



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Alexi Mansikka-aho

# NC EXPRESS E3 KÄYTTÖÖNOTTO STEELCOMP VAASA OY

Tekniikka  
2021

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Alexi Mansikka-aho
Opinnäytetyön nimi	NC Express e3 käyttöönotto Steelcomp Vaasa Oy
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	104 + 19 liitettä
Ohjaaja	Sami Elomaa

---

Työssä otetaan käyttöön Steelcomp Vaasalle NC Express e3 -ohjelmisto uudelle Prima Powerin CS1225-levytyöstökoneelle ja mahdollistetaan myös vanhempien koneiden toimivuus ohjelman kanssa. Ohjelmistoon siirrytään entisestä JETCAM-ohjelmasta, joten käydään läpi myös ohjelmistojen yhtäläisyyksiä ja tarpeellisia tietoja mittatarkassa ohutlevyvuotannossa. Työssä luodaan pohja uuden ohjelmiston käyttöönotolle yrityksessä halutulla tavalla.

Käyttöönoton aikana käydään läpi ohutlevytyöstössä käytettyjä termejä ja CAD-CAM-ohjelmistojen ominaisuuksia ja kehitystä ohutlevytyöstössä. Käyttöönoton teoriaa käydään läpi ja huomioitavia asioita, kun suunnitellaan ja tehdään muutosta yrityksessä.

Työn tuloksena saatiin toimiva ohjelmisto uudelle ja vanhoille työstökoneille. Ohjelman käytölle saatiin luotua toimivat ohjepohjat, joiden avulla muita yrityksessä voidaan opettaa. Käyttöönotossa esille tulleita useita uusia mahdollisuuksia ohjelmiston käytölle käydään läpi ja otetaan kantaa työn aikana esiintyneiden ongelmien ehkäisyn mahdollisiin tapoihin.

---

Avainsanat                   levytyö, CADCAM, käyttöönotto, valmistelu ja kehitys

## ABSTRACT

Author	Aleksi Mansikka-aho
Title	Introduction of NC Express e3 at Steelcomp Vaasa Oy
Year	2021
Language	Finnish
Pages	104 + 19 Appendices
Name of Supervisor	Sami Elomaa

---

The thesis introduces the NC Express e3 software at Steelcomp Vaasa for a new Prima Power CS1225 sheet metal machine tool and enables the functionality of older machines with the program. The software will be transferred from the former JETCAM program, so the commonalities of the software and the necessary information in accurate sheet metal production will also be reviewed. The thesis creates a basis for the introduction of new software in the company as desired.

During the deployment, the terms used in sheet metal machining and the features and development of CAD/CAM software in sheet metal machining were reviewed. The deployment theory was reviewed and things to consider when planning and making a change in a company.

The thesis resulted in functional software for new and old machines. Functional templates for the use of the program were created, which can be used to teach others in the company. Several new possibilities for using the software that have emerged during the implementation will be reviewed and a stand will be taken on possible ways to prevent problems that have arisen during the work.

---

Keywords	Sheet metal work, CAD/CAM, initialization, preparations and development
----------	---

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	17
1.1	Steelcomp Group - Steelcomp Vaasa Oy .....	18
2	OHJELMISTOVAIHDOKSEN SYYT JA NYKYTILANNE .....	21
2.1	Miksi ohjelmisto vaihdetaan.....	21
2.2	Nykytila .....	22
3	OHUTLEVYN LEIKKAUKSEN JA MUOTOILUN SUUNNITTELUOHJELMISTON KÄYTTÖÖNOTON TEORIAA.....	24
3.1	Numeerisesti ohjatut koneet .....	24
3.1.1	Laserlevytyöstökoneiden alku ja nykypäivä NC-ohjattuina keskuksina .....	26
3.2	CADCAM.....	28
3.2.1	CAD.....	29
3.2.2	CAM.....	30
3.2.3	CADCAM ohutlevyntyöstössä .....	31
3.3	Käyttöönoton ottaminen.....	37
3.3.1	Alkuvalmistelut käyttöönotolle.....	38
3.3.2	Käyttöönoton häviön ymmärtäminen .....	39
3.3.3	Käyttöönoton suotuisan ilmaston luominen .....	40
3.3.4	Suunnitelman luominen.....	40
3.3.5	Muutoksen käyttöönotto ja ylläpito .....	40
3.4	NC Express e3 - NCX (Prima Power).....	41
3.5	Microsoft Teams .....	42
4	KÄYTTÖÖNOTTOPROSESSI .....	43
5	KÄYTTÖÖNOTTO.....	45
5.1	NCX käyttöönotto combi-koneille .....	45
5.2	Työkalujen dokumenttien ja tietojen kokoaminen .....	47

5.3	Työkalukirjaston luominen .....	48
5.3.1	Työkalujen luominen.....	49
5.3.2	Erikoistyyökalujen luominen.....	50
5.3.3	Työkalujen dokumenttien säilytyspaikan luominen .....	58
5.4	Revolverien luonti.....	58
5.5	Yhtenäinen materiaalinimien luonti .....	60
5.6	Tulostettavan raportin ulkoasun luominen .....	62
5.7	Kappaleohjelmien ja nestien luominen .....	66
5.8	Vanhempien koneiden testaus .....	71
5.8.1	LP6_LSR .....	71
5.8.2	LP6_EXPRESS .....	74
5.9	Uuden koneen käyttöönotto .....	80
5.9.1	Työkalujen ja revolverien luominen.....	80
5.9.2	Kappaleohjelmien ja ajojen teko ennen koneen testausta .....	83
5.9.3	Koneen asetukset NCX ohjelmistoon.....	84
5.9.4	Ensimmäinen testiajo.....	86
5.9.5	Koulutuksen tuotantoajojen aikana havaittuja asioita .....	88
6	KÄYTTÖÖNOTON TULOKSET.....	93
6.1	Tulokset operaattorien näkökulmasta.....	93
6.2	Tulokset ohjelmoijien näkökulmasta .....	94
6.3	Käyttöönoton tulokset käyttöönottajan näkökulmasta .....	95
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	97
	LÄHTEET .....	101
	LIITTEET .....	105

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b> XML ja yleisesti tunnettu HTML olennaiset erot. Kuva: TechTarget 2021 .....	16
<b>Kuva 2.</b> Steelcomp Oy -palvelut heidän sivustoltansa otettuna 9.11.2021. ....	19
<b>Kuva 3.</b> NC- ja CNC-koneiden erot ennen ja jälkeen tietokoneen. (edu 2021) ....	25
<b>Kuva 4.</b> Laserleikkauksen alkuaikojen testaukseen rakennettu järjestelmä. Kuva: Laser - Work AG.....	26
<b>Kuva 5.</b> Ensimmäinen 2 akselinen CO2 laserleikkakone (1975). Kuva: Laser - Work AG .....	27
<b>Kuva 6.</b> Nykyaikainen Prima Powerin levyntyöstökeskus CG 1530 kuitulaserilla, työkaluilla ja poimintarobotilla varustettuna. Kuva: Prima Power.....	28
<b>Kuva 7.</b> The history of CAD. Kuva: CADEMAs Original Infographic: Alexis Barnhorn / Research: Laura Caudill / Update: Kelly Obbie.....	30
<b>Kuva 8.</b> Ohutlevytuotteen kappaleen 2D piirtäminen. Kuva: Metalix.....	33
<b>Kuva 9.</b> Esimerkki ohjelmaan tuodusta 3D mallista. Mallista pystytään levittämään leikattava kappale 2D muotoon. Kuva: Prima Power .....	34
<b>Kuva 10.</b> Kappaleiden leikkausta voidaan asettaa yhteiselle viivalle. ....	34
<b>Kuva 11.</b> NC eXpress e3. (Prima Power 2021) .....	42
<b>Kuva 12.</b> Aikalaskenta ohjelman lokitiedostosta löytyi selitys, miksi aikalaskenta ei toiminut.....	46
<b>Kuva 13.</b> Työkalujen nimiä dokumenttien etsimistä varten löytyi Jetcamin työkalukirjastoista ja paperisina versioina mapeista. ....	47
<b>Kuva 14.</b> Työkalukirjaston luominen aloitettiin viemällä Teams-ohjelmaan koottu excel taulukko työkaluista ja kirjoittamalla siihen lyhyt ohje toimintatavasta. ...	48
<b>Kuva 15.</b> NCX työkalun automaattinen nimeäminen. ....	49
<b>Kuva 16.</b> Työkalun keskipisteen tarkistus luomisvaiheessa oli erittäin tärkeää oikean iskukohtan takaamiseksi kappaleessa. ....	51
<b>Kuva 17.</b> Maten työkalujen dxf-tiedostot olivat tuumakokoina, mutta NCX- ohjelmassa nämä sai muutettua kätevästi skaalausvalinnalla piirustuksessa. ....	51

<b>Kuva 18.</b> Excel-lista flageista ja eri koneilla käytettävistä muovauksenohjausmekanismeista oli puutteellinen aluksi. ....	52
<b>Kuva 19.</b> Esimerkkikuva Wilson Toolin -tilausvahvistuksesta. Tyyppinumero 5604. ....	54
<b>Kuva 20.</b> Vanhan Wilson Toolin -tilauksen tilausvahvistus. Tyyppinumero 92245 ja työkalun NCX-kommenttiin merkattiin WT_278158. ....	54
<b>Kuva 21.</b> Työkalun kommentit helpottavat operaattorien oikeaa työkalun valitsemista yhdessä työkalujen kuvapankin kanssa. ....	55
<b>Kuva 22.</b> Mate-työkalun numero ja sille soveltuvan materiaalin paksuus. ....	55
<b>Kuva 23.</b> Jetcam-ohjelman muovaavan erikoistyökalun piirros. ....	56
<b>Kuva 24.</b> NCX-ohjelman muovaavan erikoistyökalun piirros. ....	56
<b>Kuva 25.</b> Kun operaattori puhui H-arvosta 33, näytti se NCX - ohjelman työkaluasetuksessa tältä. ....	57
<b>Kuva 26.</b> Työkalujen piirustuksien kansiorakenne. ....	58
<b>Kuva 41.</b> LP6_EXPRESS koneelle luotuja revolveita, lisää tehdään tarpeen mukaan. ....	59
<b>Kuva 27.</b> Korkeavaraston tietokannan materiaalinimet. ....	60
<b>Kuva 28.</b> Uuden materiaalin luomisessa oli tärkeää valita nykyisistä materiaaleista uutta materiaalia vastaava, jotta parametrit olisivat oikein uudessa materiaalissa. ....	61
<b>Kuva 29.</b> Uuden CS1225_LST-koneen monipuolisempi materiaalitietokanta. ....	62
<b>Kuva 37.</b> Raportin muokkausohjelma. (Prima Power 2016). ....	63
<b>Kuva 38.</b> Uudet aliraportit editorissa määriteltynä paikoillensa. ....	64
<b>Kuva 39.</b> "Tool_sub" -aliraporttiin lisätty työkalun kommenttiosio loppuun. ....	64
<b>Kuva 40.</b> "Eff_part_sub" -aliraporttia muokattiin ja lisättiin tilausnumeron alapuolelle "Kokoonpano" -numero "Position:" -tekstin perään. ....	65
<b>Kuva 30.</b> Kappaleohjelmasta jätetään revisio pois ja lisätään revisio ja asiakas merkattuihin kohtiin. "Alias" -kohtaan merkataan kappaleen mahdollinen toinen nimi. ....	66

<b>Kuva 31.</b> Kappaleiden asiakas-, revisio- ja revolveritiedot näkyvät nestiä luodessa. .....	67
<b>Kuva 32.</b> Staattisten nestien käyttäminen mahdollisti haettavan informatiivisen tietokannan vakionesteistä NCX-ohjelmassa.....	68
<b>Kuva 33.</b> Kappaleen lisääminen nestiin. ....	68
<b>Kuva 34.</b> Optimoinnin lävistysasetukset. Kiihtyvyytenä konekuskit käyttävät yleensä 50–80 %, joten kiihtyvyyden muutos on hyvä asettaa riippuen kappaleiden lukumäärästä 80 % aloituksesta haarukkaan 70-30 %.....	69
<b>Kuva 35.</b> Optimoinnin laserasetukset. Alueiden määrä on sen mukaan säädetty, kuinka monta pystyriviä kappaleita on. Leikkaustavan on tärkeä olla ”accurate”, tällöin kone työstää ja leikkaa kappaleet samassa alueessa. ....	69
<b>Kuva 36.</b> Vasta jälkikäsitelty nesti näkyy tietokannassa ja hyväksytty nesti siirtyy staattiseksi tietokantaan.....	70
<b>Kuva 42.</b> Linssikoon ”FocalLength” -muutos MDB Viewer Plus -ohjelmalla ”LaserPrm.mdb” -tietokantaan.....	72
<b>Kuva 43.</b> Polttovälin muuttaminen NC-koodin luonnissa vaihtoi linssin koon.....	72
<b>Kuva 44.</b> Ongelmat koneen kanssa ratkesivat konetyypin vaihtamalla ”LP 11.0 series” -kohtaan ja valitsemalla oikean robotin ”LUR/LSR”.....	73
<b>Kuva 45.</b> Koneen asetuksiin oli määritelty vahingossa väärät arvot ympyröityihin kohtiin. ....	75
<b>Kuva 46.</b> Taulukko kertoi koneella käytettyjen multitool-työkalujen vakioasemat. Näin välttyttiin turhilta työkalujen asemien vaihteluilta LP6_EXPRESS-koneella..	76
<b>Kuva 47.</b> Leikkaustyyppien piercing, eli alkulävistysasetukset.....	78
<b>Kuva 48.</b> Tarvittaessa 51-teknologian saa pois päältä vaihtamalla arvon esimerkiksi ”1-Large contouriksi”, eli ison viivan leikkaukseksi, tämä muutos on kuitenkin riskialtis eikä suositeltava muutos, koska tällöin käytetään väärää leikkaustekniikkaa. ....	79
<b>Kuva 49.</b> LP6_EXPRESS - koneen laser leikkauksen tietokantaan teknologian lisääminen. ....	79
<b>Kuva 50.</b> CS1225_LST koneen revolverin alkutilanne.....	80



<b>Kuva 51.</b> Toinen versio revolverista valmiina. ....	82
<b>Kuva 52.</b> Työstöalueen koko varsinkin X-suunnassa oli tärkeä määrittellä Teamsin ohjeiden ja Jetcamin perusteella mahdollisimman isoksi, jotta työstöaikaa säästyy. ....	84
<b>Kuva 53.</b> Tuluksen jaettu kansio määriteltiin samaan paikkaan kuin muutkin verkkokansiot NCX-ohjelmassa. ....	85
<b>Kuva 54.</b> Tulus-liitännän asetukset NCX-ohjelmassa. ....	86
<b>Kuva 55.</b> CS1225 - postprosessointi asetukset. ....	89
<b>Kuva 56.</b> Laser puolen alueen koko muutos toi automaattisesti paremman jakauman kappaleryhmille CS1225-koneella. ....	89
<b>Kuva 57.</b> Materiaalien murtolujuusarvot oli määriteltävä, jotta NCX osaa laskea työkalun iskuun tarvittavan kiilan nopeuden koko nestin aikalaskentaan. ....	91

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Uuden CS1225-koneen vakiotyökalut, joka ei täysin pitänyt paikkansa aluksi

**LIITE 2.** Uusi raporttipohja

**LIITE 3.** Nykyisten koneiden materiaalitietokantojen nimet ja korkeavaraston materiaalinimet

**LIITE 4.** Jetcam-työkalujen merkkien selitykset taulukossa ja NCX – ohjausmekanismeista

**LIITE 5.** Isoimman vuosivolyymien omaavat tuotteet nestattu ja tarkistettu

**LIITE 6.** Ohjepohja Teamsissa

**LIITE 7.** LP6\_EXPRESS-työkalujen tietokanta Teamsissa

**LIITE 8.** Multitool-työkalujen vakioasemia Teamsissa

**LIITE 9.** Työkalut ja erikoistyökalut ohjausarvoineen Teamsissa

**LIITE 10.** Työkalun luominen NCX -opas Teamsissa

**LIITE 11.** Kappaleohjelman luominen -opas Teamsissa

**LIITE 12.** Kappalekohtaisten ohjausarvojen luominen -opas Teamsissa

**LIITE 13.** Kappaleen revisioiminen -opas Teamsissa

**LIITE 14.** Nestin luominen ja optimointi -opas Teamsissa

**LIITE 15.** Vakionestin käyttö -opas Teamsissa

**LIITE 16.** Vakionestin siirto -opas Teamsissa

**LIITE 17.** Työkaludokumenttien kansiorakenne

**LIITE 18.** Purkujärjestyksien mahdollisuudet -opas Teamsissa

**LIITE 19.** Raporttipohjan käyttöönotto -opas Teamsissa

## **SANASTO**

### **CADCAM**

Tietokoneavustettu suunnittelu (CAD, computer aided design) ja tuotteen valmistusmenetelmä (CAM, computer aided manufacturing) yhdistettynä yhteen ohjelmaan. (Deans 2021)

Työssäni mainitut Jetcam ja NC eXpress e3 ovat tällaisia ohjelmistoja.

### **Operaattori**

Levytyöstökoneita hoitava työntekijä.

### **Erikoistyökalu**

Työkalu, joka ei kuulu normaaleihin eniten käytettyihin levyä leikkaaviin muotoihin, kuten pyöreä, neliö ja soikea. Erikoistyökalulla voidaan tarkoittaa levyä leikkaavaa tai muotoilevaa työkalua.

Erikoistyökalut vaativat normaalista poikkeavia työstön ohjelmointitapoja. (Prima Power 2021)

### **Tyyny**

Ohutlevytyöstössä käytettävien työkalujen levyn alapuolinen vastakappale, joka mahdollistaa työkalun oikeanlaisen iskun ja toiminnan. Tyyny voi olla leikatun osan irrottava tai levyä muovaava.

### **Ohjausmekanismi**

Työkalua ohjaava työstökomento. Komento määrittelee miten työstökone ohjaa työkalua. (Prima Power 2021)

### **NC-koodi**

NC-koodi (Numerical code) on CAM-ohjelmiston luoma numeerinen koodi, joka ohjaa automaattisia työstökoneita. (Deans 2021)

### **Lead-in**

Ohutlevytyöstön laserleikkauksessa tapahtuva leikkausmatka ennen leikattavaan kappaleeseen siirtymistä. Tämä helpottaa parantamaan leikattavan kappaleen leikkauslaatua ja mahdollistaa paksujenkin materiaalien laadukkaan leikkauksen. (Prima Power 2021)

### **Teknologiataulukko**

Materiaalikohtainen taulukko, joka kertoo materiaalille määritellyt mahdolliset leikkausmenetelmät. (Prima Power 2021)

### **Flag**

Merkki. Jetcam-ohjelmistossa käytetyt kirjaimet, jotka kuvastavat työkalun haluttua toimintoa. Merkin jälkeen annetaan yleensä halutun työkalun toiminnon arvo. (Jetcam 2018)

### **Korkeavarasto**

Automatiikan ohjaama yli 6 m korkea varastojärjestelmä, joka voi toimittaa materiaalia automaattisesti työstökoneille. (Logistiikan Maailma 2021)

### **Tulus**

Prima Powerin työstökoneiden käyttöliittymä. (Prima-Power 2021)

### **Post-prosessointi**

CAM-ohjelmiston raakakoodi on postprosessoitava halutulle työstökoneelle sopivaksi, eli konekohtainen ”post-prosessori” suorittaa tämän tekstin muunnoksen.

**Revolveri**

Ohutlevytyöstökoneen työkalujen pyörivä vaihtoasema, jossa on useita työkaluja. (Prima Power 2021)

**Multitool**

Työkalu, joka voi sisältää monia pienempiä erilaisia työkaluja. (Wilson Tool 2021)

**Indeksoiva**

Kulman määrittelevä asema. Esimerkiksi indeksoiva revolveriasema pystyy kääntämään työkalun mihin tahansa kulmaan 360 asteesta, jos työkalu on indeksoitavissa ja indeksoivassa asemassa. (Wilson Tool 2021)

**Combi-kone**

Iskeviä työkaluja ja laserleikkausta molempia hyödyntävä työstökone. (Prima Power 2021)

**Nesti**

CAD ohjelmalla levyille suunniteltu kokoelma kappaleiden työstämisestä. Puhutaan joskus myös ajona tai ohjelmana.

**Positio**

Tilauksen kokonaisuuteen kuuluva osan numero.

**Purkuvaihe**

Työstökoneen valmiiden kappaleiden purkaminen ajetuista levyistä.

**Ohjausmekanismi**

NC eXpress e3 -ohjelman esitysmalli työstökoneen työkalujen ohjauksen tavasta. Jetcam-ohjelmassa puhutaan flageista tai merkeistä. (Prima Power 2021)

### **H-arvo**

NC-koodissa esitetty iskunsyvyys-arvo.

### **Purkurobotti**

Ohutlevytyöstökoneiden useasti käytössä oleva imukupeilla ja/tai magneeteilla toimiva kappaleiden purkuautomaatiikka.

Ohutlevytyöstössä on koneilla myös mahdollista olla levyn rangan purkamisen hoitava robotti. (Prima Power 2021)

### **Työkortti**

Toiminnanohjausjärjestelmän luoma paperille tulostettava tosite, josta käy ilmi työstettävän tuotteen työvaiheet, muut yleiset tiedot ja vaiheiden kuittaus.

### **Staattiset nestit**

NC eXpress e3 -ohjelman ominaisuus vakioitujen nestien hyödyntämiselle tuotannossa. Vähentää tarvetta luoda aina uutta nestiä, kun ajetaan samoja osia. (Prima Power 2021)

### **Linssi**

Ohutlevytyöstökoneen laserleikkuun säteen fokusointilinssi. (Prima Power 2021)

### **Wheel-työkalu**

Rullamuovaava työkalu, jolla voi leikata tai muovata ohutlevyä rullaamalla sitä levyä pitkin. (Wilson Tool 2021)

**Seevi**

Levytyöstössä käytetty termi levyyn tehtävälle ruuvin kannan upotuksen viisteelle. Yleensä tasaa levyn ja ruuvin kannan pinnan. (Wilson Tool 2021)

**Työkalukirjasto**

CAM-ohjelmistoon luotava kirjasto erilaisista työstökeskuksen työkaluista, joita voidaan käyttää ohjelmistolla kappaleiden työstämistä suunnitellessa. (Prima Power 2021)

**Revisio**

Ohutlevytuotannossa usein käytettynä termi revisio liittyy kappaleiden versioihin. ”Väärällä revisiolla ajettu”, väärällä kappaleen versiolla tehty tuote, joka on viallinen.

**Työkalu asemakoko**

Työkaluja käyttävät ohutlevytyöstökoneet käyttävät yleensä standardisoituja työkalukokoja A (1/2"), B (1 1/4"), C (2"), D (3 1/2") ja E (4 1/2"). (Wilson Tool 2021)

**Verkojako**

Palvelinkoneen jakama verkkoasema, minkä tiedostoja ja ohjelmia pystyvät samassa verkossa olevat koneet hyödyntämään. (Microsoft 2021)

**XML**

Prima Powerin koneet käyttävät ”NC-koodina” XML-tiedostomuotoa (Extensible Markup Language), joka pystyy muuntumaan NC-koodia monipuolisemmin tarvittavaan informaatio muotoon ja tietoa pystytään myös sähköisesti jakamaan paremmin julkisen ja yksityisen verkon kautta. Tiedostomuotoa käytetään teknisiin

XML	HTML
Used for storing data as structured information	Used for representing content
Strict validation	Loose validation
Defines encoded data	Defines display formatting
No predefined tags or semantics	Predefined tags and semantics
Tags are case-sensitive	Tags are not case-sensitive
New tags/elements can be added by the user	New tags/elements cannot be added by the user

**Kuva 1.** XML ja yleisesti tunnettu HTML olennaiset erot. Kuva: TechTarget 2021 tarkoituksiin paljon, koska se pystyy määrittelemään rakenteellista tietoa. (Loshin 2021)



## 1 JOHDANTO

Työni aiheena on Prima Powerin levytyöstökeskusten 2D CAD/CAM-ohjelmiston käyttöönotto ja kehittäminen Steelcomp Vaasa Oy -yritykselle.

Työ valittiin työnantajalle syntyneestä tarpeesta päivittää levytyöstön ohjelmisto vanhasta Jetcam-ohjelmistosta Prima Powerin NC eXpress e3 (NCX) -ohjelmistoon.

Yritykseen on tulossa uusi levytyöstökeskus, joka luo tarpeen päivitykselle ja yrityksen vanhoja toimintatapoja ohjelmiston käytön suhteen on mahdollista kehittää käyttöönotossa.

Ohjelmiston vaihtuminen tulee koskemaan täysin uutta Prima Powerin CS1225-ohutlevytyöstökoneetta, sekä pidemmällä ajanjaksolla siirtymä suoritetaan myös yrityksen kahden muun Prima Powerin koneen kohdalla.

Työni luo pohjan NCX-ohjelmiston käyttämisen aloittamiselle Jetcam-ohjelman tilalle. Teoria osuudessa käyn läpi ohjelmistojen toimintaa yleisesti, sekä sitä mihin ohjelmistoja varsinaisesti käytetään ja käyttöönottoa tapahtumana.

Tulen ottamaan työssäni kantaa ohjelmiston ominaisuuksien käyttämiseksi, uusien toimintatapojen luomiseen ja työvaiheissa ohjelmisto testataan ja säädetään toimintakuntoon Prima Powerin avulla kaikilla työstökoneilla.

