

Markku Hauta

Käyttöohje Mecal MC 302 GEOS-5 -työstökeskukselle

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikan koulutusohjelma

Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto



Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Markku Hauta

Työn nimi: Käyttöohje Mecal 302 GEOS-5 -työstökeskukselle

Ohjaaja: Markku Kärkkäinen

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 35

Liitteiden lukumäärä: 2

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena tehdä hyvä ja monipuolinen käyttöohje Mecal MC-302 -työstökeskukselle. Hyvä käyttöohje helpottaa työskentelyä yrityksessä, sillä koneistajien ei tarvitse muistaa ulkoa kaikkia työstöön liittyviä toimintoja ja tapoja, vaan he voivat tarkastaa ja lukea tärkeät asiat käyttöohjeesta.

Opinnäytetyön teoriaosassa käsitellään lastuavan työstön perusteita ja periaatteita. Nämä perusteet on syytä osata ennen työstökeskuksella työskentelyn aloittamista. Teoriaosassa käsitellään myös hyvän käyttöohjeen laatimista, sillä sekava käyttöohje jää useimmiten lukematta, eikä se palvele käyttöohjeen tarkoitusta.

Käyttöohje tehdään kauhavalaiselle alumiinijulkisivurakenteita valmistavalle Stroitel Oy -yritykselle. Käyttöohjeen avulla pyritään siihen, että yrityksellä olisi mahdollisimman monta kyseisen työstökeskuksen osaavaa työntekijää, minkä ansiosta päästään joustavaan ja tehokkaaseen työskentelyyn.

Avainsanat: Käyttöohje, työstökeskus, työstäminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Information Technology

Specialisation: Mechatronics

Author: Markku Hauta

Title of the thesis: Operator's manual to Mecal 302 GEOS5 -CNC -machine

Supervisor: Markku Kärkkäinen

Year: 2011

Number of pages: 35

Number of appendices: 2

The aim of my thesis was to create a versatile operator's manual of good quality to Mecal 302 -CNC -machine. This manual was commissioned by Stroitel Oy.

A good manual helps machinists greatly in their everyday work. Therefore the theoretical part describes the making of a good manual and some basic things about machining and grinding metal. These basics are good to be known before starting work in order to prevent dangerous situations.

The main purpose of this manual is to teach the employees some basic things about Mecal 302 - CNC. Having more than one machinist for that certain machine helps the company to be more flexible and efficient.

Keywords: operator's manual, CNC-machine, machining

SISÄLTÖ

| | |
|---|-----------|
| Opinnäytetyön tiivistelmä | 2 |
| Thesis abstract..... | 3 |
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat..... | 8 |
| 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus | 8 |
| 1.3 Yritysesittely | 9 |
| 1.4 Mecal MC 302 GEOS-5 -työstökeskus..... | 11 |
| 2 HYVÄN KÄYTTÖOHJEEN LAATIMINEN | 12 |
| 2.1 Yleistä | 12 |
| 2.2 Käyttöohjeen rakenne..... | 13 |
| 3 YLEISTÄ ASIAA KONEISTAMISESTA | 15 |
| 3.1 Koneistustyöt | 15 |
| 3.1.1 Poraus | 16 |
| 3.1.2 Hionta..... | 17 |
| 3.1.3 Sorvaus | 19 |
| 3.1.4 Jyrsintä | 21 |
| 3.1.5 NC-työstö | 23 |
| 3.2 NC-työstökeskuksen ohjelmointi..... | 24 |
| 3.3 Työstökeskuksen huolto..... | 26 |
| 3.4 Lastuamisnesteet | 27 |
| 3.5 Turvallisuusohjeita työstökeskuksella toimimiseen | 29 |
| 4 YHTEENVETO..... | 31 |
| LÄHTEET | 33 |
| LIITTEET..... | 34 |

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

| | |
|-----------------------|---|
| NC | Numerical control eli numeerinen ohjaus. |
| CNC | Computerized numerical control eli tietokoneistettu numeerinen ohjaus. |
| CAD | Computer aided design eli tietokoneavusteinen suunnittelu. |
| CAM | Computer aided manufacturing eli tietokoneavusteinen valmistus. |
| Optimointi | Optimoinnilla pyritään minimoimaan esimerkiksi materiaalihukka. |
| Simulointi | Simuloinnissa pyritään jäljittelemään todellista tilannetta. |
| Referenssiajo | Referenssiajon tarkoituksena on yleisesti ajaa ohjattava kone tai järjestelmä sellaiseen tilaan, että kone itse tietää missä sijaitsee. |
| Clamps | Kiinnitinleuat, joilla työkappale kiinnitetään työpöytään tukevasti koneistuksen ajaksi. |
| Manuaaliohjaus | Manuaaliohjauksella tarkoitetaan jonkin koneen käsiajoa, eli kone ei ole automaattisesti toimiva. |
| Toleranssi | Toleranssilla tarkoitetaan tarkkuutta, mille mittavälille koneistettavan osan täytyy sijoittua, esimerkiksi $\pm 0,1$ mm:n tarkkuuteen. |
| rpm | Rounds per minute eli kierrosta minuutissa. |

TAULUKKOLUETTELO

| | |
|--|----|
| TAULUKKO 1. Kierukkaporan teroituskulmat eri aineille..... | 17 |
| TAULUKKO 2. Hiontatöissä käytettäviä ohjeellisia työstöarvoja..... | 19 |
| TAULUKKO 3. Lastuamisnopeuden ohjearvoja jysittäessä..... | 23 |

KUVAT

| | |
|---|----|
| KUVA 1. Stroitel Oy:n tuotantotilat 2008..... | 9 |
| KUVA 2. Alumiinirakenteinen valokatto ja lasiseinä..... | 10 |
| KUVA 3. Alumiinirakenteinen lasiseinä ja ovet..... | 10 |
| KUVA 4. Mecal MC 302 GEOS-5 – työstökeskus..... | 11 |

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Työstökeskukselle ei ole olemassa käyttöohjetta, joka vastaisi Stroitel Oy:n tarpeita, joten opinnäytetyöni aiheena on uuden, pajan tarpeita vastaavan käyttöohjeen laatiminen. Yrityksessä ei ole kuin yksi henkilö, joka hallitsee kyseisen työstökeskuksen käytön, joten käyttöohje tulee tarpeeseen. Kyseinen työstökeskus on ainut laatuaan Suomessa.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Työn tarkoituksena on tehdä kaksi käyttöohjetta. Ensimmäinen käyttöohje on vain muutaman sivun mittainen ja se sisältää työstökeskuksen käynnistämisen, referenssiajon ja sammuttamisen. Tämä käyttöohje laminoidaan työstökeskuksen välittömään läheisyyteen siten, että se on aina käytettävissä ja nähtävillä. Tavoitteena olisi, että kaikki pajan työntekijät osaisivat käynnistää ja sulkea työstökeskuksen, jos sitä vaaditaan.

Toisesta käyttöohjeesta tulee laajempi kokonaisuus ja se sisältää itse työstökeskuksella työstämisen. Käyttöohje sisältää koneen käytön, työstöjen suunnittelun, koneen turvallisen käytön ja koneen huollon. Käyttöohjeeseen siis sisällytetään kaikki tärkeä tieto, mitä työstämiseen kuuluu ja keskitytään niihin osa-alueisiin, jotka ovat pajalle tärkeitä.

Viimeisenä vaiheena on käyttöohjeen testaus sekä työstökeskuksen kouluttaminen työntekijöille.

1.3 Yritysesittely

Tämä opinnäytetyö tehdään Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevalle alumiinirakenteita valmistavalle perheyhtiölle; Stroitel Oy:lle. Tämä yritys on vuonna 1981 perustettu perheyritys, joka sijaitsee Kauhavalla. Rakennusalan metallitöiden pariin yritys siirtyi vuonna 1982. Alumiinisia julkisivurakenteita yritys alkoi valmistaa vuonna 1988 ja on siitä lähtien keskittynyt pääosin ainoastaan alumiinisiin rakenteisiin. Stroitel Oy valmistaa alihankintana suurimmalle asiakasryhmälleen, rakennusliik- keille, alumiinisia julkisivurakenteita (kuvat 2 ja 3). Asiakspiiriin kuuluvat myös yksityiset henkilöt ja julkiset laitokset. Stroitel Oy:n tuoteperheeseen kuuluvat pää- tuoteryhmänä alumiinivalmisteiset ovet ja -ikkunat. Lisäksi osaamiseen kuuluvat parvekekaiteiden, valokattorakenteiden, taitto-ovien ja taivutettujen erikoisraken- teiden valmistus, Mig-hitsaukset ja koneistukset, sekä työstöt nykyaikaisilla koneil- la. Yrityksellä on myös oma asennuspalvelu, joka toimittaa ja asentaa valmiit tuot- teet kohteisiinsa. Näin asiakkaat saavat tuotteensa juuri heidän kohteisiinsa mitoi- tettuina, lasitettuina, heloitettuina ja värisävytettyinä. (Laakso 2010.)

