



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Elis Hägglund

TYÖSTÖKESKUKSEN KÄYTTÖOHJE

Tekniikka
2023

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Elis Hägglund
Opinnäytetyön nimi	Työstökeskuksen käyttöohje
Vuosi	2023
Kieli	Suomi
Sivumäärä	28
Ohjaaja	Satpute Shekhar

Tässä opinnäytetyöprojektissa valmistan käyttöohjeen työstökeskukselle. Ohjeen pohjalta tulee pystyä tekemään toimiva asetus kyseiselle koneelle. Ohjeen tulee olla helposti luettavaa tekstiä ja sisältää paljon kuvia.

Ohje valmistetaan 3-akseliselle CNC-jyrsimelle. Se ei tule sisältämään mitään muuta, kun asetuksen teko ohjeet. Eli tekemäni ohje ei tule korvaamaan jo olemassa olevaa koneen valmistajan laatimaa ohjekirjaa.

Ohjeen on tarkoitus nopeuttaa joko uuden työntekijän koulutusta tai mahdollistaa se, että kuka vain työntekijä voi tehdä yksinkertaisen asetuksen koneelle. Ohjeen valmistuttua tullaan se sijoittamaan koneen viereen hyllylle.

Avainsanat¹ konepaja, ohjeet, lastuava työstö, työstökoneet

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Mechanical engineering

ABSTRACT

Author	Elis Hägglund
Title	User manual for a machining center
Year	2023
Language	Finnish
Pages	28
Name of Supervisor	Satpute Shekhar

In this thesis project, I am preparing a user manual for a machining center. Based on the manual, one should be able to make a functional setup for the machine. The manual should be easy to read and include a lot of pictures.

The manual is being prepared for a 3-axis CNC milling machine. It will not contain anything other than the instructions for making the setup. Therefore, the manual I am creating will not replace the existing manual prepared by the machine manufacturer.

The purpose of the manual is to speed up the training of new employees or enable any employee to make a simple setup on the machine. Once the manual is complete, it will be placed on a shelf next to the machine.

Keywords Machine shop, instructions, Machining centers

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Työn tavoite	6
1.1.1	Tutkijan osaaminen	6
1.2	Saloteam	7
2	CNC–TYÖSTÖKESKUS.....	8
2.1	Mikä on CNC–Kone	8
2.2	Käyttötarkoitus	12
2.3	Kuinka jyrä tapahtuu.....	14
2.4	Mihin kaikkeen työstökeskus pystyy	16
2.5	Mori Seiki NV5000	19
3	OHJEKIRJA.....	20
3.1	Mikä on ohjekirja	20
3.2	Kuinka tehdä hyvä ohjekirja.....	21
4	TYÖN TOTEUTUS.....	23
4.1	Kuinka ohjekirja on tehty.....	24
4.2	Miksi ohjekirja tehtiin	26
5	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET	28

KUVIOLUETTELO.

Kuva 1 Saloteam logo.....	7
Kuva 2 Kuva manuaali jyrsimestä.	8
Kuva 3 Esimerkkikuva jyrsimen ruuvipenkeistä, johon työstettävä kappale kiinnitetään.	9
Kuva 4 Kuva sorvin pakasta, johon sorvissa työstettävä kappale kiinnitetään. ...	10
Kuva 5 3-Aksleinen työstökeskus, josta ohje on tehty.	11
Kuva 6 CNC-Sorvi.....	11
Kuva 7 Työstökeskuksen pöydällä sijaitsevat ruuvipenkit.....	12
Kuva 8 Jyrsinkoneen työkalumakasiini.	13
Kuva 9 Havainnollistava kuva tappijyrsimen mahdollisesta reitistä.....	14
Kuva 10 Jyrsintappi holkkisitukassa.	15
Kuva 11 Konekalvin, joita yleensä käytetään CNC-koneissa.....	16
Kuva 12 Avarrin.....	17
Kuva 13 3D-mittakello.	18
Kuva 14 Mori Seiki NV5000.....	19
Kuva 15 Fanuc merkkisen CNC-Koneen ohjekirja.....	20
Kuva 16 Osa opinnäytetyössä tehdyn ohjekirjan sisällysluettelosta.....	22
Kuva 17 Kuva vastaavasta koneesta jolle ohje on tehty.....	23
Kuva 18 Kuva Ohjeen yhdestä sivusta.	25
Kuva 19 Esimerkkisivu projektissa valmistuneesta ohjeesta.....	27

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoite

Opinnäytetyössäni valmistan konekohtaisen ohjeen CNC-koneen käyttöä varten. Ohje valmistetaan yritykselle nimeltä Saloteam. Ohjeen pohjalta on siis tarkoitus pystyä operoimaan konetta, josta ohje on tehty. Ohje tulee keskittymään yhteen 3-akseliseen jyrtimeen.

