

Sanna Heino

CAD/CAM-ohjelmiston valinta

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Sanna Heino

Työn nimi: CAD/CAM-ohjelmiston valinta

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja, Juho Yli-Suomu

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä: 4

Opinnäytetyön toimeksianto tuli Helasteel Oy:ltä. Työn sisältö koostuu sopivan CAM-ohjelmiston etsimisestä Helasteelille sekä niiden perusteiden selvittämisestä, jotka vaikuttavat ohjelmiston valintaan.

Kolmea eri ohjelmistotoimittajaa pyydettiin esittelemään tuotteitaan Helasteelille. Näistä ohjelmistoista valittiin sopivin yrityksen työstämät kappaleet ja tuotanto huomioon ottaen. Prosessin jälkeen päädyttiin Wincam-ohjelmistoon, joka vastasi parhaiten Helasteelin vaatimuksiin niin ominaisuuksiensa kuin hintansakin puolesta.

Tärkeitä valintakriteerejä CAD/CAM-ohjelmistoa etsiessä ajatellaan olevan mm. helppokäyttöisyys, ohjelman lisäosat, tehokkuus ja hinta. Ennen ohjelmiston valintaa yrityksen kannattaa kuitenkin selvittää vastaukset kolmeen kysymykseen: mitä yritämme saavuttaa, miksi haluamme saavuttaa sen ja missä ajassa haluamme saavuttaa sen. Vastaukset näihin kysymyksiin auttavat hahmottamaan yrityksen todelliset tarpeet.

Työssä käsitellään myös tuotteen matkaa suunnittelijalta valmiiksi kappaleeksi. Elinkaari alkaa suunnittelijan pöydältä. Ensin on syntynyt tarve uudelle tuotteelle tai parannusehdotus vanhalle. Kun tuotteesta on luotu ensimmäiset piirroukset, sille tehdään myös tarkka spesifikaatio. Se sisältää tuotteen ominaisuudet, toiminnat, ulkomuodon – kaikki tuotteen tiedot. Tämän jälkeen alkaa vaihe, jossa tuotteen ominaisuuksia analysoidaan, testataan ja optimoidaan. Kun tuotteeseen lopulta ollaan tyytyväisiä, siitä voidaan tehdä lopulliset tuotespesifikaatiot, prototyypit, kokoonpanokuvat jne. Tietokoneet ovat mukana tiiviisti tässä prosessissa. CAD:illä piirretään kuva, CAM:illä lopuksi autetaan työstökonetta herättämään kappale henkiin.

Avainsanat: tietokoneavusteinen valmistus, työstö

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation:

Author: Sanna Heino

Title of thesis: CAD/CAM system selection

Supervisors: Kimmo Kitinoja, Juho Yli-Suomu

Year: 2011 Number of pages: 38 Number of appendices: 4

The subject of my study was to search for a suitable CAD/CAM system to Helasteel Ltd. in view of the company needs. The demonstrations were arranged by three different program retailers and the most suitable system for this company was found. The Wincam system answered best to the Helasteel demands according to its features and price. The important criteria during the process of choosing the right CAD/CAM system are for example the convenience, added features, efficiency and price.

Before choosing the CAD/CAM system the company must still solve answers to three questions: What do we want to accomplish? Why do we want to accomplish it? When do we want to accomplish it? These three answers also help to realize the company true needs.

This thesis also describes the path of the product from the designer to the manufacturing. The life-cycle of the product begins on the desk of the designer. There is a need for a new product or some improvements must be made to an old one. After the CAD models are made it is time to make the specifications. It is a list of product features, appearance, functions etc. After that the analysis and optimizations are made until the product is ready. The last phase is to create the final drawings, assembly instructions, prototypes and so on. The computers are closely related to this process. CAD is used to draw the models and CAM helps to finish the process.

Keywords: computer-aided manufacturing, machining

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 HELASTEELIN HISTORIA.....	9
3 LÄHTOTILANNE.....	10
3.1 Tarve CAM-ohjelmistolle	10
3.2 Vierailu MM-Laserilla.....	11
4 CAD/CAM-OHJELMISTON VALINTA	12
4.1 CAD/CAM:in tuomat hyödyt	12
4.2 Valintakriteerit	13
4.2.1 Helppokäyttöisyys	14
4.2.2 Lisäosat.....	14
4.2.3 Yhteensopivuus	14
4.2.4 Benchmarkkaus	15
4.2.5 Tehokkuus	15
4.2.6 Hinta.....	15
4.2.7 Yrityksen tarpeet	16
5 CAD-MALLISTA TYÖSTÖRADOIKSI	17
5.1 Suunnittelun tärkeys.....	17
5.1.1 Suunnitteluprosessi.....	17
5.1.2 Tietokoneet osana suunnittelua ja valmistusta.....	19
5.2 NC-ohjelmointi CAD/CAM:illä.....	20
5.3 G-koodi	21
5.4 IGES	22
5.5 STEP.....	23
5.5.1 STEP-NC-standardit ISO 14649 ja ISO 10303-238	25

5.5.2 ISO 10303-238:n (AP238) toimintaperiaate	26
6 CAM-OHJELMISTOT	28
6.1 WinCAM.....	28
6.2 Wincamin postprosessori ja simulaattori	29
6.3 SurfCAM	30
6.4 MasterCAM	31
7 YHTEENVETO.....	33
8 OMAT POHDINNAT.....	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	38

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Primero KM 150 -työstökeskus.	8
Kuvio 2. Suunnitteluprosessi. (Groover 2008, 699.).....	18
Kuvio 3. Nykyinen toimintamalli. (Sääski ym. 2007).....	24
Kuvio 4. Uusi toimintamalli. (Sääski ym. 2007)	25
Kuvio 5. AP238-standardin kehitys ja osakokonaisuudet. (Sääski ym. 2007.).....	27
Kuvio 6. Tyypillinen Primerolla valmistettava kappale (Helasteel Oy).....	28
Kuvio 7. Wincam-screenshot. (Vossi 2011.)	29
Kuvio 8. Surfcamin simulointi. (Surfcamin verkkosivut).....	31
Kuvio 9. Mastercamin dynaaminen jyrshintä. (Mastercamin verkkosivut)	32

Käytetyt termit ja lyhenteet

CAM	Computer-Aided Manufacturing; tietokoneiden tehokas hyötykäyttö valmistuksessa.
Postprosessori	Postprosessori muuntaa CAM-ohjelmiston tuottaman työstöradan G-koodiksi, jonka kone ymmärtää.
Arvoketju	Arvoketjulla tarkoitetaan raaka-aineen jalostumista valmiiksi tuotteeksi. Jokainen välivaihe tuotannossa kasvattaa tuotteen arvoa.
Simulaattori	Mallintaa tehdyt työstöradat.
Offline	Offlinellä viitataan ohjelmointiin koneen oman ohjauksen ulkopuolella (usein koneen ollessa käynnissä).

1 JOHDANTO

Helasteel Oy on vuonna 1989 perustettu alihankintakonepaja. Sen ominta osaamisaluetta ovat terminen leikkaus ja teräksen esikäsitteilyt. Taantuma vei yritykseltä koneistuksia, jotka nykyään haluttaisiin hoitaa omalla kalustolla. Jotta työt saataisiin tehtyä ja vieläpä tehokkaasti, on Helasteelin modernisoitava työstökeskussensa. Opinnäytetyöni koskee Primero KM 150-työstökeskusta (kuvio 1), jolla ei tällä hetkellä pystytä tekemään kaarevia muotoja. Puute voitaisiin korjata parametreilla, mutta CAM-ohjelmisto ajaa saman asian ja tuo mukanaan muitakin hyötyjä. Kun kone käy, CAM:illä voidaan tehdä jo seuraavan kappaleen työstöradat valmiiksi. Primerolla työstettävät kappaleet ovat helppoja valmistaa ja toisinaan sarjat ovat todella pieniä, esimerkiksi 5 kappaletta. Ne ovat helppoja valmistaa, koska niissä ei ole interpolaatiota, niiden tekemiseen ei tarvita paljon työkaluja eivätkä ne vaadi monimutkaista ohjelmointia. Tämä on otettava huomioon myös CAM-ohjelmistoa valittaessa. Asetusaikojat tulisi lyhentää, kun vaihtoja tehdään paljon. Ohjelmistossa tulisi olla yksinkertainen ja looginen käyttöliittymä, jotta se olisi helppo oppia. CAM-ohjelmiston yhdeksi käyttäjäksi saattaa päätyä ihminen, jolle tietokoneet eivät ole tuttuja, siksi helppokäyttöisyys on tärkeä asia.



Kuvio 1. Primero KM 150 -työstökeskus.

2 HELASTEELIN HISTORIA

Alun perin Juha Lemponen Oy:n nimellä toiminut yritys on perustettu vuonna 1989. Juha Lemponen Oy:n toiminta alkoi omakotitalossa kellarissa tehtävillä pienimuotoisilla alihankintatöillä Pellonpaja Oy:lle. Kun toiminta alkoi kasvaa, töitä jatkettiin naapurista vuokratussa 80 m² hallitilassa. Samaan aikaan asiakaskuntaan liittyi Veljekset Ala-Talkkari Oy, Lakeuden Kylmäkeskus Oy ja Junkkari Oy.

Vuonna 1990 Juha Lemponen Oy muutti 200 m² halliin. Tuolloin alkoi myös sahauspalveluiden toimittaminen Maaseudun Kone Oy:lle. 1990-luvun puolessa välissä Maaseudun Koneen tuotanto kasvoi ja samalla kasvoi alihankkijana toimineen Juha Lemponenkin tuotanto. Se sai palkata uusia työntekijöitä ja siirtyä jälleen uusiin tiloihin vuonna 1996. Uusi vuokrahalli löytyi Ylihärmän kunnan perustamasta Steelparkista.

Alajoki yhtymä Oy osti osake-enemmistön Juha Lemponen Oy:stä vuonna 2005. Yrityskaupan yhteydessä nimi vaihtui Helasteel Oy:ksi. Asiakaskunta vaihtui osittain uuteen. Jäljelle jäi yrityksiä, jotka ovat tänä päivänäkin Helasteelin tärkeitä asiakkaita: ABB, Maaseudun Kone, Rocla, Leguan, Logistep ja Rautaruukki.

Vuonna 2008 Helasteel fuusioitui Eurosteel Oy:n kanssa. Eurosteel kuuluu Eurosteel Group-konserniin ja sen toimintaan kuuluvat muun muassa kaivinkoneiden kauhojen valmistus sekä teräsosien leikkaus ja särmäys. Fuusiolla haluttiin vähentää riippuvuutta ja täydentää Helasteelin tuotantoa pidentämällä *arvoketjua*. (Kivistö-Rahnasto 2010.)

Helasteelillä on tällä hetkellä kaksi toimipistettä, toinen Seinäjoella ja toinen Kauhavalla. Tämä työ kohdistuu Seinäjoen toimipisteeseen.

3 LÄHTOTILANNE

Helasteelin Seinäjoen toimipisteessä tehdään tällä hetkellä osia muun muassa trukki valmistaja Roclalle ja ABB:lle. Kappaleet menevät ensin joko plasma- tai polttoleikkurille, sieltä joko särmättäväksi ja/tai koneistettavaksi ja lopuksi viimeistelyyn. Tarve CAM-ohjelmistolle on syntynyt, kun Helasteel on alkanut kotiuttamaan töitä alihankkijoiltaan. Jotta koneistukset onnistuisivat nykykalustolla, Helasteel pyrkii investointikustannukset huomioon ottaen modernisoimaan työstökustusta ja hankkimaan uusia työkaluja koneen toimivuuden parantamiseksi. Kaikki kaarevia muotoja sisältävät kappaleet joudutaan nykyisin teettämään alihankkijoilla. Sarjat saattavat olla todella pieniäkin, vain esimerkiksi viisi kappaletta, joten ne tulevat teetettyinä todella kalliiksi.