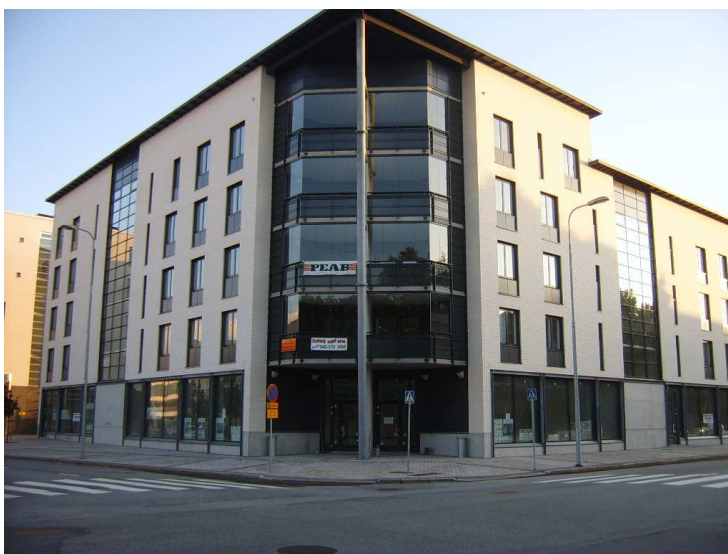


KUVA 1. Stroitel Oy:n tuotantotilat 2008. (Stroitel Oy 2008)

Stroitel Oy:n palveluksessa on kymmenkunta henkilöä, joista kolme kuuluvat perheytyksen omaan henkilöstöön. Yhtiöllä on omat 1600 m² toimitilat, mitkä sijaitsevat Kauhavan Viinikassa (kuva 1). Tuotantotilaa 900 m², varastotilaa 300 m², sekä konttori- ja sosiaalityloja yhteensä 250 m². Ensimmäinen tuotantohalli on rakennettu vuonna 1985, myöhemmin tiloja on kehitetty ja laajennettu tarpeen ja kysynnän vaatiessa. (Laakso 2010.)



KUVA 2. Alumiinirakenteinen valokatto ja lasiseinä. (Stroitel Oy 2008)



KUVA 3. Alumiinirakenteinen lasiseinä ja ovet. (Stroitel Oy 2008)

1.4 Mecal MC 302 GEOS-5 -työstökeskus

Mecal MC 302 GEOS-5 -työstökeskus on viisiakselinen CNC -työstökeskus. Työstökeskuksessa akselit ovat nimetty x- , y- , z- , c- ja a-akseleiksi. Työstökeskuksella voidaan työstää maksimissaan 7500 mm pitkiä, 1450 mm leveitä ja 620 mm paksua työkappaletta. Työstökeskuksen työstötarkkuus on millin tuhannesosan tarkkuudella ja maksimi karan pyörimisnopeus on 24000 rpm. Työstökeskus on ulkoisilta mitoiltaan 9,77 metriä pitkä, 3,17 metriä leveä, 2,66 metriä korkea ja se painaa 7980 kiloa. Työstökeskus käyttää lastuamisnesteinä kasvisrasvapitoista työstönestettä, joka tulee työkalulle sumuvoiteluna. Työstökeskuksella on myös oma johteiden voiteluöljy, jota se käyttää automaattisesti työstökeskuksen liikkuessa. Työstökeskuksessa on oma työkalumakasiini, johon on mahdollista laittaa 18 erilaista työkalua. Työkaluvalikoimassa on myös 300 mm leveä sahanterä, joka sijaitsee työkalumakasiinin ulkopuolella. Kappaleiden kiinnittämiseen on mahdollista asentaa 16 clampsia eli kiinnitinleukaa. Työstökeskuksessa on x-akselin pituinen lastunkuljetin.

MC 302 GEOS-5 on PC-pohjainen Windows-käyttöjärjestelmälle suunniteltu työstökeskus ja sillä on oma Mecal Mesoft -työstönsuunnitteluohjelmisto. Työstöjen suunnittelu on mahdollista toteuttaa joko CAD-pohjaisena tai G-koodilla. (Mecal [Viitattu 6.3.2011].)



KUVA 4. Mecal MC 302 GEOS-5 -työstökeskus.

2 HYVÄN KÄYTTÖOHJEEN LAATIMINEN

2.1 Yleistä

Uusia tuotantomenetelmiä tai tuotantotapoja kehitettäessä tarvitaan useimmiten erilaisia ohjeita tai oppaita. Siksi käyttöohjeen laatijan on siis hyvä pitää mielessä se kenelle käyttöohje tulee ja kuinka siitä tulee tarpeeksi helpposelkoinen. Käyttöohjeita tarvitaan yleensä silloin, kun työntekijää opastetaan uuteen tehtävään tai jätetään kesälomalle lähtiessä toimintaohje sijaiselle. Ihmisillä on kuitenkin taipumusta oma-aloitteisuuteen ja luottamusta omiin taitoihin ja tietoihin, siksi käyttöohje jää useimmiten lukematta ja saattaa johtaa erilaisiin vaaratilanteisiin. Käyttöohjeen tekijän on siis syytä keskittyä käyttöohjeen selkeyteen, täsmällisyyteen ja välttämään opastamiseen vaihe vaiheelta. (Kauppinen, Nummi & Savola 2005, 102–104.)

Käyttöohjeen tarkoitus on välittää tuotteen käyttäjälle tietoa käsiteltävästä asiasta, se koostuu erilaisista teksteistä, kaavioista, kuvista ja yleisistä tunnuksista, joiden tuntemusta vaaditaan koneen oikeaoppiseen ja turvalliseen käyttöön. Käyttöohjeen lukija pitää motivoida lukemaan käyttöohje huolellisesti vaaratilanteiden välttämiseksi. Hyviä keinoja lukijan motivointiin on runsas kuvitus ja selkeän kielen käyttäminen. Tyypillisiä virheitä käyttöohjeissa ovat jäsennyksen epä johdonmukaisuus sekä hajanaisuus. Useimmiten myös lukijalta edellytetään sellaisia tietoja, joita hänellä ei ole. (Kauppinen, Nummi & Savola 2005, 102–104.)

Hyvässä käyttöohjeessa pitää tulla ilmi käytännön asiantuntemus käsiteltävästä asiasta. Heti johdanto-osassa täytyy tulla selväksi mitä ohje koskee ja kenelle se on pääasiassa tarkoitettu. Ennen ohjeen kirjoittamista on tärkeää hallita itse käyttöohjeen käsittelemä asia ja miettiä tyypillisiä tilanteita erilaisiin käyttötilanteisiin. Ohjetta jäsentäessä on aina ensin selitettävä laitteen normaalikäyttö, rajoitukset ja tavalliset ongelmat, mitä laitteen käytön yhteydessä saattaa esiintyä. Rakenteeltaan käyttöohjeen täytyy noudattaa toimintojen aikajärjestystä. Käyttöohjeen testaaminen on myös aika ajoin suotavaa, sillä testausvaiheessa ilmenee usein käyt-

töohjeen puutteet ja mahdolliset virheet. (Kauppinen, Nummi & Savola 2005, 102–104.)

2.2 Käyttöohjeen rakenne

Laajat käyttöohjeet sisältävät normaalisti johdannon, laitteiston kuvauksen, luettelon materiaaleista ja työkaluista, vaiheittain opastuksen sekä ongelmien etsimisen. Yksinkertaisimmat käyttöohjeet sisältävät normaalisti ainoastaan vaiheittain opastuksen. (Kauppinen, Nummi & Savola 2005, 105–107.)

Käyttöohjeen johdanto on ohjeen kulmakivi. Jos johdanto on liian pitkä ja sekava, saattaa ohjeen käyttäjä uupua heti alkumetreillä ja käyttöohje jää helposti lukematta. Johdannosta kannattaa siis tehdä melko lyhyt, mutta ei kuitenkaan liian suppeaa, sillä liian niukka informaatio saattaa tehdä koko ohjeesta sekavan ja vaikeasti ymmärrettävän. Johdantoon täytyy sisällyttää käsiteltävä aihe ja käyttöohjeen tavoite, käyttötavat ja turvallisuus. Ohjeen kirjoittajalla on velvollisuus yrittää kaikin tavoin estää lukijaa tekemästä sellaista, mikä saattaa johtaa vaaratilanteeseen. Ohjeeseen täytyy sisällyttää siis helposti ymmärrettäviä ja yksinkertaisia varoituksia ja opastaa lukijaa suojautumaan ja välttämään vaaratilanteita. (Kauppinen, Nummi & Savola 2005, 105–107.)