Ohje on suunnattu aloittaville koneistajille, joilla ei ole aikaisempaa työkokemusta. Mutta ohje on myös käytännöllinen vanhoille koneistajille, jotka eivät ole aikaisemmin olleet kyseisellä koneella. Ohjeen ymmärtämiseen ei myöskään tule tarvita minkään laista osaamista alalta. Ohje tulee siis sisältämään kaikki koneistusprosessin askeleet, selittämään mitä koodit koneistusohjelmassa tarkoittaa, miten niitä muokataan ja kuinka ratkaista yleisiä sekä konekohtaisia ongelmia.

Työn tavoitteena on nopeuttaa aloittavien työntekijöiden työntekoa. Ohje myös tekee oppimisesta helpompaa ja turvallisempaa. Ohjeiden valmistumisen jälkeen sijoitetaan ohjekirja koneen viereen muovitaskuun.

1.1.1 Tutkijan osaaminen

Olen ammatiltani CNC-koneistaja, valmistuin Salon seudun ammattiopistosta vuonna 2018. Valmistumisestani asti olen ollut Saloteamilla töissä aina kun se on vaan ollut mahdollista. Pisin yhtenäinen työjaksoni Saloteamilla on yhdeksän kuukautta. Osallistuin juuri ennen ammattikoulusta valmistumista tapahtumaan Taitaja2018, jossa voi kilpailla muita sinä vuonna valmistuvia koneistajia vastaan. Sijoitukseni kilpailussa oli yhdestoista. CNC-osaamiseni on varsin laaja, olen ollut usealla eri konetyypillä töissä ja vapaa-ajallani tykkään tutkia erilaisia koneistusmenetelmiä, joita muut yritykset käyttävät.

1.2 Saloteam

Saloteam on salolainen yritys, joka on perustettu vuonna 1991, jossa työskentelee noin 30 henkilöä. Saloteam aloitti tekemällä kunnossapitotöitä, jotka muuttuivat myöhemmin laitevalmistukseksi ja sitä kautta koneistamiseksi. 2000-luvun alkupuolella valmisti Saloteam komponentteja pääosin matkapuhelinteollisuuteen. Nykyään Saloteamin asiakaskunta muodostuu elektroniikka-, valaisin-, lääke ja autoteollisuudesta.

Suurin osa Saloteamin tilauksista on kappalemäärältään pieniä eli yhden – kolmen kappaleen tilauksia. Eli yritys on erikoistunut pieniin sarjoihin nopeilla toimitusajoilla.



Kuva 1 Saloteam logo.

2 CNC-TYÖSTÖKESKUS

2.1 Mikä on CNC-Kone

CNC (Computer numerical Control) –kone on siis työstökone, joka on tietokoneohjattu. Ennen CNC-Koneita oli niin sanotut NC-koneet, joka tarkoitti numerical control. Tuolloin ohjaukseen käytettiin reikänauhoja, jotka kertoivat koneelle mihin koordinaatteihin sen tulisi mennä. Uudemmissa CNC-koneissa on omat muistit ja tietokoneet, jotta kaikki toimii digitaalisesti. Kone lukee ohjelmasta koordinaatit ja välittää ne servomoottoreihin, jotka liikuttavat koneen haluttuun asentoon erittäin tarkasti. NC- ja CNC-koneet mullistivat metalliteollisuuden, sillä ne kykenevät tekemään nopeasti kaksi lähes identtistä kappaletta.



Kuva 2 Kuva manuaali jyrsimestä.

Nykyään CNC-koneita on kaikkiin mahdollisiin käyttötarkoituksiin. Yleisesti voi sanoa, että kaikissa CNC-työstökeskuksissa on ainakin kolme akselia (X, Y, Z). Nykyään on yleistä, että yritykset ostavat viisi akselisia koneita niiden monipuolisuuden takia. Eli niistä löytyy myös akselit A ja B tai C mitkä akselit löytyvät ovat valmistaja kohtaisia. Sillä ne peilataan karasta, joten riippuen siitä onko kyseessä vaakakarainen vai pystykarainen muuttuvat akselit. Kuinka ne ilmoitetaan, on myös valmistaja kohtaista.

CNC-Työstökeskuksella tarkoitetaan CNC-Jyrsintä. Jyrsin eroaa sorvista niin että sorvissa pyörii kappale ja jyrsimessä pyörii terä. Tämä tarkoittaa, että sorvaamalla usein valmistetaan kappaleita, jotka ovat pyöreitä tai edes lähes pyöreitä ja jyrsimällä valmistetaan kappaleita, jotka ovat usein neliön mallisia.



