilmoitus ;
157: ;
158: DO[98: Otettu KPL vasem]=PULSE,1.0sec ;
159: ;
160: ;
161: ! Viedaan valmis tuote ;
162: ! lavalle ;
163: CALL P_JATTO ;
164: RO[5: Airblow]=OFF ;
165: ;
166: LBL[999: Loppu] ;
```

```

167: !===== ;
168: ! Kierto suoritettu ;
169: !===== ;
/POS
P[2:" Ovipiste"]{
GP1:

        UF : 4, UT : 2,

        J1=   79.997 deg,   J2=  -43.000 deg,   J3=   -0.001
deg,

        J4=   -0.000 deg,   J5=  -90.000 deg,   J6= -169.840
deg

};

P[3:" Ovella"]{

        GP1:

                UF : 4, UT : 1,                                CONFIG : 'N U T, 0, 0, 0',

                X =   478.323 mm,   Y =  1741.427 mm,   Z =   369.441
mm,

                W =   90.089 deg,   P =   28.826 deg,   R =  -89.818
deg

};

P[4:" Ovella"]{

        GP1:

                UF : 4, UT : 2,                                CONFIG : 'N U T, 0, 0, 0',

                X =  -102.812 mm,   Y =  1647.877 mm,   Z =   393.290
mm,

                W =  -89.932 deg,   P =   24.361 deg,   R =  -89.830
deg

};

```

```
P[5:" Valipiste"]{
```

```
  GP1:
```

```
    UF : 4, UT : 2,                CONFIG : 'N U T, 0, 0, 0',
    X =  -184.405 mm,  Y =  2806.593 mm,  Z =  286.266
mm,
    W =  -89.909 deg,  P =   32.913 deg,  R =  -89.075
deg
};
```

```
P[6:" Lahi"]{
```

```
  GP1:
```

```
    UF : 4, UT : 2,                CONFIG : 'N U T, 0, 0, -
1',
    X =  -312.871 mm,  Y =  2804.641 mm,  Z =  286.082
mm,
    W =  -89.909 deg,  P =   32.913 deg,  R =  -89.075
deg
};
```

```
P[7:" Haku"]{
```

```
  GP1:
```

```
    UF : 4, UT : 2,                CONFIG : 'N U T, 0, 0, -
1',
    X =  -337.803 mm,  Y =  2804.265 mm,  Z =  286.083
mm,
    W =  -89.909 deg,  P =   32.914 deg,  R =  -89.076
deg
};
```

```
P[8]{
```

```
GP1:
    UF : 4, UT : 1,                CONFIG : 'N U T, 0, 0, 0',
    X =  227.000 mm,  Y = -858.852 mm,  Z =  506.205
mm,
    W =  90.000 deg,  P =   -0.000 deg,  R = -90.000
deg
};
P[12:" Ovelle"]{
    GP1:
        UF : 4, UT : 1,                CONFIG : 'N U T, 0, 0, 0',
        X =  376.200 mm,  Y =  846.409 mm,  Z =  506.205
mm,
        W =  90.000 deg,  P =   -0.000 deg,  R = -89.844
deg
};
P[15:" Sisalle"]{
    GP1:
        UF : 4, UT : 1,                CONFIG : 'N U T, 0, 0, 0',
        X =  633.948 mm,  Y = 2814.219 mm,  Z =  286.872
mm,
        W =  90.149 deg,  P =  43.741 deg,  R = -89.750
deg
};
P[16:" Lahi"]{
    GP1:
        UF : 4, UT : 1,                CONFIG : 'N U T, 0, 0, 0',
```

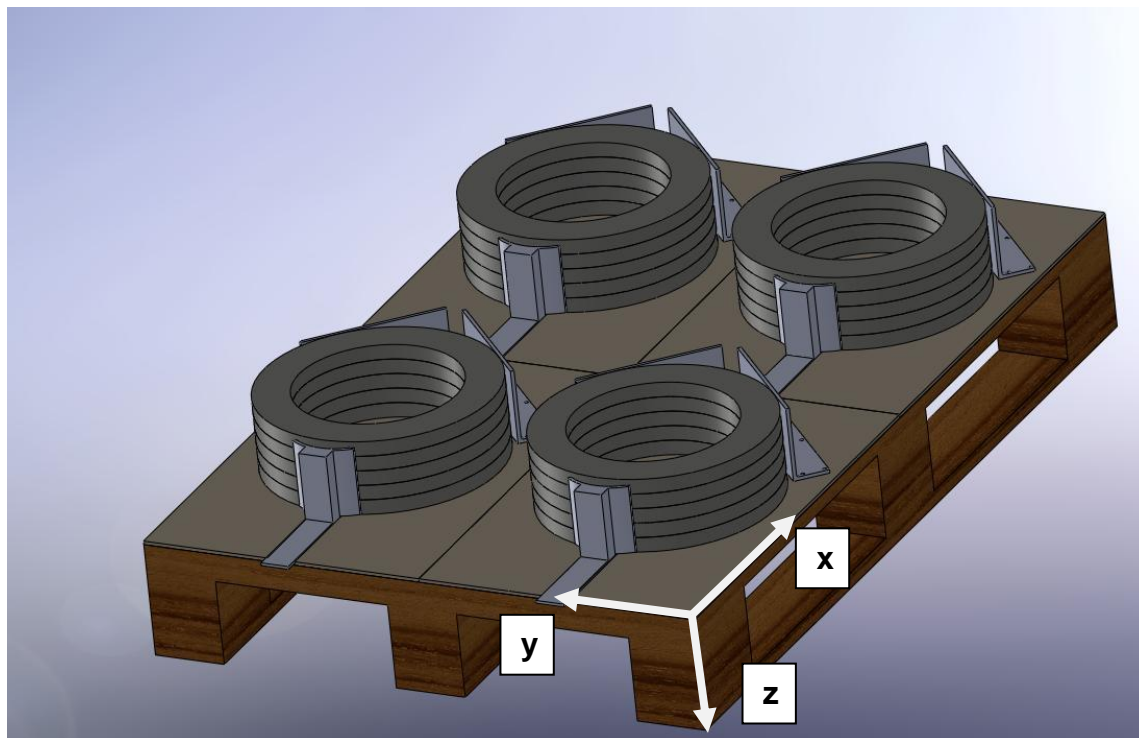
```