3.1 Tarve CAM-ohjelmistolle

Koska Helasteelillä ei ole tällä hetkellä käytössään sähköistä työstöaikojen ja koneiden kuormituksen seuranta, kappaleiden valmistukseen käytettävä aika arvioidaan kokemusten perusteella ja töiden kiireellisyys määrää järjestyksen, jossa kappaleet työstetään. Nestausohjelma kertoo leikkaukseen kuluvan ajan melko realistisesti, mutta särmäykseen, koneistukseen ja viimeistelyyn kuluva aika ei ole tiedossa. CAM-ohjelmisto ratkaisee asian luomalla työstökeskukselle koodin, jonka avulla se pystyy tekemään myös kaarevat muodot ja taskut. Ohjelmisto myös laskee koneistukseen kuluvan ajan sekunnilleen, joten kapasiteetin hallinta paranee ja tarjouslaskenta helpottuu. Ohjelmistossa on oltava simulointi, jotta tarkka aika saadaan tietoon.

Jotta yritys pystyy vastaamaan kilpailuun nykypäivän markkinoilla, sen kannattaa hyödyntää CAD/CAM-järjestelmien tuomat avut. Parhaimmillaan CAD/CAM voi lyhentää suunnittelu- ja valmistusaikoja, parantaa laatua sekä luoda tietokannan yrityksen dokumenteille. (Mercer 2000.)

3.2 Vierailu MM-Laserilla

Aloitimme ohjelmistoihin tutustumisen Helasteelin alihankkijalla, MM-Laserilla. Kävimme siellä Helasteelin tuotantopäällikkö Tuomas Anttilan kanssa. MM-Laser on Ylistarossa sijaitseva alihankintakonepaja, joka leikkaa, särmää ja hitsaa. He ovat ostaneet Surfcam Velocity 3.0 -ohjelmistonsa konkurssipesältä noin kaksi vuotta sitten. Jos ohjelmistoa ei osteta suoraan toimittajalta, siihen ei päde normaali tuotetuki, kuten takuu ja koulutukset. Yksi henkilö perehtyi ohjelmiston käyttöön kunnolla, mutta hän siirtyi toisen yrityksen palvelukseen. Tällä hetkellä jälleen yksi henkilö opettelee ohjelmiston käyttöä. Koska työntekijä ei ole saanut koulutusta CAM:in käyttöön, oppiminen on hidasta.

Koneenkäyttäjä näytti vierailumme aikana, miten hän tekee työstöradat melko yksinkertaiselle kappaleelle. Heillä on käytössään Primero KM 200-työstökeskus eli hieman suurempi kuin Helasteelin vastaava kone. Opimme ainakin koulutuksen merkityksen: on hyvin tärkeää kouluttaa useampi kuin yksi henkilö CAM:in käyttöön, jotta yritys ei jää tyhjän päälle, jos ainoa osaaja lähtee yrityksestä.

4 CAD/CAM-OHJELMISTON VALINTA

Tässä kappaleessa selvennetään niitä kriteerejä, joiden perusteella yrityksen tulisi valita CAD/CAM-ohjelmisto. Ohjelmistot kehittyvät ja uusia versioita tulee jatkuvasti markkinoille, joten yrityksen on hyvä tietää lähtökohdat, joiden pohjalta he lähtevät ohjelmistoa etsimään. Kaikki lähtee liikkeelle yrityksen omien tarpeiden selvittämisestä.

Yritykset ovat tulleet yhä enemmän riippuvaisiksi CAD/CAM-ohjelmistojen tuomasta avusta, kun työstettävät kappaleet ovat monimutkaistuneet. CAD-ohjelman avulla suunnitellaan nopeasti uusia tuotteita, muutetaan vanhojen osien mittoja ja voidaan visuaalisesti tarkastella kappaleen ulkomuotoa. CAM-ohjelmistolla luodaan työstöradat ja CNC-kone työstää kappaleen valmiiksi tuotteeksi. (Mercer 2000.)

4.1 CAD/CAM:in tuomat hyödyt

Ennen varsinaisia valintakriteerejä on hyvä tutustua siihen, millaisia hyötyjä CAD/CAM-ohjelma tuo mukanaan. Tietokoneet ainakin auttavat suunnittelijoita kokeilemaan ideoita graafisesti ilman, että heidän tarvitsee luoda prototyyppiä. Erilaisia vaihtoehtoja on myös nopeampi luoda ja tutkia tarkemmin. Ohjelmistot auttavat tuomaan tuotteet nopeammin markkinoille, kun monet puutteet voidaan havainnoida jo näytöllä. (Mercer 2000.)

Mastercam-jälleenmyyjä Ilkka Heinäaho toimitti minulle 10 kohdan listan, miksi alihankintayrityksen tulisi hankkia CAD/CAM-ohjelmisto. Syyt voivat olla muun muassa seuraavat:

1. Asiakkailta tulee yksinkertaisetkin kappaleet 3D-malleina.
2. CAD/CAD-järjestelmä auttaa laatimaan tarkemmat tarjoukset.
3. Muutosten teko on nopeaa.
4. Rekrytointi helpottuu.
5. Koneinvestoinnit helpottuvat.
6. Käyttöaikasuhte paranee.

7. Virheet vähentyvät.
8. Uudenlaiset työstömahdollisuudet.
9. Hyödyt kaikenlaiselle konepajavalmistukselle.
10. Imago paranee.

Suunnittelijoiden resurssit eivät nykyisin riitä tarkkojen työpiirustusten laatimiseen. Kun yksinkertaisetkin kappaleet tulevat 3D-malleina, CAD/CAM-ohjelmisto auttaa niiden käsittelyssä. Parhaimmillaan kuva voidaan siirtää sellaisenaan CAM-ohjelmistoon ja muokata työstöradoiksi. Simuloinnilla voidaan tarkistaa työstöradat ja poistaa mahdolliset virheet ennen niiden syntymistä. Ohjelma kertoo tarkan työstöön kuluvan ajan. Tällä tavalla tarjousten laskeminen helpottuu. Muutosten tekeminen on nopeaa, joten työstötapoja, arvoja ja työkaluja muuttamalla nähdään nopeasti vaikutukset kokonaistyöstöaikaan. Käyttöaikasuhte paranee, kun ohjelmointi siirtyy ”*offlineen*”.

Joitakin työstöohjelmia, joihin laadukas CAD/CAM-järjestelmä pystyy, ei voida toteuttaa käsin ohjelmoinnilla. Tällaisia ovat muun muassa profiilijyrtsinnässä käytettävät ramppiajot sekä kaksoiskaarevien muotojen rouhinnat ja viimeistely.

Epäilemättä CAD/CAM-järjestelmä on korvaamaton muottivalmistuksessa, mutta sen hyödyt koskevat kaikenlaista konepajavalmistusta. Rekrytointi helpottuu, kun ohjelmat tuotetaan CAM:illä. Tällöin käyttäjän ei tarvitse osata tiettyä NC-ohjausta, vaan voidaan keskittyä hänen työstötekniiseen osaamiseensa.

Yrityksen imago paranee asiakkaiden silmissä, kun se kertoo ottaneensa käyttöön CAD/CAM-ohjelmiston. Asiakkaat saavat tietoonsa tiedostoformaattit, joilla he voivat lähettää kuvat yritykselle ja voivat luottaa nopeaan ja tarkkaan tarjouslaskentaan, kun toimijalla on CAM käytössään. (Heinäaho 2011.)

4.2 Valintakriteerit

CAD/CAM-järjestelmää valittaessa on otettava huomioon monta asiaa, jotta ohjelmistosta saataisiin paras hyöty. Timothy Mercer on tutkielmassaan maininnut asioita, jotka on huomioitava ohjelmistoa hankittaessa. Tässä niistä seitsemän:

4.2.1 Helppokäyttöisyys

Ohjelman helppokäyttöisyys loppukäyttäjän näkökulmasta on ensiarvoisen tärkeä asia. Jos käyttäjä kokee CAD/CAM:in hankalaksi käyttää, hänen optimaalinen potentiaalinsa jää käyttämättä. Työmotivaatio kärsii, jos edistystä ei tapahdu.

4.2.2 Lisäosat

CAD/CAM-ohjelmistot, joita pystyy päivittämään ja täydentämään jälkikäteen, sopivat hyvin pienille ja keskisuurille yrityksille niiden pienen hankintahinnan ja muunneltavuuden vuoksi. Ohjelmisto voi kasvaa ja muuntua yrityksen mukana.

Hyödyllisiä lisäosia ovat työstöarvojen ja -ratojen optimointi, materiaalin optimointi ja ohutlevyn muokkauksen simulointi (Mercer 2000). Kaksi viimeistä liittyy pikemminkin CAD-ohjelmiin, mutta työstöarvojen optimointi on nykypäivää CAM-ohjelmistoissa. Työstöarvojen optimointi laskee automaattisesti parhaan mahdollisen lastun koon, nopeuden ja syötön.

4.2.3 Yhteensopivuus

Yhteensopivuudella tarkoitetaan kaikkien ohjelmien kykyä lukea toistensa tiedostoja. Tässä yhteydessä käytetään termiä ”avoin systeemi”, joka kuvaa helppoutta, kun toisella järjestelmällä luotua tiedostoa voidaan käyttää tai muokata toisella järjestelmällä tai ohjelmalla. Avoimen systeemin avulla välttyttäisiin saman tiedoston tai kuvan tekemiseltä samanlaisena moneen paikkaan.

Melkein kaikki tiedostot toimitetaan nykyään paperin sijaan sähköisesti. Etuna tässä menettelyssä on:

- vie vähemmän aikaa kuin paperille dokumentointi
- kiihdyttää tuotteiden markkinoille pääsyä
- lyhentää piirustusten ja muiden dokumenttien toimitusaikoja ja toimituksista koituvia kustannuksia
- vähentää väärinkäsityksiä.

Tiedostojen on kuitenkin oltava formaatissa, jossa molemmat osapuolet pääsevät niitä tutkimaan. Koska toistaiseksi ei ole olemassa formaattia, joka soveltuu kaikkiin järjestelmiin, yritysten on vain sovittava keskenään miten tiedostot ja kuvat lähetetään.

4.2.4 Benchmarkkaus

Kun ohjelmistojen suorituskykyä mittaa ennen hankintaa, saa tietoonsa niin sanotun referenssipisteen, jonka perusteella voi vertailla eri ohjelmien suorituskykyä. CAD/CAM-järjestelmillä kannattaa teettää vaikein mahdollinen kappale, jotta kaikki ohjelman ominaisuudet tulevat esille. Näin todennäköisyys epäsovivan järjestelmän hankintaan pienenee.

4.2.5 Tehokkuus

Mahdollisesti jokaisen johtajan mielestä CAD/CAM:istä on ennen kaikkea tiedettävä sen vaikutus tehokkuuteen. Jos ohjelmisto vähentää suunnitteluvirheitä ja sitä kautta niistä syntyviä kustannuksia, se on varmasti hintansa arvoinen. Tärkeimpiä tehokkuuteen vaikuttavia ominaisuuksia CAD/CAM-järjestelmässä on räätälöinti. Mikäli käyttäjä pääsee muokkaamaan käyttöliittymää, valikoita ja osaperheitä mieleisiksiin, hän pystyy todennäköisemmin optimoimaan paremmin oman tehokkuutensa.