Kuva 3 Esimerkkikuva jyrsimen ruuvipenkeistä, johon työstettävä kappale kiinnitetään.



Kuva 4 Kuva sorvin pakasta, johon sorvissa työstettävä kappale kiinnitetään.

On olemassa myös niin sanottuja 3+2-työstökeskuksia, joka tarkoittaa, että kone on rakennettu kolmeakseliseksi mutta sen työstöpöydälle on asetettu vielä kaksi akselia. Tämä on halvempi tapa valmistaa viisiakselinen työstökone. Näissä koneissa on usein vain ongelmana se, että ne eivät kestä suuria kuormia ja niiden A-, B- tai C-akselit muuttuvat väljiksi. Ne eivät myöskään anna liikuttaa kaikkia viittä akselia samaan aikaan, joka estää viisiakselisten ratojen ajon.

CNC-koneet ovat edenneet pitkälle viimeisten vuosikymmenien aikana. Ero CNC-jyrsimen ja sorvin välillä pienenee vuosi vuodelta. Nykyään ei ole harvinaista nähdä sorvia, jolla pystyy jyrsimään lähes mitä vain tai vastaerhoisesti jyrsintä,

jolla voi sorvata lähes mitä vain. Koneistuskeskuksiin on myös liitetty hitsausmahdollisuus ja uudempi 3D-tulostusmahdollisuus.



Kuva 5 3-Aksleinen työstökeskus, josta ohje on tehty.



Kuva 6 CNC-Sorvi.

2.2 Käyttötarkoitus

CNC–Työstökeskuksella tarkoitetaan CNC–Jyrsintä. Jyrsinkone on siis kone, jossa pyörii terä eikä kappale. Sorvi taas puolestaan on kone, jossa pyörii kappale ei terä. Jyrsiminen on erittäin monipuolinen koneistusmenetelmä. Jyrsinkoneessa voi työstää lähes minkä tahansa muotoisen kappaleen.



Kuva 7 Työstökeskuksen pöydällä sijaitsevat ruuvipenkit.

CNC–Jyrsimien suurin etu verrattuna muihin koneisiin on kuitenkin niiden monipuolisuus. Useissa jyrsinkoneissa on yli 60 teräpaikkaa, joka mahdollistaa sujuvan koneistuksen, jossa ei tarvitse koko ajan vaihtaa teriä. Mitä enemmän koneessa on teräpaikkoja, sitä nopeampaa on koneella tehdä asetuksia ja työstää pitkiä sarjoja. Osalla CNC–Jyrsimistä on myös ns. pyörivä työstöpöytä, joka mahdollistaa kappaliiden sorvaamisen niin että koneen C- tai B-akseli pyörii sorvin pakan tavoin. Tässä toki suurena esteenä on koneen hinta. Koneet, joissa on pyörivä työstöpöytä, joka mahdollistaa sorvauksen ovat erittäin kalliita.

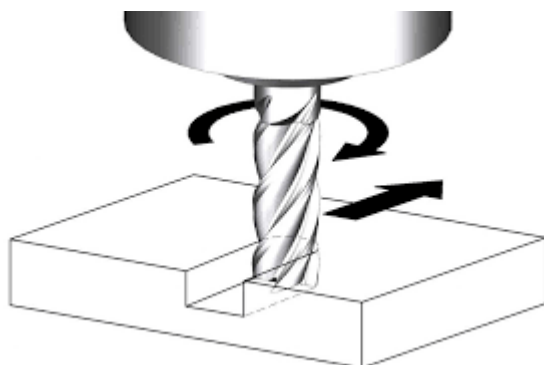


Kuva 8 Jyrsinkoneen työkalumakasiini.

CNC–Jyrsimiä on useampia erilaisiin käyttötarkoituksiin. Esimerkiksi valuraudan työstämiseen on olemassa omat koneet. Näissä suurena erona on se, että valuraudan työstössä karan ei tarvitse pyöriä nopeasti vaan sen täytyy olla erittäin tehokas. Johteiden täytyy myös kestää suuria rasituksia ja tärinää. Sitten taas alumiinin koneistuksessa täytyy karan pystyä pyörimään erittäin nopeaa vauhtia, jotta koneistus on mahdollisimman nopeaa. Alumiinissa on myös tärkeää, että koneen akselit liikkuvat nopeasti ja tarkasti kun taas valuraudassa liikkeet ovat huomattavasti hitaampia mutta paljon raskaampia johteille.