Lopputuloksena saadaan toimiva ohjelmisto uudelle ja vanhoille työstökoneille, yritykselle dokumentoituja yhteisiä toimintatapapohjia miten ohjelmistoa käytetään niin, että myös uusia työntekijöitä pystytään helpommin kouluttamaan ohjelmointiin sekä operoimaan työstökoneita. Kartoitetaan myös ohjelmiston mahdollisia käyttökohteita.

Ohjelman kunnollinen käyttöönotto, sekä dokumentointi parantavat työstökoneiden käyttöasteita, sekä vähentävät koneiden operoinnin ja ohjelmoinnin hukka-aikaa.

### 1.1 Steelcomp Group - Steelcomp Vaasa Oy

Steelcomp Vaasa Oy perustettiin vuonna 2016 ja se kuuluu Steelcomp Groupiin, johon kuuluvat myös Kauhavalla toimiva Steelcomp Oy ja Vähässäkyrössä sijaitseva yksikkö. Steelcomp Vaasan palveluksessa työskentelee 75 ammattilaista ja Steelcomp Groupissa yhteensä 100. (Steelcomp Group 2021)

Steelcomp Oy perustettiin vuonna 2006 Kauhavalla ja Kauhavan tehtaalla on keskitytty alusta asti ohutlevyteollisuuden alkutuotantoon. Steelcomp Oy on erikoistunut vaativiin ohutlevyn työstöihin, muovauksiin ja taivutuksiin. Yrityksen laajan yhteistyöverkoston kautta toteutetaan myös hitsaustyöt ja pintakäsittelyt. (Steelcomp Group 2021)

Steelcomp Vaasan erikoisosaamiseen kuuluvat hitsatut levyrakenteet, sekä niiden kokoonpano ohutlevyn leikkaamisesta ja muovaamisesta taivutukseen ja koneistukseen. Koko konsernin ohutlevyosaaminen ja mahdollisuudet ovat erittäin monipuoliset 0,5 mm levyistä 25 mm paksuihin rakenneteräksiin, levykokona maksimissaan 4000 x 1500. (Steelcomp Group 2021)

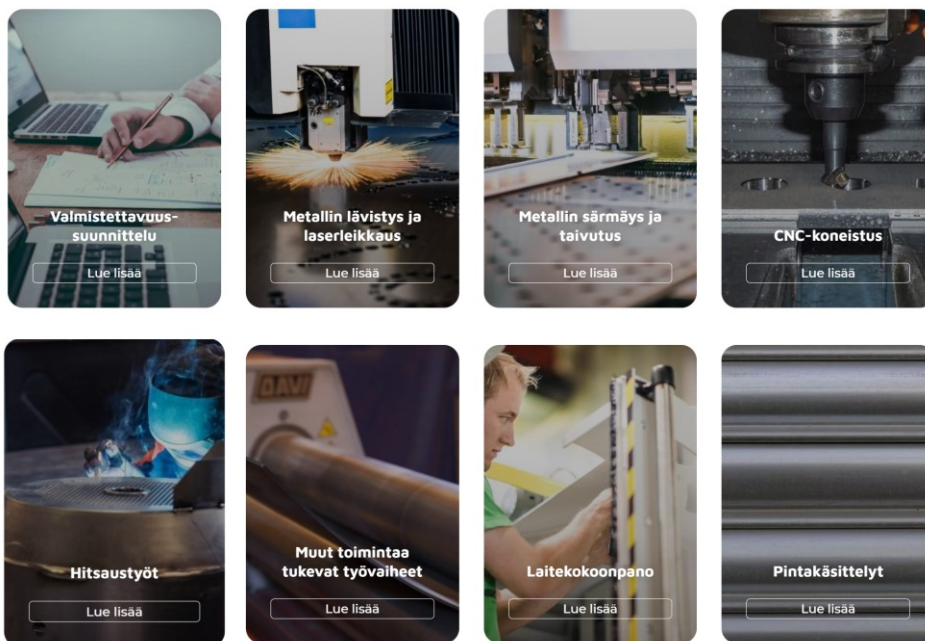
Vaasan yksiköstä löytyy levynleikkausta ja muovausta varten:

- Finn-Power L6 -laserleikkauskone automaattisilla lastaus- ja purkulaitteilla
- Trumpf 3050 6kW -laserleikkauskone automaattisilla lastaus- ja purkulaitteilla
- Finn-Power L+P 6 -laser-/lävistysyhdistelmäkone automaattisilla lastaus- ja pinontalaitteilla
- Finn-Power L+P 6 -laser-/lävistysyhdistelmäkone automaattisella lastauksella

- Uutena koneena juuri saapunut Prima Powerin CS1225 Combi Sharp -kuitulaser-/lävistysyhdistelmäkone automaattisilla lastaus- ja pinontalaitteilla.

Kauhavalta löytyviä levyneikkaus ja muovauskoneita:

- Finn-Power Sharp Genius-laser-/lävistysyhdistelmäkone automaattisilla lastaus- ja pinontalaitteilla
- Finn-Power SG 6-lävistys-/kulmaleikkausyhdistelmäkone automaattisilla lastaus- ja pinontalaitteilla
- Trumpf TruLaser 5030 Fiber 8kW-kuitulaserleikkauskone automaattisilla lastaus- ja purkulaitteilla.



**Kuva 2.** Steelcomp Oy -palvelut heidän sivustoltansa otettuna 9.11.2021.

Konsernilta löytyy taivutusta perinteisesti särmäämällä, sekä automaattisella taivutusautomaatilla:

- Hydraulinen särmäyspuristin-max. taivutuspituus 4200 mm
- Servotoiminen särmäyspuristin-max. taivutuspituus 3100 mm
- Salvagnini P4Xe taivutusautomaatti-max. taivutuspituus 2180 mm / max. paksuus 2 mm. (Steelcomp Oy 2021)

Steelcomp Oy valmistaa myös CNC-koneistettuja metallituotteita monipuolisten koneistuskeskusten ja henkilöstön avulla Vähäkyrössä ja Vaasassa. Tuotteiden materiaaleihin kuuluu monet eri materiaalit esimerkkeinä alumiini ja erikoisteräksset. Yrityksen kokonaisvaltainen tarjonta metallinmuokkauspalveluille tekee tilauksista vaivattomia toteuttaa. (Steelcomp Oy 2021)

Koneistuksessa käytetty konekanta:

- Automaattisaha
- Sorvit
  - Hyundai HIT-250 MS
    - Varustettu pyörivillä työkaluilla. Mahdollistavat monimutkaistenkin osien valmistuksen yhdellä koneella.
  - Femco HL-25.

Maksimimitat: halkaisija 390 mm / pituus 650 mm ja sorvit ovat varustettu tangonsyöttölaitteilla, joidenka maksimi halkaisija on n. 60 mm. (Steelcomp Oy 2021)

Yrityksen koneistuskeskukset sisältävät 5 kappaletta pystykairaista keskusta:

- Bridgeport WMC1000
- Milltronics VMG17
- Yang Eagle 600
- 2 x Hyundai VX650/50

Keskuksien maksimi tuotantomitat ovat:

- X: 1400 mm
- Y: 650 mm
- Z: 600 mm. (Steelcomp Oy 2021)

## 2 OHJELMISTOVAIHDOKSEN SYYT JA NYKYTILANNE

Työni tärkeimpinä tavoitteina on luoda perusta uuden ohjelmiston käyttöönottoon sekä käyttämiseen ja saada työkeskuksien operaattoreiden vuosia kestäneitä toiveita toteutettua.

Minulta löytyy käytännön työkokemuksena tulevan NCX-sovelluksen käyttämistä neljän vuoden ajalta, joten lähtökohdiltaan tiedän pitkälti mitä voidaan uudella ohjelmalla saavuttaa. Työni isoimpana osana on luoda positiivisesti vaikuttava käyttöönotto ohjelmistolle tuomalla esiin ohjelmiston käyttöönoton positiivisia syitä ja mahdollisuuksia.

### 2.1 Miksi ohjelmisto vaihdetaan

Tarve ohjelmointiohjelmiston päivitykseen syntyi yrityksessä uuden konehankinnan myötä. Vanha Jetcam-ohjelmisto ei tue kaikkia uuden koneen toimintoja, joten NCX-päivitys on hyvä tehdä.

Ohjelmistovaihdoksen yhteydessä on mahdollista myös siirtää vanhojen levytyökeskuksien ohjelmointi yhdelle yhtenäiselle ohjelmistolle, joka luo uusia mahdollisuuksia yhtenäistää toimintaa ja saada siitä sitä kautta toimivampaa ja tuottavampaa. Tämä muutos tullaan tekemään pidemmällä aikajaksolla, joten pohjatyö ohjelman käyttöönottoon on tärkeää tätä ajatellen.

Uudelle ohjelmistolle siirtoa vanhoilla koneilla kannattaa myös se, että yrityksen nykyiset työkalujen nimeämistavat ja kirjaustavat ovat olleet tähän asti toimivat, mutta erittäin hajanaiset ilman selkeitä linjoja työkalujen luonnista ohjelmaan osittain siksi, että nämä ovat muotoutuneet jo yli vuosikymmenen ajalta useiden eri henkilöiden toimesta. Vanhan Jetcam-ohjelmiston käyttäminen on lähes mahdotonta uudelle työntekijälle ilman kattavia kertauksia ja opettelua mikä työkalun nimi tarkoittaa mitä.

## 2.2 Nykytila

Yrityksessä on käytetty tähän asti combi-koneilla Jetcam-ohjelmistoa ja yhdellä pelkästään laserilla leikkaavalla koneella on jo käytetty NCX-ohjelmaa vanhalla versiolla ilman työkalujen käyttömahdollisuuksia ja nyt työni myötä mahdollistuu kokonaan NCX-ohjelmiston käyttöönotto myös combi-koneilla pidemmän aikavälin suunnitelmana. Yritykseen on saapumassa uusi Prima Powerin CS1225-kone, joka toi tarpeen siirtymiselle uuteen ohjelmistoon.

Tämänhetkiset toimintatavat Jetcam-ohjelmistossa yrityksessä ovat toimineet jo kauan. Ulkopuolisen niitä tarkastellessa ja yrittäessä opiskella, on niihin vaikea kuitenkin päästä käsiksi. Selkeitä linjauksia työkalujen luomisesta ja leikkuuasetuksista ei ole ollut. Kappaleohjelmat ja nestit ovat hyvin kirjattuja ja järjesteltyjä, sekä revisiot ovat olleet selkeästi eroteltuja.

Yrityksen nykyiset työkalujen nimeämistavat Jetcam-ohjelmistossa ja kirjaustavat ovat olleet tähän asti toimivat, mutta erittäin hajanaiset ilman selkeitä linjoja työkalujen luonnista ohjelmaan osittain siksi, koska nämä ovat muotoutuneet jo yli vuosikymmenen vuoden ajalta useiden eri henkilöiden toimesta. Vanhan Jetcam-ohjelmiston käyttäminen on lähes mahdotonta uudelle työntekijälle ilman kattavia kertauksia ja opettelua mikä työkalun nimi tarkoittaa mitään, koska työkaluja saattoi löytyä eri nimillä tai sitten ei enää kirjastoissa ollut näkyvilläkään. Työkalukirjastoja oli yhteensä 6 ja niiden alikirjastoja 11, joita käytettiin erilaisille tuotteille.

Yritykseltä löytyvistä työkaluista on kirjauksia dokumenttien muodossa melko hyvin koottuina mappeina tai kansioina tietokoneella eri paikoissa, mutta näiden iso määrä ja monien eri henkilöiden toiminta niiden parissa on aiheuttanut sen, että kaikkien löytyvien työkalujen tieto on vain harvojen hallussa.

NCX-ohjelman käyttö on toiminut yrityksessä hyvin, mutta esimerkiksi ohjelman tarjoamaa kappaleiden revisionhallintaa ja ajoraporttien mahdollisuuksia ei ole

kovinkaan laajasti hyödynnetty. Työkalupuolta ei myöskään ole ollut käytössä ollenkaan, joten nyt on mahdollista vaikuttaa paljon niiden käyttöönottoon.

Kokonaisuutena nykytilanne yrityksessä ohjelmoinnissa on ollut hyvin toimiva, mutta tulevaisuuden yrityksen näkökulmista katsottuna erittäin haavoittuvainen, johtuen kasaantuneista tavoista toimia.

### **3 OHUTLEVYN LEIKKAUKSEN JA MUOTOILUN SUUNNITTELUOHJELMISTON KÄYTTÖÖNOTON TEORIAA**

Työni koskee yrityksessä tapahtuvaa CAD/CAM-ajosuunnitteluohjelmiston käyttöönottoa numeerisesti ohjatuille ohutlevyntyöstökoneille, joten tässä osiossa käyn läpi lukijalle teoriaa siitä, mitä näillä koneilla sekä ohjelmilla tehdään yleisellä tasolla ja mihin sekä miten niitä käytetään työni tapauksessa. Käyttöönoton muutoksen johtamisen teoriaa käydään läpi omassa osiossaan.

#### **3.1 Numeerisesti ohjatut koneet**

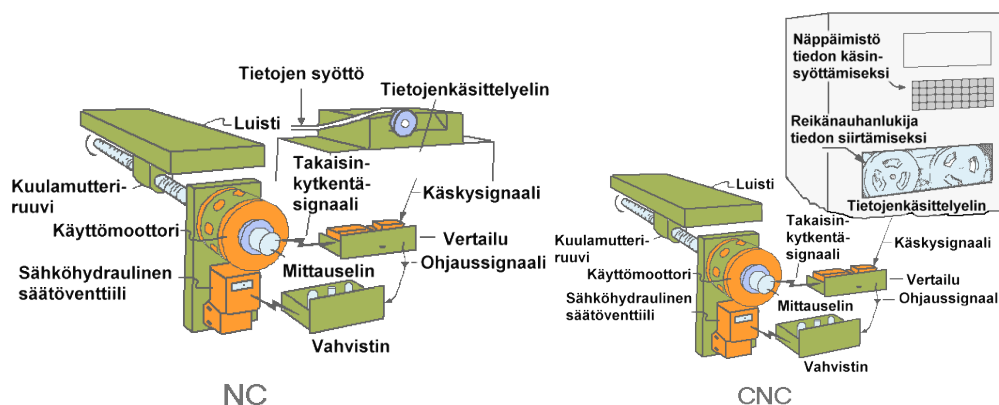
CNC- (Computer Numerical Control) tai NC (Numerical Control) -ohjatut koneet, erityisesti työstökoneet ovat tietokoneohjelman numeroilla ohjattuja automaattisia koordinaatistolla liikkuvia koneita. Koneet saavat nykypäivänä toimintaohjeensa (NC-koodin) CAD-ohjelmalla suunnitellusta ja CAM-ohjelman avulla luodusta koodista. (Gregersen 2021)

Numeerisesti ohjatun koneen kaksi perustavanlaatuaista toimintoa ovat alkupisteestä loppupisteeseen- ja jatkuvan liike pisteestä pisteeseen, joka tapahtuu koneen muistin avulla. (Gregersen 2021)

Alun perin CNC- ja NC-koneiden eroavaisuudet olivat tietokoneessa ja sen tuomassa ohjelmamuistissa. NC-ohjauksesta ja koneesta puhuttiin ennen 1974-vuotta, koska ne lukivat jatkuvasti reikänauhaa tai reikäkorttia ja suorittivat ko-



neen ohjaamista niiden mukaan. Nykypäivänä termit ovat yhtenäistyneet ja puhutaan yleensä vain numeerisesti ohjatuista koneista. (edu 2021)



**Kuva 3.** NC- ja CNC-koneiden erot ennen ja jälkeen tietokoneen. (edu 2021)

Numeerinen ohjaus luo mahdolliseksi koneiden liikkeen tuottavien moottorien akselien tarkan ja loogisen koordinaattisen järjestelmän avulla ohjauksen. Koordinaattien perusteella käyttömoottori osaa liikkua juuri halutun määrän haluttuun suuntaan ja erilaisia kirjainkoodeja käytetään koneiden toimintojen hallinnassa. Kaikista yleisimmät kirjainkoodit ovat G- ja M-koodit, joista G-koodi kertoo asetuksien valmistelusta koneelle ja M-koodit toimivat kytkevinä koodeina. (Lynch, Key CNC Concept #1—The Fundamentals Of CNC 1997; edu 2021)

Numeerisella ohjauksella toimivat koneet voivat käyttää erittäin paljon erilaisia kirjain-numeroyhdistelmiä, jotka ovat tärkeitä oppia konekohtaisesti tuntemaan perehdyttäessä sen toimintaan. (Lynch, Key CNC Concept #2—Know Your Machine 1997)

Numeerista ohjausta käytetään nykypäivänä erittäin monipuolisesti jyrinnästä, sorvauksesta, lajittelusta, muovaamisesta ja leikkaamisesta uuden tuotteen 3D-tulostamiseen. Ohjattujen koneiden automatiikan käyttö vähentää jätettä, fyysistä työtä ja ihmisen inhimillisten virheiden määrää. (Yousef 2021)

### 3.1.1 Laserlevytyöstökoneiden alku ja nykypäivä NC-ohjattuina keskuksina

Ensimmäinen laserilla suoritettu materiaalin leikkaus tapahtui toukokuussa 1967 Peter Houldcroftin toimesta happiavusteisella fokusoidulla CO<sub>2</sub>-lasersäteellä 1 mm paksuun rautalevyyn. Laserin leikkausteho oli 300W, kun nykypäivän CO<sub>2</sub>-leikkauksen teho on jopa 20kW. (Hilton 2002)



**Kuva 4.** Laserleikkauksen alkuaikojen testaukseen rakennettu järjestelmä. Kuva: Laser - Work AG

Ensimmäinen numeerisesti ohjattu kaupallinen kaksi akselinen liikkuvan optiikan CO<sub>2</sub> 2D-laserleikkaukone julkaistiin todennäköisesti 1975 vuonna sveitsiläisen Laser Work AG:n toimesta. Laser Work AG on nykypäivänä osa Prima Industrie groupia, johon myös suomalainen Finn-Power Oy laserleikkaukoneineen kuuluvat. (Prima Industrie S.P.A. 2021; Hilton 2002)



**Kuva 5.** Ensimmäinen 2 akselinen CO2 laserleikkauskone (1975). Kuva: Laser - Work AG

Nykypäivän modernit NC-ohjatut levytyöstökeskukset ovat erittäin monipuolisia ja modulaarisia tarpeen mukaan muuntuvia. Levyn leikkaamiseen käytetään yhä CO2 tekniikkaa, mutta nykypäivän kuitulaserit ja sähköservoilla toimivat liikkeen ohjaukset ovat erittäin kustannustehokkaita, joten niiden käyttö on yleistymässä. Työstökoneita valmistetaan yhä enemmän työkaluja, sekä laseria yhdessä käyttäviksi kokonaisuuksiksi, mistä saadaan työkalujen erittäin monipuoliset levyn muovaus mahdollisuudet hyödynnettyä tarkan ja nopean laserleikkauksen kanssa. (Prima Industries S.P.A 2021)

Numeerinen ohjaus nykypäivän levytyökeskuksien kokonaisuudessa hallitsee jo koko levyntuotannon prosessia materiaalin tuomisesta, levyn muovaamiseen, leikkaamiseen ja valmiiden kappaleiden purkamiseen robottien avustuksella. (Prima Industries S.P.A 2021)



**Kuva 6.** Nykyaikainen Prima Powerin levytyöstökeskus CG 1530 kuitulaserilla, työkaluilla ja poimintarobotilla varustettuna. Kuva: Prima Power

### 3.2 CAD/CAM

CAD/CAM on kahteen eri asiaan keskittyneen sovelluksen yhdistelmä. CAD-ohjelmiä käytetään 2D ja 3D suunnitteluun ja CAM-ohjelmia suunniteltujen asioiden työstämiseen numeerisesti ohjatuilla koneilla levytuotteista koneistettuihin moniulotteisiin kappaleisiin. Näistä syistä CAD/CAM-yhdistelmä kasvattaa jatkuvasti suosiota, koska näin saadaan taattua mahdollisimman virtaviivaisia tuotteiden valmistamisprosesseja suunnittelusta valmistukseen ja simulointimahdollisuudet myös parantuvat yhdistelmän seurauksena. (Inc. 2020)

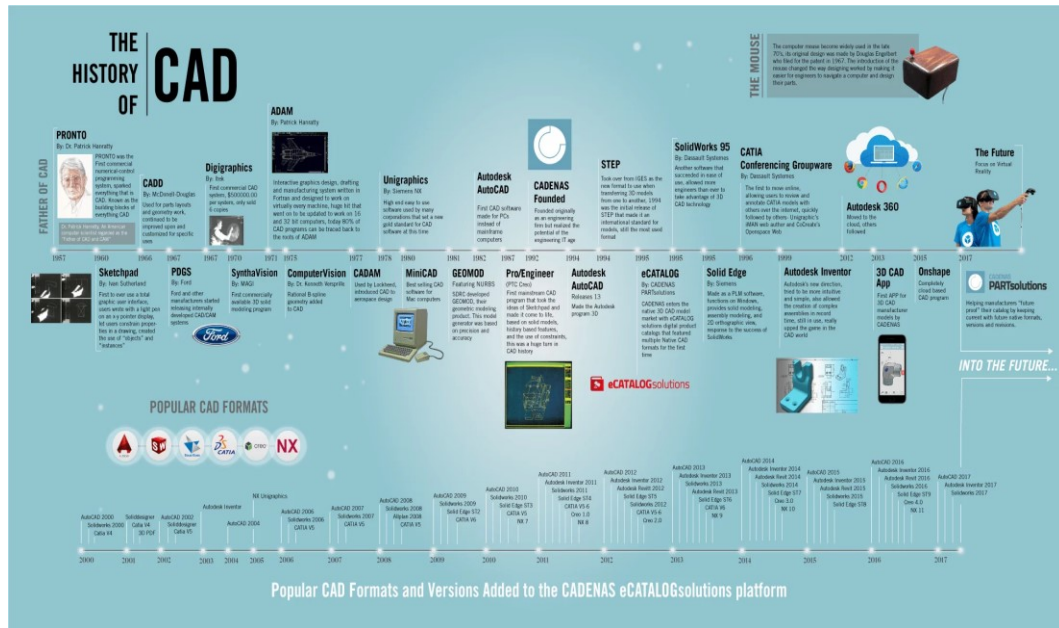
### 3.2.1 CAD

CAD-ohjelmistoja, eli tietokoneavusteisia suunnitteluohjelmia käytetään käsin tehtävien 2D- ja 3D-suunnitelmien ja dokumentoinnin kirjaamiseen. Erilaisia CAD-ohjelmistoja käytetään nykypäivänä lähes kaiken suunnitteluun arkkitehteistä autonsuunnittelijoihin. (Autodesk Inc 2021)

Ohjelmisto antaa suunnittelijalle mahdollisuuden nähdä suunniteltu asia tai tavara monesta eri kulmasta ja mahdollistaa suunnitelman testaamisen simuloimalla aitoa ympäristöä. Koska CAD käyttää tietokoneen laskentaa geometrisen datan luomiseen, voidaan sitä käyttää myös CAM-ohjelmistojen työstöratojen suunnitteluun. (Inc. 2020)

Suunnitteluohjelmistojen alkusysäyksenä on pidetty Dr. Patrick J. Hanrattyn 1957 vuonna kehittämää PRONTO-numeerista ohjelmointisysteemiä, joten suunnitteluohjelmistojen kehitys on siis alkanut jo lähes 70 vuotta sitten. Nykypäivän suosituimpiin CAD-ohjelmistoihin kuuluvat AutoCAD, Autodesk Inventor ja Solidworks (Beck 2021).