4.2.6 Hinta

Hinnan vaikutusta ei sovi jättää huomiotta. Monelle yritykselle hinta on suurimpia perusteita ohjelmiston valinnassa, mutta se on myös usein väärinkäytetty ja väärinymmärretty. Monet nimittäin ostavat kalliimman järjestelmän odottaen saavansa paremman tuoton investoinnilleen. Ennen kaikkea on kuitenkin selvitettävä yrityksen tarpeet ja etsittävä niihin sopiva ohjelma.

4.2.7 Yrityksen tarpeet

Ennen hankintaa on siis selvittävä mitkä ovat yrityksen todelliset tarpeet. Solid-worksin John McEleneyn mukaan yrityksen on ensin selvittävä kolme asiaa: mitä yritämme saavuttaa, miksi yritämme saavuttaa sitä ja missä ajassa haluamme saavuttaa sen. Nämä selvitettyään yritys voi miettiä miten usein ohjelmaa tullaan käyttämään, mitkä ovat yrityksen odotukset tulevaisuuden kasvun suhteen ja ketkä ovat potentiaalisia käyttäjiä. Koska tekniikka kehittyy niin nopeasti, on mietittävä myös kuinka kauan ohjelmistoa voi käyttää ja kuinka nopeasti se tulee saada hyötykäyttöön. Nämä seikat voivat myös vaikuttaa valintaan. (Mercer 2000.)

5 CAD-MALLISTA TYÖSTÖRADOIKSI

Tämä luku kuvailee tuotteen matkaa suunnittelupöydältä valmiiksi, kaupalliseksi tuotteeksi ja sitä miten tietotekniikkaa voidaan hyödyntää tässä prosessissa. Suunnittelun tärkeys korostuu alusta lähtien. Kun suunnitelma on hyvä ja työstö-
dat kuvassa kohdallaan, se voidaan postprosessoida työstökoneelle. Käyn kappaleen lopussa läpi kaksi formaattia; IGES:in ja STEP:in, jotka liittyvät läheisesti tietokoneavusteiseen suunniteluun.

5.1 Suunnittelun tärkeys

Suunnittelu on yksi tärkeimmistä tekijöistä, jotka määrittävät tuotteen kaupallisen menestyksen. Vaikka tuote valmistettaisiin kuinka hyvin, jos se on huonosti suunniteltu, se tuskin tulee rikastuttamaan sitä valmistanutta yritystä. Vaikka tuote olisi hyvin suunniteltu, pitää yrityksen silti miettiä tapa valmistaa se niin edullisesti, että he menestyvät ja saavat tuottoa. Fakta on, että suurin osa tuotteesta muodostuvista kustannuksista syntyvät suunnittelupöydällä. Suunnittelua ja valmistusta ei voida erottaa; ne ovat liitoksissa toisiinsa toiminnallisesti, teknologisesti ja taloudellisesti. (Groover 2008, 11.)

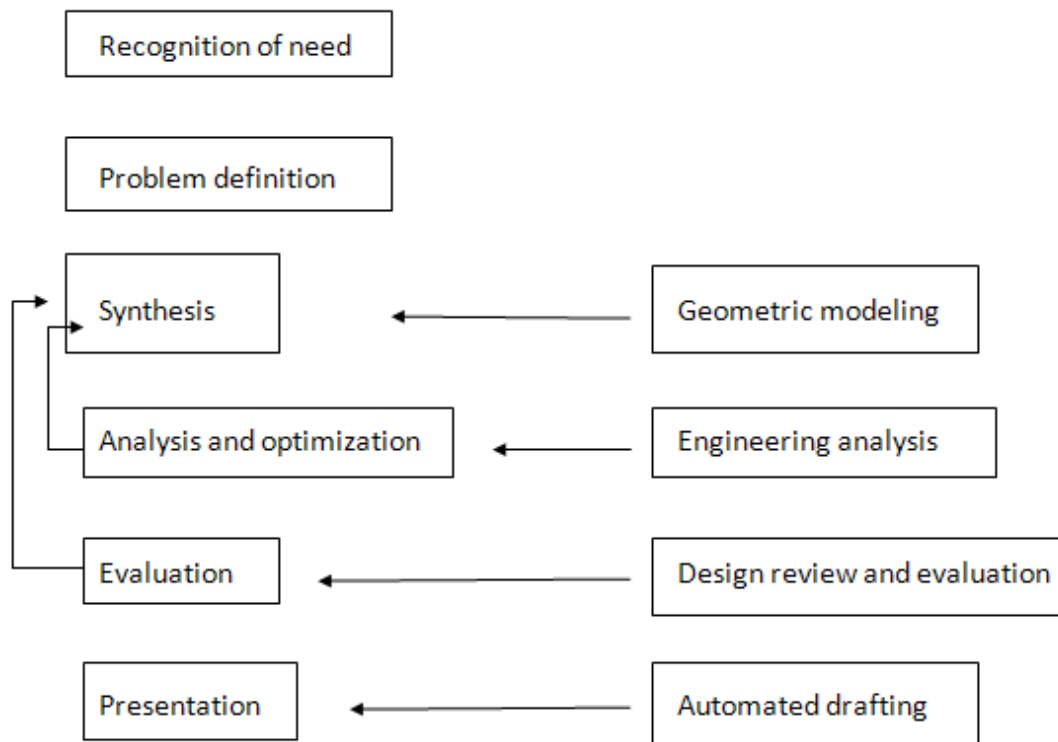
5.1.1 Suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessia luonnehditaan yleensä kuusivaiheiseksi, toistuvaksi prosessiksi, jonka osat ovat:

1. tarpeen tunnistus
2. ongelman määrittely
3. synteesi
4. analyysit ja optimointi
5. arviointi

6. esittely.

Nämä kuusi vaihetta ja niiden keskinäiset suhteet ovat esitetty kuviossa 3. Kuviossa näkyy myös missä vaiheissa tietokoneet ovat avustamassa suunnitteluprosessia.



Kuvio 2. Suunnitteluprosessi. (Groover 2008, 699.)

Tarpeen tunnistaminen (recognition of need) lähtee yleensä liikkeelle joko insinöörin tai myyntihenkilön ideasta. Se voi olla esimerkiksi parannus jonkin laitteen toimintaan tai täysin uusi tuote, jota ei ole ollenkaan markkinoilla. Ongelman määrittelyvaiheessa (problem definition) tehdään tarkka spesifikaatio tuotteesta, joka tullaan suunnittelemaan. Spesifikaatio sisältää fyysiset ominaisuudet, toiminnan, kustannukset, laatuvaatimukset sekä suorituskyvyn. (Groover 2008, 699–700.)

Vaiheet 3 ja 4, synteysi sekä analyysit ja optimointi (synthesis, analysis and optimization) ovat lähellä toisiaan ja hyvin vuorovaikuttavia. Kun mietitään tuotteen kehittämistä, jokainen tuotteen muodostavista osista täytyy olla tarkasti suunnitel-

tu; analysoitu, paranneltu, analysoitu uudelleen, suunniteltu uudelleen, jne. Syn-teesi ja analyysit muodostavat juuri tämän vaiheen keskenään. Lopulta jokainen yksittäinen komponentti yhdistetään (syntetisoidaan) ja ne muodostavat yhdessä valmiin tuotteen. (Groover 2008, 699–700.)

Arviointivaiheessa (evaluation) suunniteltua tuotetta vertaillaan ongelman tunnis-tus-vaiheessa annettuihin arvoihin. Tämä vaihe yleensä edellyttää prototyypin valmistamista, jota testatessa voidaan todeta tuotteen suorituskyky, laatu, luotet-tavuus ja muut tuotteen kannalta merkittävät asiat. Viimeinen vaihe, esittely (pre-sentation), tarkoittaa ennen kaikkea dokumentointia. Tuotteesta tehdään lopulliset piirrokset, tuotespesifikaatiot, materiaalivalinnat, kokoonpanokuvat, jne. (Groover 2008, 699–700.)

5.1.2 Tietokoneet osana suunnittelua ja valmistusta

Tietokoneet ovat nykyään erottamaton osa valmistusprosessia. Kuviosta 2 näem-me, että tietokoneet liittyvät suunnitteluprosessiin viimeistään sen kolmannessa vaiheessa. Tällöin spesifioidusta kappaleesta muodostetaan tietokoneella geomet-rinen malli (geometric modeling).

CAD:illä (Computer-Aided Design) tarkoitetaan mitä tahansa toimintoa, jossa käy-tetään tehokkaasti hyväksi tietokonetta. Näitä toimintoja voivat olla mallin luomi-nen, muokkaaminen, analysoiminen tai dokumentoiminen. Useimmiten CAD kui-tenkin yhdistetään CAD-piirto-ohjelmaan. Termiä CAD/CAM käytetään myös yh-teydessä, jossa siihen liitetään valmistus. Missä muodossa CAD:iä käytetäänkin, sillä saavutetaan mm. seuraavia hyötyjä:

- suunnittelun tuottavuus lisääntyy
- muotojen määrä kasvaa
- suunnittelun laatu paranee
- dokumentointi paranee
- valmistuksen tietokannan luodaan
- suunnittelu standardisoidaan.

Suunnittelun tuottavuus lisääntyy CAD:in käytön myötä, koska suunnittelijan on helpompi käsittää tuotteen ominaisuudet ja sen komponentit. Hänen on helpompi yhdistellä, analysoida ja dokumentoida suunnitelma. CAD:in myötä suunnittelijalle myös tarjoutuu käytettäväksi suuri valikoima muotoja ja matemaattisesti laskettuja piirteitä, jotka olisi vaikea piirtää esimerkiksi käsin. (Groover 2008, 700–701.)

Jos tietokoneessa on tarpeeksi kapasiteettia, suunnittelija pystyy kokeilemaan, miten erilaiset muutokset vaikuttavat tuotteeseen. Hän pystyy tekemään nopeasti erilaisia variaatioita tuotteesta ja teknisiä analyysejä. Tällä tavalla suunnittelun laatu paranee. (Groover 2008, 700–701.)

Kun kaikki suunnitelmat ovat koneella tallessa, niiden käsittely on helpompaa. CAD-ohjelmistossa on yleensä toiminto, jolla näkee kuka on tehnyt muutoksia, mihin kohtaan ja miksi. Samalla kun dokumentoidaan mittoja, muutoksia ja komponentteja, tullaan luoneeksi kokonainen tietokanta, josta näkee miten kappale valmistetaan. (Groover 2008, 700–701.)

CAD-ohjelmaan voidaan tallentaa yrityksen suunnittelusääntöjä, jolloin suunnittelijan on helpompi luoda yhteneväinen tuote yrityksen aiempiin tuotteisiin nähden. Voidaan esimerkiksi rajoittaa erikokoisten reikien määrää kappaleessa, jolloin valmistus helpottuu ja kuvat ovat helpompia ymmärtää. (Groover 2008, 700–701.)

5.2 NC-ohjelmointi CAD/CAM:illä

CAD/CAM-ohjelmisto on interaktiivinen, graafinen järjestelmä, jonka tarkoituksena on yhdistää suunnittelun ja valmistuksen toimintoja. Sen tärkeimpiä tehtäviä on NC-ohjelmointi. Ohjelman tehdään tietokoneella yhtenä kokonaisuutena sen sijaan, että koneenkäyttäjä ohjelmoisi sen koneella osa kerrallaan.

Tietokoneella ohjelmoinnilla saavutetaan ainakin seuraavia etuja:

1. Ohjelma voidaan simuloida ”*offlinessä*”, jolloin voidaan todeta sen toimivuus.
2. Työstöön kuluva aika ja siitä koituvat kustannukset voidaan laskea.
3. Sopivimmat työkalut voidaan valita automaattisesti työstöön.