2.3 Kuinka jysintä tapahtuu

Eri jysintämetodeja on olemassa todella paljon. Tässä esimerkissä käytetään 3-leikkuusta kulmajysintä ja jysittävänä materiaalina käytetään alumiini 6082. Jotta jysintä sujuisi hyvin on tiedettävä mihin kone pystyy. Tarkoittaen että, työstökoneen karan täytyy pyöriä haluttua nopeutta eikä hidastua missään tilanteessa. Mikäli koneen kara ei jaksa pyörittää terä haluttua vauhtia menee usein terä joko tukkoon ja katkeaa tukkiutumisen takia, tai kone luulee ajaneensa kolarin ja pysähtyy sen antaessa siitä hälytyksen. Oikea työstönopeus on helposti laskettavissa terävalmistajan antamista lastuamisnopeuksista. Terä valmistajat ilmoittavat aina terän lastuamissyvyyden, sivusiirron, hammaskohtaisen syötön ja leikkuunopeuden. Kokemuksen karttuessa alkaa myös kuulla meneekö terä liian nopeasti tai hitaasti. Näiden tietojen pohjalta ohjelmoidaan jysintapille sopiva rata, jossa kone ei hyydy ja lastu pääsee virtaamaan terästä ulos, jotta alumiini ei sulaisi kiinni terään.



Kuva 9 Havainnollistava kuva tappijysinimen mahdollisesta reitistä.

Jotta koneistus onnistuisi erittäin suurilla lastuamisnopeuksilla on myös istukan oltava hyvä ja tukeva. Nyrkkisääntönä voi käyttää, että mitä lyhempi istukka sitä lujempaa voi työstää sillä karaan kohdistuva vipuvoima ei ole yhtä suuri eikä teräpidin pääse täriseämään. Teräpitimiä on olemassa useita erilaisia eri käyttötarkoituksiin. Kaikissa eri pidintyypeissä on erilaisia hyviä ja huonoja puolia. Esimerkiksi

16 mm tappijyrsimen kiinnittäminen niin sanottuun holkki-istukkaan on suuri riski. Holkki-istukassa terä kiinnitetään holkkiin, joka on kartio ja kartioon rutistetaan mutteri, joka puristaa terää ja saa niin sen pysymään paikallaan. Holkki-istukan ki-ristys voima ei välttämättä ole tarpeeksi suuri näin suuren tappijyrsimen kiinnityk-seen ja terä saattaa ns. uida istukasta ulos. Tämä tarkoittaa, että terä tulee pikku- hiljaa holkistaan ulos. Joka usein johtaa siihen, että terä menee joko tukkoon ja katkeaa tukkeutumisen takia. Tai koska kone ei enää tiedä missä koordinaatissa terän kärki on se törmää työstettävään kappaleeseen ja katkeaa.



Kuva 10 Jyrsintappi holkkisitukassa.

Jyrsinnässä siis pyörii jyrsintappi, joka ottaa haluttavasta materiaalista lastua pois haluttua nopeutta. CNC–Jyrsimillä pystyy tekemään uskomattoman tarkkoja ko- neistuksia ja pinnanlaatuja.

2.4 Mihin kaikkeen työstökeskus pystyy

Kuten jo aiemmin mainittu, pystyy erilaisilla työstökeskuksilla lukuisiin eri koneistus metodeihin. Tässä lista asioista, jotka eivät välttämättä ole itsestäänselvyksiä, johon liki jokainen CNC-Jyrsin kykenee:

- **Jäykkäkierre**, joka siis tarkoittaa, että jyrsinkone osaa orientoitua ja aloittaa kierteen aina samasta paikasta. Eli kone osaa ajaa kierretapin aina samalla tavalla kierrereikään.
- **Kalvaminen**, kalvaminen tarkoittaa, että vähän poran terän näköisellä terällä tehdään halutusta reiästä erittäin tarkka. Usein kalvettujen reikien toleranssit ovat luokkaa H7. Kalvamisella voi toki tehdä paljon väljempiäkin reikiä tai tiukempia. Kalvainten suurin etu on, kun tehdään joko pieniä esimerkiksi 2H7-reikiä tai erittäin syviä, joita ei ole järkevää jyrsiä. Kalvaus on hyvin nopeaa helppoa ja tarkkaa.



Kuva 11 Konekalvin, joita yleensä käytetään CNC-koneissa.

- **Avartaminen**, Avarruksella kuten kalvimella tehdään usein erittäin tarkkoja reikiä. Avarrukseen käytettävät terät ovat vain monipuolisempia, kun kalvimet. Avarrusterää voi liikuttaa, joka mahdollistaa samalla terällä useiden eri halkaisijoiden valmistuksen.