Laitteiston kuvaus käyttöohjeessa on hyödyllinen, koska lukijan on hyvä tietää mistä osista, materiaaleista ja oheislaitteista laitteistokokonaisuus koostuu. Kuvien ja piirrosten sisällyttäminen käyttöohjeeseen laitteistosta on hyödyllistä, sillä lukijan on helpompi hahmottaa laitekokonaisuus kuvasta kuin pelkästä tekstistä lukemalla. Käyttöohjeeseen on myös suotavaa sisällyttää luettelo mahdollisista työkaluista, mitä laitteiston käyttämiseen saatetaan tarvita. (Kauppinen, Nummi & Savola 2005, 105–107.)

Vaiheittain etenevä opastus on käyttöohjeen ydinosa. Jokaisen vaiheen tulisi olla niin yksinkertainen, että sen kykenee ymmärtämään yhdellä lukemalla sekä toteuttamaan kyseisen vaiheen välittömästi. Jokainen vaihe tulisi numeroida erikseen,

sillä se helpottaa vaihe vaiheelta etenemistä käyttöohjeen parissa. Jokaisessa vaiheessa olisi hyvä käyttää piirroksia, kuvia tai periaatekuvauksia, sillä ne selventävät hyvin missä mikäkin osa tai asia sijaitsee. (Kauppinen, Nummi & Savola 2005, 105–107.)

Käyttöohjeen loppuun tulee ongelmien etsinnän osio. Tämä osio kertoo lukijalle, miten tulee toimia, kun asiat eivät mene odotetulla tavalla. Tavallisimmat vikatilan- teet voidaan esittää taulukkomuodossa. Tavallisimmat ongelmat löytyvät täten helposti ja vaivattomasti. (Kauppinen, Nummi & Savola 2005, 105–107.)

3 YLEISTÄ ASIAA KONEISTAMISESTA

3.1 Koneistustyöt

Kun materiaalia muovataan eri muotoihin, katkotaan osiin, tai kun siitä irrotetaan lastuja, puhutaan työstöstä. Työstö siis käsittää materiaalin muovaamisen, leikkaamisen sekä lastuamisen. Kaikki nämä toimenpiteet voidaan tehdä joko käsin tai koneellisesti. Koneellisesti lastuavaa työstämistä kutsutaan yleisesti koneistukseksi. Koneistus voidaan jakaa karkeasti muutamaan erilaiseen ryhmään. Näitä ryhmiä ovat pääasiassa poraus, hionta, sorvaus, jyrsintä, aventaminen sekä koneiden automaattinen ohjaus eli NC-tekniikka. (Maaranen 2004, 9-12.)

Lastuava työ on koneistajalle vaativaa sekä monipuolista, aina NC-koneen ohjelmointiin saakka. Lastuavan työstön periaatteet ovat tärkeitä hallita vaativimmissakin tehtävissä. Yksi keskeisimmistä asioista nykyaikaisen metalliteollisuuden konepajassa ovat koneistustyöt. Työstökoneet ovat useimmiten sijoitettu konepajaan erilaisiksi työsoluiksi ja ovat suurelta osin automaattisesti ohjattavia. Monissa paikoissa on kuitenkin edelleen käytössä manuaalisia työstökoneita. Manuaaliset työstökoneet on yleensä tarkoitettu yksittäisten osien valmistus- ja muokkaustehtäviin. Tällaisia koneita ovat esimerkiksi sorvit, jyrsinkoneet ja hiomakoneet. (Maaranen 2004, 9-12.)

Koneistuksessa pyritään hyvin tarkkoihin toleransseihin. Esimerkiksi koneenosien valmistustoleranssit ovat normaalisti sadasosamillimetrin tai joskus jopa tuhannesosamillimetrin sisällä. Monesti vaatimuksena on osien liittyminen toisiinsa hyvin tarkalla sovitteella. Tehtäisiin luodaan aina tietynlainen laatujärjestelmä. Teollisuuden laatuvaatimuksia ohjaavat useimmiten ISO 9000 -sarjan laatustandardit, joiden mukaisesti tehtaaseen luodaan laatujärjestelmä. Koneistajien ammattitaito on siis avainasemassa tarkkojen toleranssien takia. Hyväksytyyn työn perusteella annetaan laatusertifikaatti eli laatutodistus. (Maaranen 2004, 9-12.)

3.1.1 Poraus

Kaikki koneet ja laitteet kootaan monista osista. Monet osat vaativat tietynlaisen reiän, jotta osat saadaan liitettyä toisiinsa. Liitosten vaatimukset vaihtelevat laitteiden erilaisten kuormitusten mukaisesti. Erilaisia reikiä voidaan valmistaa useilla erilaisilla menetelmillä kuten poraamalla, leikkaamalla tai polttoleikkaamalla. Yleisin reiän valmistamismenetelmä on poraaminen. Poraus on lastuava työstömenetelmä, jolla tehdään pyöreitä reikiä eri materiaaleista koostuviin työkappaleisiin. Poria on oltava siis erilaisia eri käyttötarkoituksiin. Porattavat materiaalit voivat olla kovia tai pehmeitä, joten poran materiaalin on oltava sellaista, että se pystyy lastuamaan tiettyä ainetta. Sarjatuotannossa suurin osa rei'istä tehdään esimerkiksi koneistuksen yhteydessä. Kappale tulee kiinnittää siten, että reiät voidaan tehdä muun työstämisen ohessa. Yleisimmät metallipajan porakoneet ovat pylväs-, penkki- ja säteisporakoneet. (Maaranen 2004, 42-50.)

Yleisin poratyökalu on kierukkapora. Tavallisen kierukkaporan raaka-aine on pikateräs. Pikateräksestä valmistettu kierukkapora sopii erinomaisesti metallien poraamiseen. Poraustyön tarkkuuden ja tehokkuuden takaa oikein teroitettu pora. Myös erilaisille aineille sopiva pora vaikuttaa poraustyön tarkkuuteen ja tehokkuuteen. Poran ollessa terävä, pora lastuaa kevyesti ja tekee täten reiästä oikean kokoisin. Terävä pora on myös turvallinen, sillä tylsä pora helposti lämpenee ja voi täten katketa ja aiheuttaa vaaratilanteen. Kierukkaporan voi teroittaa joko käsin penkkihiomakoneella tai teroituslaitteella. Oikeat teroituskulmat tietyille aineille ovat porausta helpottavia ja nopeuttavia tekijöitä. Kierukkaporan tylsymisen huomaa siitä, että poran syöttövoimaa täytyy kasvattaa. Poran terävänä pitäminen on siis yksi hyvin tärkeä työturvallisuus kysymys. Ajoissa tehty teroitus vie aikaa vain hetken ja työskenteleminen poran kanssa on turvallista. (Maaranen 2004, 42-50.)

| Porattava materiaali | Kärkikulma | Kierukkakulma | Päästökulma |
|--|------------------|--------------------|---|
| Teräs Messinki Pronssi Uushopea Sinkki | 118 ⁰ | 20-30 ⁰ | Koville pienempi (6-8 ⁰) |
| Valuteräs | 118 ⁰ | 18-40 ⁰ | |
| Valurauta | | | |
| Kupari Alumiiniseokset Muovi, pleksi | 140 ⁰ | 12-40 ⁰ | Pehmeille suurempi (8-12 ⁰) |
| Kovakumi Marmori | 80 ⁰ | 12 ⁰ | |

Taulukko1. Kierukkaporan teroituskulmat eri aineille. (Maaranen 2004, 50.)

Koska pora on lastuava työkalu, siihen kohdistuu suuria työstövoimia. Siksi on tärkeää olla huolellinen työstöarvoja määriteltäessä. Työstötilanteessa pora lastuaa työstettävää materiaalia pois pyörimis- ja syöttöliikkeen myötä. Pyörimisliikkeellä tarkoitetaan poran pyörimistä ja syöttöliikkeellä tarkoitetaan poran tunkeutumista työstettävään materiaaliin. Syötön yksikkönä käytetään millimetriä kierrosta kohden eli mm/r. Kierukkaporan molemmat leikkuupinnat leikkaavat jokaisella kierroksella lastun, minkä paksuus on puolet syötön suuruudesta. (Maaranen 2004, 42-50.)