4. CAD-CAM-järjestelmä voi automaattisesti asettaa oikeat työstöarvot, kuten nopeuden ja syötön, materiaalin ja ohjelman toimintojen perusteella.

On hyvä pitää mielessä, että tietokoneella NC-ohjelmaa tekevän kaksi päätehtävää ovat (1) kappaleen geometrian sekä (2) työstöratojen määrittäminen. Pitkälle kehittyneet CAD/CAM-ohjelmistot ovat automatisoineet suuren osan näistäkin toiminnoista. (Groover 2008, 176.)

Suunnittelijan tehtäviin kuuluu kappaleen ja sen kaikkien komponenttien piirtäminen. Tallennettuaan mallit CAD/CAM-ohjelman tietokantaan ei ole järkeä lähteä uudelleen piirtämään kappaletta, kun on aika tehdä työstöradat. Järkevä tapa käyttää CAD/CAM:iä on hakea suunnittelijan piirtämä kappale tiedostosta, johon hänen tallensi ja alkaa työstää sitä. Näin toimimalla pystyy hyppäämään yhden aikaa vievän vaiheen yli; geometrian määrittämisen. (Groover 2008, 176–177.)

Toinen päätehtävistä oli siis työstöratojen tekeminen. Ensimmäisenä ohjelmoija valitsee sopivan työkalun toimintaan. Useimmissa ohjelmissa on työkalukirjasto, josta voi valita kuhunkin operaatioon sopivan työkalun. Miten seuraava vaihe on toteutettu, vaihtelee ohjelmien kesken, mutta joka tapauksessa siinä määritellään työstöradat eli työkalun reitti. Yleensä liikekäskyt annetaan joko yksi kerrallaan tai ratojen luomiseen tarkoitetulla moduulilla, joka luo radat automaattisesti. Nämä moduulit on kehitetty suorittamaan muutamia tyypillisiä työkiertoja. (Groover 2008, 176–177.)

Kun työstöradat on luotu, joillakin CAD/CAM-ohjelmilla pääsee tarkastelemaan animoitua simulaatiota tulevasta koneistuksesta. Tulevaisuudessa saattaa olla mahdollista automatisoida koko NC-ohjelmointi. (Groover 2008, 176–177.)

5.3 G-koodi

CAD-kuvaan piirretään usein paljon enemmän viivoja ja tietoja kuin työstöradan luomiseen CAM-ohjelmistolla tarvittaisiin. Ohjelmisto tarvitsee vain piirteet, jotka kokonaisuutena muodostavat työstettävän mallin kappalegeometrian. Tällaista piirustusta sanotaan tuotantomalliksi (Valuatlas 2011). Tuotantomalliin CAM-

ohjelmisto generoi työstöradan ja postprossessori muuntaa sen työstökoneelle sopivaan muotoon G-koodiksi.

G-koodi keksittiin jo lähes 50 vuotta sitten. Sen pääsääntöiset toiminnot ovat työkalun paikoitus, työkalun liike ja työkalun vaihto. G-koodin puutteellisuuden vuoksi uusien koneiden suurnopeus-, tarkkuus-, ja ohjausominaisuuksia ei voida hyödyntää täydellisesti. CAD-ohjelmalla luotava piirrepohjainen teknologia köyhtyy täten alhaisen tason informaatioksi. Nykyään suunnittelu- ja valmistusketju toimii vain yksisuuntaisesti CAD-suunnittelusta ohjauskoodiksi, jolloin NC-koodiin tehtävät muutokset eivät välity ketjun alkuun. (Sääski, Salonen & Paro 2007.)

5.4 IGES

Tiedostoformaattit ovat suuressa roolissa, kun asiakas lähettää CAD-kuvan ja kuvassa olevalle kappaleelle tulisi tehdä työstöradat. Eri CAD-ohjelmat tuottavat erinimisiä tiedostoja ja CAD/CAM-järjestelmän tulisi suoriutua moitteettomasti niiden lukemisesta.

IGES on neutraali tiedostoformaatti, joka on suunniteltu CAD-mallien siirtoon eri ohjelmistojen välillä. IGES on ensimmäinen standardoitu formaatti, joka on kehitetty eri CAD/CAM-järjestelmien väliseen kommunikointiin. Sitä käytetään kahteen tarkoitukseen: siirtämään mallinnustietoja erilaisten ohjelmien välillä yrityksen sisällä sekä digitaaliseen tiedonsiirtoon yrityksen ja sen asiakkaiden ja tavarantoimittajien kesken. Alussa IGES:ia käytettiin lähinnä yksinkertaisten konepiirustusten siirtoon, mutta ohjelmien kehittyessä ja asiakkaiden tarpeiden sitä myötä kasvaessa, IGES on kehittynyt neutraalin tietokannan suuntaan. (Zeid 1991, 450–451.)

IGES on siis tiedosto, jota useimmat ohjelmistot pystyvät lukemaan. Esimerkiksi kun AutoCADilla luotu DXF-tiedosto muutetaan IGES-muotoon, sen sisältämä tieto säilyy muuttumattomana ”perille” asti eli toiseen ohjelmaan. IGES määrittelee alkiot, joita tarvitaan muodostamaan IGES-malli, tarpeelliset parametrit ja alkioiden väliset riippuvuudet. Kuten suurin osa CAD/CAM-järjestelmistäkin, IGES perustuu alkioihin eli itsenäisiin kokonaisuuksiin. Alkiot järjestyvät IGES-tiedostossa ennal-

tamäärätyn tyyppinumeron mukaan, joka kertoo alkion tehtävän. (Groover 2008, 454.)

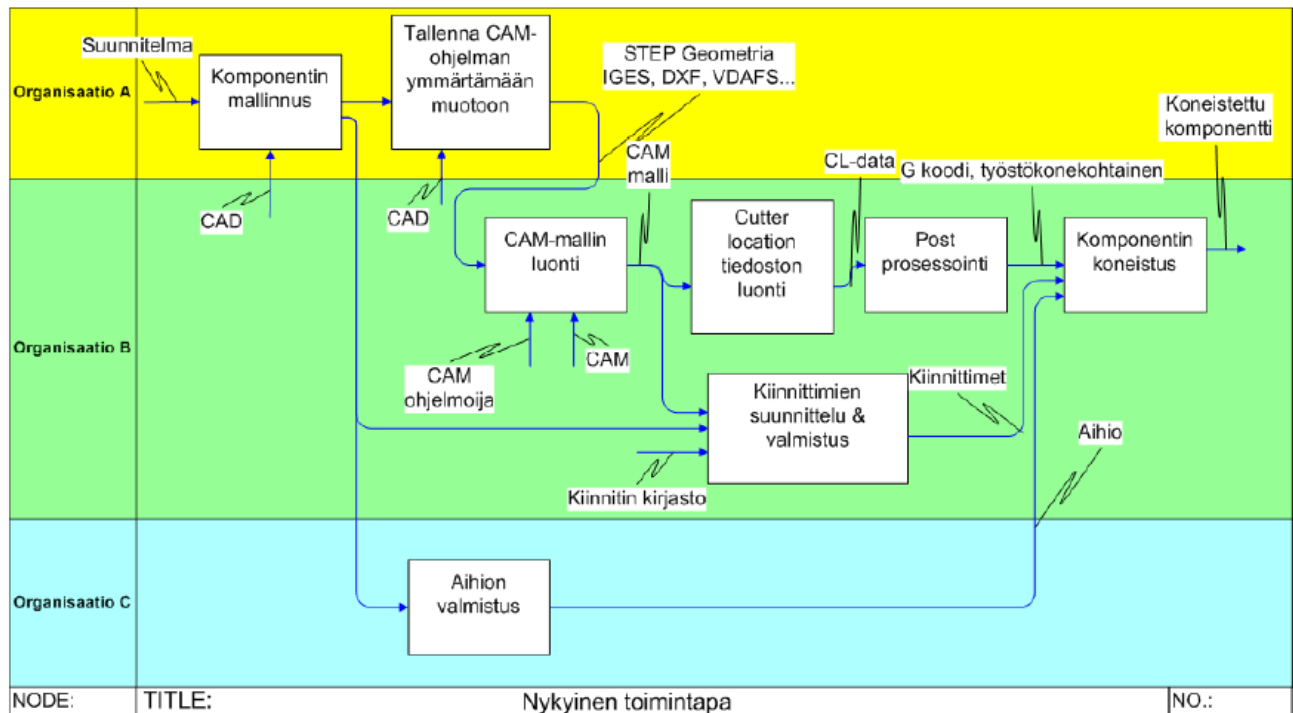
5.5 STEP

STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) on käytetyin formaatti tiedon siirtoon, tallentamiseen ja päivittämiseen. STEP:istä kehitetään standardeja eri sovellusaloille, jotta se vastaisi erityistarpeisiin mahdollisimman hyvin. Uusin sovellus on STEP-NC, joka on työstökoneiden ohjelmointiin keskittyvä standardi. STEP-NC julkaistiin virallisena standardina huhtikuussa 2007. (Sääski ym. 2007)

STEP-NC:n tarkoituksena on siirtää visio ”Design anywhere manufacture anywhere” todellisuuteen. Käytännössä se tarkoittaa, että ennakoimattomat työt voidaan siirtää toisille konepajoille yhtenäisen STEP-NC-pohjaisen valmistusinformaation avulla. CAD:illä luotu malli muunnetaan STEP-NC:n mukaiseksi informaatioksi ja siirretään suoraan työstökoneelle. Toimintaansa ulkoistavien yritysten kannalta on erittäin tärkeää, että he voivat hallita riskejä uuden tekniikan avulla. STEP-standardi yhdistää tietokoneavusteiden suunnittelun (CAD), työnsuunnittelun (CAPP), ja valmistuksen (CAM) tietojärjestelmät. Perinteisen suunnittelutiedon lisäksi standardi sisältää sekä tuotteen toiminnallisia ominaisuuksia että tietoja sen elinkaaresta. STEP:in tavoitteena on levittää koko valmistusketjuun siten, että kaikki tuotteeseen liittyvä tieto on saatavilla samassa formaatissa. Yhdysvaltalainen NIST (National Institute of Standard and Technology) on arvioinut, että tietojärjestelmien yhteistoiminnan vaikeuksista syntyy autoteollisuuden ja elektroniikan alihankintaketjulle vuosittain 9 miljardin dollarin kustannukset. (Sääski ym. 2007).