CAD-suunnittelua perinteisesti tehdään 2D- ja 3D-muodossa pääasiassa, mutta virtuaalitodellisuus (VR) tarjoaa jo nyt intuitiivisia tapoja suunnitella uusia tuotteita, mutta nykyisten VR-järjestelmien tarkkuudet ja ominaisuudet rajaavat vielä CAD-suunnittelun mahdollisuuksia. 3D-vapaamuotoiseen mallinnukseen ja mallien hahmottamiseen VR tarjoaa jo varsinkin koulutuskäytössä toimivia ratkaisuja. (Vlah;Cok ja Urbas 2021)



**Kuva 7.** The history of CAD. Kuva: CADEMAs Original Infographic: Alexis Barnhorn / Research: Laura Caudill / Update: Kelly Obbie

Tulevaisuuden CAD-suunnittelua lähivuosina on ajanut automaatio, ohjelmistolahtoinen älykkäisyys ja virtuaalinen todellisuus. Isot CAD-ohjelmistot valmistavat yritykset ovat alkaneet ottamaan suunnitteluun myös virtuaalitodellisuutta ja muita uusia älykkäitä ominaisuuksia (Keane 2019). Ohjelmistot osaavat puuttua mallinnuksien virheisiin ja ohjaavat käyttäjiä parempiin ratkaisuihin esimerkiksi oikean materiaalin valitsemalla. Ohjelmistojen raskaskäyttöisyys on vähentynyt ja vähentymässä jatkuvasti pilvipalveluiden avulla, jotka säilyttävät tiedosta palvelimella. Käyttäjien on mahdollista päästä ohjelmistoihin myös käsiksi mistä tahansa ilman asennusta SaaS-palveluna, eli ohjelmistopalveluna. (Accountor 2021; Gaget 2018)

### 3.2.2 CAM

CAM-valmistus, eli tietokone avustettu valmistus käyttää toiminnassaan numeerista työstökoneen ohjausta. CAM-ohjelmien kehitys lähti liikkeelle CAD-ohjelmien vanavedessä 50-luvulla, kun tietokoneet loivat G-koodia fyysisiin iskukortteihin, jotka ohjasivat konetta. Reikänauhat luotiin tietokoneen avulla nopeuttamaan

tuotannon ohjeistusta ja valmistusta. (Geddes, The history of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) 2020)

CAM-ohjelmiston avulla valmistetaan työstöratoja tuotteen valmistamiselle tietokoneella CAD-ohjelmalla suunnitellulle 2D- tai 3D-tuotteelle. Nämä työstöradat muuttuvat konetta ohjaavaksi koodiksi koneelle sopivan post-prosessorin avustuksella, joka muuttaa ajon koodin tietyille koneelle sopivaksi, koska numeerisesti ohjattavia koneita on nykypäivänä erittäin paljon erilaisia. (Geddes, What is computer-aided manufacturing (CAM)? 2019)

Nykypäivän CAM-ohjelmistot ovat yleensä osana CAD-sovelluksia virtaviivaisen ja ominaisuuksien toimivuuksien takia. Kokonaisuus takaa valmistusprosessien toiminnan alusta loppuun. Käytäntö vähentää mahdollisia tilanteita, joissa kappale on suunniteltu hyvin CAD-ohjelmistossa, mutta CAM-ohjelmistossa ei pystytä koneelle luomaan ajoratoja. (Deans 2021)

### **3.2.3 CAD/CAM ohutlevyntyöstössä**

Ohutlevyntyöstöön käytettävät CAD/CAM-ohjelmistot ovat erittäin monipuolisia, modulaarisia ja tehokkaita kokonaisuuksia nykypäivänä. Ohjelmilla pystytään suunnittelemaan useille erilaisille koneille, leikkaustyypeille ja hallitsemaan levytuotantoa laajemmin materiaalin lastauksesta purkuun (JETCAM 2021). Ohutlevyntyöstössä käytettävien yleisimpien ohjelmien CAD-puoli on yleensä erittäin yksinkertaistettu ja sen avulla pystytään luomaan vain 2D-kappaleita ja joissain tapauksissa muokkaamaan 3D-kappaleita. CAD-puoli kuitenkin useimmissa tapauksissa osaa auki taitella 3D-mallinnetun ohutlevykappaleen 2D-muotoon. CAD-suunnitteluun CAD/CAM-ohjelmat eivät siis yleensä sovellu, koska ohjelmistojen pääpaino on CAM-puolessa, eli suunnitellun kappaleen työstöajon suunnittelussa ja toteutuksessa. Isoimmat CAD-sovellukset, kuten SOLIDWORKS, sisältävät yleensä ohutlevytuotteiden 3D-suunnittelu puolen, joiden avulla monimutkaisemmat rakenteet suunnitellaan. (Komaspec 2021)

Nykypäivän ohutlevytyökeskusten valmistajat tarjoavat lähes poikkeuksetta omia valmiita käytettäviä ohjelmistoja ja näiden etuna on paras yhteensopivuus koneiden toimintojen kanssa. Työstökeskusten valmistajat ovat myös alkaneet tarjota omien koneidensa CAD/CAM-suunnittelun lisäksi tuotannon suunnittelu- sekä seurantaohjelmistoja. Keskusten valmistajien ohjelmistot ovat monipuolisia ja hyviä tasaamaan kuormitusta sekä reagoimaan koneiden ongelmiin, mutta yleensä rajoitettuja vain yrityksen omiin tuotteisiinsa, joten monipuolisessa yrityksessä nämä eivät toimi kovinkaan hyvin. (Prima Power 2021; Trumpf 2021)

Yleismallin ohutlevy tuotannon CAD/CAM-ohjelmistoja tarjoavat esimerkiksi JETCAM, Alma ja Metalix. Näiden ohjelmistojen vahvuutena ovat monipuoliset mahdollisuudet eri valmistajien ja erilaisten koneiden ajojen suunnitteluun. Ohjelmat voivat tukea esimerkiksi CNC-ohjattuja isku-, laser-, plasma-, vesi-, leikkuri-, putki-, poraus-, jyrä- ja kombinaatiokoneita lastauslaitteineen. Ohjelmien tarjoamat ominaisuudet myös vastaavat nykyään monilta osin ohutlevytyökeskusten valmistajien tarjoamia ohjelmistoja. (Almacam 2021; JETCAM 2021; Metalix 2021)

Yleismallin tuotteet tuovat uusia mahdollisuuksia tuotantoon avaamalla eri valmistajien työstökoneet käyttöön saman sovelluksen alle ja integroitumalla osaksi ERP-toiminnanohjausjärjestelmiä. Hyvänä esimerkkinä voi pitää levyvaraston ylläpitoa. Kaikissa nykyaikaisissa levytyöstön CAD/CAM-ohjelmissa on jonkin asteen levyvarastopuoli ja jos kaikki tehtaan koneet ja varastot käyttävät tätä, voidaan sitä aidosti käyttää ja kaikki tietävät yrityksen levytilanteen. Useasti levytyökeskusten valmistajien omia ohjelmistoja käyttävät yritykset joutuvat käyttämään useita eri ohjelmia ja näin jäävät myös monet eri ohjelmistojen ominaisuudet käyttämättä. (Metalix 2021)

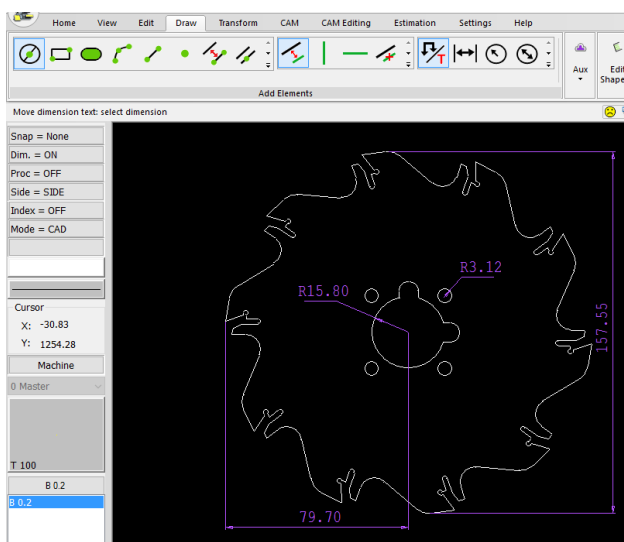
CAD/CAM-ohjelmiston käyttöönotossa ja käyttämisessä on siis paljon mietittävä sitä, aikooko yritys panostaa yhden valmistajan tuotteisiin vai usean eri konevalmistajan laitteisiin. Nykypäivän neljäs teollisuuden vallankumous ”Teollisuus 4.0”



näyttää kehityssuunnan olevan useille eri esineiden yhdistämiselle internetin välityksellä, joten tästäkin suunnasta pohdittuna on ohjelmiston oikea valinta ja valinnan kriteerit erittäin tärkeitä ajatellen tuotantoa kokonaisuutena. (Epicor 2021)

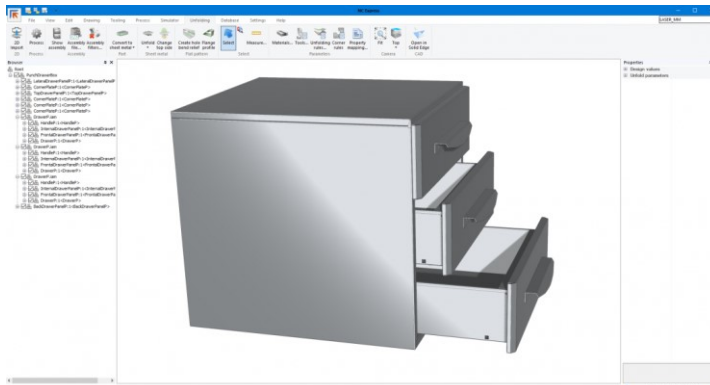
Ohutlevyntyöstön CAD/CAM-ohjelmistoissa on paljon yhteneviä ominaisuuksia nykypäivänä, joiden avulla luodaan NC-koodi ohjattavalle työstökeskukselle. Ominaisuudet vaihtelevat ohjelmisto kohtaisesti, mutta yleisinä mahdollisuuksina on esimerkiksi:

- Piirustus
  - 2D-mallien tekeminen leikkausta varten onnistuu kaikilla CAD/CAM-ohjelmistoilla erittäin monipuolisesti



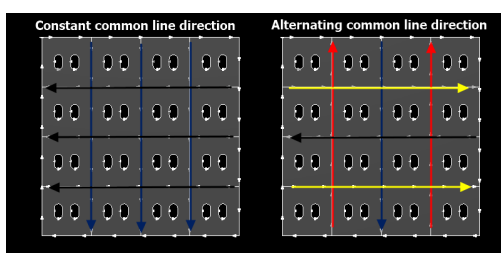
**Kuva 8.** Ohutlevytuotteen kappaleen 2D piirtäminen. Kuva: Metalix

- Importointi
  - CAD/CAM-ohjelmiin voidaan tuoda erilaisia 2D- ja 3D-piirrettyjä kappaleita. Eniten käytetyt tiedostomuodot 2D-kappaleille ovat dxf ja dwg.



**Kuva 9.** Esimerkki ohjelmaan tuodusta 3D mallista. Mallista pystytään levittämään leikattava kappale 2D muotoon. Kuva: Prima Power

- Automaattinen ohjelmointi
  - Sovellukset pystyvät luomaan laser- ja työkalutyöstöjä kappaleille, nestämään ne levyille, optimoimaan ja post-prosessoimaan NC-koodiksi työstökeskuksille
- Automatisoidut ja manuaalit työstöt
  - Kappaleille voidaan luoda automaattisia optimoituja työstöjä tai manuaalisesti asettamalla halutut työstöt käyttäen työkaluja tai laseria
  - Automaattiset usean tekniikan työstöt laseria ja työkaluja hyödyntäen
- Yhteisen viivan leikkaus



**Kuva 10.** Kappaleiden leikkausta voidaan asettaa yhteiselle viivalle.

- Automaattinen levyn kynsien asettelu
  - Ohjelmat osaavat automaattisesti määrittellä levyä liikuttavien kynsien paikat, jotta törmäyksiä työkalujen tai leikkuupään kanssa ei tule

- Kynnet liikkuvat niin, että kaikki kappaleet pystytään leikkaamaan ja tarvittavat prosessit levyn purkuineen suorittamaan
- Työstöoptimointi
  - Ohjelmat osaavat automaattisesti optimoida levy- ja kappaletasolla työstökiertoja halutulla tavalla tai mahdollisimman vähäisellä leikkuupään liikkeellä, työkalujen iskuilla tai levyn liikemäärällä. Levyn kokonaisvaltainen leikkaus, muovaus ja käsittelyaika saadaan mahdollisimman pieneksi
- Työkalukirjastot
  - Työkaluja käyttäville koneille pystytään tekemään kirjasto käytössä olevista kaikista työkaluista. Kirjastoja pystytään luomaan konekohtaisesti, joten kappaleisiin saadaan käyttöön sitä työstävän koneen oikeat työkalut
- Materiaalivarasto
  - CAD/CAM-ohjelmistoista löytyy myös materiaalivarasto ominaisuudet, jotka ovat integroitavissa työstökoneisiin, varastoihin ja työpisteisiin
  - Materiaalivarastosta pystytään hyödyntämään nestauksessa jättepalat automaattisesti
  - Ohjelmat osaavat laittaa levyn ylimääräiseksi jääneen palan automaattisesti materiaalivarastoonsa
- Tilauskanta
  - Ohjelmistojen tilauskantoihin pystytään integroimaan toiminnanohjaus, eli ERP-järjestelmiä, sekä käsin syötettyä tietoa ja tilauskanta pystytään hyödyntämään useiden eri materiaalien ja paksuuksien monille eri koneille nestaamiseen
  - Tilauskannan käytössä saadaan myös kappaleiden tarveaikojen mukaan priorisoitua nestausta
  - Automaattisten nestien luominen useista eri kappaleista ja materiaaleista helpottuu ja nopeutuu

- Tuotekokoonpanojen valmistaminen
- Asiakaskohtaiset tilaukset
- Useiden koneiden kappaleet
  - Kappaleille pystytään luomaan eri työstökoneille omat työstönsä, jotta ylimääräiset tiedostot ja suunnittelutyö vähentyvät
  - Kappaleita pystytään siirtämään muille koneille helpommin ajettavaksi
- Kappaleiden lajittelu
  - Ohjelmat pystyvät tekemään kappaleille lajittelutietoja automaattisesti soveltuvaan lajittelutyypin esimerkiksi robotti- tai luukku-lajitteluun
- Materiaalikohtaiset asetukset
  - Laserparametreja pystytään määrittelemään materiaalikohtaisesti esimerkiksi lead-in pituudet, mikrosiltakiinnikkeiden koot ja kulumien pyöritykset
- Parametriset kappaleet
  - Ominaisuuksilta kuten korkeuden, leveyden tai muun muuttuvan arvon mukaan valmistettavia kappaleita pystytään automaattisesti valmistamaan
- Kustannuslaskenta
  - Ohjelmat pystyvät tehokkaasti laskemaan kappale ja levykohtaisesti menevää aikaa ja kustannuksia automaattisesti
  - Laskelmista saadaan tarkkoja laskelmia ja kustannuksia pystytään muokkaamaan laskelmia varten
  - Levyjen hyötykäyttöprosentteja pystytään laskemaan
- Raportti
  - Ajoraportteja voidaan luoda koneen operaattoreita silmällä pitäen tai tuotteiden myyntiä ajatellen

- Raportteihin saadaan valmistettavat kappaleet tarkkoine tietoinen, käytetty materiaalit, kustannukset, käytettävä aika ja käytetyt työkalut
- Raportit ovat erittäin muovautuvaisia yrityksen tarpeisiin ja tietoa pystytäänkin esittämään lähes kaikesta tarpeellisesta.

(Almacam 2021; JETCAM 2021; Prima Power 2021; Trumpf 2021)

### 3.3 Käyttöönottoaminen

Uuden asian käyttöönottoaminen on yrityksen toiminnan kannalta välttämätöntä. Jos uusia teknologioita, koneita, käyttöjärjestelmiä ja tapoja ei oteta jatkuvasti käyttöön ja ylläpidetä kehittymisen kulttuuria, riskeeraa yritys oman asemansa kilpailussa. (Andriotis 2016)

Käyttöönottoamisessa on tärkeää vakuuttua uuden asian vakiintumisesta työyhteisöön. Työyhteisö koostuu monenlaisista persoonista ja toiset usein nuoret, omaksuvat uusia tapoja ja tekniikoita paremmin. On tärkeää nähdä ja pitää mielessä ihmisten eroavaisuudet käyttöönottoa suunnitellessa. (Andriotis 2016)

Käyttöönottoprosessin ja muutoksen merkittävimpiä epäonnistumisen tekijöitä tutkimuksen mukaan ovat:

1. Riittämättömät aikaresurssit
2. Puuttuvat johdon perustelut
3. Käyttöönottokoulutuksen puutteellisuus
4. Tiedottamisen puutteellisuus
5. Tukitoimintojen puutteellisuus
6. Osaamisen puute
7. Projektin systemaattisen läpiviennin puute
8. Etenemisen seurannan puute

9. Muutosvastarinta
10. Motivoinnin puute
11. Kurssimateriaali ei ajantasaista. (Niskanen 2010)

Käyttöönottamisessa on otettava huomioon alkuvaiheesta asti erityisesti nämä yleisesti suurimmat epäonnistumisen tekijät suunnittelemalla resursseja ja niiden luomista etukäteen.

Kestävä käyttöönottamisprosessi voidaan jakaa kuuteen eri vaiheeseen. (CMOE 2021)

### **3.3.1 Alkuvalmistelut käyttöönotolle**

Uuden asian tarpeellisuus on arvioitava huolellisesti vastaamalla omaan ”miksi”-kysymykseen tarpeeksi monta kertaa esimerkiksi Sakichi Toyodan kehittämää viiden kyselykerran tekniikkaa juurisyyn selvittämiseen. Käyttöönotossa juurisyyn kyselyiden tekeminen ja selvittäminen tuo jo ennen käyttöönottoa vastaan monta kysymystä, joita työntekijät voivat esittää käyttöönottovaiheessa. Jos vastaukset työntekijöille uuden asian tarpeellisuudesta ovat hukassa, niin todennäköisesti käyttöönottaminen tulee olemaan jopa mahdotonta, koska mikään ei ole työntekijöille hämmentävämpää ja ärsyttävämpää kuin käyttöönotto ilman selkeää tarkoitusta. (Serrat 2009; Andriotis 2016)

Muutoksen alkuvaiheissa on hyvä hahmotella ja ymmärtää käyttöönottavat ryhmät. Käyttöönottoa suorittavat ryhmät voidaan jakaa sen mukaan, kuinka innokkaasti he käyttöönotettavaa asiaa vastaanottamassa. Kun ryhmät ovat selvillä voidaan käyttöönoton alkuvaiheessa saada käyttöönottoa nopeutettua keskittämällä alkuvaiheen testaus innokkaimpiin, jotta saadaan positiivinen yleiskuva käyttöönotosta liikkeelle. (ProServeIT 2021)

Eniten käyttöönottoa ja muutosta vastustavilla on aina jokin syy vastustamiseen, tämä on erittäin tärkeätä ottaa huomioon. Syitä on olemassa loputtomia määriä,

joten on oltava kärsivällinen heidän kanssansa, jotta mahdolliset kehityksen kohteet tulevat esille ja niitä päästään parantamaan. (ProServeIT 2021)

Käyttöönoton alkuvalmisteluihin kuuluu kommunikointisuunnitelman luominen ja kommunikoinnin aloittaminen jo ennen itse käyttöönottoa. Kommunikointi on vaikuttamista ja käyttöönotossa halutaan vaikuttaa mahdollisimman positiivisesti jo ennen ensimmäisiä mahdollisia negatiivisia asioita ja tunteita uuden asian tullessa vastaan, tästä syystä kommunikointisuunnitelma ja sen käyttöönoton aloitus heti on tärkeää. (CMOE 2021; ProServeIT 2021)

Muutoksen alkuvalmisteluiden tärkeimpiä asioita on käydä läpi mahdolliset epäonnistumisen syyt ja suunnitella tavat, miten nämä syiden vaikutukset tullaan minimoimaan ja jopa poistamaan.

### **3.3.2 Käyttöönoton häviön ymmärtäminen**

Vaikka käyttöönoton alkuvaiheessa tehtäisiin täysin selväksi, miksi muutos ollaan tekemässä, on silti ymmärrettävä, että muutos tulee tuomaan silti mukanaan huolia. Pelko ja vastustaminen ovat normaaleja reaktioita muutokseen. Ihmisten tukeminen tuttujen työskentelytapojen menettämisessä on tärkeä vaihe tavoiteltaessa pitkäaikaista käyttöönoton ja muutoksen hyväksyntää. (CMOE 2021)

Ihmisten tukemiseksi on kommunikoitava tulevasta muutoksesta jatkuvasti ja tehtävä korjausliikkeitä, jotta ihmiset alkaisivat luottamaan muutoksen toimivuuteen ja hyvyyteen. Tätä kommunikointia helpottamaan on tunnistettava alkuvaiheen muutosta innokkaimmin kannattavat henkilöt ja sisällyttää heitä mahdollisimman paljon alun käyttöönottoon. Tällä pyritään aloittamaan sisäinen muutoksen vaikuttamisen prosessi, jossa käyttöönoton muutoksen positiivinen kuva pyritään siirtämään ihmiseltä toiselle ilman, että ”tuhoa” eli muutosta tekevä taho on osallisena. Ympäröiviltä työntekijöiltä saatu positiivinen kuva auttaa ihmisiä käsittelemään käyttöönoton tuomaa turvallisuuden menetyksen tunnetta. (ProServeIT 2021; CMOE 2021)

### **3.3.3 Käyttöönoton suotuisan ilmaston luominen**

Tässä vaiheessa on jo tunnistettu ja ymmärretty käyttöönotosta ja uudesta innostuneiden ihmisten merkitys. Näiden ihmisten tukeminen jo ennen tulevaa käyttöönottoa ja muutosta on tärkeää. Mitä enemmän heille annetaan innostukseen sytykettä tiedon ja taidon muodossa, sitä enemmän heidän vaikutusvoimansa tulee vaikuttamaan ympäröivään yhteisöön tulevien mahdollisuuksien innostamisen ja vanhasta irti päästämisen muodossa. (CMOE 2021)

### **3.3.4 Suunnitelman luominen**

Käyttöönoton suunnitelman luominen on tärkeää. Muutoksessa on oltava selvää, miten se tehdään ja miten onnistumista mitataan. Käyttöönoton johtamisessa on määriteltävä kuka, mitä, missä ja milloin jokainen vaihe tapahtuu. Suunnitelmassa on huomioitava, että muutoksessa tulee olemaan aina eri tahtia asioita sisäistäviä, joten suunnitelmassa pitää olla selkeä tapa sisäistää muutos omaan tahtiin. (Andriotis 2016; CMOE 2021)

Suunnitelman on siis sisällettävä pitkän tähtäimen kouluttautumissuunnitelma, sisäinen markkinointisuunnitelma, miten muutos markkinoidaan erilaisille muutoksen kohteille esimerkiksi kehityksen esittämisen kautta ja kehityssuunnitelma, miten muutos kehittyy kuuntelemalla palautetta ja reagoimalla palautteeseen. (Andriotis 2016; ProServeIT 2021)

### **3.3.5 Muutoksen käyttöönotto ja ylläpito**

Muutoksen käyttöönotossa on tehtävä jatkuvia pieniä muutoksia sekä parannuksia, joka auttaa ihmisiä pääsemään yli muutoksen esteistä ja mahdollistaa muutoksen pysyvän jalkautumisen uuteen toimintatapaan (CMOE 2021). Uusi toimintatapa tai käyttöönotettu muutos on vain askelma kohti seuraavaa muutosta, joten muutoksen johtajan on määriteltävä muutoksen kehitysprosessin luominen päätepisteeksi käyttöönottamiselle. Tämä ohjaa käyttöönoton muutoksen kohti kestävämpää lopputulosta.

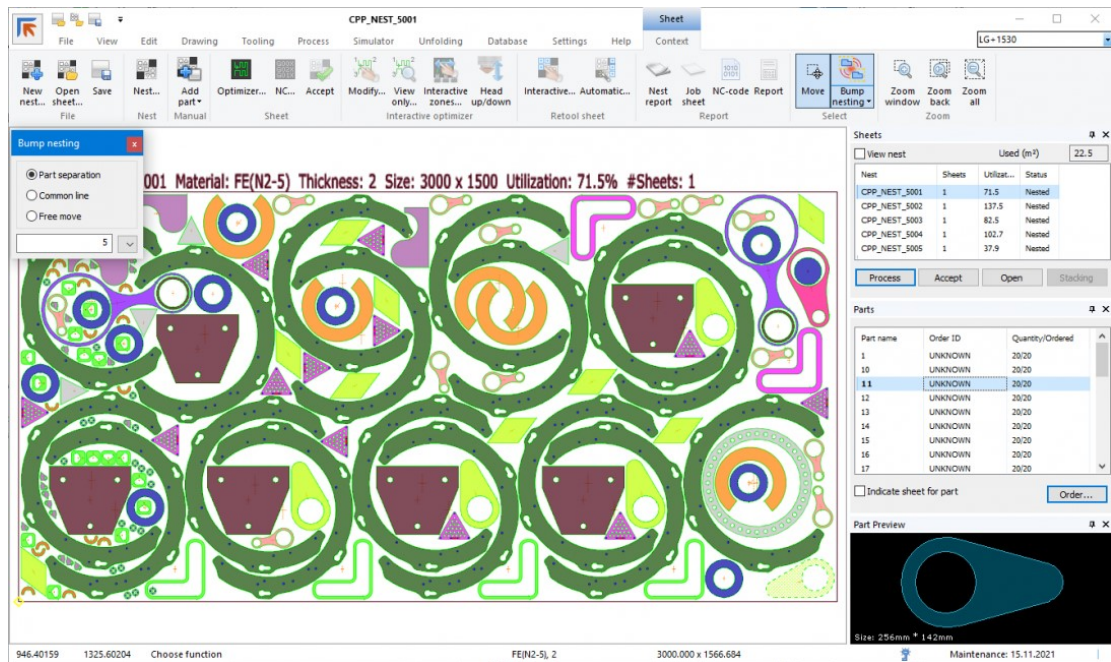


### **3.4 NC Express e3 - NCX (Prima Power)**

NC eXpress e3 on Prima Powerin skaalautuva CAD/CAM-sovellus, joka on suunniteltu Prima Powerin levyntyöstökoneiden tarpeisiin. Ohjelmalla pystytään suunnittelemaan yksittäisen kappaleen tuotanto tai kokonaan automaattinen levykappaleiden erän automaattinen valmistus. (Prima Power 2021)

Ohjelmalla pystytään suunnittelemaan useille eri Prima Powerin valmistamille koneille ajettavia ohutlevytuotteita. Ohjelma integroi 2D ja osittain 3D CAD-suunnittelun eri työstökoneille tehtäviin monipuolisiin laser ja työkaluilla suoritettaviin ohutlevytuotteiden valmistuksiin. (Prima Power 2021)

NCX-ohjelmisto pystyy liittymään osaksi tuotannonohjausjärjestelmiä ja sitä kautta pystytään pitkälle automatisoimaan jopa kokonaisten tuotantosarjojen työkalustus ja nestausprosessi. (Prima Power 2021)



Kuva 11. NC eXpress e3. (Prima Power 2021)

### 3.5 Microsoft Teams

Microsoftin Teams on viestintään ja ryhmätyöskentelyyn soveltuva pilvipalvelu, joka skaalautuu monille eri laitteille kännyköistä tietokoneisiin mahdollistaen tiedostojen yhtäaikaista muokkaamista ja katselua. (Rauhala 2021; Microsoft 2021)

Teamsillä pystytään hoitamaan erilaiset kokoukset ja yhteydenpidon keskitetyssä paikassa. Erilaisille tiimeille ja projekteille pystytään luomaan omia työskentelytiloja, jonne pystytään keskittämään tiimeille tai projekteille liittyvää tietoa. Teamsin vetonaulana on Office 365 -tuoteperheeseen ja varsinkin Excelin, Wordin ja OneDriven palveluun kuulumisen. (Rauhala 2021; Microsoft 2021)

## 4 KÄYTTÖÖNOTTOPROSESSI

Ohjelmiston käyttöönoton valmisteluosio käytännössä oli suoritettu puoliksi jo ennen ohjelmiston päivittämistä uuteen versioon. Minulla oli ohjelmiston sekä uuden työstökoneen kaltaisesta koneesta jo neljän vuoden työkokemus ja vajaa puoli vuotta yrityksessä olin ehtinyt toimia ohjelmoijana opetellen ihmisiä, toimintatapoja, haluttuja lopputuloksia, koneita ja varsinkin nykyisin käytettäviä Jetcam, sekä Trumpfin Trutops CADCAM -ohjelmistoja. Ajatukset tulevista muutoksista ja kehityskohteista olivat ehtineet siis kehittymään ja valmistelemaan minua käyttöönottoa varten.