3.1.2 Hionta

Koneistajan on tärkeää hallita hiomakoneiden käyttö, sillä koneistaja valmistaa hiomakoneilla sileäpintaisia ja tarkkamittaisia työkappaleita. Samoin koneistaja tarvitsee erilaisia hiomakoneita työkalujen teroittamiseen ja puhdistushiontaan. Hiominen kuuluu myös lastuavaan työstömenetelmään, sillä hiomalla työstettävän kappaleen pinnasta poistetaan ainetta. Hiomalaikka koostuu monista pienistä hiomajyvistä, jotka syöttöliikkeen vaikutuksesta poistavat työstettävän aineen pinnasta pieniä lastuja. Hionnan englanninkielinen termi on grinding. Varsinaisena erona muihin lastuaviin työstömenetelmiin on se, että hiomalaikassa on useampi leikkaava pinta (hiomajyvät). Hiomalaikan hiomajyvien leikkuusärmät ovat määrittele-

mättömissä asennoissa, joten hiomalaikan hiomajyvät muodostavat erilaisia rinta- ja päästökulmia työstettävään aineeseen nähden. Tämä saa aikaan sen, että lastuaminen tapahtuu kaapimalla. Hionnan käyttöalueet voidaan määrittellä karkeasti erilaisiin ryhmiin. Näitä ryhmiä ovat karkaistujen ja koneistettujen koneenosien pinnanlaadun ja mittatarkkuuden parantaminen, työkalujen teroitushionta, terävien särmien poisto työkappaleista sekä valukappaleiden sovitus-, rouhinta- ja puhdistushionta. Hiomakoneita on olemassa moneen eri käyttötarkoitukseen ja käyttöalueeseen. Hiomakoneen valintaan vaikuttaa suuresti se, miten tarkkamittaiseksi työkappale täytyy hioa. Esimerkiksi NC-hiomakoneella valmistetaan erilaisia hammaspyöriä muun muassa vaihteistoihin, ja silloin on päästävä erittäin tarkkoihin mittalukemiin. (Ansaharju & Maaranen 2001, 107-129.)

Hiomakoneita käytettäessä on syytä kiinnittää huomiota työturvallisuuteen. Yleisimmät työtapaturmat hiottaessa ovat silmävauriot. Hiomakoneet aiheuttavat normaalisti silmätapaturmia sirujen ja kipinöiden lentäessä hiomalaikasta tai hiomakoneesta. Tärkeimmät suojavälineet hiomisessa ovat suojalasit tai kasvonsuojaimet. Ennen hiomistyön aloittamista on syytä varmistaa, että hiomalaikka on ehjä ja oikein asennettu; rikkomasuojukset, hiomatuet ja silmäsuojukset ovat oikein säädetyt ja paikoillaan sekä pölynpoistolaitteet ovat kunnossa. Käsihiomakoneita käytettäessä on myös tärkeää huomioida työturvallisuus. Käsihiomakonetta ei saa käyttää, jos koneen suojaus on poistettu. Käsihiomakoneella hiottaessa on varmistettava, että kipinäsuihku ei vahingoita ympäristöä tai ympärillä työskenteleviä työntovereita. Laikan vaihdon ajaksi on kone irrotettava käyttöverkosta ja kun työskenteleminen on lopetettu, on käsihiomakone syytä irrottaa käyttöverkosta. (Ansaharju & Maaranen 2001, 107-129.)

Hiomalaikka tarvitsee lastutukseen riittävän lastuamisnopeuden eli kehänopeuden. Kehänopeuden kasvaessa on vaara, että hiomalaikan koossa pitävä sidosaine ei kestä kovaa kehänopeutta ja täten särkyä. Hiomalaikan särkyessä seuraukset voivat olla hyvinkin tuhoisia. Siksi kaikille hiomalaikoille on valmistajien toimesta määritetty suurin sallittu kehänopeus, jota ei sovi ylittää. Esimerkiksi keraamisidosteille hiomalaikoille on määritetty maksimikehänopeus 35 m/s ja bakeliittisidosteille 50 m/s. Suositeltava kehänopeus on järkevää pitää hieman alhaisempana, kuin

ilmoitettu maksimiarvo. Ohessa on taulukko ohjeellisista arvoista hiontatöissä. (Ansaharju & Maaranen 2001, 107-129.)

| | Pyöröhionta | Sisäpuolinen Hionta | Pyörtöhionta | Tasohionta |
|-----------------------------|---|---|--|---|
| Hiomalaikan Kehänopeus max. | 35 m/s | 35 m/s | 35 m/s | Kehähionnassa 35m/s Otsahionnassa 20-30 m/s |
| Työkappaleen kehänopeus | 15-30 m/min | 30 m/min | Säädetään säätö- laikalla, jonka kehänopeus on 2-150 m/min | |
| Pöydän syöttö | 1/3-1/2 hiomalaikan leveydestä/työkappaleen kierros | 1/3-1/2 hiomalaikan leveydestä/työkappaleen kierros | Läpisyöttönopeus määrä- tyy säätölaikan kallistuskulmasta ja pyörimisnopeudesta | Pitkittäissyöttö 10-20 m/min Poikittäissyöttö 1/5-1/2 hiomalaikan leveydestä/pöydän edestakainen liike |
| Lastuamissyvyys | 0,01-0,03 mm/ työkappaleen kierros | Lastuamissyvyys on haettava kokeilemalla | Lastuamissyvyys on haettava kokeilemalla | Kehähionnassa 0,01-0,05 mm/hiontakerta Otsahionnassa 0,02-0,1 mm/hiontakerta |

Taulukko 2. Hiontatöissä käytettäviä ohjeellisia työstöarvoja. (Ansaharju & Maaranen 2001, 129.)

Leikkaavilla työvälaineillä, esimerkiksi poralla, on totuttu siihen, että lastuamissyvyys on useita millimetrejä. Hionta eroaa tässä suhteessa, sillä lastuamissyvyudet ovat pieniä; lastuamissyvyudet vaihtelevat 0,01 millimetristä ylöspäin. Lastuamissyvyys riippuu muun muassa hiottavasta aineesta, hiontatavasta, halutusta pinta- laadusta, kappaleen kiinnityksestä ja koneesta. Syötön työstöarvot riippuvat myös monista seikoista. Näitä seikkoja ovat hiontatapa, työkappaleen koko, lastuamissyvyys, koneen tukevuus ja teho, kappaleen kiinnitys, työvara ja pinnan laatuvaatimus. Hiontatöissä käytetään erilaisia syöttötapoja, kuten sivuttaissyöttö ja pöydän syöttö, jotka pätevät taso- ja pyöröhionnassa. (Ansaharju & Maaranen 2001, 107-129.)

3.1.3 Sorvaus

Sorvaaminen on yksi yleisemmistä lastuavan työstön menetelmistä. Sorvaamalla valmistetaan hyvin tarkkamittaisia pyörähdyskappaleita, jotka ovat koneenraken-

nuksessa peruskomponentteja. Tällaisia komponentteja ovat esimerkiksi erilaiset akselit, holkit ja renkaat. Tällaisille komponenteille nopein ja taloudellisin valmistusmenetelmä on sorvaus. Monissa sorvattavissa komponenteissa on kartioita, kierteitä ja tarkkoja sovitteita, joten komponenttien mittatarkkuudella ja pinnanlaadulla on korkeat laatuvaatimukset. Periaatteellisesti sorvauksessa työstettävä kappale kiinnitetään istukkaan, joka saatetaan pyörivään liikkeeseen. Työkalu kiinnitetään sorvin teräkelkkaan, joka huolehtii työkappaleen lastuamisesta. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 132-161.)

Teollisuudessa käytetään paljon erilaisia sorveja eri käyttötarkoituksiin. Sorvityypit voidaan karkeasti ryhmitellä erilaisiin ryhmiin. Tällaisia sorvityyppejä ovat esimerkiksi kärki-, revolveri-, taso-, karuselli- ja NC-sorvi. Yleisin sorvityyppi on kärkisorvi, sillä se on hyvin monipuolinen. Kärkisorvilla voidaan sorvaamisen lisäksi myös jyrsiä, hioa, porata, kalvia ja kierteittää työkappaleita. Nykyisin manuaalisia sorveja ei juurikaan ole tuotantokäytössä, sillä ohjelmoitavat sorvit ovat syrjäyttäneet manuaalisorvit tehokkuutensa ansiosta. Manuaalisorveja on käytössä vielä yksittäisten kappaleiden valmistuksessa sekä erilaisissa huolto- ja korjaustöissä. Manuaalisorveja on myös hyvä käyttää erilaisissa koulutustarkoituksissa, sillä itse periaate työstettäessä on sama ohjelmoitavassa että manuaalisorvissa. Myös työkappaleiden kiinnitystekniikat ja periaatteet ovat molemmissa sorvausmenetelmissä lähes samanlaiset. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 132-161.)