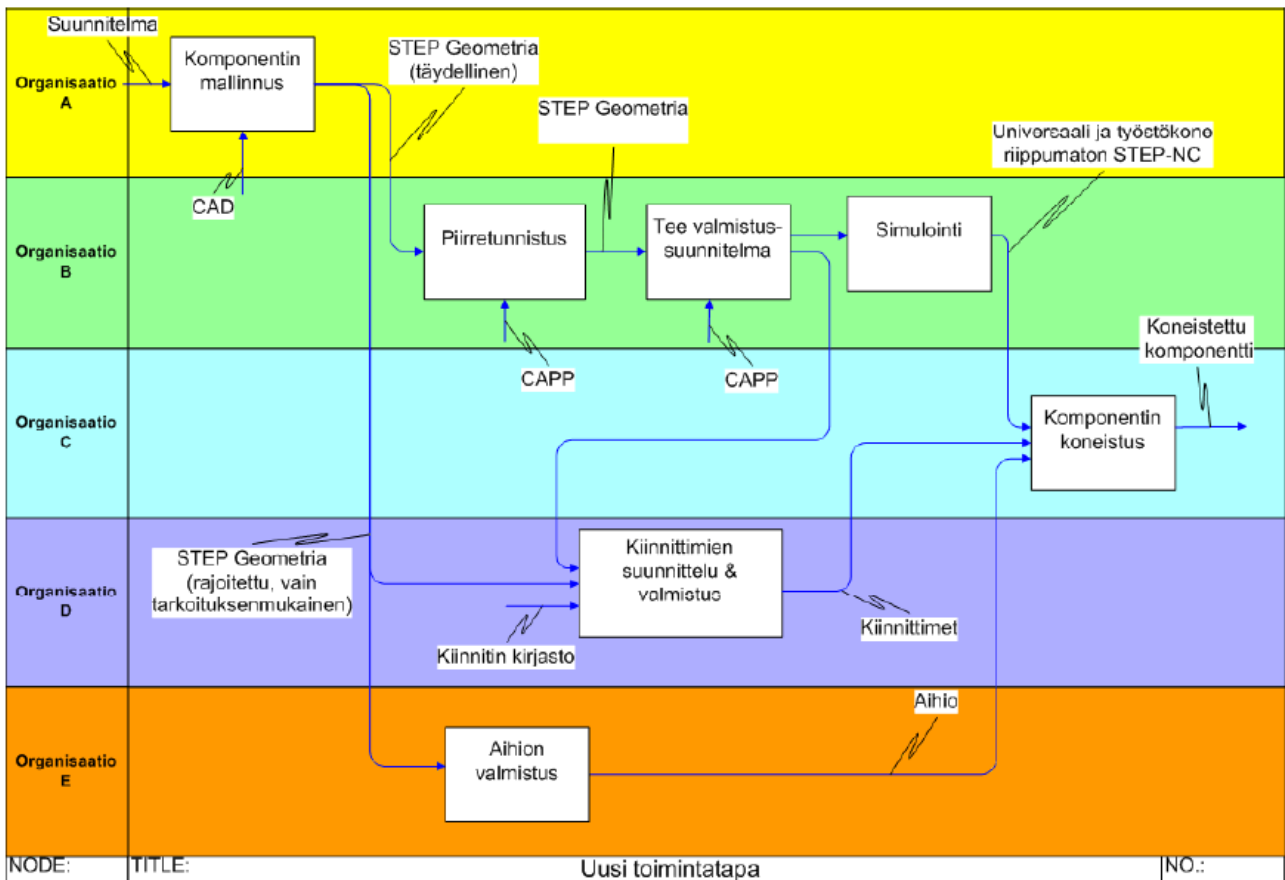
Nykyinen toimintamalli esitetään kuviossa 3. Ensin luodaan geometriamalli ja siirretään se CAD/CAM-ohjelmoijalle, joka vuorostaan luo geometriamallin avulla valmistussuunnitelman toleransseineen. Tämän jälkeen valmistussuunnitelma postprosessoidaan ja lähetetään NC-koneelle. Tässä vaiheessa valmistussuunnitelma on muuttunut G-koodiksi. Koska G-koodin siirto eri toimittajien ohjausjärjestelmien välillä on hankalaa, yrityksen joutuvat keskittämään tuotantoaan tarkasti valittuihin tehtaisiin. Tästä syystä he joutuvat myös varastoimaan komponentteja,

jotta nopeat toimitukset voidaan taata. Tavallisesti organisaatio A ja B ovat samassa yrityksessä, mutta valmistustekninen tietämys kerääntyy organisaatioon B.



Kuvio 3. Nykyinen toimintamalli. (Sääski ym. 2007)

STEP-NC-tekniikan avulla tuotemalli voidaan generoida useilla CAD/CAM-järjestelmillä ja lähettää useaan NC-koneeseen. Eri järjestelmien kommunikointi keskenään helpottuu. Kuviossa 4 esitetään uusi toimintamalli niin sanottuna uimaramallina. STEP-NC-valmiudet omaava konepaja voi tarjota valmistuskapasiteettiaan sitä tarvitsevalle. STEP-NC sisältää yksiselitteisen tiedon kappaleen geometriasta ja valmistustavasta, joten konepajojen globaalilla sijainnilla ei ole väliä. Tuotteen ja valmistuksen suunnittelu voidaan hajauttaa ja eriyttää varsinaisten komponenttien työstöstä, koska STEP-NC:n universaali tiedonsiirto ei vaadi suunnittelun ja valmistuksen pientä keskinäistä etäisyyttä. Tämä antaa yrityksille mahdollisuuden suojata ja hajauttaa tuotantoaan. Komponentit voidaan virtauttaa kokoonpanotehtaille kysynnän mukaan. Manuaalinen työ ja komponentin valmistukseen liittyvä tietämys siis eriytetään toisistaan. (Sääski ym. 2007)



Kuvio 4. Uusi toimintamalli. (Sääski ym. 2007)

5.5.1 STEP-NC-standardit ISO 14649 ja ISO 10303-238

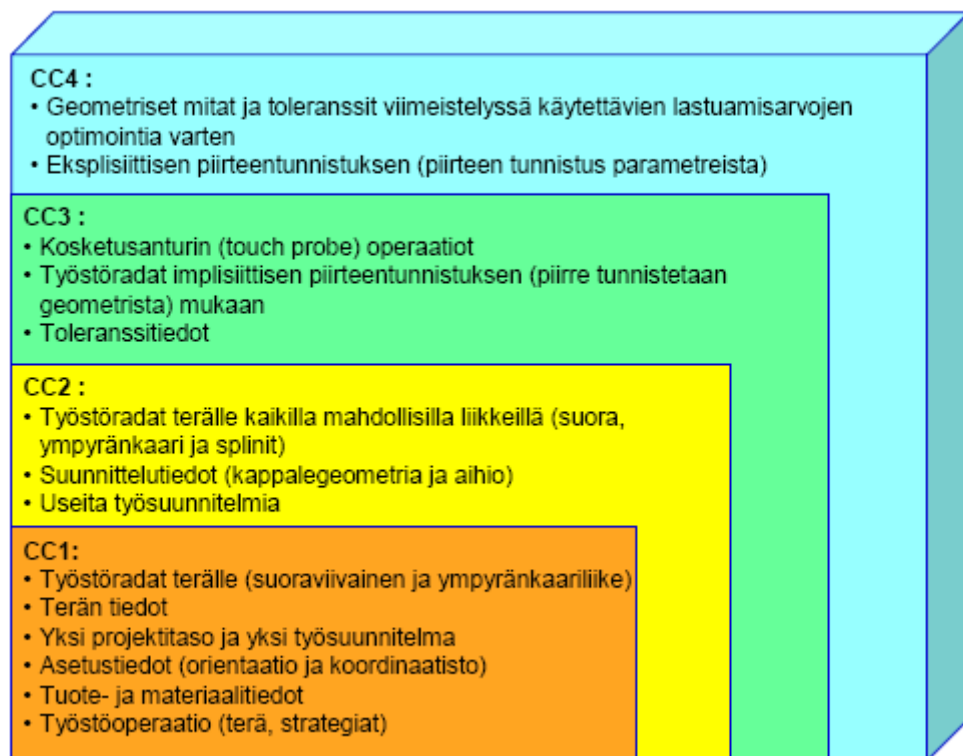
Koska kaksi komiteaa on kehittelyt STEP-NC:tä, on siitä myös määritetty kaksi eri standardia: ISO 14649 ja ISO 10303-238. Standardit ovat hyvin samankaltaisia, mutta niiden implementointi ohjausjärjestelmään eroaa toisistaan. ISO 14649 on yksinkertaisempi tietomalli, joka on helpompi toteuttaa ohjaimessa. ISO 10303-238 (jatkossa AP238) käyttää STEP:in määrittelyjä esimerkiksi geometrian ja piirretunnistuksen osalta, joten sen avulla voidaan paremmin hyödyntää CAD:illä tehty malli. STEP-NC:llä on siis kaksi suuntaa. Tämä seikka laimentaa ohjausjärjestelmien ja työstökonevalmistajien intoa tehdä STEP-NC:tä ymmärtäviä järjestelmiä.

5.5.2 ISO 10303-238:n (AP238) toimintaperiaate

AP238:n periaate on yhdistää CAD- ja CAM-data yhtenäiseksi tuotemalliksi. Se sisältää työsuunnitelman, käytettävissä olevan valmistusteknologian ja kappaleen geometrian. Työsuunnitelma määrittelee missä järjestyksessä eri vaiheet tehdään. Valmistusteknologia kertoo eri työstöoperaatiot ja niihin tarvittavat työkalut, teknologian ja työstöstrategian. Työstöstrategia tarkoittaa tapaa, jolla työstö tehdään; esim. siksak, spiraali, tms. Työstöoperaatiot ovat sen sijaan menetelmiä, kuten tasoajrsintä. AP238:ssa kappaleen jokaiseen piirteeseen yhdistetään sen valmistustapa. Kyseinen protokolla sisältää siis seuraavat tiedot:

- Valmista tämä geometria tästä aihioista.
- Luo tämä geometria näillä piirteillä materiaanpoistolla ja tässä järjestyksessä, näillä toleransseilla.
- Käytä sopivia teriä.
- Käytä sopivaa työstöstrategiaa.

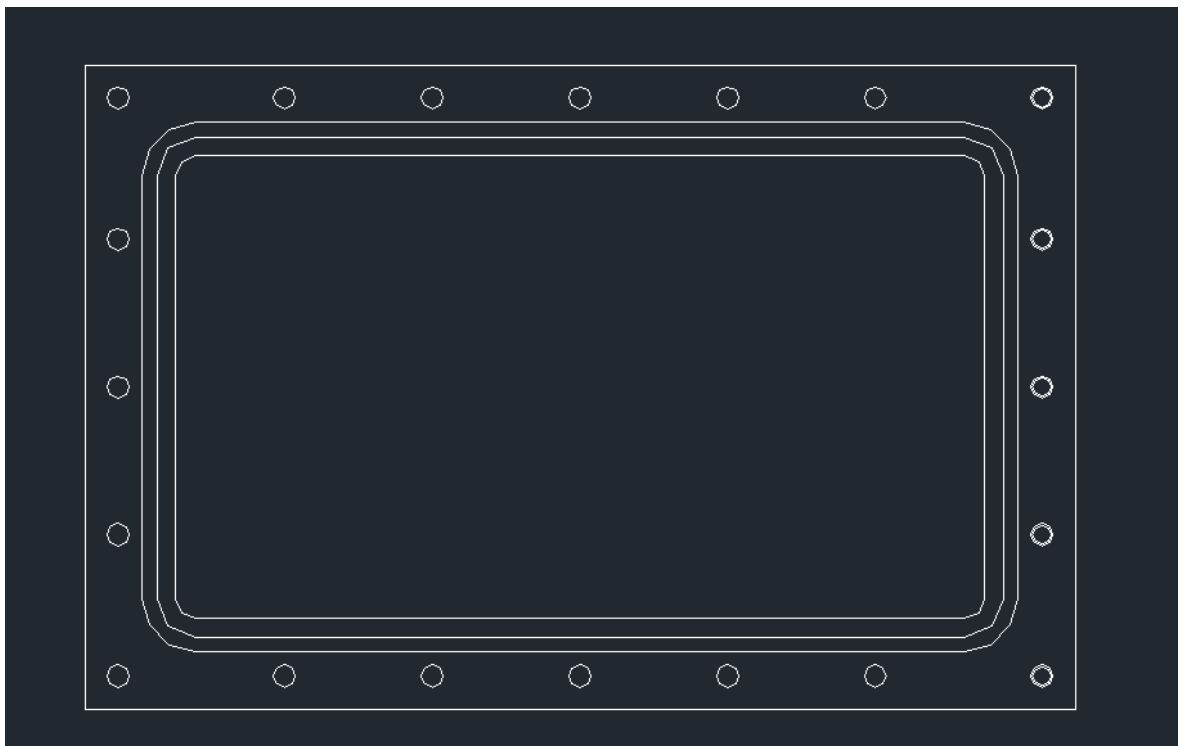
AP238 on jaettu neljään sisäkkäiseen osakokonaisuuteen, jotta se olisi helpompi hahmottaa. CAD/CAM-toimittajat ja ohjainvalmistajat voivat esimerkiksi sanoa tukevansa STEP-NC:tä tasolla CC3, joka tarkoittaa, että heidän järjestelmänsä pystyy tunnistamaan kosketusanturin operaatiot, työstöradat implisiittisesti (geometriasta) sekä toleranssitiedot. Kuviossa 6 näkyy kaikkien eri tasojen tiedot. Kuten kuvioista voi huomata, tasot täydentävät toisiaan, joten CC4 käsittää koko standardin.