NCX-ohjelman uusi versio tullaan asentamaan 21.9.2021 ja käyttöönottovalmius pitäisi saavuttaa noin marraskuun puoliväliin mennessä, kun uusi kone on saapunut ja asennettu. Ohjelmiston asennuksen yhteydessä tehdään myös kahdelle vanhalle koneelle konetiedostopohjat, jotta pystytään käyttämään NCX-ohjelmistoa niillä. Tämä tulee pidemmällä aikavälillä poistamaan tarpeen Jetcamin käytöstä ja vähentää työssä tarvittavien ohjelmien määrää.

Ohjelmiston käyttöönotolle on Prima Powerin taholta kolmen päivän koulutus, ja sen jälkeen aikataulusta johtuen lähden varsinkin työkalukirjastoa luomaan sen laajuudesta johtuen. Samalla myös kirjoitan tätä opinnäytetyötäni osittain päiväkirjana ja oppaanakin, jotta toimistani jää jäljitettäviä kuvia ja ajatuksia asioista. Käyttöönoton pohjiin kuuluu myös ohjeiden luominen ja alankin niiden pohjia työstämään tässä vaiheessa Teams-alustalle, jotta ne olisivat kaikkien nähtävissä ja muokattavissa. Myös työkalukirjaston työkalujen piirustuksia kootaan tässä vaiheessa yhtenäiseen paikkaan, jota pääsevät koneiden operaattorit hyödyntämään.

Kun työkaluja on tarpeeksi luotu, lähden testaamaan vanhinta LP6\_LSR-konetta ja varmistamaan ohjelmistoon tehtyjen koneen asetuksien toimivuutta ja yleistä ohjelmiston toimintaa. Vanhimman koneen testauksen jälkeen on vuorossa yrityksen tämänhetkisen uusimman LP6\_EXPRESS-koneen testaus, joka on omalla tavallaan

haastavampi, koska tällä koneella ajetaan vain yrityksen mittatarkimpia tuotteita. Tästä syystä koneen testit toteutetaankin vasta vanhimman koneen jälkeen. Koneiden testauksen yhteydessä tulen jatkuvasti tiedustelemaan uusia mahdollisuuksia koneiden operaattoreilta siitä, mitä voitaisiin tehdä paremmin ja ottaa huomioon uutta konetta ja uusia toimintatapoja luodessa. Uuden ohjelmiston käyttöönotossa näitä pystytään hyvin kirjaamaan ja toteuttamaan.

Ohjelmiston testauksien loputtua lähdettävä valmistelemaan uudelle koneelle mahdollisia ajettavia ohjelmia, jotta uudelle koneelle olisi valmiiksi ajettavia varsinaisia tuotteita. Näitä tuotteita tehdään sen koneen tulevien ajojen isoimman vuosivolyymien mukaan. Tässä vaiheessa pyrin myös tekemään ohjeita Teamsiin ja videoiden muodossa, jotta saisin ohjeiden pohjat luotua mahdollisimman nopeaan. Tämä auttaa muodostamaan yritykselle yhtenäisiä toimintatapoja ja tuo opettelemiseen pohjamateriaalia täydennettäväksi.

Työni viimeisessä vaiheessa testataan yritykseen tullut uusi Prima Powerin CS1225-kone ja säädetään ohjelmiston asetukset toimimaan yhteen uuden koneen kanssa. Testauksien onnistuessa luon kaikki tarpeelliset ohjepohjat yrityksen tavoille käyttää NCX-ohjelmaa ja käyn myös muiden ohjelmoijien ohjelmistojen asetukset ja yleisesti käyn läpi mistä löytyy ohjeita ohjelmiston käyttöön. Pyrin luomaan pohjan ja mahdollisuuden oppia sekä opettaa NCX-ohjelmistoa tehokkaasti yrityksessämme Steelcompilla.

## 5 KÄYTTÖÖNOTTO

NCX-ohjelmiston käyttöönotto työkaluja ja laseria käyttäville koneille käynnistyi ohjelmiston päivityksestä ja Prima Powerin järjestämästä koulutuksesta. Tästä alkoi ohjelman tarvittavien muutoksien suunnitteleminen, tutkiminen, kehittäminen ja kirjaaminen. Itse ohjelman käyttöönotto oli yksinkertainen muutos, mutta erilaisilla tekniikoilla olevat työstökoneet, uusi yhteinen työkalukirjasto ja vaihtaminen vanhasta ohjelmistosta uuteen loi käyttöönotosta mielenkiintoisen haasteen. Käyttöönoton täytyi luoda samalla pohjaa uusille ohjelmointitavoille.

### 5.1 NCX käyttöönotto combi-koneille

NCX-ohjelmisto päivitettiin 17.1-versiosta 21.1-versioon NCX-koulutuksen yhteydessä. Uutena ongelmana päivityksen jälkeen tuli kappaleen luomisvaiheessa materiaaliakohtaisten tietojen kuten esimerkiksi kappaleen kulman tallentuminen materiaalille, tämä ei toiminut ja aiheutti ylimääräistä työtä, kun jokainen uusi kappale piti käsin määritellä.

Ongelmaa lähdettiin selvittämään Prima Powerin taholta ja ensimmäisenä ratkaisuvaihtoehtona päivitettiin ohjelmiston kansioden kirjoitusoikeudet, mutta ne eivät auttaneet ongelmaan. Seuraavaksi kokeiltiin päivittää NCX-ohjelma uusimpaan versioon, mutta tämä ei tuonut asiaan muutosta ja lähetin uuden kyselyn mahdollisesta seuraavasta muutoksesta. Asia saatiin ratkeamaan Prima Powerin toimesta ohjelman asetuksia tarkistaen, nesti osiosta ”Nestaa kappale oletuskulmaansa”-valinta piti olla pois päältä, jotta kappaleen vapaakulma -asetusta ei valettisi automaattisesti.

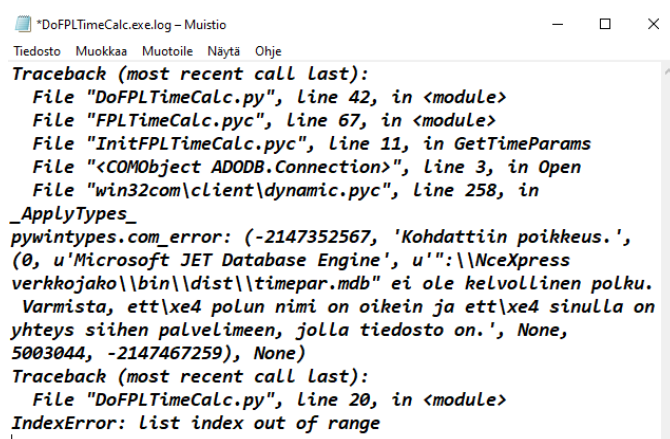
Ohjelmiston käyttöönotto sujui muuten hienosti, koska se oli jo aikaisemmin osittain ollutkin yrityksessä käytössä. Vain työkalupuoli ja uuden version tuomat uudet ominaisuudet ja asetusmuutokset vaativat perehtymistä.

Nestejä lähdettiin Jetcam-ohjelmasta siirtämään NCX-ohjelman alaiseksi pala ker-  
rallaan. Koneiden testausvaiheessa ohjelmia luotiin sen mukaan, miten työkaluja  
oli jo kirjastoon saatu tehtyä.

Jetcam-ajoista otetaan mallia uusien ajojen tekemiseen, jotta työkalujärjestykset  
olisivat oikein ja myös levynkäytöllisesti sekä turvalliset kappalevälit saatiin suo-  
raan kopioitua. Näin vähennettiin riskejä esimerkiksi levyn värähtelyistä ja heilu-  
misesta johtuville laatuongelmille, kun niitä oli jo toisen ohjelman kautta ajatettu  
koneilla.

NCX-ohjelman leikkauksen kestoajalaskenta saatiin toimimaan tuomalla työstö-  
koneiden tiedoista laserparametri-tietokannat, eli "LaserPrm.mdb" -tiedostot  
NCX-ohjelman verkkojakokansion koneiden kansioihin. Näistä tietokannoista NCX  
osaa laskea leikkausajat nestille, koska sieltä löytyy konekohtaisesti ja materiaali-  
kohtaisesti asetetuista leikkausnopeuksista.

L6-koneen aikalaskenta ei toiminut ja se antoi virheen aina aikalaskennassa ja viit-  
tauksen virhelokitiedostoon.



```

*DoFPLTimeCalc.exe.log - Muistio
Tiedosto Muokkaa Muotoile Näytä Ohje
Traceback (most recent call last):
  File "DoFPLTimeCalc.py", line 42, in <module>
  File "FPLTimeCalc.pyc", line 67, in <module>
  File "InitFPLTimeCalc.pyc", line 11, in GetTimeParams
  File "<COMObject ADODB.Connection>", line 3, in Open
  File "win32com\client\dynamic.pyc", line 258, in
  _ApplyTypes_
pywintypes.com_error: (-2147352567, 'Kohdattiin poikkeus.',
(0, u'Microsoft JET Database Engine', u':\\NceXpress
verkkojako\bin\dist\timepar.mdb" ei ole kelvollinen polku.
Varmista, ett\xe4 polun nimi on oikein ja ett\xe4 sinulla on
yhteys siihen palvelimeen, jolla tiedosto on.', None,
5003044, -2147467259), None)
Traceback (most recent call last):
  File "DoFPLTimeCalc.py", line 20, in <module>
IndexError: list index out of range

```

**Kuva 12.** Aikalaskenta ohjelman lokitiedostosta löytyi selitys, miksi aikalaskenta  
ei toiminut.

Kopioin tarvittavat tiedostokansiot ja polut ohjelman verkkojakoon, näitä olivat  
"bin/dist/" -kansiossa olevat tiedostot ja NCX-aikalaskenta alkoi toimimaan. Ohjel-  
man käyttöönotto hyvän koulutuksen avulla oli kokonaisuutena helppoa.

## 5.2 Työkalujen dokumenttien ja tietojen kokoaminen

Työkalujen dokumentteja aloin etsimään kasaan hallissa olevista kansioista, tietokoneella olevilta asemilta ja kyselemällä vanhoilta operaattoreilta. Samalla myös pohdin ja kysyin operaattoreilta, miten ja minne toteuttaisin NCX-ohjelmaan luotujen työkalujen dokumentit, jotta ne saataisiin sillä tavalla koottua, että operaattorit voisivat niitä aidosti käyttää.

Työkalujen dokumenteille loin työkalujen valmistajien mukaiset kansiot, joihin loin alikansioina jokaiselle NCX-työkalulle oman kansion työkalun nimen mukaan, jotta operaattorit voisivat löytää työkalun dokumentin helposti NCX-ohjelmaan määriteltujen työkalun nimien alta. (LIITE 17)

Erikoistyökalujen dokumenttien kokoaminen oli ajoittain hidasta, koska työkalujen nimiä, joista myös löytyi kuvia, oli välillä vaikea löytää, kun työkaluja oli nimetty asiakkaan piirustuksien ja omien tilattujen mukaan sekaisin. Dokumentteja sai kuitenkin työkalujen valmistajilta ja myyjiltä kysyttäessä.

Wilson Toolin toisesta rullamuovausta tekevästä ”wheel”-työkalusta ei löytynyt dokumentteja mistään, joten pyysin Wilsonin toimipisteestä niitä sähköpostilla ja sainkin vastauksen heiltä 11 vuotta sitten edellisen työkalun myyneeltä henkilöltä alkuperäisen työkalun kaikkien dokumenttien kera. Mukana tuli myös kaivatut täydelliset mitat työkalun rullille ohjelmaan luomista varten, joita yrityksestä ei enään ollut löytynyt. Tulostin dokumentit myös kansioihin, joita on käytetty aikaisemmin dokumentoimaan työkaluja yrityksessä ja sitten tein työkalut NCX-ohjelmaan uudesta virallisilla mitoilla. Tein työkalulle kuuluvat kansiot muiden työkalujen joukkoon, jotta uudet dokumentit olisivat hyvin koottuina.

Työkalun nimi	No.	Kuvaus	Merkit	Asema
SPECIAL669980	669980	669980		5
SPECIAL669981	669981	669981		9
SPECIAL669983	669983	669983		5
Vajotin-06188069	6188069	VAJOTIN-MATE	R25P	
Vajotin-06188072	6188072	VAJOTIN-MATE	R25P	
Vajotin-06188074	6188074	VAJOTIN-MATE	R25P	
Vajotin-06188075	6188075	VAJOTIN-MATE	R25P	
VajotinD231035	3184114	VAJOTIN-MATE	R25P	
VajotinD231036	3184115	VAJOTIN-MATE	R25P	
WT-NANNI	15851271	WT1585127-10	R25UF	
WT074272	3184109	MATE-03184109	R25	12
WT074273	3184110	MATE-03184110	R25	

**Kuva 13.** Työkalujen nimiä dokumenttien etsimistä varten löytyi Jetcamin työkalukirjastoista ja paperisina versioina mapeista.

### 5.3 Työkalukirjaston luominen

Työkalukirjaston luomisessa NCX-puolelle tärkeimpänä ja isoimpana asiana on erikoistyökalujen luominen, joten tähän panostin eniten työssäni. Entinen toimintatapa Jetcam-puolella oli erikoistyökalujen suhteen sekava ja samoja työkaluja oli useasti luotu eri nimillä, siksi työni tavoitteena oli luoda kokonaisuutena yksinkertainen, selkeä ja toimiva linjaus erikoistyökalujen luomiselle.

Pyöreät työkalut			Ovaalit työkalut			Suorakaide työkalut
Koko	Vällys	Pesä	Koko	Vällys	Pesä	Koko
1,7	0,3 / 0,2	B	10,2x6,2	0,5	B	10,3x2,7
1,7	0,4 / 0,6	A	10,5x5,5	0,3	B	10,3x4,4
1,8	0,4	MT6	10,5x7	0,4 / 0,65	B	10,3x4,4 R0,3
2	0,3	B	10x4	0,4	B	10,3x5,3
2	0,4 / 0,6	A	10x4,2	0,65 / 0,75	B	10,3x6,3
2,1	0,4 / 0,6	MT8	11,4x5	0,4	B	10,3x6,5 R0,7
2,15	ei tyynyä	B	11x4	0,4 / 0,6	B	10,7x6,5 R0,7
2,2	0,4 / 0,6	B	11x5	0,3	B	10x4
2,25	0,3	B	11x6,5	0,3	B	10x4,1
2,5	0,15 / 0,5	B	12x1,8	0,4	B	11,45x6,35 R0,5
2,5	0,4 / 0,6	MT6	13x6,1	0,3	B	12x1,8
2,5	0,3 / 0,6	MT8Ri	13x9	0,4	B	12x4,2
2,55		B	14x9	0,4	B	13,2x12,5
2,6		B	15x4,2	0,4	B	13x5,3
2,7	0,3	B	15x5,6	0,6	B	14x4,7 R1
3	0,4 / 0,5	B	15x6,2	0,35	B	14x8
3	0,4 / 0,6	MT8	16x3	0,4 / 0,5	B	15,3x10,3
3	0,3 / 0,6	MT8Ri	16x4	0,3 / 0,4	B	15x10
3,1	0,4	B	17x5,4	0,4	B	15x3,5
3,15	0,4	B	17x5,9	0,4	B	15x4
3,2	0,4	B	19,5x4,2	0,5	B	16,5x2,4
3,3	0,6	B	19,5x5,2	0,6	B	18,15x14 R1,2
3,3	0,4 / 0,6	MT8	19x4	0,4	B	18,2x14,2 R1,2
3,3	0,3 / 0,6	MT8Ri	2,8x2,5	0,4	B	18,45x14,45

**Kuva 14.** Työkalukirjaston luominen aloitettiin viemällä Teams-ohjelmaan koottu excel taulukko työkaluista ja kirjoittamalla siihen lyhyt ohje toimintatavasta.

Kirjaston luomiseen NCX-ohjelmaan lähdettiin tekemällä yksinkertaiset työkalut ja merkkäämällä ne tehdyiksi taulukkoon.

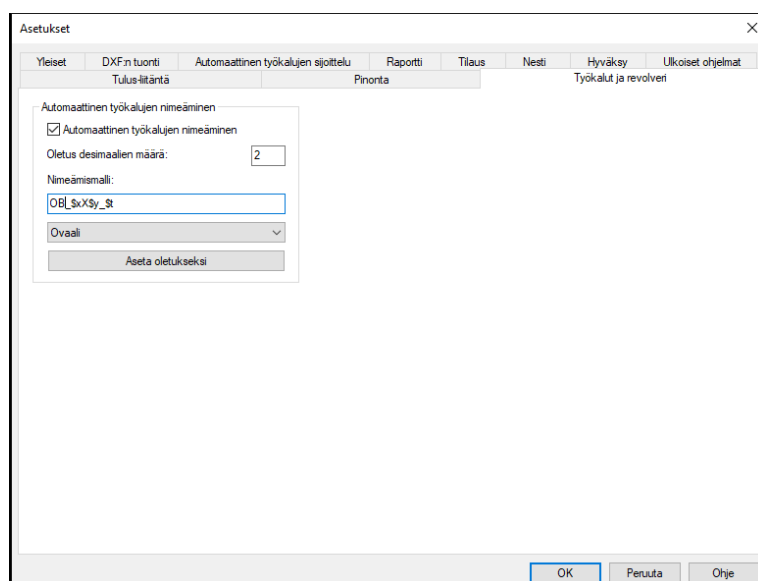
Työn edetessä uusia, joita ei ollut listoihin merkattu ilmeni paljon ja taulukkoa täydennettiin ja täydennetään jatkuvasti, jotta saadaan kirjattua ylös muutosprosessin kulkua.



Uuden CS1225-koneen Tulus-ohjaus toi erikoistyökalujen luomiseen varsinkin ohjausarvojen puolesta omia eroavaisuuksia muihin koneihin nähden, joten käyn näitä vielä tarkemmin erikseen uuden koneen käyttöönoton kohdalla.

### 5.3.1 Työkalujen luominen

Työkalujen luomiseen käytettiin NCX-omaa työkalun luontia ja määriteltiin työkaluille automaattiset nimet työkalun muodon mukaan.



**Kuva 15.** NCX työkalun automaattinen nimeäminen.

Työkalun nimeämisessä poikkeuksena lisäsin LP6\_EXPRESS-koneen multitool- työkaluille ”\_E\_”. Tämä lisä erottaa työkalut muiden koneiden omista paremmin visuaalisesti ja luo paremmat mahdollisuudet muokata ja huoltaa työkaluja eri koneilla. Koneilta löytyi samanlaisia multitool-työkaluja ja tästä syystä näin poikkeuksen tekemisen tärkeänä.

Työkalujen luonnin seurantaan käytettiin Teamsissa ollutta yhteistä listausta työkaluista, jotta pystyttiin keskeyttämään ja jatkamaan helposti uusien työkalujen luomista. Tämän luontiprosessin seurauksena tuli yritykselle kokonaisvaltainen listaus käytettävissä olevista työkaluista, jota pystytään suunnittelu- ja myyntipuo- lella hyödyntämään myös.

### 5.3.2 Erikoistyökalujen luominen

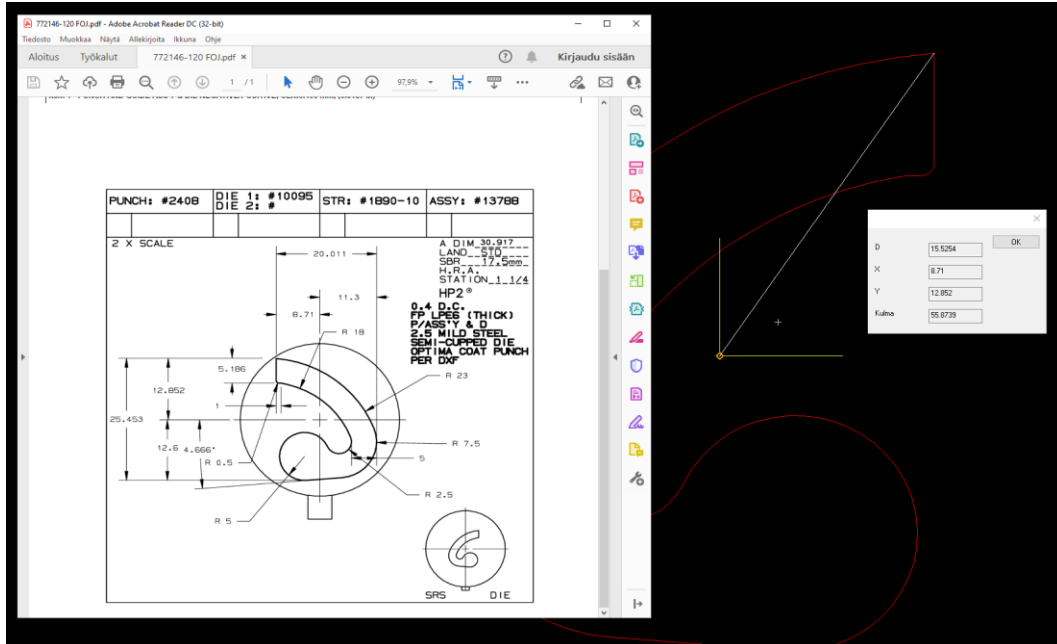
Keräsin kopioimalla työkalujen luomista varten samaan tekeillä olevien työkalujen piirustuksia kansioon työkalujen eri kansioista löytyneitä pdf- ja dxf-tiedostoja, mistä sitten siirsin niitä työkalun luomisen jälkeen oikeaan kansioon. Kuvia oli vähän kaikkialla, joten totesin tämän olevan hyvä tapa keskittää niitä.

Kansioon kerättiin myös ennen vuotta 2019 luodut ".JGF"-formaatin Jetcamin työkalut, koska NCX osaa avata vielä nämä tiedostot ".DXF"-tapaan ja näistä on hyötyä kuvan puuttuessa. Näitä vanhemmat tiedostot ovat Jetcamin lukitsemia, eikä niitä pysty muuntamaan toimiviksi.

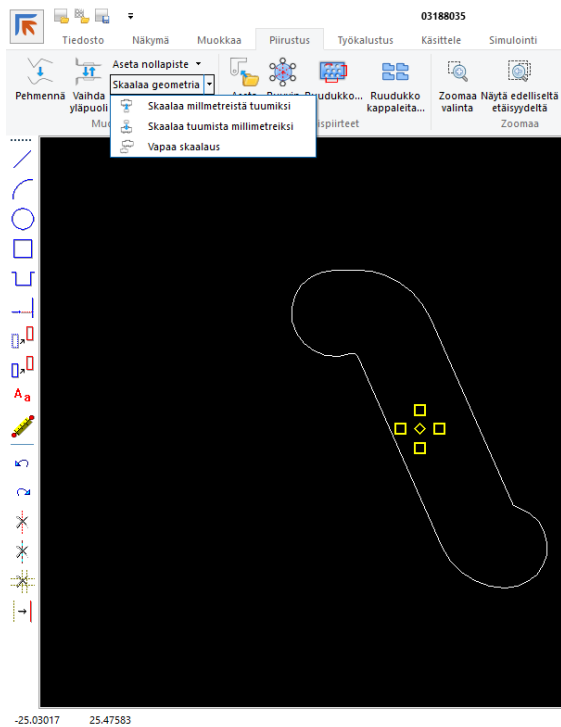
Erikoistyökalun siirtämisessä Jetcam-ohjelmasta NCX-ohjelmaan tärkeimpänä tietona on ymmärtää eroavaisuudet työkalujen mekanismien valinnassa. Jetcam käyttää työkalujen merkkejä "flags" ja NCX erilaisia ohjausmekanismeja. Ohjausmekanismit ovat erilaisia eri koneissa ja on tärkeä määrittää jokaiselle erikoistyökalulle oikeat konekohtaiset ohjausmekanismit, jotta vältetään työkaluvaurioilta. (Prima Power 2021)

Erikoistyökalujen määrittämistä NCX-ohjelmaan helpotti työkalun tilauksen mukana tullut työkalun piirustus, jossa oli työkalun koko ja ohjaustyyli, sekä tyynyn koneeseen asetuslovioiden tai pinnien kulmat. Toisena helpottavana asiana luomis-

prosessissa oli dxf-piirustus iskumuodosta. Tämän avulla saatiin suoraan NCX-ohjelmassa luotua iskumuodosta työkalu. Näissä myös työkalun keskipiste oli aina oikein valmiiksi määritelty.