Työkappaleen kiinnittäminen sorviin on syytä suunnitella huolella. Hyvä kiinnitys on turvallinen, nopea tehdä sekä helppo toistaa samanlaisena jokaiselle työstettävälle työkappaleelle. Sorvaamisessa sekä kaikessa muussakin lastuavassa työstämisessä on työkappale kiinnitettävä niin, että se ei pääse liikkumaan tai irtoamaan työstön aikana. Irtoava tai liikkuva työkappale aiheuttaa vaaratilanteita kaikille työkoneen ympärillä oleville. Vaikka kaikki koneen suojaimet olisivatkin käytössä, saattaa vauhdilla sinkoava kappale kimpoilla ja aiheuttaa mittavia vahinkoja. Kiinnitys ei saa myöskään aiheuttaa muotovirheitä tai ylimääräisiä jälkiä työkappaleeseen. Erilaisille työkappaleille on siis etsittävä sopiva kiinnitysmenetelmä ja -väline, jotta sorvaamisesta tulee turvallista ja tehokasta. Yleisin sorvin kiinnitysväline on kolmileukaistukka. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 132-161.)

3.1.4 Jyrsintä

Jyrsintä on hieman porausta muistuttava työmenetelmä, jossa pyörivä, usein monihampainen, työkalu irrottaa lastua työstettävästä materiaalista. Jyrsintä on siis lastuava työstömenetelmä. Jyrsimällä voidaan valmistaa muun muassa tasomaisia tai käyriä pintoja, uria, upotuksia ja reikiä. Jyrsinkoneen työkalua kutsutaan jyrsinteräksi. Teollisuudessa on käytössä paljon erilaisia jyrsinkoneita, jotka on suunniteltu erilaisiin käyttötarkoituksiin. Jyrsinkonetyypit voidaan karkeasti jakaa kolmeen erilaiseen ryhmään. Näitä ryhmiä ovat polvimaiset jyrsinkoneet, runkomalliset jyrsinkoneet sekä erikoisjyrsinkoneet. Polvimaiset jyrsinkoneet on useimmiten tarkoitettu pienehköille työkappaleille, kun taas runkomalliset jyrsinkoneet ovat erittäin tukevarakenteisia ja suurempia kuin polvimaiset jyrsinkoneet. Erikoisjyrsinkoneet on taas suunniteltu vain tietynlaisiin jyrsintätehtäviin. Erikoisjyrsinkoneet ovat myös erittäin monipuolisia ja automaattisia työstökoneita, joilla suoritetaan erikoistöitä, tällaisia jyrsinkoneita ovat muun muassa NC-työstökeskukset. NC-työstökeskukset ovat hyvin pitkälle kehitettyjä koneita, joiden ohjaus tapahtuu numeerisesti. Tällaiset työstökeskukset ovat erinomaisia töihin, joissa tarvitaan useita työvaiheita ja työkaluja. Työkalut on kiinnitetty joko työkalumakasiiniin tai työkalurumpuun, mistä työstökeskus käy vaihtamassa työkalun tiettyä työvaihetta varten. (Maaranen 2004, 173-203.)

Jyrsinkoneella työskentely edellyttää riittäviä perustaitoja ja -tietoja koneen käyttötekniikasta, terien ja työkappaleiden kiinnityksestä, työstöarvoista ja yleisesti lastuavasta työstämisestä. Jyrsinkonetta käytettäessä on oltava varma, että tuntee koneen ja sen mahdolliset riskit, esimerkiksi jyrsinkonetta käynnistäessä täytyy varmistaa, ettei mikään koneen syöttö ole päällä, poran pyörimissuunta on oikea ja lastusuojat ovat paikoillaan ja ehjät. (Maaranen 2004, 173-203.)

Jyrsinnän aikana työkappale ei saa liikkua eikä irrota paikaltaan. Näin sattuesssa saattaa työkalu rikkoutua, työturvallisuus vaarantua tai jyrsittävän osan mittatarkkuus kärsiä. Kappaleen kiinnitystapoja on monia, joten siksi on tärkeää, että kappaleen kiinnittäminen tehdään huolellisesti ja yritetään saada kappale mahdollisimman tukevasti kiinni. Jyrsinnässä, porauksessa ja sorvauksessa on samoja

kappaleen kiinnittämiseen liittyviä tapoja, mutta jyrinnässä on joitakin erityisvaatimuksia kiinnityksen suhteen. Jyrinnässä on aina useita leikkaavia teriä ja kiinnitystä rasittavat voimat ovat epätasaisia ja iskumaisia, sen takia myös rasitus on suurempi mitä se olisi tasaisella voimalla. Kiinnitys täytyy suunnitella myös siten, ettei se ole jyrinnän esteenä; on myös huomioitava, että erilaisista jyrintätavoista riippuu myös se, painaako jyrin työkappaletta alaspäin vai vetäkö jyrin työkappaletta ylöspäin. (Maaranen 2004, 173-203.)

Jyrinterän lastuamisnopeus määräytyy pyörimisnopeuden ja jyrimen halkaisijan mukaan. Lastuamisnopeuden valintaan vaikuttavat muun muassa jyrittävä raaka-aine, jyrinterän raaka-aine sekä käytännön olosuhteet, joissa jyrintä tapahtuu. Lastuamisnopeutta valittaessa tulee koneistajan ottaa huomioon käytännön perusasioita. Kovaa materiaalia jyrittäessä on syytä valita pienempi lastuamisnopeus mitä pehmeämmälle aineelle. Jos valitaan liian suuri lastuamisnopeus, jyrimen hampaat tylsyvät nopeasti. Jos taas valitaan liian pieni lastuamisnopeus on jyrimen lastuamisteho vähäisempi, joten jyrity pinnanlaatu on silloin huonompi. Kun jyrittävä kappale on kiinnitetty tukevasti voidaan käyttää suurempaa lastuamisnopeutta. Samoin tukeva ja hyväkuntoinen jyrinkone sallii suuremman lastuamisnopeuden. Lastuamisnopeuteen vaikuttaa myös jäähdytys, sillä se estää jyrintä kuumenemasta liikaa. Jos jäähdytys on puutteellinen, tulee lastuamisnopeutta laskea. Taulukko 3 näkee lastuamisnopeuksien ohjeellisia arvoja pikaterästerillä ja kovametallisilla kääntöterillä jyrittäessä (m/min). Pienemmät arvot sopivat rouhintaan ja suuremmat viimeistelyyn. (Maaranen 2004, 173-203.)

| Työstettävä materiaali | Pika teräs | | Kovametallit | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------|---------|---------|--------|--------|---------|
| | Lieriö- / Kiekko-/ Muotojyrin | Otsa- / Varsijyrin | P10 | P20 | P30 | P40 | K10 | K20 |
| Teräs lujuus 400 N/mm ² | - | - | 120-200 | 120-200 | 120-200 | 80-120 | - | - |
| lujuus 600 N/mm ² | 16-24 | 18-28 | 100-160 | 100-120 | 80-120 | 60-100 | - | - |
| Valurauta | 10-20 | 12-22 | - | - | - | - | 80-150 | 60-130 |
| Cu-metallit | 30-50 | 40-50 | - | - | - | - | - | 150-300 |
| Al-metallit | 150-200 | 200-350 | - | - | - | - | - | 300-800 |
| Muovit | 30-50 | 40-60 | - | - | - | - | - | - |

Taulukko 3. Lastuamisnopeuden ohjearvoja jyrittäessä. (Maaranen 2004, 194.)

3.1.5 NC-työstö

NC-työstökoneet ovat nykyaikaisissa konepajoissa suuri osa koneistajien arkipäivää. NC-työstökoneet ja manuaalityöstökoneet ovat lastuamistekniikan suhteen hyvin samanlaiset. Kummassakin koneessa käytetään samoja työstöarvoja sekä työkaluja. Ainoana erona on koneiden ohjaustavat. NC-työstökoneessa konetta ohjaa tietokone, kuten taas manuaalisessa työstökoneessa ohjauksen tekee koneistaja. Numeerinen ohjaus eli NC-tekniikka on nykyaikaista ja myös voimakkaasti kehittyvää konepajan automatiikkaa. NC-työstökoneen kaikki toiminnot tapahtuvat automaattisesti sekä laaditun ohjelman mukaisesti. Kaikista toiminnoista huolehtii työstökeskuksen ohjausyksikkö, johon syötetään työstön kaikki tarvittavat tiedot kuten työstöarvot, työkalut, työstöjärjestys ja liikeradat. Ohjausyksikköön syötetyt tiedot sisältävät siis kaiken tarvittavan tiedon työkappaleen valmistukseen. Tiedot sisältävät erilaisin numero- ja kirjainkoodein valmistetun ohjelman, jonka perusteella työstökeskus valmistaa halutunlaisen tuotteen. Koneistajalta vaaditaan taitavaa lastuamisen työstön osaamista sekä NC-tekniikan hallintaa. Erilaisten ohjelmien tekeminen vaatii myös koordinaattiajattelun soveltamista käytäntöön. Koneen käyttäjä vastaa työkappaleiden laadusta, työkappaleiden kiinnittämisestä, terien huoltamisesta sekä ohjelmien korjaamisesta ja hienosäädöstä. (Ansaharju & Maaranen 2001, 459-460.)