Kuva 12 Avarrin.

- **Poraaminen**, Työstökeskukset ovat erittäin hyviä ja tarkkoja poraamiseen. Varsinkin työstökeskukset, joissa on satoja makasiinipaikkoja, joka mahdollistaa sen, että koneessa on kaikki yleisesti käytetyt poranteräkoot aina paikassaan.

- **Mittaaminen**, Koska työstökeskukset ovat niin tarkkoja liikkeissään voi niiden kanssa myös mitata erittäin tarkasti käyttämällä 3D-mittakelloa. Mittakello on erittäin yleinen työkalu missä tahansa koneistamossa.



Kuva 13 3D-mittakello.

2.5 Mori Seiki NV5000

Mori Seiki NV5000 on tyypillinen pystykarainen kolme akselinen CNC-jyrsin. Tässä opinnäytetyössä tehty ohje on kyseiselle koneelle hyvin yksinkertaistettu käyttöohje.

Kun kyseinen kone on valmistettu vuonna 2009 on sen valmistajan ollut Mori Seiki. Nykyään yrityksen nimi on DMG Mori Seiki, joka on siis japanilainen työstökoneen valmistaja. DMG Mori Seiki mainostaa itseään nimellä DMG Mori ja heidän koneiden kyljissä lukee nykyisin DMG Mori.

NV 5000 on yksi DMG Morin useasta eri kone tyypistä. NV 5000 karan nopeusalue on 14000 1/min. Koneessa on kartion muotoinen karaholkki BT40. Koneen akselien liikevarat ovat: X:800 mm, Y: 510 mm Z:510 mm. Koneessa on sisäänrakennettu lastunkuljetus järjestelmä. Koneen kokonaispaino on 6500 kg.



Kuva 14 Mori Seiki NV5000.

3 OHJEKIRJA

Ohjekirjan on siis tarkoitus auttaa ja opettaa ketä vain sitä lukevaa tekemään jokin tietty asia. Tässä työssä ohjekirjan tehtävä on opettaa joko uutta työntekijää tai vanhaa työntekijää yhdelle koneelle. Ohjekirjan luettua tulisi työntekijän pystyä tekemään yksinkertainen asetus yhdelle Saloteamin kolme akselisista työstökeskuksista.

3.1 Mikä on ohjekirja

Ohjekirja on siis kirja, jossa lukee ohjeet jonkun tietyn asian tekemiseen. Ohjekirjan tarkoituksena on edesauttaa sitä lukevaa henkilöä suorittamaan joku tietty tehtävä. Mitä haastavampi asia sitä tärkeämpi on hyvä ohjekirja. Liki jokaisen asian mukana mitä voi ostaa tulee ohjekirja jossakin muodossa. Ohjekirjoja on useita erilaisia. Tässä opinnäytetyössä tarkoitus oli luoda ohjekirja, jota kaikki osaavat lukea. Usein CNC-koneiden mukana tulevat ohjekirjat ovat sekavia ja vaikeita lukea. Usein konevalmistajien ohjekirjat ovat vielä käännetty englanninkielisiksi niiden alkuperäisestä kielestä. Usein niiden kääntäminen tekee niistä vielä sekavimmat. Joten tässä työssä tarkoitus on kirjoittaa suomeksi selkeä ohjekirja, jossa lukijan ei tarvitse tietää mitään ohjekirjojen lukemisesta etukäteen.



Kuva 15 Fanuc merkkisen CNC-Koneen ohjekirja.

Jotta ohjekirja on hyvä, täytyy sen olla loogisessa järjestyksessä sekä hyvin kirjoitettu. Mikäli ohjekirja on epäloogisessa järjestyksessä voi siitä olla jopa enemmän haittaa, kun hyötyä. Ohjekirja, jossa on paljon havainnollistavia kuvia. On aina parempi, kun ohjekirja, joka ei sisällä ollenkaan kuvia vaan pelkkää tekstiä. Ohjekirjaa kirjoittaessa on hyvä ymmärtää, kenelle se on kirjoitettu. Käytetään esimerkkinä CNC-koneiden ohjekirjoja, jotka ovat erittäin sekavia ja vaikeita ymmärtää. Se johtuu siitä, että ohjekirjaa ei ole suunniteltu henkilölle, joka ei omaa koneistuksen sekä CNC-koneiden perustietoja.