Kuvio 5. AP238-standardin kehitys ja osakokonaisuudet. (Sääski ym. 2007.)

6 CAM-OHJELMISTOT

Tässä kappaleessa kerrotaan muutamia ominaisuuksia kolmesta CAM-ohjelmistosta, joihin tutustuin opinnäytetyötä tehdessäni. Nämä kolme ohjelmistoa valittiin opinnäytetyön aloituspalaverissa. Kyseiset CAD/CAM-ohjelmat ovat Mastercam, Surfcam ja Wincam. Näihin tutustumalla koin, että saan monipuolisen kuvan tarjolla olevista ohjelmistoista perehtymättä kuitenkaan jokaiseen markkinoilta löytyvään järjestelmään. Harjoitusmateriaalina käytettiin tyypillistä Primerolla valmistettavaa kappaletta, kaulavannetta (kuvio 6.).



Kuvio 6. Tyypillinen Primerolla valmistettava kappale (Helasteel Oy).

6.1 WinCAM

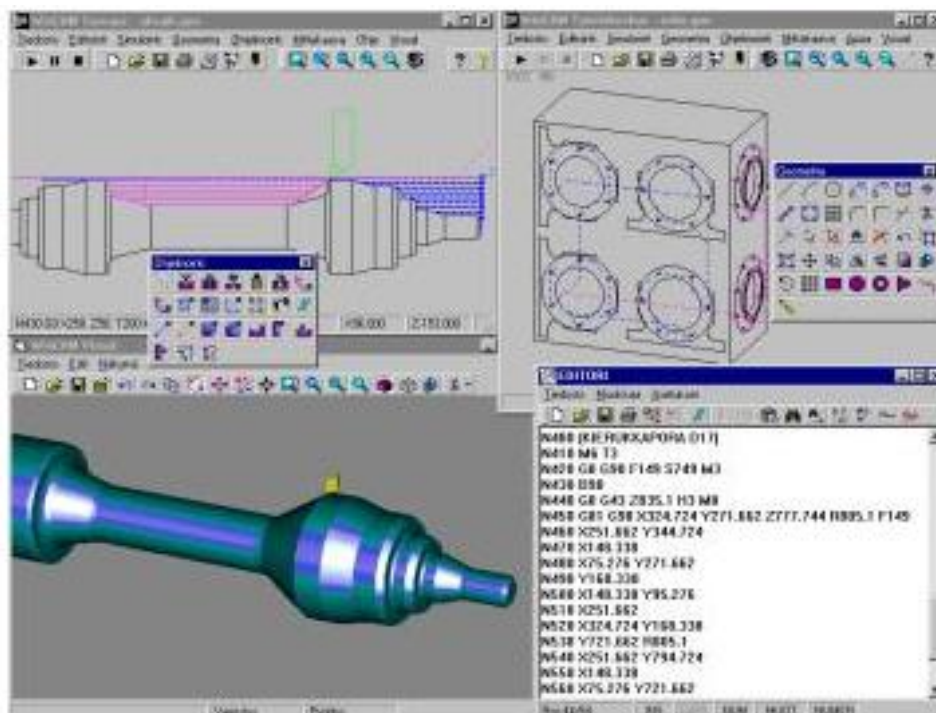
Wincam on suomalainen CAM-ohjelma, jonka kehittäminen on aloitettu noin 15 vuotta sitten. Wincamiä on toimitettu yli 470 organisaation käyttöön, joista muutama sijaitsee ulkomailla (Camtek 2011a). Mauri Köykkä Cam-tuesta piti Wincam-esittelyn Helasteelillä 31.1.11. Tuomas Anttila oli varannut tyypillisen Primerolla työstettävän kappaleen 2D-kuvan harjoitusmateriaaliksi ja ensin perehdyttiin siihen

miten tiedostot on tuotava Wincamiin aina DXF-muodossa. Wincam on 2,5D-ohjelmisto, joten se ei osaa lukea 3D-malleja.

AutoCAD:ssä on käsky ”DXFOUT”, jolla piirros muutetaan DXF-tiedostoformaattiin. Käskyn annettuaan käyttäjä määrittää vielä miten tarkasti hän haluaa alkioit kuvata. Käyttäjällä voi valita väliltä 0-16 tai ”entities”. Entities tarkoittaa, että vain määritetyt alkioit siirretään. Ominaisuus on hyödyllinen silloin, kun geometriaa siirretään CAM-ohjelman käyttöön. Wincamin jälleenmyyjä Mauri Köykkä kuitenkin suositteli CAM-käyttöön valintaa ”16”. (Köykkä 2011.)

6.2 Wincamin postproessori ja simulaattori

Wincamin *postproessoria* muokataan asiakkaan tarpeiden mukaan. Lisäksi sillä on puolen vuoden takuu. Jos ongelmia tai parannusehdotuksia ilmenee, korjattu versio lähetetään asiakkaan sähköpostiin muutamassa päivässä. Postproessorin saa ladata niin moneen koneeseen kuin on tarpeen ilman lisämaksua.



Kuvio 7. Wincam-screenshot. (Vossi 2011.)

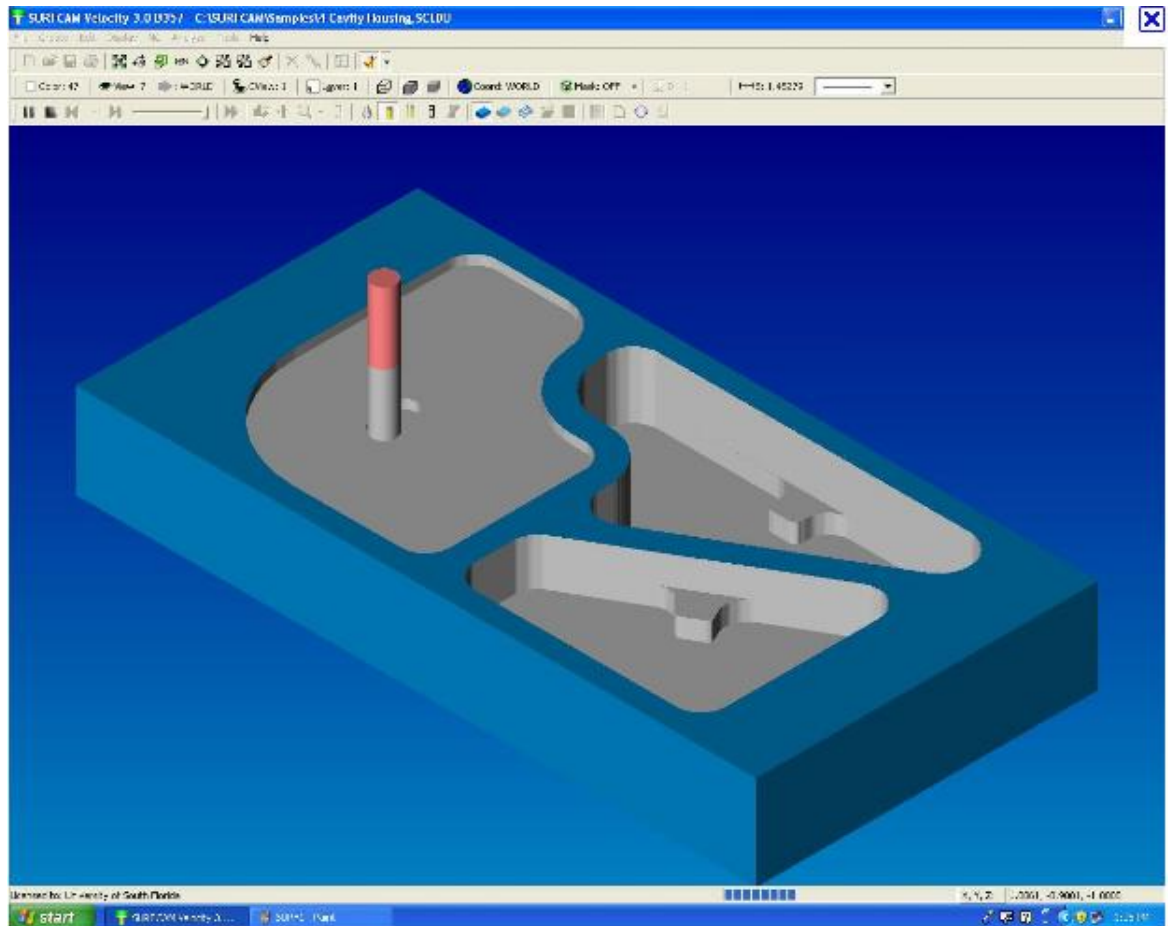
Wincam on markkinoiden ainoa CAM-ohjelmisto, jossa on 2-suuntainen älykkyys: se tuottaa NC-koodia, mutta myös ymmärtää sitä. Se pystyy luomaan simulointikuvan vaikka käsin kirjoitetusta NC-koodista. Simulaattori tulee aina Wincam-paketin mukana. Ohjelmassa on editori, johon voi syöttää normaalia G-koodia. Kuviossa 7 on kuvakaappaus Wincamistä, jossa näkyy oikeassa alakulmassa NC-editori. Useimmat haluavat ohjelmoida graafisesti piirtämällä ensin kappaleen geometrian ja valitsemalla sitten sopivat työstötavat. Näitä ohjelmointitapoja voidaan yhdistellä ja käyttää oman mielen mukaan. Lisäksi Wincamiin on saatavilla lisäosana visualisointi, jonka avulla pystyy seuraamaan kappaleen todellista muotoa eri työstövaiheissa. Simulointi ja visualisointi yhdessä antavat tarkan työstöajan. WinCAM -ohjelmiston simulaattoreiden uusin ominaisuus on ”NC-koodista geometriaksi”-toiminto, jolla vanhoista NC-ohjelmista saadaan automaattisesti kerättyä geometriatieto talteen ja siirrettyä se edelleen DXF-muodossa CAD-ohjelmistoon tai toiseen CAM-ohjelmistoon. Työstökeskusohjelmista saadaan rakennettua jopa piirremalli, jossa on tiedot porauksista, kierteistä, upotuksista ja muista vastaavista. (Camtek 2011b)

6.3 SurfCAM

Rensi Finland Oy:n myyntipäällikkö Mika Turpeinen kävi pitämässä esittelyn Helasteelilla 8.2.2011. Kävimme läpi työstöradan luomisen kappaleelle ja tutustuimme yleisesti ohjelmistoon. Surfcamistä on saatavissa 2D- ja 3D-versiot. Helasteelin tapauksessa totesimme, että 2D-ohjelmisto olisi riittävä yksinkertaisten kappaleiden takia. Jatkossa jos tarvetta tulisi, ohjelmiston pystyisi päivittämään 3D-versioksi. 3D-malleja ei tarvitse konvertoida.