Käsitöihin verrattuna NC-ohjauksella saavutetaan monia etuja. Tuotantoon saadaan joustavuutta ja kappaleiden läpimenoaika on pienempi kuin käsikäyttöisissä menetelmissä. Esimerkiksi työkaluja ei tarvitse enää NC-työstökoneissa vaihtaa käsin, vaan työstökeskus osaa vaihtaa työkalua työstön yhteydessä automaattisesti. Joissain työstökeskuksissa on myös paletinvaihtaja, mikä mahdollistaa työkappaleen vaihtamisen automaattisesti. Työkalukustannukset ovat myös pienemmät, sillä työstökeskukseen on useimmiten syötetty jo testattuja lastuamisarvoja eri työkaluille, minkä ansiosta työkalut saadaan kestämään kauemmin. Samoin samalla työkalulla voidaan valmistaa useita erilaisia muotoja, kuten erilaisia taskuja ja reikiä. Yritykset säästävät myös palkkakustannuksissa, sillä NC-työstökoneiden myötä asetus- ja koneistusajat ovat lyhentyneet. Työstö-

keskuksen suorittaessa työstöä voi koneistaja suorittaa muita työtehtäviä samanaikaisesti. (Pikkarainen 1999, 7-13.)

NC-tekniikassa on tehokkuudestaan huolimatta myös haittoja. Käsikäyttöisiin koneisiin verrattuna numeerisesti ohjatut koneet ovat paljon kalliimpia. NC-työstökeskukset ovat myös rakenteeltaan monimutkaisia ja hankalia korjata, joten tämä lisää koulutuksen tarvetta henkilökunnalle. Työkaluja on seurattava jatkuvasti, sillä huono tai rikkoontunut työkalu saattaa pilata tai rikkoa työkappaleen tai työstökoneen. Työstökeskuksen käyttäjien on oltava ammattitaitoisia, sillä ammattitaidon puuttuminen saattaa rikkoa koneen tai pilata kalliin työkappaleen, mikä lisää huomattavasti yrityksen kustannuksia. (Pikkarainen 1999, 7-13.)

3.2 NC-työstökeskuksen ohjelmointi

NC-ohjelma muodostuu käskyistä, joiden avulla NC-työstökone suorittaa työstön. Työstökeskuksen ohjelmointi on siis toisin sanoen työpiirustusten tietojen muuttamista sellaiseen muotoon, että työstökeskus ymmärtää sen. Ohjelmointitapoja on erilaisia työstökoneesta riippuen. Tällaisia tapoja ovat käsiohjelmointi, ohjelmointi keskustelevalle ohjauksella, tietokoneavusteinen ohjelmointi ja ohjelmointi joko CAD- tai CAM-järjestelmän avulla. Käsiohjelmoinnissa ohjelman laatija tekee ohjelman suoraan sellaiseksi, mitä työstökeskus osaa lukea. Käsiohjelmointi sopii erinomaisesti pienehköiden ja yksinkertaisten kappaleiden valmistamiseen joustavuutensa kannalta. Monimutkaisten kappaleiden valmistamiseen käsiohjelmointi ei ole paras vaihtoehto, sillä ohjelma tulee usein pitkäksi ja hankalaksi tarkastaa, mikä taas nostaa ohjelman virhemahdollisuutta. Keskustelevassa ohjauksessa ohjelmoija tekee ohjelmaa suoraan työpiirustuksesta. Ohjauksessa on mikrotietokone, joka esittää käyttäjälle kysymyksiä. Vastausten perusteella mikrotietokone muokkaa ohjelman, jonka NC-koneen ohjaus ymmärtää. Tietokoneavusteisessa ohjelmoinnissa tietokone kääntää ohjelman työstökoneen ymmärtämälle kielelle, laskee työstöradat ja tekee ohjelmasta listauksen eri työvaiheista. Tarvittaessa tietokone simuloi työstön tietokoneen näytölle. CAD- ja CAM-järjestelmissä voidaan piirtää kuva työstettävästä kappaleesta ja siirtää se ohjelmointiohjelmaan. Tietokone te-

kee kuvasta työstöohjelman, joka voidaan myös simuloida. Näin tehty ohjelma siirretään kaapelia pitkin työstökoneelle. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 189-191.)

Työstöohjelman rakenne koostuu sanoista ja lauseista. Sanoilla ohjataan työstökeskusta ja lauseet muodostuvat joukoista erilaisia sanoja. Sanassa on aina kirjain ja numero esimerkiksi X300. Kirjain ilmaisee, mihin tarkoitukseen numeroita sen perässä käytetään. X tarkoittaa, että valitaan työstökoneelta x-akseli ja 300 tarkoittaa, että x-akselilla siirrytään 300 millimetriä plus-suuntaan. Lauseet ovat joukko sanoja, mitkä ovat kirjoitettuna ohjelman yhdelle riville. Yksi lause vastaa aina yhtä työvaihetta työstöohjelmassa. Lause on vain pieni osa ohjelmaa, minkä työstökeskus suorittaa kerrallaan. Työstöohjelman lauseet voidaan numeroida juoksevalla numeroinnilla (N10-N20 jne.), mutta numerointi ei ole pakollinen, se vain selkeyttää ohjelman tarkastamista. Ohjelma tallentuu työstökeskuksen muistiin ja työstökeskus käsittelee ohjelmaa ohjelmarivi kerrallaan eli toisin sanoen yksi lause kerrallaan. Ohjelmoitu tieto voidaan jakaa kahteen ryhmään, liikekäskyihin ja kytkentätietoihin. KytKentätiedoilla ohjataan erilaisia aputoimintoja ja liikekäskyillä työkalun liikeratoja. Liikekäskyillä ilmoitetaan liikenopeus ja piste, mihin työstökeskuksen työkalu tai kappale siirtyvät. Koko liikkeen ajan työstökeskuksen anturit ja mittalaitteet tarkastelevat kuljettua matkaa ja syöttävät tietoa takaisin ohjaukselle. Mittaustulosten perusteella ohjaus tekee muutoksia ja korjausliikkeitä, että haluttu työstörata ja päätepiste saavutetaan. KytKentätiedot ovat kaksitilaisia eli kytKentätiedot voivat olla joko päällä tai pois päältä. Esimerkiksi jäähdytyspumpun kytkeminen päälle ja pois tai työkalun vaihtaminen. Nämä tiedot kulkevat työstökeskuksen ohjaukselta ohjelmoitavalle logiikalle, mikä taas ohjaa työstökeskuksen toimilaitteita. Alla esimerkki työstöohjelman rakenteesta.

| | |
|-------------------------|---------------|
| N10 G50 X170. Y40. Z20. | Lause |
| N20 T14 M8 | KytKentätieto |
| N30 G00 X64. Y18. Z0. | Liikekäsky |

Lauseessa G50 siirtää työstökeskuksen nollapisteen paikkaan X170. Y40. Z20. KytKentätiedossa valitaan työkalu T14 ja asetetaan jäähdytysnestepumppu päälle M8. Liikekäskyssä ajetaan työkalu pikaliikkeellä G00 asemaan X64. Y18. Z0. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 189-191.)

3.3 Työstökeskuksen huolto

Työstökeskus on useiden yritysten kallein työkone. Siksi työstökeskus on pidettävä hyvässä sekä tehokkaassa toimintakunnossa ja sitä tulee huoltaa ja mitata säännöllisesti. Yrityksen tuotantoprosessilla pyritään aina saumattomaan kokonaisuuteen eli nopeaan läpäisyäikää kaikissa tuotteen valmistusvaiheissa; raaka-aineesta asiakkaalle toimitettuna. Onnistumisen kannalta tärkeää on koneiden toimintavarmuus. (Pikkarainen 1999, 147-148.)

Säännölliset huoltotoimenpiteet pienentävät työstökoneiden mahdollisia häiriötekijöitä ja rikkoutumisen riskejä. Siksi jokaiselle työstökoneelle on kannattavaa laatia oma huoltosuunnitelma. Huoltosuunnitelma kattaa työstökoneen päivittäisen huollon sekä määräaikaishuollon. Koska työstökeskukset ovat nykyisin hyvin pitkälle kehitettyjä koneita, ovat niiden huoltotoimenpiteet useimmiten niin hankalia, että huollot suorittaa useimmiten siihen erikoistunut ammattimies. Siksi yrityksillä on useimmiten solmittu erilaisia vuosihuoltosopimuksia, joilla ehkäistään työstökoneiden häiriöllistä toimintaa. Huolellisesti suunniteltu huolto-ohjelma vähentää odottamattomia ja kalliita korjaustöitä ja säästää ikäviltä yllätyksiltä. (Pikkarainen 1999, 147-148.)