**Kuva 16.** Työkalun keskipisteen tarkistus luomisvaiheessa oli erittäin tärkeää oikean iskukohtan takaamiseksi kappaleessa.



**Kuva 17.** Maten työkalujen dxf-tiedostot olivat tuumakokoina, mutta NCX-ohjelmassa nämä sai muutettua kätevästi skaalausvalinnalla piirustuksessa.

Ohjausmekanismien valintaa varten selvitin kokeneimman operaattorin kanssa suullisesti eniten käytettyjen ”flagien” listan siitä, mitä ne tarkoittavat ja NCX varten eri koneilla käytettävät muovausohjausmekanismit muovaustyökaluille.

Kaikkia Jetcamin merkkejä ei operaattori tiennyt sanoa, mutta koska niiden otanta työkalukirjastossa oli todella pieni, totesin parhaakseni jättää niiden jatkoselvityksen tekemättä tässä vaiheessa.

Myöhemmin löysin Finn-Powerin vanhan englanninkielisen Jetcam-opetustiedoston, missä mainitaan kaikki tarvittavat flagit ja lisäsin sen yhtenäiseen työkalukan-sioon, sekä täydensin oman taulukon (KUVA 18) tietoja sen pohjalta. (LIITE 4)

JETCAM	Työkalu flagit
R	Iskunopeus
B	Bottom Stroke
S	Iskun pituus/korkeus ( työkalun alareunasta levyn yläreunaan)
P	Iskun syvyys
UF	Upforming
F	Feedrate/syöttönopeus
U	?(Nostotyökalu/36-1832
FT	Kierreparametrit
Q	Muovausparametrit(esim.wheel)
FX	?(Wilson sarana-työkalu)
M	Multitool
D	?(wt38-7517)
NCX	Muovausiskumekanismit
LP6_LSR	Bottom Stroke/Deep Draw/Forming
LP6_EXPRESS	Bottom Stroke/Deep Draw
CS1225_LST	Deep Draw/Forming

**Kuva 18.** Excel-lista flageista ja eri koneilla käytettävistä muovausohjausmekanismeista oli puutteellinen aluksi.

Lisäsin myös tähän jaettuun taulukkoon koneiden testivaiheissa työkalujen havaittuja iskumekanismien määrittely tapoja tulevaisuuden muovaavien työkalujen luomista varten. (LIITE 4)

Työkalujen nimet valittiin työkalun tyyppinumeron perusteella ja tärkeimpänä asiana työkalun nimen valitsemisessa oli työkalun piirustuksen saatavuus.

Steelcompille muualta tulleista työkaluista usein löytyi uusin Wilson Toolin kuva, mutta nämä olivat vain kopioituja alkuperäisen Maten kuvasta. Tällaisissa tapauksissa vaikka kappaleiden piirustuksissa käytettäisiin uutta Wilson Toolin numeroa, niin työkalun luomiseen käytettiin Maten numeroa, koska siitä löytyi kunnollinen

piirustus arkistoitavaksi kansioihin. Kansioon kuitenkin lisättiin myös Wilson Toolin kuva, jos sellainen oli sekä NCX-ohjelmaan työkalun kommentteihin myös Wilson Toolin numerosarja, jotta työkalujen löytäminen ja yhdistäminen helpottuisi.

Tähän asti Wilson Toolin valmistamat työkalut ovat olleet uuden työkalun merkkausnumeron perusteella, joka vaihtuu aina uuden työkalun tullessa. Uudella tavalla saatiin lyhyemmät nimet työkaluille ja työkalujen tyyppiryhmittäminen oli helpompaa. Tyyppinumeron perään erottelevaksi numeroksi NCX-ohjelmassa merkattiin seuraava vapaa numero.

Uusi nimeämistyyli oli Wilson Toolin työkalujen osalta: "WT\_tyyppinumero\_va-paajärjestysnumero". Työkalun tyyppinumero ilmeni työkalun tilauksen vahvistuksessa tilausmäärän jälkeen ja vapaa järjestysnumero valittiin kirjaston työkalun luomishetken tilanteen perusteella.

QTY: 1 5604 C Station Thick Turret HP ABS Special Shape			Shape:GROUP A
BLANKING 33,5/24			
STATION: C STATION (2)	RELIEF: NO RELIEF	KEYING: STANDARD	MATL: MILD STEEL
STYLE: SERIES 90 ABS	AUTO INDX: NO	RADIUS: RADIUS OK	MATL THK: 1.500 mm
MACHINE: FINNPOWER	AUTO LOAD: NO	EJECTOR: NO EJECTOR	DIE LAND: STD
MODEL: LASER BRILLIANCE LB-6		SHEAR: FLAT	COATING: OPTIMA
Item 1 - PUNCH, DIE AND STRIPPER, POSITIVE, CLR: 0.250 mm, ( 0.0098 in )			
Item 2 - DRAWING APPROVED BY CUSTOMER			

**Kuva 19.** Esimerkkikuva Wilson Toolin -tilausvahvistuksesta. Tyyppinumero 5604.

W.T. NUMBER	ORDER DATE	TARGET SHIP DATE	CUSTOMER CONTACT	CUSTOMER		
278158	09/05/01	09/12/01				
SALES NO.	INSTRUCTIONS	TEL:0045 445 31699 FAX:0045 445 30607		SHIP VIA DHL		
96						
ITEM	QUANTITY	PART NO.	SHAPE	DIM1	DIM2	DIM3
1	1	92245	SP	.00	.00	.000
45,FINN POWER THICK TURRET ~ *PASSY&D EMBOSS F/U (DIMPLE) PER DWG						
2	1	11111		.0000	.0000	.0000
IMPORT TARIFF 8207.30.10 WEIGHT =						
3	1	44444		.0000	.0000	.0000
***VAT GB 438 2572 38***						

**Kuva 20.** Vanhan Wilson Toolin -tilauksen tilausvahvistus. Tyyppinumero 92245 ja työkalun NCX-komenttiin merkattiin WT\_278158.

Työkalun NCX-tietoihin merkattiin kommentteihin työkaluissa olleita merkattuja numerosarjoja, jotta oikean työkalun ja tyynyn löytäminen helpottuisi. Kommentit eivät automaattisesti päivittyneet kaikille eri koneille ennen kuin työkalun luomisen jälkeen ohjelma käynnistettiin uudelleen, joten se piti aina tehdä erikoistyökalun luomisen jälkeen, jotta kommentit säilyisivät muillakin koneilla automaattisesti.

Työkalun nimi:  
WT\_12740

Ominaisuudet

Työkalun muoto:  
 Erikois

X-mitta: 14

Y-mitta: 14

Kulmasäde: 0

Työkalukoko: B

Kommentit:  
WT1412286-10/WT1608646-10

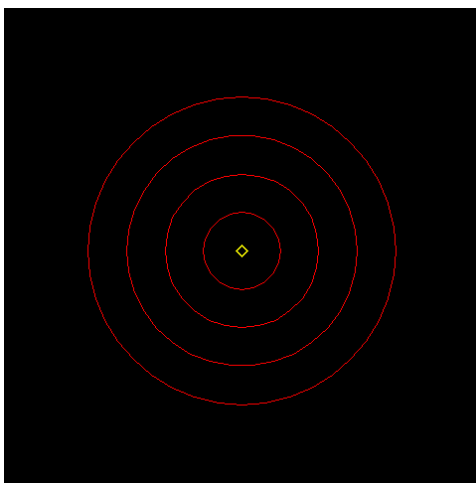
**Kuva 21.** Työkalun kommentit helpottavat operaattorien oikeaa työkalun valitsemista yhdessä työkalujen kuvapankin kanssa.

Mate Precision Technologies -valmistajan työkalujen osalta nimeäminen tapahtui "MATE\_numerosarja", joka on "tool etch no", jota he käyttävät ilmaisemaan työkalun numeroa, eikä tämä vaihdu työkalusta toiseen. Numero on sama työkalussa ja piirustuksessa.

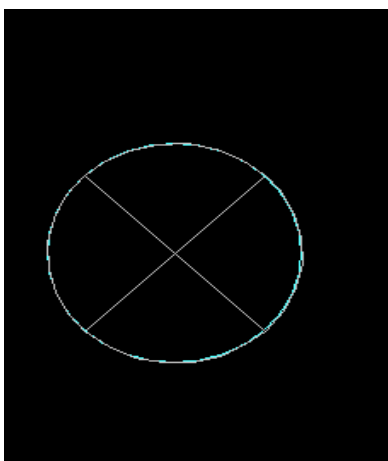


**Kuva 22.** Mate-työkalun numero ja sille soveltuvan materiaalin paksuus.

Erikoistyökalujen kuviointiin käytettiin työkalun kuvaa ja NCX-ohjelman tarjoamia valmiita pohjia erikoistyökaluille. Sama työkalu kuvattuna eri ohjelmistoissa:



**Kuva 24.** NCX-ohjelman muovaavan erikoistyökalun piirros.



**Kuva 23.** Jetcam-ohjelman muovaavan erikoistyökalun piirros.

Erikoistyökaluja oli Jetcam-ohjelmistoon luotu selkeästi lisäämällä esimerkiksi työkalun yläpuolelle teksti tai kuvio sisälle erottamaan työkalut, koska ohjelmistossa oli hankala hahmottaa ja tarkistaa työkalun nimi.

NCX-ohjelmassa ei tätä ongelmaa ole ja erikoistyökaluihin ei pysty edes sulkemattomia muotoja lisäämään, joten päätin tämän perusteella lisätä pyöreisiin erikoistyökaluihin pienempiä ympyröitä sisäkkäin luomaan erottelua. Tämä selkeyttää raportissa olevaa kuvaa, jotta operaattorit näkevät myös visuaalisesti eroa.



Useimmat erikoistyökalut kuitenkin luotiin niiden oman piirustustiedoston pohjalta ja vain joissain tapauksissa kuten pyöreissä nastatyökaluissa jouduin itse piirtämään normaalista ympyrästä erottuvan työkalun.

Erikoistyökalujen ohjausmekanismit piti valita aina konekohtaisesti, koska koneissa on reilusti eroja, osassa on hydraulinen työkalujen ohjaus ja uudessa koneessa tulee olemaan servomoottoriohjaus työkaluilla. Koneiden testiajoissa eroavaisuudet Jetcam-ohjelmiston koodipohjaisen ja NCX-ohjelmiston visuaalisen työkaluohjauksen luomisessa tuli selville kantapäänkautta opittuina asioina (LIITE 4). Operaattorit olivat tottuneet puhumaan esimerkiksi "H-arvolla" iskemisestä, kun NCX-ohjelmistossa tällainen määrittäminen tehtiin selkeään asetuskohtaan. Asetukset sitten koodin luomisvaiheessa loivat koodiin nämä arvot.

Asetukset

Irrottajan korkeus:	<input type="text" value="0"/>
Lävistyssyvyys:	<input type="text" value="33"/>
Nopeus alas:	<input type="text" value="0"/>
Nopeus ylös:	<input type="text" value="0"/>
Viive ennen iskua:	<input type="text" value="40"/>
Viive iskun jälkeen:	<input type="text" value="0"/>
Kiihtyvyys:	<input type="text" value="0"/>

Työkalun ohjausmekanismi:  
PUNCHING

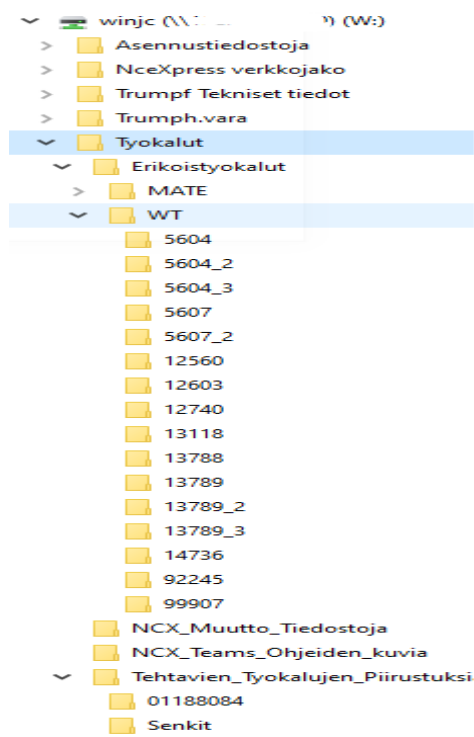
Vain koneelle 'LP6\_LSR'

Tallenna työkalu Koneet...

**Kuva 25.** Kun operaattori puhui H-arvosta 33, näytti se NCX - ohjelman työkaluasetuksessa tältä.

### 5.3.3 Työkalujen dokumenttien säilytyspaikan luominen

Loin kootuille työkalujen dokumenteille ja NCX-ohjelmaan tehdyille työkaluille kansioapaikan, mihin operaattorit pääsevät hallista tietokoneilta tarkistamaan työkalujen piirustukset.



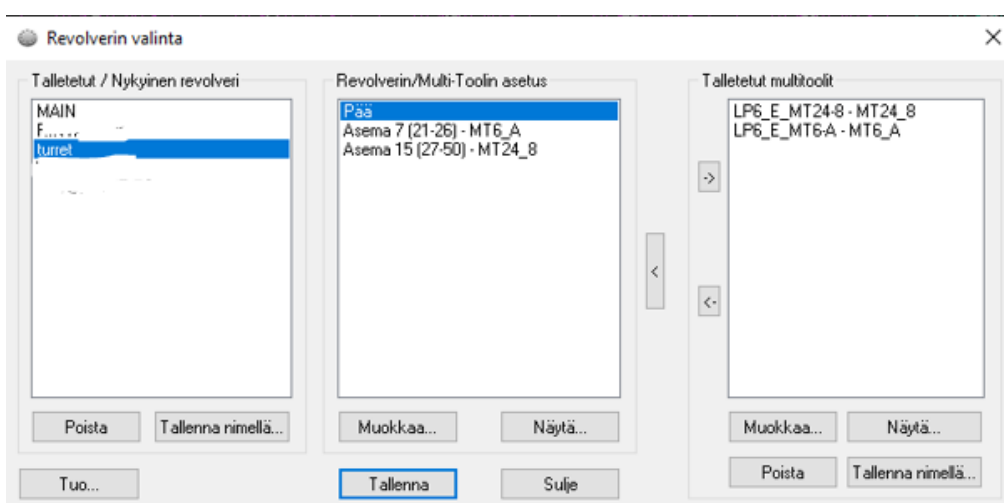
Kuva 26. Työkalujen piirustuksien kansiorakenne.

Tein työkalujen dokumenttikansioiden luomista varten lyhyen tekstiohjeen työkalujen kansioon Teamsin kuvallisen ohjeen lisäksi. Kootut työkalujen dokumentit yhdistin ”Tehtavien\_Tyokalujen\_Piirustuksia” -kansioon, mistä ne voidaan siirtää työkalun omaan kansioon NCX-ohjelmaan luomisen jälkeen.

### 5.4 Revolverien luonti

Revolverien luomisen tarve syntyy kappaleen käytettävien työkalujen mukaan, joten jos useassa kappaleessa käytettiin samoja työkaluja, oli hyvä luoda uusi revolverilataus NCX-ohjelmaan. Revolverilataukset vähentävät tarvetta vaihtaa työkaluja samojen tuotteiden ajojen kohdalla ja saman tuoteryhmän uusia tuotteita oli helpompi lähteä ohjelmoimaan.

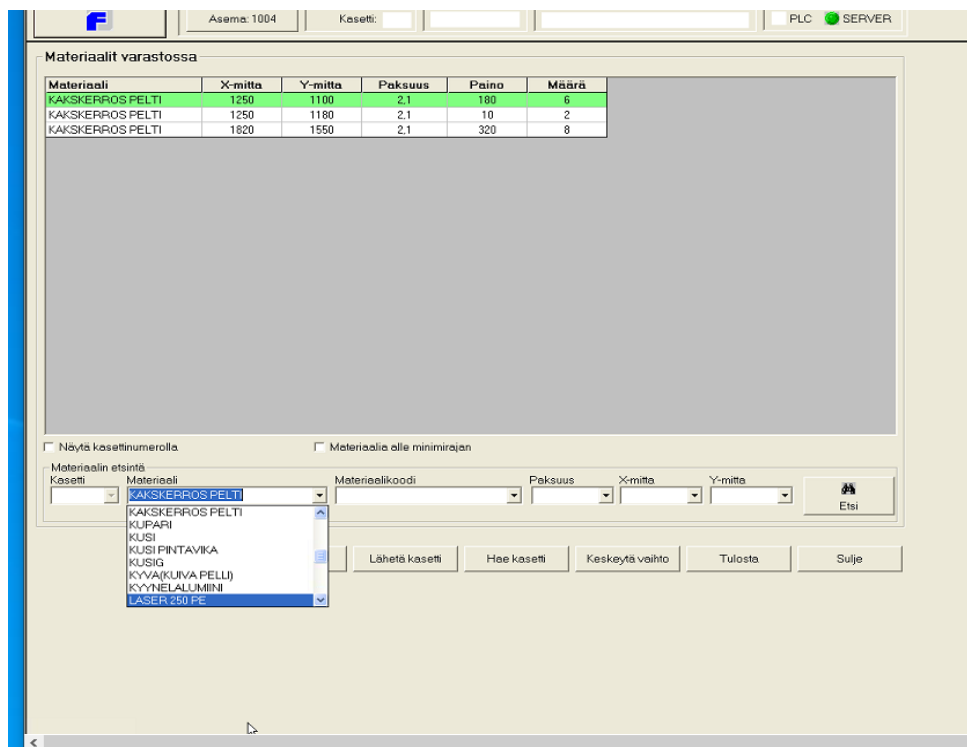
Revolvereja alettiin luomaan tuotekohtaisesti kappaleohjelmien tekovaiheessa. Kaikille koneille on määriteltynä päärevolveriksi ”MAIN”, josta on hyvä lähteä luomaan uutta revolveria. Uusien luomisessa oli muistettava, että LP6\_EXPRESS-koneelle löytyi työkalujen määritellyjä vakiopaikkoja Teamsista löytyvästä koneelta haetusta työkalujen tietokannasta. CS1225-koneen revolveri ja tuotteet ovat valmiiksi paremmin ryhmiteltyjä ja suunniteltuja, joten erilaisia NCX-revolvereja ei tule monia.



**Kuva 27.** LP6\_EXPRESS koneelle luotuja revolvereita, lisää tehdään tarpeen mukaan.

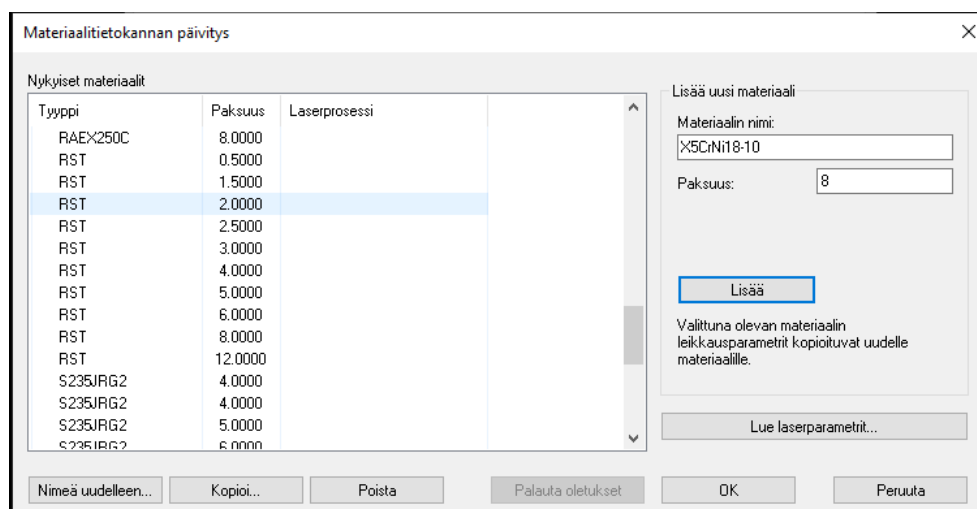
## 5.5 Yhtenäinen materiaalinimien luonti

Yrityksen korkeavaraston materiaalinimillä käytettävien materiaalien tietokannat NCX-ohjelmasta puuttuivat kaikilta uusilta koneilta, joten tein taulukon missä kuvaan L6-, LP6\_LSR- ja LP6\_EXPRESS-koneiden materiaalitietokannat. L6-kone on ollut käytössä jo kauan vanhalla NCX-versiolla, joten sen materiaalitietokannan ja korkeavaraston tietokannan perusteella määritin yhteiset uudet listan materiaaleista, jotka olisi tehtävä kaikille koneille. (LIITE 3)



Kuva 28. Korkeavaraston tietokannan materiaalinimet.

Leikkauspuolen työnvastaavan kanssa keskustelun tuloksena todettiin, että LP6\_EXPRESS-koneen käytettävät materiaalit eroavat hieman nimiltään muista koneista, mutta tuotantoon sillä ei ole vaikutusta, koska kone ei ole yhteydessä korkeavarastoon. Olisi myös ollut mahdollista toteuttaa koneen NCX-materiaalit yhtenäisiksi täysin, mutta ei katsottu sitä tarpeelliseksi yhden koneen osalta.



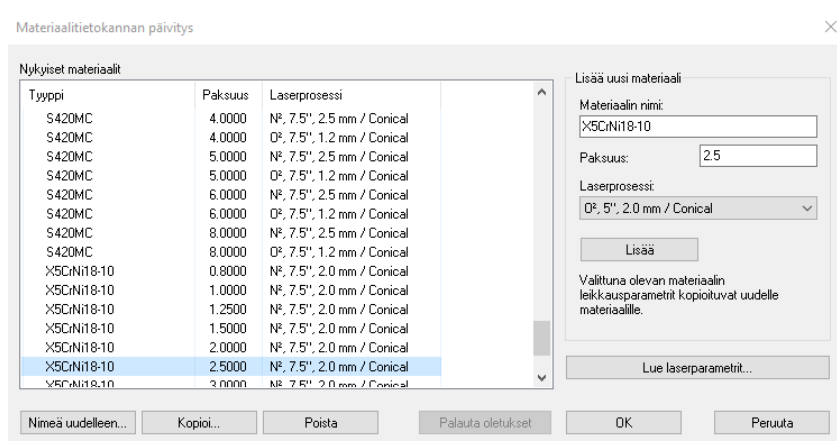
**Kuva 29.** Uuden materiaalin luomisessa oli tärkeää valita nykyisistä materiaaleista uutta materiaalia vastaava, jotta parametrit olisivat oikein uudessa materiaalissa.

Uusien materiaalien varaston kanssa toimivien nimien kopioimisen luomisen jälkeen poistin vanhat alkuperäiset nimikkeet, jotta ohjelmointivaiheessa vähentyisi turhien materiaalinimien määrät ja virhemahdollisuudet. Uusia materiaalinimiä voidaan käyttää kopiointipohjana, koska alkuperäisten parametrit siirtyvät niille.

LP6\_EXPRESS-koneelle loin varmuuskopiot materiaalien parametreista alkuperäiseen kansioon, jotta voin tehdä minimalistisen materiaalitietokannan koneelle, joita siellä pääasiassa käytetään. Näin pystyy vielä hakemaan vanhan tietokannan, jos vastaan tulee tilanne, että materiaaleja tarvitsee enemmänkin lisätä. Tietokannan materiaalit valitsin koneella sijaitsevan materiaalivaraston pohjalta ja materiaalien nimet valitsin koneen nykyisten materiaalitekniologioiden nimistä. (LIITE 3)

Uudelle CS1225\_LST-koneelle tein myös varmuuskopion materiaalitietokannasta koneen kansioon, jotta alkuperäiset eri materiaalien tiedot säilyvät ja lähdin luomaan uusia materiaaleja kopiaamalla alkuperäisistä nimistä korkeavarastolle sopiviksi.

Uudessa koneessa laserprosessin tietoja voi suoraan muokata NCX-puolella, joka sisältää käytettävän kaasun, linssikoon ja suuttimen. Tämä helpottaa materiaalien luomista ja muokkaamista. Laserprosessin pystyi valitsemaan materiaalivalinnassa. Uusille materiaaleille ei tässä vaiheessa luotu kuin yksi vaihtoehto, koska niitä lisätään vasta tarpeesta ylimääräisten teknologioiden ehkäisemiseksi.