Surfcamissä on 3D-simulointi, joka kuuluu myös 2D-ohjelmistoon. Simulointi on hyödyllinen ominaisuus, koska virheiden todennäköisyys pienenee, kun työkalun kaikki liikkeet näkyvät jo näytöllä. Kaksiakseliselle koneelle suunnitellulla ohjelmistolla ei kuitenkaan pysty tekemään työstöratoja 3D-kappaleeseen. Se vaatii 3-axis-ohjelman. Työstöratoja 3D-simuloinnilla pystyy kuitenkin tarkastelemaan. Optiona Surfcamiin on saatavilla konesimulaatio, joka tarkoittaa, että pelkän kappaleen sijaan näytöltä pystyy tarkastelemaan koko konetta tai vaikkapa pöydän sijaintia.

Surfcamissä on työkalun kuormituksen seuranta, joka säätelee nopeutta sen mukaan kuinka paljon ainetta on työkalun edellä. Jos siis työkalu on syvällä kappaleen sisällä, se hiljentää vauhtia tai jos työkalu liikkuu lähellä pintaa, se kasvattaa nopeutta. Ominaisuus lisää tuottavuutta ja kasvattaa työkalun kestoikää. (Surfcam 2011.)



Kuvio 8. Surfcamin simulointi. (Surfcamin verkkosivut)

6.4 MasterCAM

Camaster Oy:n Ilkka Heinäaho kävi pitämässä esittelyn Mastercamistä Peräseinäjoella 16.2.2011. Mastercam on Heinäahon mukaan markkinajohtaja Suomessa.

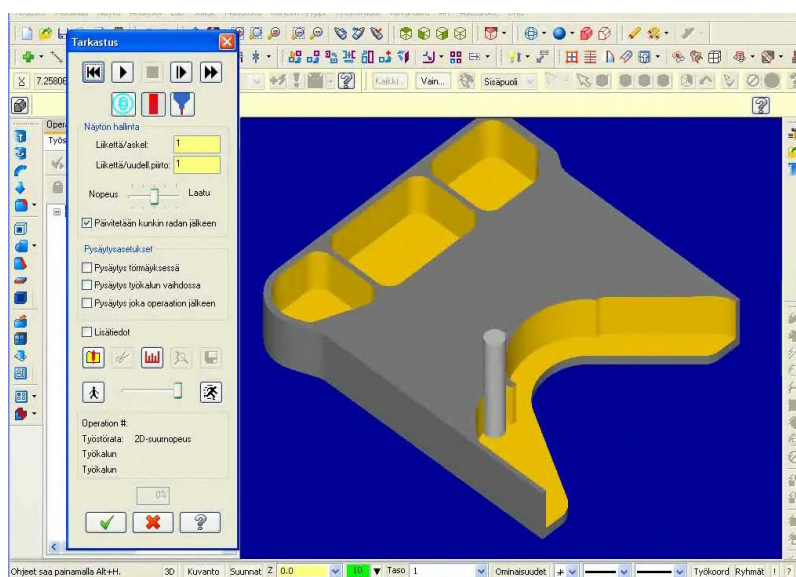
Heinäaho aloitti kertomalla CAM-ohjelmiston tuomista hyödyistä. Näitä ovat mm. ohjelmointiajan lyheneminen sekä työstöajan laskeminen. Tarkan työstöajan tiedosta hyötyy ainakin tarjosten tekijä, joka saa tarkkaa tietoa, miten kauan jonkin

kappaleen ja sitä kautta sarjan tekeminen kestää. Työstöaikaan liittyy syöttönopeuden maksimointi, jolloin kokonaistyöstöaika saattaa lyhentyä jopa 35 %. (Mastercam 1 2011.)

Heinäaho kertoi demonsa yhteydessä, että Mastercam pysyy lukemaan lähes kaikkia CAD-ohjelmien formaatteja. Vain harvinaisiin, kuten CATIA:n ja ProEngineeringin tuottamia tiedostoja Mastercam ei osaa lukea ilman maksullista optiota.

Mastercamissa on vakiona automaattinen syöttönopeuden optimointi. Ohjelma osaa itsestään ”jarruttaa” mutkiin ja kaariin tultaessa, ja toisaalta kiihdyttää kun tehdään pitkää suoraa. Kun työkalu kulkee syvällä, Mastercam pienentää syöttöä ja työkalun kuorman pienentyessä syöttönopeus kasvaa. (Mastercam 2 2011.)

Jyrsintään Mastercamilla on eritasoisia ohjelmia: Entry, sekä Mill Level 1, 2 ja 3. Heinäahon mukaan Entryä ei mene juuri ollenkaan, koska Mill Level 1:nkin ominaisuudet ovat jo huomattavasti sitä paremmat. Päivitys versiosta toiseen onnistuu aktivointikoodin syötöllä. Helasteelin tarpeisiin Mill Level 1 on Ilkka Heinäahon mielestä riittävä. Siihen kuitenkin kannattaa ottaa optiona solidit, jolloin simulointia voidaan tarkastella 3D-kappaleesta. Solidien lisäksi Mastercamiin on saatavilla optiona myös NC-ohjelmaeditori sekä sorvaus-lisäosa. Kuviossa 9 on kuvakaappaus Mastercamin dynaamisesta jyrksinnästä.



Kuvio 9. Mastercamin dynaaminen jyrksintä. (Mastercamin verkkosivut)

7 YHTEENVETO

CAD/CAM tuo parhaimmillaan yritykselle suuren määrän hyötyjä: suunnittelu- ja valmistusajat lyhenee, laatu paranee ja kaikki yrityksen dokumentit ovat keskiteysti yhdessä paikassa. Jotta nämä hyödyt saadaan käyttöön, on ohjelmiston hankinta tehtävä ajatuksella. Pahimmillaan yritys on tullut hankkineeksi kalliin ohjelmiston, jota kukaan ei osaa käyttää, joka ei sovellu kyseiselle yritykselle ollenkaan eikä varsinkaan paranna laatua.

Tarve CAD/CAM-ohjelmiston hankinnalle on syntynyt Helasteelillä, koska heidän nykyinen työstökeskuksensa ei pysty tekemään kaarevia muotoja. Jotta he voisivat hankkia töitä alihankkijoilta takaisin itselleen, heidän on pystyttävä tekemään myös kaarevia muotoja. Asia voitaisiin ratkaista lisäämällä toiminto koneen parametreihin, mutta koska CAD/CAM-järjestelmä helpottaa myös muun muassa tarjouslaskentaa, se on järkevämpi ja kauaskantoisempi ratkaisu.

Tarkempaan tarkasteluun valittiin alun perin Wincam, Surfcam ja Mastercam ja heiltä pyydettiin tuote-esittelyt tuotteistaan. Jokaista esittelijää pyydettiin näyttämään miten he tekevät ohjelmallaan työstöradat eräälle Helasteelillä tuotannossa olevalle kappaleelle. Työn perimmäisenä tarkoituksena oli löytää Helasteelille CAM-ohjelmisto. Esittelyjen perusteella päädyttiin Wincamiin. Perusteina valinnalle olivat selkeä käyttöliittymä ja selkeät toiminnot, jotka ovat riittäviä huomioiden Helasteelin tuotannon. Koska valmistettavat kappaleet ovat, ja tulevat jatkossakin olemaan, muodoiltaan helppoja työstettäviä, ei ole tarpeellista eikä perusteltua maksaa 3D-ominaisuuksista. CAM-ohjelmisto tulee parantamaan Helasteelin toimitusvarmuutta ja -nopeutta. Alihankkijoiden teettämällä pienillä erillä on nykyisin pitkät toimitusajat. Toimitusvarmuus kasvaa, koska yritys ei ole enää yhtä riippuvainen ulkoisista toimittajista kuin ennen.

Työn teoreettinen osuus koostuu CAD/CAM-järjestelmän valintakriteereistä, kahden mielestäni tärkeimmän tiedostoformaatin kuvauksesta sekä siitä, miten koko prosessi etenee suunnittelusta varsinaiseen työstöön. Suunnittelun tärkeyttä ei voi korostaa liikaa; suunnittelupöydällä tehdyt virheet aiheuttavat suurimmat kustannukset tuotteen elinkaaren aikana.

Työn loppupuolella on CAM-ohjelmien ominaisuuksia, joihin tutustuttiin. Ohjelmistojen rakenne on hyvin samankaltainen ja peruseriaate sama; CAD:illä piirretty malli siirretään CAM:iin, ohjelmalle annetaan tiedot rei'istä, urista ja muista piirteisistä, tehdään työstöradat ja lopuksi ohjelma postprosessoidaan työstökoneelle. Tässä vaiheessa G-koodiksi muunnettu ohjelma on työstökoneen ymmärrettävissä ja se osaa valmistaa siitä halutun kappaleen.

8 OMAT POHDINNAT

Opinnäytetyöni aihe oli mielestäni hyvin mielenkiintoinen. En osannut ajatella aluksi miten monipuolisesta asiasta on kyse. CAD/CAM-ohjelmistoon liittyy koko suunnittelu- ja valmistusprosessi. Hankalaa oli täten myös työn rajaus. Yritin poimia laajasta alueesta sellaiset asiat, jotka laittavat ajattelemaan sen monipuolisuutta. Myös asiat, joita on otettava huomioon, kun yritys lähtee hankkimaan CAD/CAM:iä, kiinnostivat minua.

Suurin ongelma/ vaikeus liittyen tuotannon automatisointiin on mielestäni standardointi. Työstökoneet ovat kehittyneet huippunopeiksi ja -tarkoiksi, mutta ohjausjärjestelmien kehitys laahaa jäljessä standardoinnin puutteen takia, tai paremmin sanottuna: standardoinnin hyväksynnän puutteen takia. Suurin hidaste STEP:in edessä ovat ohjausjärjestelmien valmistajat, joiden täytyisi uudistaa koko ajattelutapansa, jotta STEP-NC voitaisiin täysin hyödyntää. Heillä on omat standardinsa ja ohjausjärjestelmät pohjautuvat G-koodiin. Koko järjestelmä vaatisi siis päivitystä.

Opin työtä tehdessäni paljon siitä, miten tietokoneet liittyvät nykyään erottamattomasti valmistusprosessiin. Tietokoneet parhaimmillaan nopeuttavat prosessia ja parantavat tuotelaatua, mutta ohjelmien valinta ja käyttö oikeassa paikassa, oikealla tavalla on hyvin tärkeää.