Monilla NC-koneilla on vikaseurantajärjestelmä, johon tallentuvat kaikki virheelliset toiminnot sekä niiden tapahtuma-ajat. Näin virheilmoituksia seuraamalla voidaan helpommin havaita, missä tilanteessa tietyt virheelliset toiminnot toistuvat. Koneen virheellinen toiminta vaikuttaa useimmiten myös koneen laaduntuottamiskykyyn, joten säännöllisten mittausten perusteella voidaan päätellä tarvitseeko kone millaisia huoltotoimenpiteitä. (Pikkarainen 1999, 147-148.)

Tuotantokäytössä työstökoneen päivittäisestä huoltamisesta vastaa koneen käyttäjä. Koneen käyttäjän tehtäviin kuuluu koneen huoltokohteiden seuraaminen ja niiden korjaaminen tai ilmoittaminen huoltamisen tarpeesta eteenpäin. Määräaikaishuollosta vastaa useimmiten yrityksen kunnossapito-osasto tai muualta ostettu huoltopalvelu. Normaalit huoltotoimenpiteet käsittävät työstökoneen puhdistamisen, öljyn ja lastuamiskehityksen vaihdon ja lisäämisen, säännölliset mittaukset ja

vaaitukset sekä joidenkin työstökeskuksen osien voitelun. Normaaleihin päivittäisiin työstökeskuksen huoltotoimenpiteisiin kuuluu lähinnä työstökeskuksen päivittäinen puhdistus sekä liukupintojen puhtaana pitäminen ja voitelu. Liukupinnat on tärkeää pitää puhtaana ja voideltuina, sillä monesti liukupinnoille pääsee päivän aikana työstöstä syntyviä lastuja, jäähdytysnestettä tai muita epäpuhtauksia, mitkä saattavat syrjäyttää öljyn liukupinnoilta. Monissa työstökoneissa on keskusvoitelujärjestelmä, joka hoitaa tarvittavien pintojen voitelemisen itse. Päivittäiseen huoltamiseen kuuluvat myös työstökeskuksen turvavarusteet ja niiden kunnossapitäminen. Kaikki koneturvallisuuteen liittyvät laitteet tulee tarkastaa aina ennen työstökoneen käynnistämistä. Koneen käyttäjän tulee huolehtia kaikista työstökoneen keskeisten työvälineiden huollosta ja korjaamisesta ilman eri käskyä. Tällaisilla pienillä, helppoilla ja nopeilla huoltotoimenpiteillä mahdolliset viat ja puutteet havaitaan ajoissa, eikä ne pääse kasvamaan liian suuriksi ja hankaliksi korjattaviksi. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 292-294.)

3.4 Lastuamisnesteet

Lastuavassa työstössä käytetään usein lastuamisnestettä. Lastuamisnesteiden päätehtävät ovat työkappaleen ja terän jäädyttäminen, lastun ja terän välisen kosketuksen voitelu, korroosion estäminen sekä lastujen poishuuhtelu. Lastuavaa työstöä voidaan tehdä myös ilman lastuamisnestettä, mutta silloin törmätään usein moniin haittaaviin tekijöihin, kuten terän kestävyyttä huonontavaan kuumenemiseen, pinnanlaadun ja työkappaleen mittatarkkuuteen sekä lastujen poiston vaikeuteen. Lastuamisnesteiden avulla voidaan siis vähentää terään kohdistuvaa lämpökuormaa. Lastuamisneste voidaan korvata kaasujäädytyksellä, mutta se on usein riittämätöntä ja paremman jäljen saa lastuamisnestettä käytettäessä. Markkinat tarjoavat paljon erilaisia lastuamisnestevaihtoehtoja, mikä hankaloittaa oikeanlaisen lastuamisnesteiden löytymistä käyttäjän näkökulmasta katsottuna. Vääränlainen lastuamisneste saattaa vaurioittaa työstökoneita tai muodostaa kovettumia ja sakkaumia. Taloudellisin sekä ympäristöystävällisin vaihtoehto olisi lastuaminen ilman lastuamisnestettä. Lastuamisnesteiden säästävä käyttö on kuivana lastuamisen sekä lastuamisnesteiden tavanomaisen käytön välimuoto, missä lastuamis-

nesteen käyttömäärä alennetaan minimitasolle. (Aaltonen & Andersson & Kauppinen 1997, 116-132.)

Lastuamislainneiden valintaan vaikuttaa sen käyttötarkoitus. Lastuamislainneinä voidaan käyttää synteettisiä nestettä, öljyä tai erilaisia veden ja öljyn sekoituksia eli emulsioita. Lastuamislainneiden valinnassa on tärkeää tuntea tuotannon asettamat vaatimukset lastuamislainneelle sekä lastuamislainnejärjestelmälle. On myös oltava selvillä, mitä materiaaleja työstetään ja millaisia työstömenetelmiä käytetään. Lastuamislainnettä valittaessa on mietittävä onko lastuamislainne soveltuvaa lastuamiseen, aiheuttaako kyseinen lastuamislainne mahdollisia terveyshaittoja tai tukoksia ja että aiheuttaako lastuamislainne työstökoneelle vaurioita tai ennenaikeista kulumista. Lastuamislainneiden valintaan vaikuttaa monesti myös se, kuinka lastuamislainne tarttuu lastuihin. Lastuamislainneiden takertuminen lastuihin hankaloittaa lastujen kierrätystä ja pahimmassa tapauksessa sotkevat tehdasta, maata ja pohjavesiä. Moniin työstökeskuksiin on suunniteltu järjestelmiä, jotka vähentävät nestehukkaa ja auttavat pitämään ympäristön siistinä. (Aaltonen & Andersson & Kauppinen 1997, 116-132.)

Lastuamislainneisiin lisätään monesti erilaisia lisäaineita, joiden ansiosta lastuamislainneiden ominaisuuksista saadaan parempia. Koska orgaaniset lastuamislainneet menettävät voitelukykyään jo 150 °C:n lämpötilassa on lastuamislainneisiin lisätty paineensietokykyä parantavaa lisäainetta. Tällä saadaan aikaiseksi työkalun ja työkappaleen väliin syntyvä kalvo joka sietää paremmin korkeaa lämpötilaa ja painetta. Lastuamislainneeseen voidaan lisäksi sekoittaa muun muassa ruosteesto-, hapettumisenesto- ja vaahdonestoaineita. Lastuamislainneisiin lisätään monesti myös väri- ja hajuaineita. Hajuaineilla saadaan peitettyä lastuamislainneiden oma haju sekä bakteeritoiminnan synnyttämä paha haju. (Aaltonen & Andersson & Kauppinen 1997, 116-132.)

Erilaisilla lastuamislainneilla saattaa ilmaantua myös epämiellyttäviä ja haitallisia pitoisuuksia, mikä tekee lastuamislainneiden hävittämisestä vaikeaa ja kallista. Lastuamislainneiden käytöstä saattaa myös aiheutua erilaisia terveysongelmia, kuten hengitystiesairauksia sekä silmien että ihon ärsyyntymistä. Yleisin las-

tuamisnesteiden käytöstä aiheutuva haittatekijä on ihottuma, mikä ilmenee ihon punoituksena. Haittatekijöitä voidaan pienentää esimerkiksi apuaineita karsimalla tai vähentämällä. Samoin työpisteiden huolellinen ylläpitäminen, päästöjen suodattaminen ja työtilojen kapseloiminen vähentävät mahdollisia haittatekijöitä. (Aaltonen & Andersson & Kauppinen 1997, 116-132.)

Lastuamisnesteitä kannatta valvoa ja ylläpitää, sillä huonossa kunnossa oleva lastuamisneste aiheuttavat monesti ongelmia ja harmeja. Lastuamisnesteiden tarkkailulla ja ylläpidolla voidaan pidentää lastuamisnesteiden käyttöikää jopa vuosilla. Lastuamisnesteiden valvonta voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, joita ovat toimittajan tekemät mittaukset ja analyysit lastuamisnesteiden laadusta sekä käyttäjän tekemät rutiininomaiset lastuamisnesteiden valvontatehtävät. Käyttäjän suorittamat valvontatehtävät ovat lähinnä järjestelmän tilan seuraaminen. (Aaltonen & Andersson & Kauppinen 1997, 116-132.)