On myös erittäin tärkeää millaista kieltä ohjekirjassa käyttää. Mikäli ohje on suunnattu ihan jokaiselle ja sen täytyy olla kieltä, jonka jokainen ymmärtää on tärkeää, että ei käytä sanoja, jotka voi ymmärtää väärin. Suomen kielessä on useita sanoja, jotka kuvaavat samaa asiaa. Täytyy valita tarkkaan mitä sanoja käyttää kunkin asian kuvailemiseen. Eri alueilla on myös eri murteita, joten suomeksi kirjoitetussa ohjeessa on tärkeää olla käyttämättä murre sanoja, jotta varmistetaan lukijan ymmärtävän mitä ohje kertoo.

3.2 Kuinka tehdä hyvä ohjekirja

Kuten jo aiemmin mainittu on ohjekirjan oltava helppolukuinen ja selkeä. Ohjeen rakenne täytyy olla helposti ymmärrettävissä ja selkeästi esitettynä. On myös usein parempi, jos ei käytä tieteistermejä vaan yksinkertaisia sanoja ja pidempiä lauseita. Ohjeen kirjoittajan tulee myös ottaa huomioon, että mitään ei saa olettaa tai pitää itsestään selvyytenä ohjeita kirjoittaessa. Ohjeissa on myös hyvä, jos on noudatettu hyvää kielioppia ja oikeinkirjoitusnormeja.

Hyvä ohjekirja sisältää myös hyvät ja selkeät otsikot. Otsikosta pitää pystyä ymmärtämään mitä kappale tulee käsittelemään. Otsikosta tulisi myös löytää vastaus kysymykseen, että onko joku tietty asia mitä yrittää löytää sen otsikon alla vai ei.

On myös hyvä tehdä paljon väliotsikoita, jotta saa helpommin paremman ymmärryksen siitä mitä pääotsikko sisältää.

Tässä työssä tehdyssä ohjeessa on otettu hyvin huomioon lukija. Jotta kuka vain ymmärtäisi ohjeen on se kirjoitettu hyvin selkeästi ja niin sanotusti ”rautalankaa vääntäen”. Eli tarkoitus oli, että ohje vastaisi kaikkiin kysymyksiin mitä saattaa herätä työstökoneetta käyttäessä.

SISÄLLYS

1	KONEEN KYTKEMINEN PÄÄLLE	4
1.1	Koneen sammuttaminen.....	17
2	TYÖTILAN OVEN AVAUS.....	18
2.1	Työtilan oven avaus kesken ajon.....	19
3	TERÄN VAIHTO JA MITOITUS	21
3.1	Terän vaihto	21
3.2	Terän mittaus.....	27
3.3	Yli 16 mm Terän mittaus	32
4	NOLLAPISTEET JA NIIDEN OTTAMINEN.....	33
4.1	Nollapisteiden paikat	33
4.2	Nollapisteiden liikkuttaminen G52:n avulla.....	34
4.3	G52 Laskeminen ja mittaaminen.....	35
4.3.1	1-Vaiheen X:n ja Y:n mittaaminen	35
4.3.2	2-Vaiheen X:n mittaaminen.....	36
4.3.3	2-Vaiheen Y:n mittaaminen.....	37
4.3.4	Z:n mittaaminen/laskeminen	38
4.4	Kellottaminen.....	39
5	TERIEN KOMPENSOINTI.....	42
5.1	Terän halkaisijan kompensointi	42
5.2	Pituuden kompensointi.....	46
6	MANUAALINEN OHJELMOINTI	47
6.1	Poraustyökierrot	47
6.2	Kompensointi käskyt.....	47
6.3	Ajo useassa leuassa	48
6.4	G – Koodit.....	49
6.5	M – Koodit.....	49
7	OHJELMASSA LIIKKUMINEN JA SEN KONEELLE SIIRTO	50
7.1	Ohjelman koneelle siirtäminen	50
7.2	Ohjelmassa liikkuminen	53

Kuva 16 Osa opinnäytetyössä tehdyn ohjekirjan sisällysluettelosta.

4 TYÖN TOTEUTUS

Tässä kappaleessa käydään läpi, kuinka ohjekirja tehtiin ja miksi se tehtiin. Kelle ohjekirja on suunnattu ja kuinka tarpeellinen se on. Ohje on siis valmistettu kolme akseliselle pystykaraiselle CNC-jyrsimelle.



Kuva 17 Kuva vastaavasta koneesta jolle ohje on tehty.

4.1 Kuinka ohjekirja on tehty

On hyvin vaikea sanoa mitä kaikkea ohjekirjan tulisi sisältää. Koneistuksessa on todella paljon asioita, jotka ovat tärkeitä tietää. Tähän ohjeeseen olen valikoinut kaikki tärkeimmät asiat. Tämän takia ohjekirjasta puuttuu asioita, joita on todella hyvä ja tärkeä tietää koneistajana. Jouduin kuitenkin karsimaan asioita pois, jotta ohje säilyy ohjeena eikä muutu oppikirjaksi.