LÄHTEET

- Camtek. 2011a. Wincam-esite. [PDF-dokumentti]. [Viitattu 23.3.2011]. Saatavilla: <http://sites.really.fi/userData/camtek/pdf-files/UusiWinCAMesitewww.pdf>
- Camtek. 2011b. Camtekin verkkosivusto. [Viitattu: 23.2.2011.] Saatavilla: <http://www.camtek.fi/wincam-ohjelmisto/postprosessorit-ja-simulaattorit>
- Groover, M.P. 2008. 3 painos. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. New Jersey: Pearson education, Inc.
- Heinäaho, I. 2011. 10 syytä miksi alihankintayrityksen tulee hankkia CAD/CAM. [Word-dokumentti].
- Helasteel Oy. 2011. Yrityksen oma dokumentti. [CAD-piirros].
- Kivistö-Rahnasto, T. 2010. Hitsausrobotisolun suunnittelu. [Verkojulkaisu]. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. [Viitattu 4.3.2011]. Opinnäytetyö. Saatavana: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13741/Kivisto-Rahnasto%20Tomi.pdf?sequence=1>
- Köykkä, M. Geometrian siirto AutoCADistä WinCAMiin. [Word-dokumentti].
- Mastercam 1. 2011. Mastercamin verkkosivusto. [PDF-dokumentti]. [Viitattu: 17.2.2011]. Saatavilla: http://www.mastercam.fi/mill/X4Mill_web.pdf
- Mastercam 2. 2011. Mastercamin verkkosivusto. [WWW-dokumentti]. [Viitattu: 17.2.2011]. Saatavilla: <http://www.mastercam.fi/mill/feedrate.html>
- Mastercamin verkkosivut. 2011. Screenshot-kuva. Saatavilla: http://www.mastercam.fi/harjoituksia/Dynaaminen_jyrsinta.pdf
- Mercer, T. 2000. CAD/CAM selection for small manufacturing companies. University of Wisconsin. Tutkielma. [Viitattu 28.3.2011]. Saatavilla: <http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2000/2000mercet.pdf>
- Surfcamin verkkosivut. 2011. Screenshot-kuva. Saatavilla: http://www.surftware.com/surfcam_design_3_axis_velocity.aspx
- Surfcam. 2011. Surfcam 2-Axis. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 31.3.2011]. Saatavilla: http://www.surftware.com/surfcam_design_2_axis_velocity.aspx

Sääski, J., Salonen, T. & Paro, J. 2007. STEP-NC:n hyödyntämisen vaikutukset verkostomaiseen tuotantoon. [PDF-dokumentti]. [Viitattu: 7.4.2011]. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2007/W75.pdf>

Valuatlas oppimateriaalit. 2011. CAD/CAM perusteet ja muottien työstäminen. [PDF-dokumentti]. [Viitattu: 17.2.2011]. Saatavilla: http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/machining_milling_FI.pdf

Vossi. 2011. Screenshot-kuva. Saatavilla: <http://www.vossi.fi/edustukset/ohjelmistot/wincam/wincam.htm>

Zeid, Ibrahim. 1991. CAD/CAM theory and practice. New York: McGraw-Hill, Inc.

LIITTEET

LIITE 1: Cam-tuen tarjous Wincamistä.

Cam-tuki
Köykkä Mauri Tmi

Tarjous 23.02.2011

Cam-tuki
Ratapolku 1 C
37150 NOKIA
puh (03) 3416 450

HelaSteel Oy
Metallitie 7
61100 Peräseinäjoki

Tarjouspyyntö Sanna Heino – Mauri Köykkä 18.02.2011

WinCAM NC-OHJELMOINTIOHJELMISTO

Tarjoamme teille WinCAM NC-ohjelmointiohjelmitot seuraavasti

Ohjelmistot

WinCAM Jyrsintäohjelmisto Primero C-tek -ohjaukselle **10000** €

Hintaan sisältyy postprosessorien ja simulaattorien sovittaminen työstökoneellenne sopiviksi sekä ohjelmiston käyttöoikeus saman toimipisteen kaikissa tietokoneissa.

Laitteisto Ohjelmisto toimii PC-mikrotietokoneissa, joissa on Windows 95, 98, NT 4.x Win 2000 , XP, Vista ja Win 7 käyttöympäristö.

Toimitusaika Sopimuksen mukaan 2-4 viikkoa tilauksesta.

Takuu Ohjelmistolla on kuuden (6) kuukauden takuu toimituspäivästä laskettuna. Tukisopimuksen voimassaoloaikana myös ohjelmistolla takuu on voimassa.

Ohjelmistotukisopimus

Ohjelmistotukisopimuksella on mahdollista saada ohjelmistoille jatkuva takuu, vuosittaiset päivitykset sekä jatkuva ilmainen puhelinneuvonta. Tukisopimuksen hinta on 10 % vuodessa ohjelmiston voimassaolevan hinnaston mukaisesta hinnasta. Tukisopimus ei ole pakollinen.

Lisenssiehdot Hankittu ohjelmistolisenssi sisältää aina ohjelmiston käyttöoikeuden yrityksen yhden toimipisteen kaikissa tietokoneissa. Ohjelmiston laajempi käyttö ja luovuttaminen kolmannen osapuolen käyttöön on ehdottomasti kielletty. Jos työstökone, jota varten ohjelmisto on hankittu, myydään, on käyttöoikeuden siirrosta työstökoneen ostajalle aina neuvoteltava ohjelmistotoimittajan kanssa.

Hinnat Nykyisen arvonlisäverokäytännön mukaisesti em. *hintoihin lisätään arvonlisävero 23 %.*

Käyttöohjeet Ohjelmiston käyttöohje on toteutettu ns. hypertekstinä Windowsin Ohje-järjestelmän (Help) avulla. Käyttäjä voi selata ja lukea käyttöohjetta ruudulla. Lisäksi asennuslevyllä on koulutuspaketti joka sisältää yli 150 sivuisen ohjekirjan mallikuvineen ja harjoitteineen.

Koulutus Käyttäjien paikanpäällä tapahtuvan opastuksen, asennuksen sekä DNC-työt hoidan hintaan **1000** € / päivä + matka ja majoituskulut

Voimassaolo Tarjous on voimassa kolme (3) kuukautta tarjouksen päiväyksestä lukien.

Maksuehdot 14 pv netto kustakin osatoimituksesta.

Ystävällisesti

Mauri Köykkä
Email: tmimk@sci.fi

LIITE 2: Rensi Finland Oy:n tarjous Surfcamistä.



TARJOUS

Helasteel Oy
Sanna Heino/ Tuomas Anttila
Metallitie 7 61100 Peräseinäjoki

21.2.2011

Viitteenne: Tarjouspyyntö 18.2.2011, Sana Heino, sanna.heino@seamk.fi
Viitteemme: Mika Turpeinen, puh.040-487 6355, mika.turpeinen@rensi.fi

Kiitämme mielenkiinnostanne tuotettamme kohtaan ja tarjoamme seuraavasti:

SURFCAM 2-Axis Advanced

- Hinta sisältää yhden vuoden yläpidon sekä 3D mallinnus ja sekä 3D kappaleiden suunnittelu mahdollisuuden. Työstäminen 3D pintoja käyttäen vaatii SURFCAM 3-Axis version. 2-Axis versioilla voi työstää 3D kuvioita käyttämällä pintojen sijaan 2D ratoja (spline-~~...~~)

SURFCAM 3-Axis Base Edition

- Hinta sisältää yhden vuoden yläpidon sekä 3D mallinnus ja 3D kappaleiden suunnittelu mahdollisuuden, sekä 3D-pintojen ajon.
- Postproessori ~~...~~ KM-150 ~~...~~
- Käyttökoulutus 3 henkilöä asiakkaan tiloissa 2pv. yht. ~~...~~
- Asennukset 1pv. ~~...~~
- Hintaan lisätään matka-majoitus ja päiväraha kustannukset

TAI

- Opastus ja käyttökoulutus Klaukkalassa 2 pv. / 3 henkilöä yht. ~~...~~

Maksuehdot	14 pv netto toimituspäivästä
Toimitusaika	2-3 pv (postilla asiakkaalle)
Tarjous	1 kk voimassaolo
Hinnat /toimitusehto	Vapaasti autonlavalla asiakkaalla, alv. 0% Hintoihin lisätään 23% alv.
Myyntiehdot	Teknisen kaupan liitto, työstökoneiden ja laitteiden yleiset myynti- ja toimitusehdot ty04
Muut ehdot	Oikeus muutoksiin pidätetään. Laskuttava yhtiö Oy Digima Ltd.

Ystävällisin terveisin

Mika Turpeinen
RENSI Finland Oy
Member of the DIGIMA Group

LIITE 3: Camaster Oy:n tarjous Mastercamistä.

Camaster Oy

Tarjous 18.2.2011

Helasteel oy

Sanni Heino/Tuomas Anttila
Metallitie 7
6110 PERÄSEINÄJOKI

Viite: Esittely luonanne 16.2.2011

MASTERCAM CAD/CAM –OHJELMISTOJEN TARJOUS

Esittelyssä näkemäni perusteella olen laatinut seuraavan tarjouksen CAD/CAM –ratkaisuksi teille. Positiolla pääsee hyvin alkuun. Pystykaraiden työstökeskusten ohjelmointi 2D-kuviin ja 3D-malleihin onnistuu. 2-, 2.5- ja jopa 3D-muototyöstöjä voi sillä ohjelmoida. Tietysti tarvitaan postprosessori ja muutama päivä koulutusta.

Kiittäen tarjouspyynnöstänne tarjoamme Mastercam –ohjelmistoja seuraavasti:

- 1. Mastercam Mill Level 1 jyrsintäCAM.....
- 2. Mastercam Solids tilavuusmallinnusoptio.....

Teollisuuskäytön ohjelmiin on suositeltavaa ottaa ylläpitosopimus:

- 3. Mill Level 1..... €/vuosi
- 4. Solids..... €/vuosi

Ylläpitosopimuksen tehneet saavat vuoden ajan uudet versiot ja välipäivitykset veloitusetta.

- 5. CIMCO Edit v6 NC-koodia simuloiva editori..... €*

*= Erikoishinta Mastercam –asiakkaille. Normaalihinta on n. Sisältää vuoden ylläpidon.

6. Postprosessori:

- Primero C-Tek pystykarainen työstökeskus, postprosessori paikanpäällä räätälöityinä sisältäen vuoden ylläpidon,..... €/kpl

- 7. Koulutus ja konsultointi asiakkaan luona..... €/päivä, ei muita kuluja

2 – 3 päivää koulutusta on yleensä riittävä ohjelman hyödyllisen osaamisen saavuttamiseen. Koulutustilaisuuteen tuodaan tarvittava määrä lisenssejä ja tarvittaessa jopa tietokoneita.

Liite 4: ISO 10303-238-standardin tunnistamat piirteet.

Angle	_taper
General_closed_profile	Planar_profile_floor
Blind_bottom_condition	General_outside_profile
Pocket Specification_usage_constraint	BossGeneral_path
Pocket_bottom_condition	Spherical_cap
Catalogue_thread	General_patternProfile
Spherical_hole_bottom	Chamfer
General_pocket_bottom_condition	Profile_feature
Square_u_profile	Circular_closed_profile
General_profileProfile_floor	Circular_closed_shape_profile
General_profile_floor	Radiused_pocket_bottom_condition
Surface_texture_parameter	Circular_offset
General_shape_profile	Radiused_slot_end_type
Tee_profile	Circular_omit
Hole_bottom_condition	Rectangular_closed_profile
Thread	Circular_pathLinear_path
Rectangular_closed_shape_profile	Through_bottom_condition
Circular_patternLinear_profile	Rectangular_offset
Through_pocket_bottom_conditio	Closed_pocketLoop_slot_end_type
Rectangular_omit	Through_profile_floor
Closed_profile	Machined_surface
Rectangular_open_shape_profile	Toolpath_feature
Complete_circular_path	Machining_feature
Rectangular_pattern	Topological_region
Compound_feature	Ngon_profile
Region	Transition_feature
Conical_hole_bottom	Open_pocket
Region_projection	Travel_path
Counterbore_hole	Open_profile
Region_surface_list	Two5d_manufacturing_feature
Countersunk_hole	Open_slot_end_type
Replicate_feature	Vee_profile
Defined_thread	Partial_area_definition
Round_hole	Woodruff_slot_end_type
Diameter_taper	Partial_circular_path
Rounded_end	Edge_round
Partial_circular_profile	Rounded_u_profile
Flat_hole_bottom	Partial_circular_shape_profile
Shape_profile	Flat_slot_end_type
Planar_face Slot	Flat_with_radius_hole_bottom
Planar_pocket_bottom_condition	Slot_end_type