**Kuva 30.** Uuden CS1225\_LST-koneen monipuolisempi materiaalitietokanta.

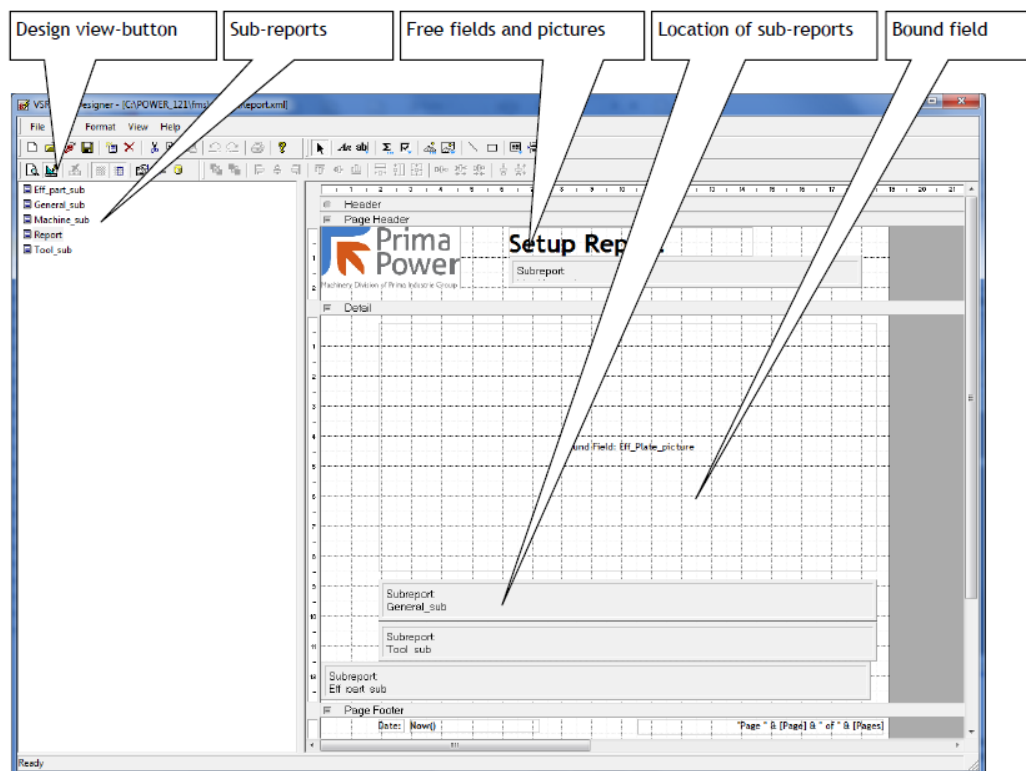
Uusien korkeavarastolle sopivien materiaalinimien luomisen jälkeen siistin tietokannasta turhia teknologioita pois, kuten käyttämättömät kaasutyytit materiaaleille yksinkertaistamaan ohjelmointia. Nämä poistetut kuitenkin löytää tietokannan varmuuskopioista tarvittaessa uudelleen.

## 5.6 Tulostettavan raportin ulkoasun luominen

NCX-ohjelman tuottama tulostettava levyn ajoraportti on muokattavissa vapaasti käyttäen Prima Powerin toimittamaa C1Report Designer 8 -ohjelmistoa hyödyntäen. Ohjelma hyödyntää Visual Basic-koodia raporttien tekemiseen, joka on Microsoftin tapahtumaohjattu ohjelmointikieli ja graafinen ympäristö. Koodin avulla voidaan ohjelmoida graafisesti, joka helpottaa ohjelmoinnista vähän tietävän

urakkaa tehdä valmis koodi, kun voidaan asetella asioita paikoilleen ja määrittellä mitä ne tekevät. (Whatis.org 2019)

Valmiita raporttipohjia on myös olemassa useita, jotka yleensä tyydyttävät käyttäjän tarpeet. Raportti koostuu aliraporteista, joiden sisältämät tekstit tulostavat raportille haluttuja tietoja haluttuihin kohtiin. (Prima Power 2016)

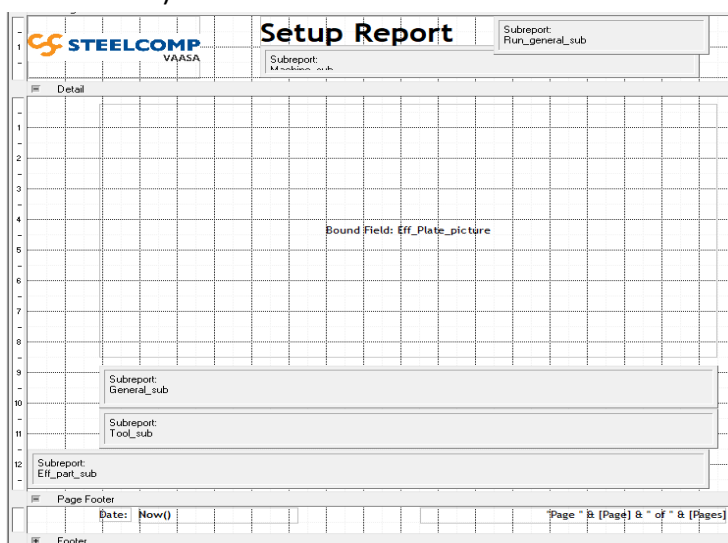


**Kuva 31.** Raportin muokkausohjelma. (Prima Power 2016)

Tulostettavaan raporttiin oli valmiina monia pohjavaihtoehtoja, mutta yrityksessä jo käytetty vaihtoehto vaikutti selkeimmältä, mutta kaipasi muutamia pieniä lisäyksiä ja uudistuksia mitkä löysin muilta raporteilta.

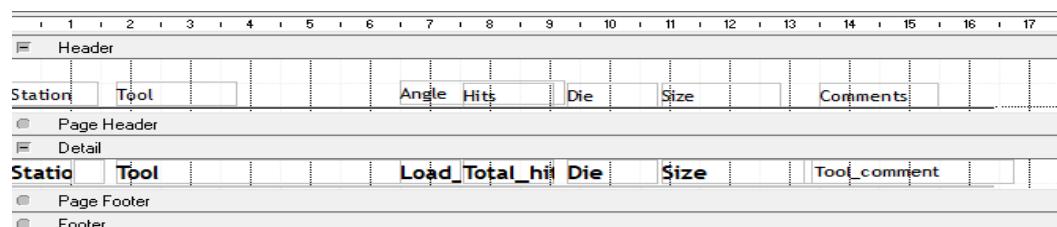
Sain raporttieditorin (KUVA 37) käyttöni pyynnöstäni Prima Powerilta, jolla lähdin muokkaamaan raporttiani.

Mietin mahdollisuutta lisätä alue ylälaitaan, jonne voisi mahdollisen ajopäivän ja asiakkaan mainita suoraan ohjelmistossa kirjoittamalla, jotta käsin kynällä kirjoittaminen vähentyisi. Tähän ratkaisun löysin Prima Powerin kustomoitavien raporttien oppaasta. Raporttiin saadaan nestin kommentit kertova alue, kun luodaan "run\_general\_sub"-aliraportti, johon loin "Note"-nimisen alueen. Tämä tulostaa raportille nestin kommentit, jotka voidaan määritellä nestiä luodessa. (Prima Power 2016)



**Kuva 32.** Uudet aliraportit editorissa määriteltynä paikoillensa.

Seuraavaksi varsinkin työkalutoimintaa ajatellen löysin toiselta raporttipohjalta mahdollisuuden lisätä työkalun kommentit, jotka ovat NCX-ohjelmassa tai Tuluksessä muokattavissa. Omasta kokemuksesta ja operaattoreiden suullisen kyselyn perusteella tämä olisi työtä varsinkin vanhemmilla koneilla helpottava, joten lisäsin työkalujen kommenttiosion.



**Kuva 33.** "Tool\_sub" -aliraporttiin lisätty työkalun kommenttiosio loppuun.

Kappaleiden purkuvaihetta hoitavilta keskusteluiden perusteella sain kuulla ehdotuksen kappaleen position lisäämisestä raportille. Ehdotuksen perusteella läh-



din pohtimaan vaihtoehtoja ja toimivimman oloinen ratkaisu löytyi kappaleita nestille lisätessä olevista kappaleen infokentistä. Kappaleille voitiin määrittellä "Kokoonpano"-numero ja raporttiin tämä numero voitiin lisätä.

x	Part_name	#
Work order:	Order_ID	
Position:	Assembly	
Due date:	Due_date	
Sorting:	Sorting	
Time:	Total_time	
Size:	x	
Rotation:	rotation	
Revision:	Revision	
Note:	Note	

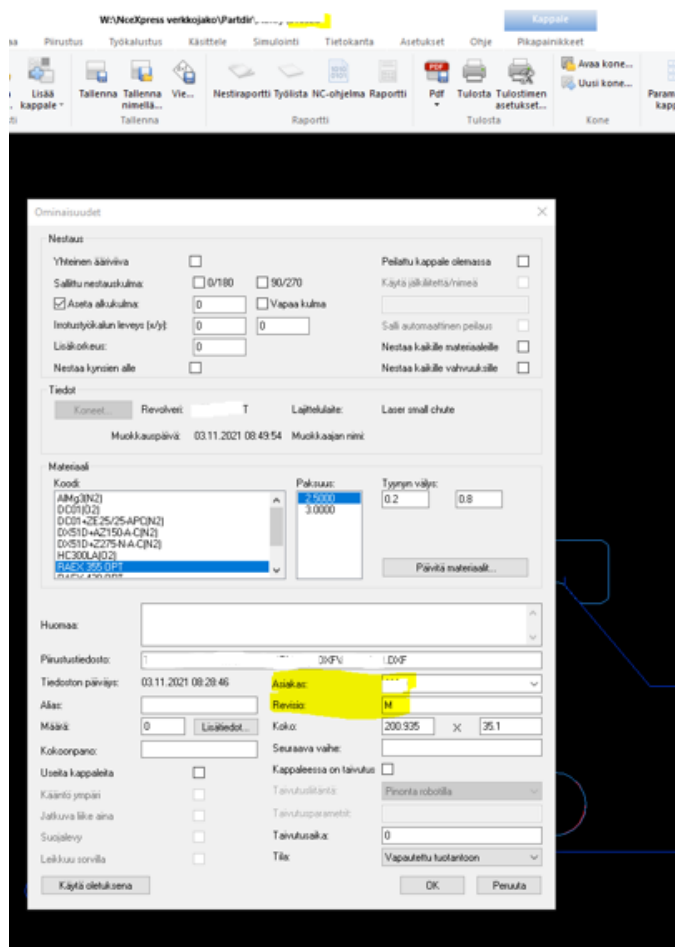
**Kuva 34.** "Eff\_part\_sub" -aliraporttia muokattiin ja lisättiin tilausnumeron alapuolelle "Kokoonpano" -numero "Position:" -tekstin perään.

Raportin muokattu ulkoasu lisättiin kaikkien käytettäväksi NCX-ohjelman verkkokansioon "Report LP\_SC" -nimellä ja informoitiin osallisia uudesta raportista ja sen muutoksista, sekä ohjeet käyttöönottoa varten tehtiin. (LIITE 2)

Huomasin myöhemmin mahdollisuuden lisätä ajonaikaisten levyn uudelleenpaikoitusten määrän "General\_sub"-osioon (Kuva 38) ja lisäsin sen sitten käyttöön. Tämä selkeyttää varsinkin operaattoreita ensisilmäyksellä ajoa tarkastaessa. Uudella koneella varsinkin kone tekee alkupaikoituksen usein levyille ja nestin levykuvassa näkyvät useat eri kynsien paikat, vaikka ajon aikaisia uudelleenpaikoituksia ei olisi. Tämä on operaattoreille ja yleisestikin laadun kannalta tärkeä asia aina tiedostaa, koska levyn uudelleenpaikoituksen aikana voi ajo pysähtyä, kun kynsien tunnistusanturit eivät tunnistaakaan uutta levyn paikkaa. Toiseksi vaihdot voivat tuoda mittatarkkuus heittoa kappaleisiin, jos vaihto onkin kesken ajon, mistä halutaan varmistua, ettei näin ole.

## 5.7 Kappaleohjelmien ja nestien luominen

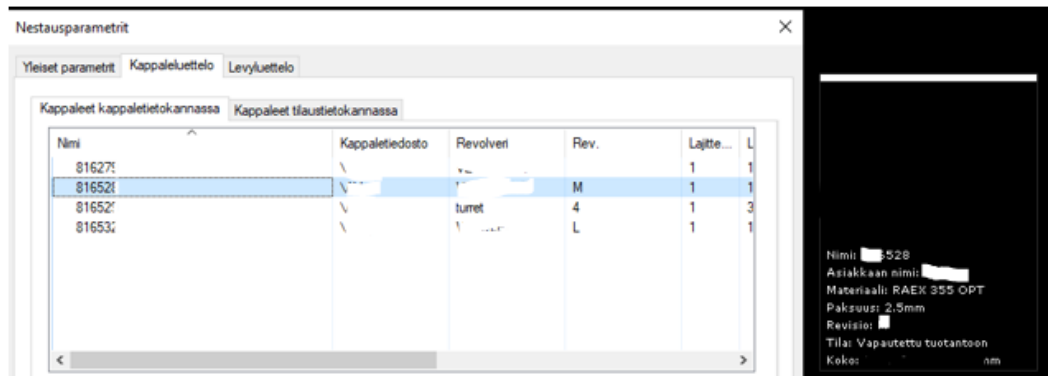
NCX-ohjelmistoon lähdettiin luomaan kappalekirjastoa ja staattisia nestejä kappaleiden piirustusnumeron perusteella. DXF-tiedostojen nimeämistyylinä ja tapana käytetään kappale ja alaviiva ennen mahdollista revisiot esimerkkinä ”123456\_3.dxf”. Piirustukset vietiin asiakkaiden mukaan kansioihin, joita on käytetty L6-laserkoneella NCX-ohjelman kanssa jo kauan.



**Kuva 35.** Kappaleohjelmasta jätetään revisio pois ja lisätään revisio ja asiakas merkittuihin kohtiin. ”Alias” -kohtaan merkataan kappaleen mahdollinen toinen nimi.

Kappaleohjelman teko tähän tapaan NCX-ohjelmaan vähentää kappaleiden ja staattisten nestien määrää, kun jokaiselle revisiolle ei ole omaa kappaleohjelmaa. Revisio merkintä vain vaihdetaan aina, kun kappaleohjelmaan on tehty revisio-

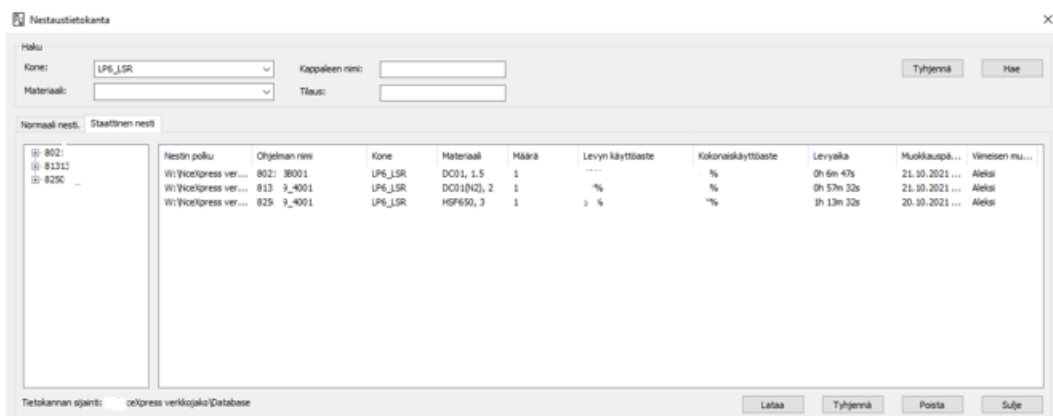
muutos. Revisio merkintä näkyy myös ajoraportissa automaattisesti operaattoreille ja staattiset nestit avatessaan myös hälyttävät kappaleohjelman muutoksesta, jotta ohjelmoija tietää tehdä nestin uudestaan. Kappaleisiin tapahtuvat revisiomuutokset muutetaan suoraan tähän kappaleen ohjelmaan ja ominaisuuksissa käydään muuttamassa ”Revisio” kohtaan uusi revisio.



**Kuva 36.** Kappaleiden asiakas-, revisio- ja revolveritiedot näkyvät nestiä luodessa.

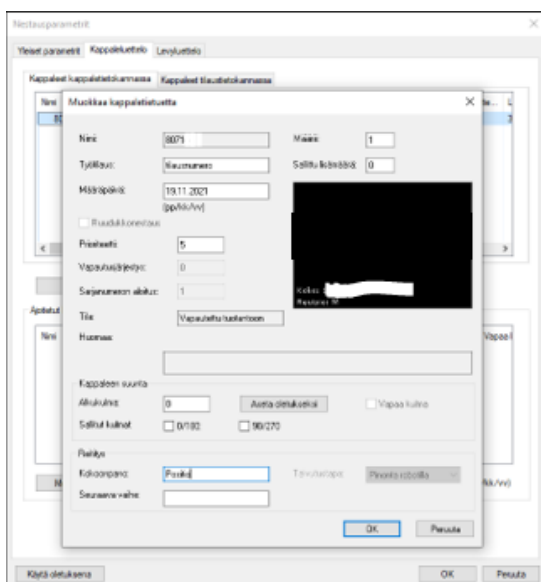
Kappaleet luotiin asiakkaan mukaan alikansioihin, kuten on aikaisemminkin tehty ja näin toimimalla tämä säilytti selkeän hakemistopohjan kappaleohjelmille eri asiakkaiden suhteen.

Nestien nimeämistyylinä päivittäisessä ohjelmoinnissa on käytetty päivämäärä ja järjestysnumero yhdistelmää ja samaan tyyliin myös jatkettiin. Vakionestien osalta käyttöön otettiin NCX-ohjelman tarjoama ”Staattiset nestit” ominaisuus.



**Kuva 37.** Staattisten nestien käyttäminen mahdollisti haettavan informatiivisen tietokannan vakionesteistä NCX-ohjelmassa.

Näitä ohjeita noudattaessa oli huomioitava myös, että vanhimmalla L6\_2\_22\_5kW -koneella on kappaleohjelmia luotu vuosien ajan, joten nämä uudet ohjeistukset pätevät vain combi-koneisiin tai staattista nestiä tehdessä L6\_2\_22\_5kW -koneelle.

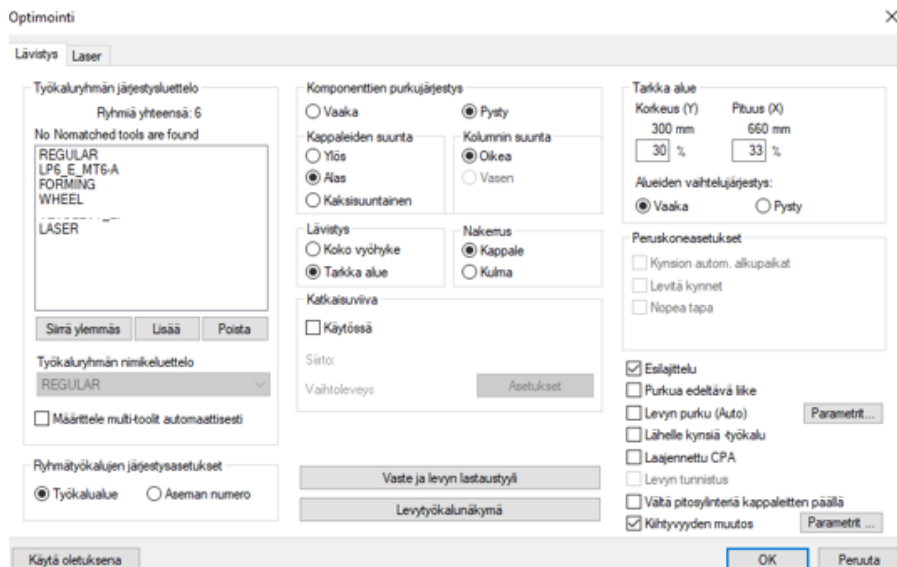


**Kuva 38.** Kappaleen lisääminen nestiin.

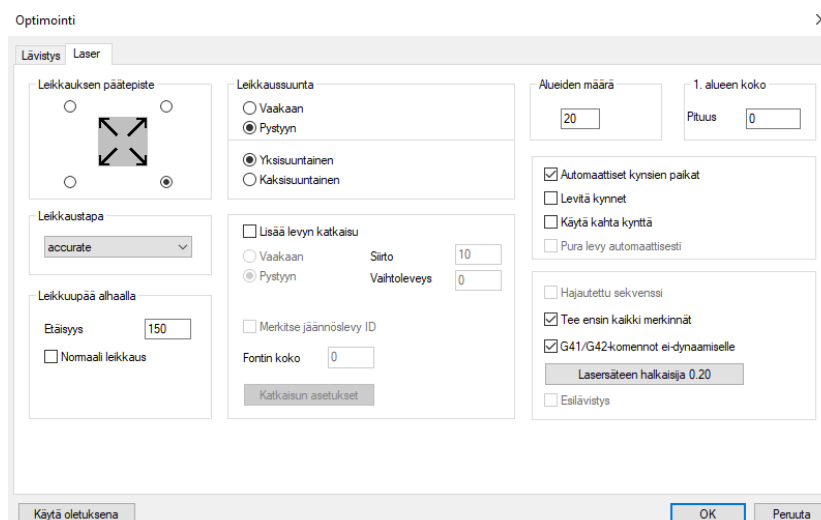
Vakionestejä alettiin luomaan paljon Jetcamin vakionestien pohjalta, joten niiden levykohtaiset kappalemäärät, levyvälit ja ajojärjestykset oli katsottava sieltä. Va-

kionestit nimettiin NCX-ohjelmassa kappaleen nimen mukaan ja kappaleiden lisäämisvaiheessa otettiin jo raporttiinkin (LIITE 2) lisätty kappaleen positio merkintä käyttöön ”Kokoonpano” kohtaan.

Nestin optimoinnin tekemisessä pohjana käytin tietotaitoa Jetcam-puolelta ja määritin asetukset, jotka luovat ajojen toiminnasta automaattisesti yleensä halutun tyyliksen.



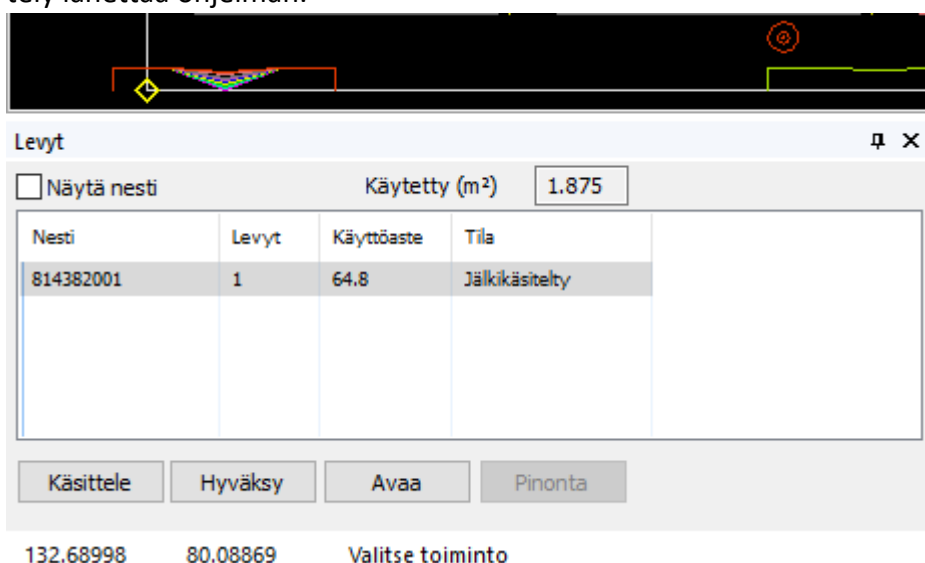
**Kuva 39.** Optimoinnin lävistysasetukset. Kiihtyvyytenä konekuskit käyttävät yleensä 50–80 %, joten kiihtyvyyden muutos on hyvä asettaa riippuen kappaleiden lukumäärästä 80 % aloituksesta haarukkaan 70-30 %.



**Kuva 40.** Optimoinnin laserasetukset. Alueiden määrä on sen mukaan säädetty, kuinka monta pystyriviä kappaleita on. Leikkaustavan on tärkeä olla ”accurate”, tällöin kone työstää ja leikkaa kappaleet samassa alueessa.

Nämä asetukset johtivat optimoinnin lävistämään levyn alueittain ylhäältä alaspäin ja kappaleet leikataan irti ylhäältä alaspäin aina. Tuotannon testailujen ja kokemuksen mukaan nämä leikkaustavat tuottavat tarkimpia tuloksia varsinkin työstäessä lävistäen ja laserilla kappaleita. Myöhemmin todettiin, että tarkka-alue voidaan X-suunnassa määrittellä isommaksikin (KUVA 56). Optimoinnin asetukset myös muuttuvat tuotteista riippuen, varsinkin tarkka-alue määrittely vaihtelee sen mukaan, kuinka paljon kappaleita yhdellä levyllä on aseteltuna.

Vakionestissä on tärkeätä muistaa nestin jälkikäsitteily optimoinnin jälkeen ja nestin muuttaminen staattiseksi nestiksi vasta jälkikäsitteilyn jälkeen. Tällöin NCX-vasta kirjoittaa omat paikalliset tietonsa nestistä ja vasta tämän jälkeen nesti voi näkyä nestitietokannassa, kunhan se on hyväksytty. Nestin hyväksyminen luo ja lähettää ohjelman työstökoneelle Tulus-koneissa, vanhemmissa koneissa jo käsitteily lähettää ohjelman.