X = 771.730 mm, Y = 2814.583 mm, Z = 287.116
mm,
W = 90.148 deg, P = 43.741 deg, R = -89.751
deg
};
P[17:" Jatto"]{
    GP1:
        UF : 4, UT : 1, CONFIG : 'N U T, 0, 0, 0',
        X = 804.298 mm, Y = 2814.858 mm, Z = 286.965
mm,
        W = 90.141 deg, P = 43.733 deg, R = -88.813
deg
};
/END

```

7.2 Lavaus

Projektia varten tarvittavat siirtolavat (kuva 14) oli suunniteltu siten, että aihiot olisivat kiinteästi paikalla siirtojen aikana ja helposti robotille haettavissa. Robotti hakee aihiot lavalta sorviin ja vie valmiit kappaleet sorvista ja siirtää ne ohjelmoidun lavakuvion mukaisesti lavalle.



Kuva 14. Siirtolava, kiinnittimet ja aihiot.

8 YHTEENVETO

Työn päätavoitteen ja kriteerit saavutettiin onnistuneesti. Tarvittavat työkalut hankittiin ja tehtiin projektin yhteydessä. Työstömenetelmät, kiinnittimet ja paletit suunniteltiin ja tehtiin ja muokattiin myös projektin aikana. Robotti saatiin toimimaan onnistuneesti sorvin ja FMS:n välillä. Projektin aikana koeajettiin miehittämätön ajo onnistuneesti ja ilman ongelmia. Tällä hetkellä miehittämätöntä ajoa ei kuitenkaan valitettavasti käytetä sillä tilauskanta on vielä pieni ja sisartyökaluja ei ole vielä hankittu tehtaalle taloudellisten syiden takia. Robottia kuitenkin käytetään vastalaippojen automaattiseen panostukseen ja vastalaipat valmistetaan uudella työstömenetelmällä.

Kesällä on tarkoitus käynnistää miehittämätön ajo ja tehdä kolmivuorota jolloin yövuorossa ei ole valvojaa ja sorvaussolu toimii itsenäisesti. Myös muiden tuotteiden, kuten läppien ja tiettyjen palloventtiilirunkojen, automaattisen panostuksen ja käsittelyn on tarkoitus aloittaa kesällä.

Ajatuksena on myös kehittää robotille jäysteenpoistotyökalu ja jäysteenpoistokiinnitin, jolloin päästään eroon manuaalisesta jäysteenpoistosta, joka on meluisa ja aikaa vievä prosessi.

LÄHTEET

1. Aaltonen, Kalevi; Andersson, Paul; Kauppinen, Veijo; Koneistustekniikat. Porvoo: WSOY, 1997.

2. Aaltonen Kalevi & Torvinen Seppo: Konepaja-automaatio. Porvoo: WSOY, 1997.

3. www.hogforsvalves.com/

4. www.hogforsvalves.com/blueline31100

5. www.hogforsvalves.com/silverline411

6. www03.edu.fi/oppimateriaalit/nctekniikka/NCkoodit.html

7. www.hogfors.com

Kuva 2. <http://www.efunda.com/processes/machining/turn.cfm>, viitattu 1.2.2011

Kuva 3. <http://www.sinotech.com/products/archived/drilling.html>, viitattu 1.2.2011

Kuva 4. <http://www.efunda.com/processes/machining/mill.cfm>, viitattu 1.2.2011

Kuva 5. <http://plazma.kapsi.fi/temp/valmistustekniikka/otsa-%20ja%20lieri%f6jysint%e4.jpg>
viitattu 1.2.2011

Kuva 11. www.hogforsvalves.com/silverline411 viitattu 1.2.2011