Päätin myös työnantajani kanssa, että ohjekirjan täytyy olla helposti luettavissa ja sieltä täytyy pystyä etsimään asioita haluttaessa. Tämän takia ohjekirja sisältää paljon otsikoita. Otsikot ovat lyhyitä ja yksityiskohtaisia jotta lukijan on helppo ymmärtää mitä mikäkin otsikko sisältää.

Ennen itse ohjekirjan kirjoittamista päätimme työnantajani kanssa mitä otsikoita ja asioita ohjeesta pakko löytyä. Kun ohjeen ”luuranko” eli pakolliset otsikot olivat laadittu, oli projekti mahdollista aloittaa. Jotta ohjekirja olisi loogisessa järjestyksessä niin kirjoitin asioita ohjekirjaan samalla kun tein koneelle asetusta. Päätin myös, että ohjeen tulee sisältää mahdollisimman paljon kuvia, jotta se on helpompaa ymmärtää ja kevyempää lukea. Tästä syystä lähes joka sivulla on havainnollistava kuva asiasta, jota sivu käsittelee.

Kun ohje oli ensimmäistä kertaa valmiiksi kirjoitettu, testasin ohjeen toimivuutta valitsemalla työntekijän, joka ei ole koskaan ollut kyseisellä koneella töissä. Hänen piti tehdä asetukset koneelle pelkästään ohjeen perusteella. Tämä testi oli erittäin hyvä. Testi työntekijän kommenttien pohjalta oli minun mahdollista huomata kaikki ohjeen ongelmakohdat. Kun ongelmat kohdat olivat korjattu ja tein saman testin eri työntekijän kanssa emme enää löytäneet epäkohtia ohjeesta.

Kun molemmat päävirtakytkimet ovat käännettynä ON asentoon voi itse koneen laittaa päälle, painamalla alla olevaa kuvassa punaisella ympyröityä virta päälle painiketta. Tämä käynnistää itse koneen.



Kuva 18 Kuva Ohjeen yhdestä sivusta.

4.2 Miksi ohjekirja tehtiin

Ohjekirjalla on kaksi tarkoitusta. Nopeuttaa uuden työntekijän perehdyttämistä sekä mahdollistaa vanhojen työntekijöiden siirtämisen uudelle koneelle ilman että joku perehdyttää heidät kyseiselle koneelle. Ohjekirja on erittäin tarpeellinen yritykselle. Koska Saloteam on kohtalaisen pieni yritys, joka tekee paljon erilaisia koneistustöitä, on lähes joka kone erilainen. Tarkoittaen että lähes kaikki yrityksen koneet ovat erilaisia, joten uuden henkilön perehdyttäminen on valtava työ. Uuden työntekijän on myös hyvin vaikea oppia kaikkia eri konetyyppejä saman aikaisesti. Tämän takia olisi järkevää, että joka koneelta löytyisi vastaava ohjekirja, josta niin vanhat, kun uudetkin koneistajat voivat hakea tietoa ongelmien ratkaisua varten.

Huomasin työnantajani kanssa, että ohjekirjalle olisi käyttöä, kun menin itse uudelle koneelle ja kyselin asioita, joita useat ovat kysyneet jo ennen minua. Tuolloin sovimme, että opinnäytetyöni voisi olla ohjeiden tekeminen jollekin koneelle, jossa olisi erittäin tärkeää olla ohjeet. Päätimme että kyseinen kolme akselinen kone on riittävän yksinkertainen ja tärkeä kone. Koneeseen oli myös mahdollista kirjoittaa yksinkertaistetut ohjeet koneen käytöstä. Kyseiselle jyrsimelle on myös helpoin perehdyttää uusia työntekijöitä sen yksinkertaisuuden takia.

5 YHTEENVETO

Projektin tarkoituksena oli siis tehdä yksinkertainen ohje työstökeskuksen käyttöä varten. Projekti onnistui siinä erittäin hyvin ja ohje on nykyisin Saloteamin käytössä. Ohje sai pelkästään hyviä kommentteja ja uskon sen auttavan suuresti uusia työntekijöitä, jotka eivät välttämättä vielä muista ulkoa, kuinka joku tietty asia tehdään. Ohje ei siis poista vanhanaikaista kädestä kiinni pitäen tehtyä perehdytystä. Tarkoitus on, että perehdytystä ei tarvitse tehdä kahdesti ja että vanhat työntekijät eivät tarvitse sitä ollenkaan.