The screenshot shows a software interface for plate nesting. At the top, there is a 3D visualization of a plate with a laser cut. Below this, a window titled "Levyt" (Plates) is open. It features a checkbox for "Näytä nesti" (Show nest) which is currently unchecked. To the right, a field shows "Käytetty (m²)" (Used (m²)) with the value "1.875". Below this is a table with the following data:

Nesti	Levyt	Käyttöaste	Tila
814382001	1	64.8	Jälkikäsitelty

At the bottom of the window, there are four buttons: "Käsittele" (Process), "Hyväksy" (Accept), "Avaa" (Open), and "Pinonta" (Nesting). Below the window, there are three numerical values: "132.68998", "80.08869", and "Valitse toiminto" (Select function).

**Kuva 41.** Vasta jälkikäsitelty nesti näkyy tietokannassa ja hyväksytty nesti siirtyy staattiseksi tietokantaan.

Kappaleohjelmien ja nestien luomisesta kuvasin myös muutamia tarkempia videoita, sekä tein ohjepohjia Teamsiin, jotta tietotaitoni olisi hyödynnettävissä ja muokattavissa yleisesti.

## **5.8 Vanhempien koneiden testaus**

Vanhempien koneiden testaus NCX-ohjelmaa hyödyntäen aloitettiin LP6\_LSR-koneesta. Tarkoituksena oli testata ohjelman kirjoittaman NC-koodin toiminta.

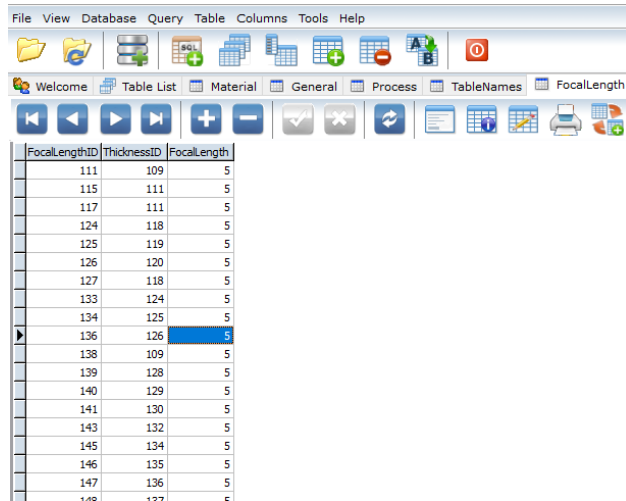
Ohjelman sisäänajoa suoritettiin kone kerrallaan, jotta mahdolliset virheet eivät hidastaisi tuotantoa merkittävästi, eivätkä jäisi tutkimuksi ja korjaamattomiksi.

### **5.8.1 LP6\_LSR**

Materiaalien teknologiataulukot olivat vanhimmalla koneella puutteellisia ja paljon muokkailtuja, joten esimerkiksi "Lead-In" -teknologioita oli osalla materiaaleista vain 1, kun yleensä käytössä on kaksi leikkauksen aloituksen säädettävyyden takia. Päätimme työstöpuolen vanhimman operaattorin kanssa keskustelun tuloksena, että koneella luodaan materiaaleille puuttuvat teknologiat, koska niiden määrä on kone kohtainen NCX-ohjelman asetuksissa.

LP6\_LSR-koneella käytettiin vain viiden tuuman linssiä leikkuupäässä, joten kaikkiin materiaaleihin vaihdettiin kerralla oikea linssikoko käyttäen MDB Viewer Plus

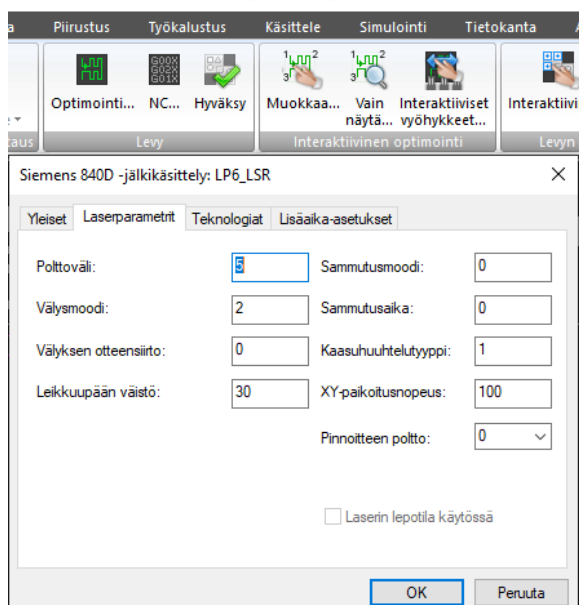
-nimistä ilmaista tietokannan muokkaamishjelmistoa ”LaserPrm.mdb” -tietokannanmuokkaamiseen. Näin saatiin kaikkiin materiaaleihin muutettua kerralla linssikoko.



FocalLengthID	ThicknessID	FocalLength
111	109	5
115	111	5
117	111	5
124	118	5
125	119	5
126	120	5
127	118	5
133	124	5
134	125	5
136	126	5
138	109	5
139	128	5
140	129	5
141	130	5
143	132	5
145	134	5
146	135	5
147	136	5
148	137	5

**Kuva 42.** Linssikoon ”FocalLength” -muutos MDB Viewer Plus -ohjelmalla ”LaserPrm.mdb” -tietokantaan.

Linssikokoa pääsi muuttamaan myös nestausvaiheessa optimoinnin jälkeen NC-koodin luontipainikkeesta ja tämä asetus myös jää materiaalikohtaisesti voimaan.



**Kuva 43.** Polttovälin muuttaminen NC-koodin luonnissa vaihtoi linssin koon.

Raportin purkuosoitteet tuottivat ihmetystä ensimmäisessä ajontestauksessa, koska operaattorit ovat tottuneet käyttämään Jetcam-ohjelman nestikuvaa, jossa



näytetään jokaisen kappaleen purkuosoite visuaalisesti. NCX-raportissa osoite on tekstimuodossa ja tämä piti tehdä operaattoreille selväksi uuden raportin julkaisuvaiheessa. Ensimmäinen ajontestaus toimi muuten hyvin, mutta ajetun levyn rangan purkuosoite oli väärä ja se piti muuttaa koneen tietoihin NCX-ohjelmistossa.

Koneen testauksessa myöhemmin ilmeni uutena ongelmana ajon NC-koodin muuttuminen. Koneen operaattori huomautti muuttuneesta koodista, kun ajo ei suostunut käynnistymään ja poimintarobotinkin toiminta oli loppunut NCX-ohjelmistosta. Yhteydenpito Prima Powerin kanssa paljasti syyksi koneasetuksen muuttamisen, NCX ei enää toiminut oikean konetyypin tiedoilla LP6\_LSR-tapauksessa.

Nämä ongelmat saatiin ratkaistua puhelimesta lähetettyäni ongelmaraportin NCX-ohjelmiston koulutuksesta vastanneelle henkilölle. Ongelmien ilmestyminen saattoi johtua käyttöönottoa tekevän varomattomasta klikkauksesta koneen asetuksissa NCX-ohjelmistossa tai ohjelmiston häiriöstä, syytä ei saatu selville puhelimen välityksellä ja sovimme seuraavamme asiaa.

Kone LP6\_LSR, asetus

Yleiset Kynstiedot Lajittelu Kynsien suoja-alue Muut Laserasetukset Työkalut ja revolverit Ohjain

1. Ohjain: Siemens 840D

2. Kone: LP 11.0 series

3. Levyn laastaus ja purku: (Not Express)

4. Robotti: LUR/LSR

NC-tiedostonimen maksimimerkkimäärä: 30

Maksimimerkkimäärä työkalun nimessä: 24

Kuvaformaatti (batch-zip): EMF

OK Peruuta Ohje

**Kuva 44.** Ongelmat koneen kanssa ratkesivat konetyypin vaihtamalla "LP 11.0 series" -kohtaan ja valitsemalla oikean robotin "LUR/LSR".

Koneella ilmeni kappalepurkamisen kanssa ongelmia, purkurobotti ei purkanut ol-  
lenkaan ja koneen luukun kautta purkaminen toimi väärään paikkaan. Purkurobo-  
tin toimivuusongelmasta loin ongelmatiedoston Prima Powerille ja sain vastauk-  
sena ongelmaan, että poimintarobotin raja-arvot tullaan tarkistamaan uuden ko-  
neen opetuksen yhteydessä.

Koneen luukun kautta toimivalle purkumenetelmälle oli määritelty purkuosoitteet  
kappaleelle ja roskalle erikseen, kun molemmille on olemassa oma kuljetushih-  
nansa koneessa. Tässä kyseisessä vanhassa koneessa ei kuitenkaan operaattorit  
käytä kuin roskapuolta, joten poistimme yhteisymmärryksessä NCX-ohjelmasta  
kokonaan mahdollisuuden käyttää kappalekuljetushihnaa virheiden mahdollisuu-  
den poistamiseksi.

### **5.8.2 LP6\_EXPRESS**

LP6\_EXPRESS-koneen käyttöönoton kanssa oli alkuun jo ohjelman luomisen  
kanssa ongelmia, kun NCX ilmoitti koneenkynsien paikkojen asettamisen olevan  
mahdotonta nestausvaiheessa. Lähetin asiasta sähköpostin koneiden NCX-asetuk-  
sista vastanneelle Prima Powerin työntekijälle ja sainkin nopeasti heiltä vastauk-  
sen ongelmaan. Arvojen oikeaksi muuttamisen jälkeen päästiin konetta käyttä-  
mään normaalisti NCX-puolella.

Machine LP6\_12.2\_STEELCOMP setup

General | Clamp data | Sorting | Clamp protection area | Misc | Laser options | Tools and turret | Controller

1. Controller: Siemens 840D

2. Machine: LP 12.0 series

3. Sheet loading & unloading: LD/UD

4. Robot: None

Automatic sheet loading (by CE, LD or Robot):

Enabled

Loading position: -3050 For -->

Sheet side:  Left  Right

Loading style:

CE Pin  Pin1

OP -- Original Position  
S -- Sheet  
BS -- Big Sheet  
C -- Carriage (MGN.  
G+R or R+BR Colors)

Maximum character number of NC file name: 30

Maximum character number of Tool ID: 24

Automatic sheet unloading:

Enabled

Unloading position: -3048 For -->

Sheet side:  Left  Right

Sheet unloading machine side:  B (Left)  A (Right)  
 Bottom  Top

Picture format (batch-zip): EMF

OK Cancel Help

**Kuva 45.** Koneen asetuksiin oli määritelty vahingossa väärät arvot ympyröityihin kohtiin.

Koneen kappaleohjelmaa luodessa käytin työkalujen paikoituksessa hyväksi Teamsiin luomaani taulukkoa multitoolien vakioasemista. Taulukko oli koostettu koneen työkalujen tietokantatiedostosta kopioimalla Exceliin tiedot, joka näytti kaikki koneen työkalujen asetukset.

LP6_EXPRESS	Työkalut	ToolSetID	1= M24	2= M6		
ToolID	ToolSetID	ToolSettingsID	ToolName	XDimension	YDimension	StationNumber
11	2	138	OVAALI 11.0 X 6.5		11	6,5
14	2	137	OVAALI 12.0X1.8		12	1,799999952
18	2	168	SPECIAL7.201		0	0
24	2	183	SPECIAL7.201	7,199999809	7,199999809	24
32	2	310	PYÖREÄ1.8	1,799999952		0
34	2	312	PYÖREÄ2.001	2,000999928		0
36	2	599	PYÖREÄ2.101	2,099999905		0
38	2	373	PYÖREÄ2.501	2,500999928		0
39	2	52	PYÖREÄ2.6	2,599999905		0
40	2	51	PYÖREÄ2.7	2,700000048		0
41	2	50	PYÖREÄ2.75	2,75		0
42	2	49	PYÖREÄ2.9	2,900000095		0
44	2	48	PYÖREÄ3.001	3,000999928		0
45	2	148	PYÖREÄ3.1	3,099999905		0
46	2	184	PYÖREÄ3.2	3,200000048		0
48	2	43	PYÖREÄ3.301	3,301000118		0
50	2	46	PYÖREÄ3.501	3,500999928		0
52	2	47	PYÖREÄ3.601	3,601000071		0
53	2	526	PYÖREÄ3.65	3,650000095		0
54	2	234	PYÖREÄ3.7	3,700000048		0
55	2	124	PYÖREÄ3.8	3,799999952		0
57	2	256	PYÖREÄ4.001	4,000999928		0
59	2	123	PYÖREÄ4.201	4,201000214		0
61	2	119	PYÖREÄ4.501	4,500999928		0
63	2	165	PYÖREÄ5.001	5,000999928		0
64	2	125	PYÖREÄ5.2	5,199999809		0
67	2	214	PYÖREÄ5.501	5,500999928		0
69	2	54	PYÖREÄ5.801	5,800000191		0
71	2	243	PYÖREÄ6.001	6,000999928		0
72	2	398	PYÖREÄ6.1	6,099999905		0
73	2	139	PYÖREÄ6.2	6,199999809		0
75	2	155	PYÖREÄ6.501	6,500999928		0

**Kuva 46.** Taulukko kertoi koneella käytettyjen multitool-työkalujen vakioasemat. Näin välttyttiin turhilta työkalujen asemien vaihteluilta LP6\_EXPRESS-koneella.

Ensimmäistä ajettavaa kappaleohjelmaa luodessa, myös loin ensimmäisen revolveri layoutin kappaleryhmän nimen mukaan alkuperäisen revolveri layoutin pohjalta, koska näitä samankaltaisia kappaleita tulee vastaan useita hieman eri mitoissa samoilla työkaluilla. Näin saadaan pidettyä työkaluja samoissa paikoissa, jotta työkalujenvaihdot ja niihin kulutettava aika vähenevät.

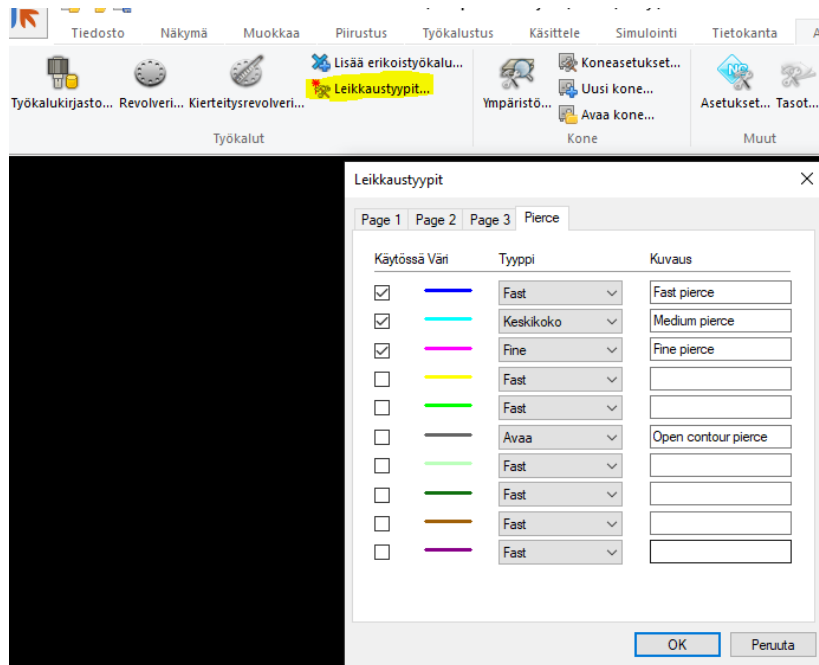
Nestin valmiiksi saatuaani sitä esitellessä vastaavalle koneiden operaattorille ilmeni, että kappaleet eivät olleet tarpeeksi tasaisesti aseteltu levyllä tasaisen tarkkuuden leikkauksessa takaamiseksi. Uuden materiaalin leikkauslinssi oli myös väärä ja sen myötä kaasu ja suutin asetus olivat väärä. Ohjelmaan oli tullut myös ylimääräinen siirto ja sitä selvitellessäni muistin, että työkalujen turva-alueet,

jotka suojaavat kynsiä olivat paljon isommat multitool-työkaluilla ja näin ollen päädyin vähentämään yhden rivin kappaleita kynsien puolelta ja tein täydellisen kopion kappaleiden asettelusta koneille.

Kappaleiden poistamisen olisi voinut välttää myös vaihtamalla multitool-työkalut normaaleiksi yksittäisiksi työkaluiksi, jotka eivät tarvitse niin isoa turva-aluetta joutuessa siitä, että multitoolissa työkalu voi olla toisessa reunassa ja näin ollen itse multitool onkin jo lähellä kynsiä, vaikka iskevä pistin on vielä kaukana halutusta asemasta. Tässä tapauksessa ei kuitenkaan muutos ollut tarpeellinen. Myöhemmin selvisi, että 24-paikkainen multitool käyttää ja tarvitsee yleensä isompaa suoja-aluetta, kuin 6-paikkainen multitool, koska työkalujen paikat eivät ole ihan multitoolin reunalla.

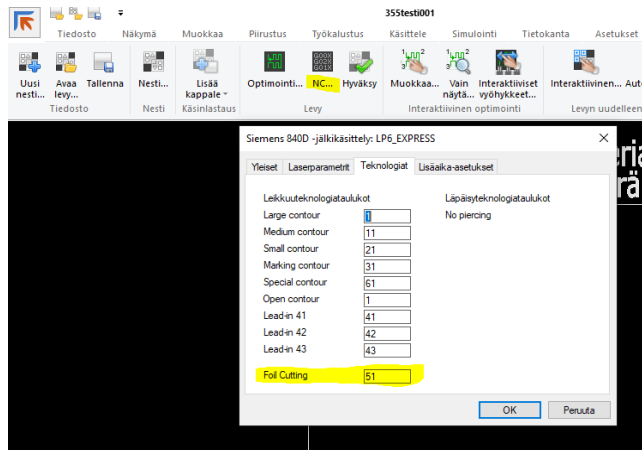
Linssin koon vaihtaminen 5"-kokoon 7,5"-koosta NC-ohjelman luontipuolelta toi materiaalille oikeat kaasun ja suutin asetukset. Tähän liittyen huomasin, että koneen laserparametreissa materiaalinimissä ei ole "(N)" -merkintää, koska hapella ajetaan koneella ja tästä syystä myös linssi oli väärä. Muokkasin koneen NCX-puolen materiaalien nimet vastaamaan täysin koneen omaa tietokantaa materiaaleista ja näin aikalaskenta myös tunnisti materiaalit ja niiden arvot.

Ensimmäisessä koneen ajossa kävi ilmi, että NCX-ohjelmassa leikkauksessa oli laserilla alkulävistys, eli ”piercing” päällä ja koneella ei sitä käytetä, joten poistin lävistysmahdollisuudet koneen asetuksista.



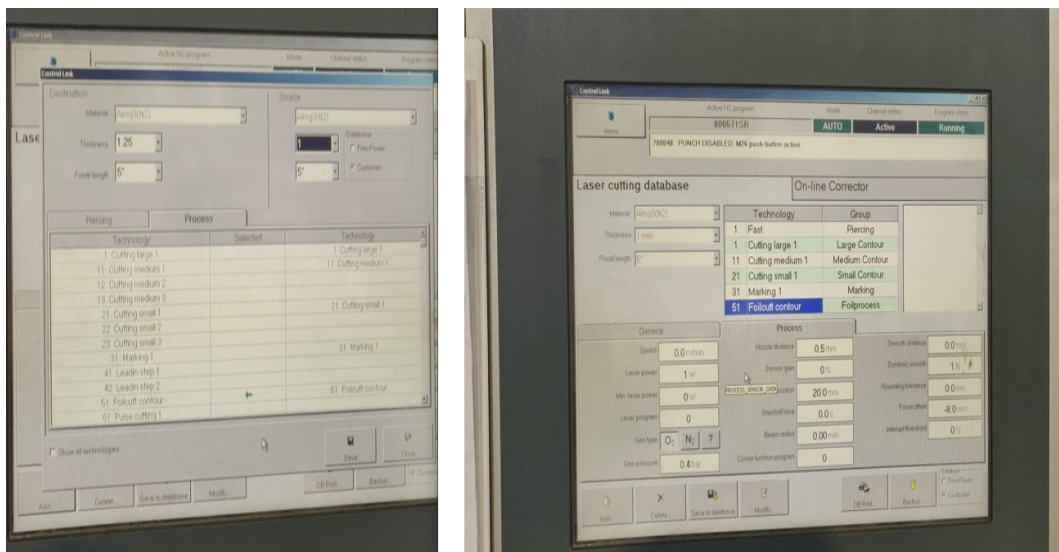
**Kuva 47.** Leikkaustyyppien piercing, eli alkulävistysasetukset.

NCX jostain syystä myös otti ajoin mukaan 51-teknologian, joka on kalvon esileikkaamiseen tarkoitettu teknologia. Teknologiaa ei ollut mistään valittu käyttöön, joten lähdin selvittämään mistä tämä johtui ja sainkin Prima Powerilta vastauksen, että 51-teknologia on aina käytössä johtuen sen mahdollisesta käytöstä esimerkiksi ruosteenpoistoon. Vanhemmalla LP6\_LSR-koneella tällaista ominaisuutta ei ole, joten siksi siellä ei ongelmia tämän kanssa tullut.



**Kuva 48.** Tarvittaessa 51-tekniikan saa pois päältä vaihtamalla arvon esimerkiksi ”1-Large contouriksi”, eli ison viivan leikkaukseksi, tämä muutos on kuitenkin riskialtis eikä suositeltava muutos, koska tällöin käytetään väärää leikkaustekniikkaa.

Ongelman poistamiseksi pitkällä tähtäimellä paras vaihtoehto on lisätä takaisin koneen parametreihin teknologia 51, eli kalvon poltto. Tämä löytyy koneen alkupe-  
räisistä teknologioista (LIITE 3), joten lisääminen oli nopeaa, vaikka teknologia täy-  
tyi erikseen materiaalin kaikille vahvuuksille lisätä.



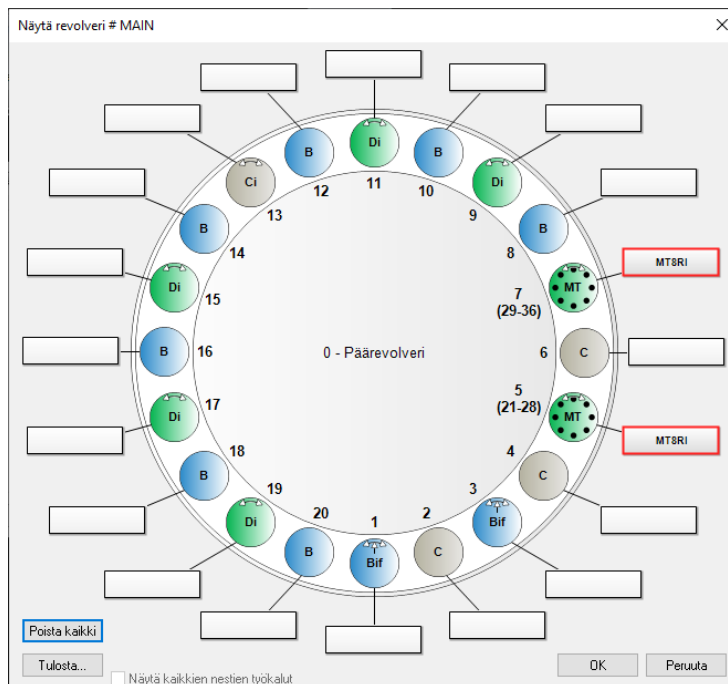
**Kuva 49.** LP6\_EXPRESS - koneen laser leikkauksen tietokantaan teknologian lisääminen. Koneen koodissa oli myös ”manual\_loading” -komento, jota käytetään uudem-  
millä koneilla ilmoittamaan levyn lastaamisesta käsin. LP6\_EXPRESS on kuitenkin  
niin vanha, eikä Tuluksella toimiva, että komento vain aiheuttaa hälytyksen ko-  
neella. Komento poistettiin koneen koodista post-prosessoinnissa filteriä käyt-  
tämällä, joka poisti koodirivin ohjelmista ja näin saatiin ohjelmat toimimaan.

## 5.9 Uuden koneen käyttöönotto

Tehtaalle saapuva uusi CS1225-kone on suunniteltu tietyn asiakkaan tuotteiden valmistusta varten pääasiassa, joten koneen työkalustus on laadittu näiden tarpeiden pohjalta. Sain kehityspäälliköltä listauksen sähköpostin välityksellä, jonka mukaan lähdin työkaluja luomaan. (LIITE 1)

### 5.9.1 Työkalujen ja revolverien luominen

Uuden koneen revolverisuunnitelman taulukon asematiedot eivät pitäneet paikansa ja osa B-pesän työkaluista haluttiin siirtää multitool-työkaluun, joten lähdin tekemään uuden koneen tekemättömiä työkaluja haluttujen perusteella. (LIITE 1)



**Kuva 50.** CS1225\_LST koneen revolverin alkutilanne.

Koneeseen oli määritelty kaksi MT8RI-multitoolia ja lisäksi koneeseen tulee ainakin kuusipistiminen MT6AU ja MT3Ri, mihin asennetaan kolme kappaletta B-aseman indeksoivia pistimiä.