3.5 Turvallisuusohjeita työstökeskuksella toimimiseen

Työstökeskuksella on hyvin tärkeää huolehtia turvallisuusohjeiden noudattamisesta, sillä toimiminen turvallisuusohjeiden mukaisesti takaa työskentelyn turvallisuuden työstökeskuksella. Turvallinen toiminta työstökeskuksella takaa oman turvallisuuden lisäksi myös työtovereiden turvallisuuden. Ennen koneella työskentelyä tulee perehtyä tarkasti annettuihin ohjeisiin ja ennen kaikkea noudattaa niitä sekä tarvittaessa kysyä apua epäselvissä tilanteissa. Alussa on tarpeellista saada myös kokonaiskuva työpajan toiminnasta, mitä siellä tehdään ja mitä siellä ylipäätään on. (Ansaharju & Maaranen 2001, 38-43.)

Henkilökohtaisten suojaimien käyttäminen on erityisen tärkeää. Metallitöissä suosituin ja yleisin työasu on haalarit. Haalareiden tulee olla ehjät ja sopivan kokoiset. Suojalakkia on myös hyvä käyttää, sillä työskenneltäessä pyörivien koneenosien lähellä voivat esimerkiksi pitkät hiukset takertua koneeseen. Lakin tulee olla sellainen, että pitkät hiukset voidaan sillä peittää. Jalkineina on hyvä käyttää turvakengkiä. Ohutpohjaiset ja pehmeät jalkineet eivät sovellu koneistuspajan jalkineiksi sillä

useimmiten koneistettavat osat ovat painavia ja tapaturmavaara on suuri, jos osa pääsee tippumaan. Suojakäsineet ovat tarpeelliset käsiteltäessä terävasärmäisiä työkappaleita. Suojalasit ovat jokaisen koneistajan perusvarustus. Suojalasit suojaavat silmiä mahdollisilta lentäviltä lastuilta. Kuulosuojaimia tulee käyttää kaikkialla, missä melu nousee yli 85 desibeliä, sillä yli 85 desibelin ääni aiheuttaa kuulovaurioita. Pölyävissä työkohteissa tulee käyttää hengityssuojainta. (Ansaharju & Maaranen 2001, 38-43.)

Lastuavan työstön koneilla on kaikilla yhteisiä piirteitä työturvallisuuteen liittyen. Näitä piirteitä ovat muun muassa kappaleiden kiinnitykset, pyörivät osat, lastut ja erilaiset terät. Koneella työskentely vaatii siis tietynlaista asennoitumista turvalliseen työskentelyyn. Ei siis riitä, että tietää kuinka pitää toimia vaan pitää myös toimia oikealla tavalla, ettei vaaratilanteita pääse syntymään. Kannattaa siis pitää mielessä, että kone ei ajattele. (Ansaharju & Maaranen 2001, 38-43.)

Ennen töiden aloittamista on otettava huomioon monia asioita. Tällaisia ovat esimerkiksi koneen käytön opetteleminen. Pitää siis tutustua huolellisesti koneen käyttöohjeeseen ja koneen käyttäytymiseen ja oltava varma, ettei aiheuta vaaratilanteita itselle, toisille tai koneelle. Hätäkytkimen sijainti on tiedettävä, sillä vaaratilanteessa se on ainut keino pysäyttää kone. Ennen koneen käynnistämistä on oltava varma, ettei mikään koneen syöttö ole kytkettynä päälle. Turvavälineiden käyttö on tärkeää, sillä turhien riskien ottaminen johtaa usein vaaratilanteisiin. Kannattaa siis arvostaa turvallisia työmenetelmiä. Työpaikan siistinä pitäminen on myös tärkeää, sillä sotkuinen ja sekainen työpiste saattaa aiheuttaa vaarallisia tilanteita, esimerkiksi lattialle valunut öljy saattaa aiheuttaa liukastumisen. (Ansaharju & Maaranen 2001, 38-43.)

4 YHTEENVETO

Tässä luvussa esitetään projektin kulkua alusta loppuun; miten projekti eteni, mistä projekti sai alkunsa ja mitä projektilla pyrittiin saavuttamaan. Työn merkitys toimeksiantajalle on keskeinen osa opinnäytetyön yhteenvetoa, sillä toimeksiantajalta saatu palaute on tärkeää työn tekijälle. Palautteen perusteella voidaan havaita työn soveltuvuus toimeksiantajan käyttöön sekä arvioida työn onnistumista käytäntöön sovellettuna.

Tässä opinnäytetyössä työn toteuttaja pääsi testaamaan käytännössä käyttöohjeen toimivuutta. Yhteistyö Stroitel Oy:n kanssa oli hyvin tiivistä alusta alkaen, suunnittelusta testausvaiheeseen asti. Itse käyttöohjeen tekemiseen työn laatijalle annettiin vapaat kädet, mikä nostatti huomattavasti motivaatiota käyttöohjetta laatiessa. Hyvän motivaation loi myös se, että käyttöohje tulee yrityksen käyttöön, eikä työtä tehdä vain teoreettisella tavalla.

Käyttöohje oli yrityksen mielestä hyvin onnistunut, ja se otettiin heti yrityksen käyttöön. Käyttöohjeessa on monia esimerkkejä, mitkä helpottavat koneistajien töitä, sillä nyt ei koneistajien tarvitse muistaa kaikkia asioita ulkoa, vaan he voivat tarkastaa ne käyttöohjeesta. Käyttöohjeen ansiosta yrityksellä on nyt myös useampia työntekijöitä, jotka hallitsevat työstökeskuksen käytön. Tämä tekee yrityksen toiminnan joustavammaksi koneistustöiden osalta. Käyttöohjetta on myös helppo käyttää tulevaisuudessa apuna uusien työntekijöiden kouluttamiseen.

Stroitel Oy:n Heikki Laakso sanoi palaverissa 3.3.2011 suhtautuvansa erittäin positiivisesti tällaisiin hankkeisiin. Hän lisäsi, että mahdollisesti myös tulevaisuudessa tullaan käyttämään ammattikorkeakoulun palveluja näissä merkeissä. On aina yrityksen etu, kun se saa "uutta, nuorta verta" kehittämään toimintoja yrityksessä. Nuorilla on aina uusia kehitysideoita, joita jossain määrin voidaan laittaa toteutukseen tai ainakin miettimisen alle, Laakso sanoi.

Jokaisessa työssä on aina mahdollisia kehittämisen paikkoja. Tämän opinnäytetyön käyttöohjeen kehittäminen ja uusien asioiden lisääminen on ainakin yksi ke-

hittämistä vaativa alue. Koska rakentaminen kehittyy kokoajan, kehittyy myös sitä mukaa rakennusmateriaalit, jotka tuovat yritykselle jatkuvasti uusia haasteita. Käyttöohjeen jatkuva kehittäminen ja uusien asioiden lisääminen olisi käyttöohjeen tekijän mielestä hyvin tärkeä seikka tulevaisuutta ajatellen.

Kehitysehdotuksia miettiessä, käyttöohjeen tekijälle tuli ajatus, että työstökeskuksen kouluttamiseen voisi laatia kokonaan erillisen koulutusmateriaalin. Työstökeskuksen käyttöön suunnattu käyttöohje ei sisällä työstökeskuksen työturvallisuuteen ja huoltamiseen liittyviä asioita, siksi varsinkin työturvallisuuteen liittyviä asioita tulisi erikseen kouluttaa. Erillisellä työturvallisuus- ja huoltokoulutuksella saavutettaisiin turvallinen ja oikeaoppinen työskentely työstökeskuksella.

LÄHTEET

- Aaltonen, K & Andersson, P & Kauppinen, V. 1997. Koneistustekniikat. 1. painos. Porvoo: WSOY.
- Ansahaju, T. & Maaranen, K. 2001. Koneistus. 2.-3. painos. Porvoo: WSOY konetekniikka.
- Kauppinen, A. Nummi, J. & Savola, T. 2005. Tekniikan viestintä. 4.-5. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Keinänen, T & Kärkkäinen, P. 2009. Konetekniikan perusteet. 7. painos. Porvoo: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Laakso, H. Ei päiväystä. Stroitel Oy [WWW-lähde]. [Viitattu 30.6.2010]. Saatavissa: <http://www.stroitel.fi>
- Laakso, R. 2010. Toimitusjohtaja. Stroitel Oy. Haastattelu 25.6.2010.
- Maaranen, K. 2004. Koneistustekniikat. 5. painos. Porvoo: WSOY.
- Mecal MC 302 GEOS-5 technical data. [WWW-lähde]. [Viitattu 6.3.2011]. Saatavissa: http://www.mecal.com/index.php?lang_id=2&act=prodotto&arr=&Pr odottoID=32&genereid=0.
- Pikkarainen, E. 1999. NC tekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

LIITTEET

Miniohje

Mecal 302 GEOS-5 -käyttöohje