Itse ohjeen kirjoittamisessa ei kestänyt kauaa. Ohjeen kirjoittamisessa ja suunnittelussa meni noin kolme työpäivää. Ohje oli erittäin helppo ja nopea kirjoittaa sillä siihen ei tarvinnut tutkia mitään. Osasin kirjoittaa ohjeen ilman kenenkään ohjeistusta, joka mahdollisti sen, että kirjoittaminen sujui huimaa vauhtia. Eniten aikaa kului siihen, että otin havainnollistavia kuvia ohjeen joka sivulle, jotta sitä on helpompi ymmärtää.

Kun PROG painike on aktiivinen näyttää kone mikä ohjelma on tällä hetkellä aktiivisena. Jos EDIT ja PROG ovat samanaikaisesti päällä voit muokata ja hakea ohjelmia. Jotta löydät ohjelman O5001 tulee sinun painaa mustasta näppäimistöstä O painiketta ja sen jälkeen painaa näppäimiä 5001. Kun nämä ovat painettuja voit hakea muistista ohjelman, kun painat nuoli alaspäin nappia. Alla olevaan kuvaan on piirretty numero kerrallaan mitä näppäimiä tulee painaa ja missä järjestyksessä. Aloita painamalla näppäintä mikä on numeroitu numerolla 1.



Kuva 19 Esimerkkisivu projektissa valmistuneesta ohjeesta.

LÄHTEET

DMG Mori yritystietoja. Viitattu 18.2.2023 [https://en.wikipedia.org/wiki/DMG Mori Seiki Co.](https://en.wikipedia.org/wiki/DMG_Mori_Seiki_Co)

Mitä ohjekirjan tulee sisältää ja kuinka sellainen kirjoitetaan. Opinnäytetyö Ohje oppaan tekijälle. Tuuli Paakkunainen. Viitattu 17.2.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/496184/ON_Paakkunainen.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Mikä on NC-kone. Yleiset tiedot siitä kuinka NC-kone eroaa CNC-koneesta. Viitattu 16.2.2023 https://fi.wikipedia.org/wiki/Numeerinen_ohjaus

Kuva 1. Saloteam logo viitattu 15.2.2023. <https://saloteam-oy.business.site/>

Kuva 2. kuva manuaalijyrsimestä viitattu 15.2.2023 <https://koneita.com/fi/jyrsinkoneet/100-nova-bf30v-jyrsinkone-naytolla.html>

Kuva 4. Kuva sorvin pakasta, johon sorvissa työstettävä kappale kiinnitetään viitattu 15.2.2023 <https://www.directindustry.fr/prod/kitagawa-europe/product-88623-1110559.html>

Kuva 5. 3-Aksleinen työstökeskus, josta ohje on tehty viitattu 16.2.2023 https://cnc-turning.si/html_eng/vertical-center-mori-seiki-NV5000.html

Kuva 6. CNC-Sorvi viitattu 16.2.2023 <https://www.cncmasters.com/what-is-a-cnc-lathe-machine-the-ultimate-guide/>

Kuva 8. Jyrsinkoneen työkalumakasiini viitattu 16.2.2023 <https://www.cte-mag.com/news/articles/new-range-tool-change>

Kuva 9. Havainnollistava kuva tappijyrsimen mahdollisesta reitistä viitattu 16.2.2023 <http://toolnotes.com/home/machining/mills-101/introduction-to-milling-machines/>

Kuva 10. Jyrsintappi holkkisitukassa viitattu 17.2.2023 <https://www.directindustry.com/prod/nt-tool/product-53593-528407.html>

Kuva 11. Konekalvin, joita yleensä käytetään CNC-koneissa viitattu 17.2.2023 <https://www.hoffmann-group.com/DE/de/hom/Zerspanung/Bohrungsbearbeitung/Reibwerkzeuge/Maschinenreibahlen/VHM-NC-Maschinen-Reibahlen/TiAlN/p/164341>

Kuva 12. Avarrin viitattu 17.2.2023 <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/boring/finish-boring>

Kuva 13. 3D mittakello viitattu 17.2.2023 <https://www.camcut.fi/en/products/measuring/3d-mittakello>

Kuva 14. Mori Seiki NV5000 viitattu 17.2.2023 <https://www.gindumac.fi/tuote/mori-seiki-nv5000-alpha-1a-40-ES-MIL-MOR-2009-00001>

Kuva 15. Fanuc merkkisen CNC-Koneen ohjekirja viitattu 17.2.2023 <https://www.ebay.com/itm/193845648522>

Kuva 17. Kuva vastaavasta koneesta jolle ohje on tehty viitattu 19.2.2023 https://cnc-turning.si/html_eng/vertical-center-mori-seiki-NV5000.html