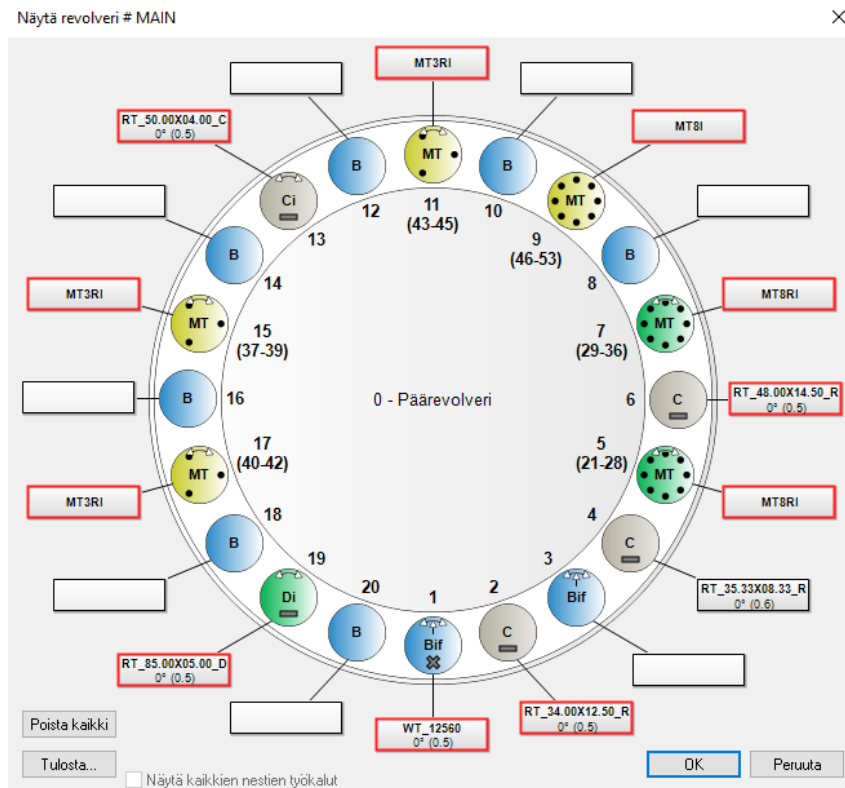


Koneen käyttöön tulevat yleiset työkalut merkattiin Teamsin taulukkoon luontia ja kirjausta varten ja ne luotiin tämän perusteella NCX-ohjelmaan. Luonnin jälkeen lisäsin työkalut koneen revolveriin.

Työkalujen revolveriin asettamisvaiheessa ilmeni ongelma työkalujen nimissä. CS1225\_LST-koneen asetuksissa työkalujen maksimi nimipituus oli asetettu lyhyemmäksi, kuin useiden luotujen työkalujen nimi automaattisella nimeämisellä oli. Ongelma korjaantui vaihtamalla koneen asetuksissa työkalun maksimimerkkinäärä 25 entisestä 20-merkistä. Revolveri katsauksessa ei koko nimeä näe, mutta revolverin tekstimuokkauksessa ja raporteissa nimi näkyy kuitenkin normaalisti muutoksen jälkeen.

Uuden koneen revolveri ja multitoolit saatiin luotua valmiiksi ja kun niistä päästiin keskustelemaan koneiden työkaluista vastaavan kanssa, niin todettiin taulukon olleen isoilta osin väärä ja osa työkaluista ja työkalupaikoista oli luotava uusiksi.

Koneeseen tulikin vanha olemassa oleva kahdeksan pistinpaikkainen MT8i-multi-tool MT6-AU tilalle ja kaksi lisää indeksoivia MT3Ri-multitool työkaluja.



**Kuva 51.** Toinen versio revolverista valmiina.

Koneelle luodessa erikoistyökaluja oli muistettava, että CS1225-koneen läviskutyökalu toimii servomoottori ohjatulla kahden kiilan järjestelmällä, eli iskuliikkeen muoto on aaltomainen, eikä kantikas, joten muovaavia työkaluja ei voida käyttää normaalilla iskuohjauksella tai muuten työkalu voisi jäädä kiinni levyyn, koska muovaavat työkalut vaativat kulmikkaan iskun. Kirjoitin näistä ohjeita Teamsiin "JETCAM flag -> NCX Ohjaus" -tiedostoon ja myös mainitsin työkalun luomisopissa.

### 5.9.2 Kappaleohjelmien ja ajojen teko ennen koneen testausta

Yrityksen puolelta toivottiin eniten ajettavien tuotteiden puolelta valmiutta ennen koneen testausta, joten lähdin tekemään kappaleohjelmia ja ajoja Teamsiin luodun ”top-20” -tuotteiden perusteella (LIITE 5). Kappaleohjelmien luominen alkoi olemaan jo hieman nopeampaa, kun työkalut näille yleisimmille tuotteille oli jo luotu.

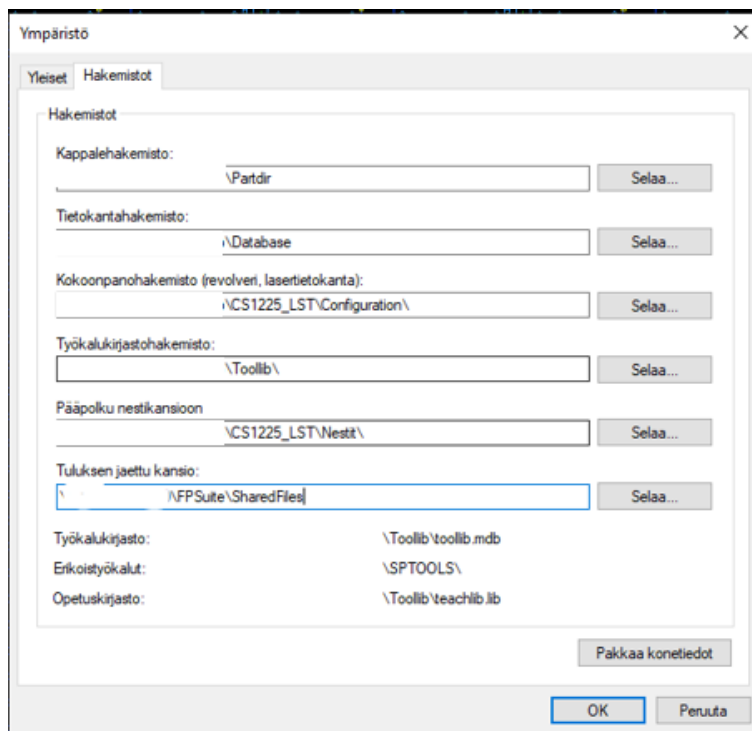
Vakionestettä luodessa sain tietää Jetcam-puolen vastaavalta osaajalta, että osa ohjelmista oli valmistuksen suhteen optimoitu liian pienille työstettäville ryhmille. Vanhasta työstökoneesta johtuvien ongelmien takia vanhoja tapoja oli jäänyt Jetcamin muidenkin koneiden ohjelmiin elämään. Tuotteiden yleinen X-suunnan työstöalueen koko oli ollut noin 33 % levystä ja tarkasti pystyttiin kuitenkin toimivilla koneilla leikkaamaan noin 50 % aluekolla riippuen kappalemääristä levyllä. Otin asetuksista ja mallista kuvan ylös ja lisäsin tämän Teamsin ohjeisiin, jotta voidaan sinne kirjata eri tuotteiden haluttuja leikkausaluekokoja. Tämä helpottaa uusien nestien optimoinnin toimivaa luomista ilman, että sitä tarvitsee useaan kertaan tarkistella ja muutella.



**Kuva 52.** Työstöalueen koko varsinkin X-suunnassa oli tärkeä määrittellä Teamsin ohjeiden ja Jetcamin perusteella mahdollisimman isoksi, jotta työstöaikaa säästyy.

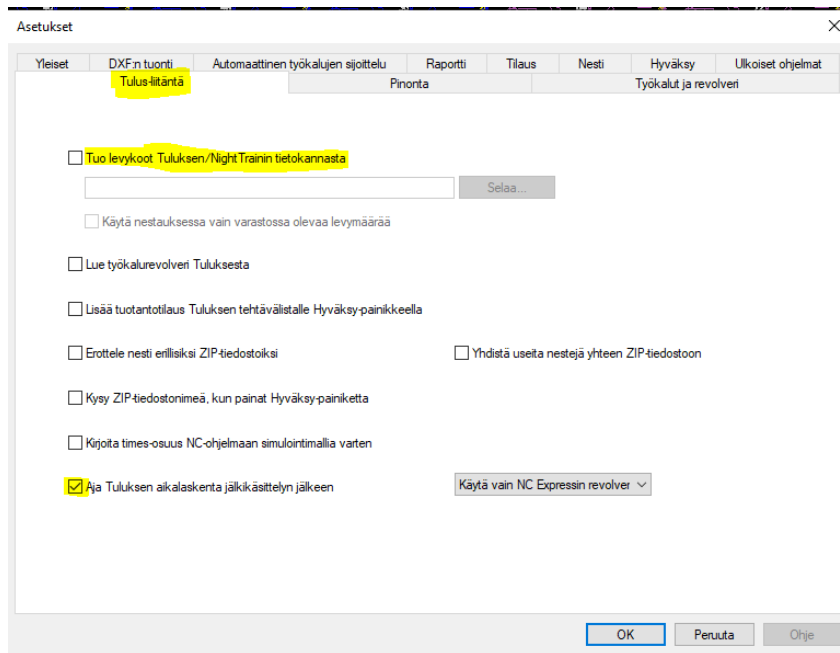
### 5.9.3 Koneen asetukset NCX ohjelmistoon

Koneen ollessa ylös ajo valmiudessa, eli testausvaiheessa Steelcompin tietotekniikasta vastaava valmisteli tiedostoyhteyden ohjelmoinnin ja uuden CS1225-koneen välille. Tarvittavina yhteyksinä oli nestikansio ja Tuluksen jaettujen tiedostojen "FPSuite\SharedFiles" -kansion yhteys, näiden avulla saadaan ohjelmoinnista ohjelmat koneelle ja työstökoneelta tietoa NCX-ohjelmaan.



**Kuva 53.** Tuloksen jaettu kansio määriteltiin samaan paikkaan kuin muutkin verkkokansiot NCX-ohjelmassa.

Tulus-liitännän kautta saadaan työstökoneelta tietoa työkalujen koneella käytetyistä arvoista, leikkausajan laskentaan vaikuttavat koneen laserparametrit, sekä koneen nykyisen revolverin. Liitännän kautta saadaan myös muuta tietoa, mutta yllä mainitut ovat varsinkin työni kannalta oleelliset.



**Kuva 54.** Tulus-liitännän asetukset NCX-ohjelmassa.

Levykoot pystyttäisiin myös tuomaan korkeavarastosta ja koneen laserparametrien mukainen aikalaskenta saadaan täältä päälle NCX-ohjelmassa valitsemalla ”Aja Tuluksen aikalaskenta jälkikäsitellyn jälkeen” (KUVA 54).

Vein omalta koneeltani työstökoneiden päivitettyt tiedot pakettiin verkkojakoon ja asensin yhdessä muiden ohjelmoijien kanssa koneiden toimivat tiedostot ja asetukset, jotta saatiin kaikki ohjelmoijat samalle viivalle.

#### 5.9.4 Ensimmäinen testiajo

CS1225-koneen ensimmäinen testiajo varsinaisen tuotannon, eli minun luomallani ajolla toi pieniä haasteita ja selvitettäviä asioita mukanaan.

Koneelle asennettu vanha MT8i-työkalu oli koneen asetuksissa väärinpäin, eli kun NCX-ohjelmassa multitoolin pesänumerointi meni vastapäivään, niin koneen asetuksissa numerointi olikin myötäpäivään. Muutos koneen asentajien mukaan on yksinkertaista tehdä, mutta selvitettävä mikä on paras tapa, jotta ei tule enempää ongelmia. Tilapäisenä ratkaisuna tein ajon missä tarvittava työkalu on toisella puo-

lellä multitoolia, mutta tajusimme seuraavana päivänä, että työkalut menevät oikein, jos Tuluksesta luetaan aseman numero ja sen mukaan asetetaan multitoolissa työkalu. Työkalussa se menee eri paikkaan, mutta numeroinnit täsmäävät ja työkalu toimii oikein. Outo ongelma johti siitä, että tätä kyseistä multitoolia on valmistettu pitkälle toistakymmentä vuotta ja jossain vaiheessa alun jälkeen sen asemanumerointi on käännetty. Meillä oleva multitool on siis niin vanha, että sen numerointi on vielä vanhalla tavalla toteutettu.

Toisena ongelmana selvisi alkuun, että esimerkiksi tässä varsinaisen tuotannon testiajossa käyttämämme materiaali kolme millia paksun HSF650-levyn NCX-puolen työstökaasu ja suutin olivat väärät. Yhtenäiset korkeavaraston kanssa toimivien materiaalien teknologiat siis osittain omasivat väärät kaasut ja sen myötä myös väärän suuttimen, koska tyvellä ja hapella avustetut leikkaukset omaavat erilaiset painevaatimukset laadun ja nopeuden saavuttamiseen tietyllä materiaalilla. HSF650-materiaalin kolmen millin tapauksessa tyvellä leikatessa suutin olisi kaksi millinen ja hapella leikatessa 1,2 millinen. (Linde Inc 2021)

Tulostin nykyiset asetukset kaikille CS1225-koneen materiaaleille ja kävin ne läpi vanhimman operaattorin, sekä teknisestä tuotannon suunnittelusta vastaavan kanssa, jotta saadaan materiaaleille halutut oikeat kaasut käyttöön. Kyselyn tuloksena yksinkertaisesti koneella halutaan ajaa tyvellä 5 mm materiaaliin asti, koska tämä vähentää leikkuupään suojan vaihtotarvetta, joka pitää tehdä, kun siirrytään tuestä happeen. Käytännössä koneella siis ajetaan vain tyvellä nykyisen tuotannon tarpeen mukaan. Harmillisesti nyt vasta selvittäessä tämän asian jouduin korjaamaan kaikki tähän asti tehdyt ohjelmat, mutta onneksi ohjelmia ei vielä useita ollut tehty ja muutoksiin olin varautunut alkuperäisen materiaalitekнологia-tietokannan varmuuskopiolla. Kaasu muutos tehtiin 11 materiaaliin tai materiaalin paksuuteen, kun kaikkineen materiaaleja ja tai sen eri paksuuksia oli yhteensä 140, joten muutos oli kokonaisuutena kuitenkin pieni.

Tämän yhden materiaalin kaasun muutos piti toteuttaa valmiiksi tehdyille ohjelmille, joten käytettävien kaasujen läpikäynti oli tärkeää ja alkuun korjata oikeaksi.

Ensimmäisen testiajon yhteydessä selvisi Prima Powerin kouluttajalta, että uudelle CS1225-koneelle pitäisi laskea erikoistyökaluille piiri iskevälle pinnalle, koska uusi kone käyttää kahden eri iskevän kiilan järjestelmää. Tämä järjestelmä laskee työkalun tarvittavan voiman työkalun piirin perusteella ja valitsee sen mukaan tarvittavan kiilan, joista toinen kestää isompaa voimaa. Työkalujen piiri on ohjelmointipuolella tehtävä monimutkaisemmille kuvioille, joidenka käsin suora laskeminen ei onnistu. Työkalujen piiri saadaan laskettua helpoiten jo luodun työkalujen dokumenttien säilytyspaikan avulla, mistä löytyy kaikkien NCX-ohjelman luotujen työkalujen piirustus. Kerroin myös operaattoreille, että nykyisiin jo luotuihin ei vielä lasketa kuin tarvittaessa piiri, mutta tein työkalun luomisohjeeseen päivityksen missä opastetaan piiri laskemaan uusille työkaluille. (LIITE 10)

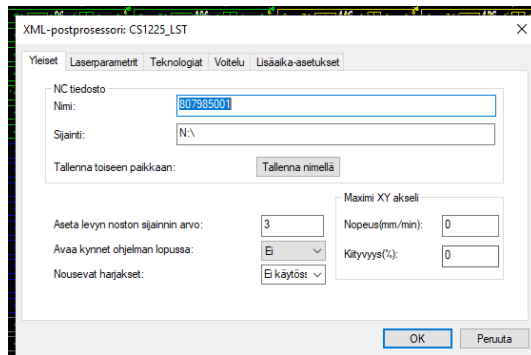
#### **5.9.5 Koulutuksen tuotantoajojen aikana havaittuja asioita**

Ensimmäisten tuotannon ajojen yhteydessä selvisi muutamia uusia asioita ohjelmiston käytöstä ja lähden niitä käymään tässä läpi ilmenemisjärjestyksessä.

Nestin XML-post-prosessointi, eli "NC..."-toiminnon takaa löytyvistä asetuksista oli hyvä asettaa levyn noston sijainnin arvo kolmesta viiteen, tämä siirtää nesteissä alkupäässä olevat levyn nostokomennon nestin loppuun. Jos komento on nestin alkupäässä, konen lastausrobotti nostaa levyn odottamaan koko ajon ajaksi odottamaan imukuppeihin, joka ei ole kovinkaan järkevää laitteiden kestävyys ja

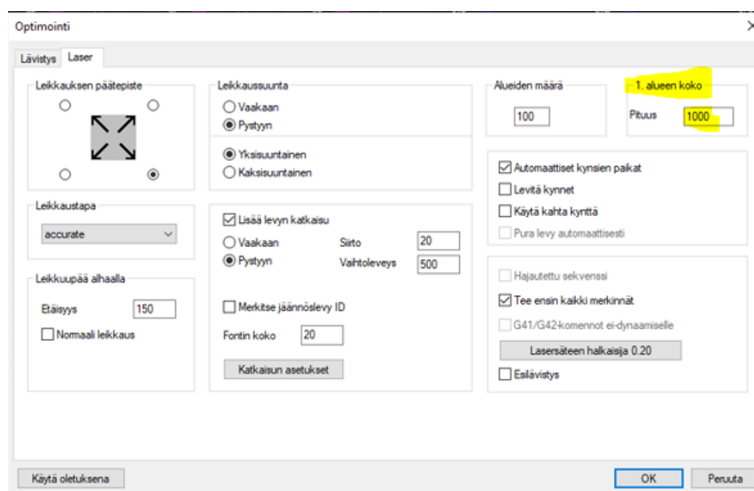


ajon toimivuuden kannalta. Kirjoitin nestin luomisohjeisiin kuvallisen ohjeen asetuksen määrittelystä.



**Kuva 55.** CS1225 - postprosessointi asetukset.

Toisena selvinneenä asiana saatiin nestin optimointiin paremmat asetukset selville kappaleiden työstövyöhykkeiden, eli alueiden mitkä työstetään järjestyksessä, parempaan määrittelyyn. Aikaisemmin automaattinen optimointi loi 2000 x 1500 kokoiselle levyille ensimmäisen pystyrivin alueen, vaikka haluttiin 50 % levyntyöstö kerrallaan ja tämä muutettiin käsin. Asian tullessa uudelleen Prima Powerin kouluttajan kanssa esille kävi ilmi mahdollisuudesta määrittää optimoinnissa laserpuolen ”1.alueen koko”. Tämä nimensä ja ohjeensa mukaan määrittelee ensimmäisen alueen haluttu koko joko X- tai Y-suunnassa. Aikaisemmin asetukset olivat ”0”, eli ohjelma itse määritteli koon, mutta kun alueeksi määritteli halutun 50 %, eli 1000, saatiin optimointi tekemään automaattisesti ensimmäisestä lohkoista halutun kokoisen. Lisäisin tästä asiasta huomautukset nestinteko-oppaaseen.



**Kuva 56.** Laser puolen alueen koko muutos toi automaattisesti paremman jakauman kappaleryhmille CS1225-koneella.

Kolmantena ideana tuli vakionestien tekemiseen purkupuolta ajatellen useiden eri nestien teko eri kappaleen kulmalla, työtilauksella tai kokoonpanolla. CS1225-koneen Tulus osaa lajitella kappaleita eri osoitteisiin kappaleen kulman, tilauksen tai kokoonpanon mukaan, joten suunnittelin mahdollisen tyylin tehdä esimerkiksi 20 levyn ajon niin, että kappaleiden osoitteet voidaan määrittellä koneella levykohtaisesti.

Menetelmää pystytään käyttämään monella eri tapaa, mutta näin pystyttäisiin suhteellisen pienellä vaivalla luomaan useidenkin levyjen ajoja valmiista vakionesteistä perustuen kappaleiden kokoonpano numeroon esimerkissäni. Huomioitava on kuitenkin se, että tämä menetelmä ei toimi helposti, jos nestäusparametreihin ei määritellä sopivia kappalevälejä ja levymarginaaleja. Levyjen optimointi kappalevyöhykkeineen on myös oltava automaattisesti toimivat, jotta ei tarvitse käsin järjestellä ajojärjestyksiä jokaiselle nestille erikseen.

Tein mahdollisuudesta Teamsiin ohjeenmukaisen esityksen (LIITE 18). Tämän perusteella pystytään lähteä mahdollisuutta hiomaan tarpeen mukaan käytännössä toimivaksi. Toimivana tapana tämä voisi auttaa mittatarkkojen kappaleiden sarja-valmistuksessa laadun valvontaan, parantamiseen ja varmistamiseen, kun eri levyjen kappaleet olisivat eri paikoissa, jotta esimerkiksi työkalun rikkoutuminen ei sekoittaisi hyviä ja huonoja kappaleita koneella. Ohje toimii myös mahdollisuuksien esittäjänä, jotta osattaisiin tarvittaessa hyödyntää koneen ja ohjelmiston ominaisuuksia.

Neljäs esille noussut asia erikoistyökalujen kohdalla oli työkaluille NCX-ohjelmassa asetetut muovausparametrit. Jos nämä muovaavan työkalun parametrit annetaan NCX-ohjelmassa, niitä ei voida muuttaa koneella ajettaessa. Jos taas parametrit jätetään tyhjäksi NCX-ohjelmassa, niin koneella voidaan vaikuttaa työkalun työstöparametreihin. Päätimme koulutuksen aikana käyttää lähtökohtaisesti operaattorien koneella asettamia työkaluarvoja, jotta niitä pystytään muokkaamaan. Tärkeää on kuitenkin tarpeen vaatiessa kappalekohtaisesti merkata ylös Teamsissa

olevaan listaukseen (LIITE 9) kappaleelle ajossa haluttavat parametrit. Tarpeen vaatiessa parametrit pystytään kappalekohtaisesti määrittelemään ajoon seuraamalla ”Kappalekohtaiset ohjausarvot”-ohjeita Teamsista, kuten muillakin Tuluksettomilla työstökoneilla tehdään. Asian toteamisen ja päättämisen jälkeen kävin kaikki CS1225-koneen erikoistyökalujen ohjaukset läpi NCX-ohjelmassa ja muutin arvot nollassi, jotta voidaan käyttää koneen parametrejä. Vain työkalun ”Ohjausmekanismi” on määriteltävä. Tein myös Teamsin työkalujen luomis oppaaseen maininnan tästä arvojen nollassi jättämisestä CS1225-koneella.

Viides asia oli varsinkin kyseisellä koneella toimivat muovaavan työstön työkalujen turva-alueet. Nämä suojaavat esimerkiksi muovaavalla työkalulla tehtyjä muotoja ja vaikuttavat työstön järjestykseen. Kuitenkin tällä hetkellä työkalujen ohjelmaan merkattu koko, jota turva-alue määrittäminen käyttää päättämään, missä järjestyksessä työkalut iskevät, ei täysin toimi ja useasti työkalulla voidaan iskeä lähempänä oikeasti. Tämä johtuu siitä, että työkalun koko ohjelmassa on määritelty staattisesti työkalun ulkomuodon perusteella, eikä sen perusteella mikä osa työkalusta osuu levyyn ja voi aiheuttaa vahinkoa tehdylle muodolle. Turva-alueita poistamalla voidaan nopeuttaa joissain tapauksissa työstönopeuksia levykohtaisesti, mutta muutos vaatii työkalukirjastosta hetkellisesti työkalun turva-alueen poistamisen ja nestin luomisen jälkeen turva-alueen palauttamisen. Tämä on riskialtis tapa tehdä ohjelmamuutos, joten sitä ei kirjata ohjeiden kera tavaksi toimia, mutta on käytettävissä kuitenkin.

XML-postprocessor: CS1225_LST			
Lisäasetukset			
Yht. (s):	0	Lävistys (%):	0
Laser (%):	0	Leikkaus (%):	0
Lajittelu (%):	0	<input type="checkbox"/> Tallenna materiaalitietokantaan	
Konekustannukset:	0	/tunti	
Kaasukustannukset:	0	/m <sup>3</sup>	
Materiaalikustannukset:	0.00	/levy	0.000 /kg
Ominaispaino:	7800	kg/m <sup>3</sup>	
<b>Murtolujuus:</b>	270	MPa	

**Kuva 57.** Materiaalien murtolujuusarvot oli määriteltävä, jotta NCX osaa laskea työkalun iskuun tarvittavan kiilan nopeuden koko nestin aikalaskentaan.

Kuudes asia oli Tuluksen avustamana suoritettu NCX-ohjelman aikalaskenta. Materiaalikohtaisesti pitää määritellä murtolujuus ensimmäisen kerran materiaalille nestiä luodessa optimoinnin jälkeen nestin jälkikäsitelyssä ”NC...”-painikkeen ”Lisäaika-asetukset”-osiossa. Tämän avulla kone ottaa aikalaskennassa työkalun iskuihin käytetyn kiilan nopeuden huomioon, kun se osaa laskea sen käyttötarpeen myös aikalaskennassa. Tein asiasta maininnan nestin luontiohjeisiin Teamsiin.

## 6 KÄYTTÖÖNOTON TULOKSET

Ohjelman käyttöönoton tuloksia voidaan tarkastella neljästä eri näkökulmasta, kokonaisuutena, omasta, keskuksien operaattorien ja muiden ohjelmoijien.

Kokonaisuutena käyttöönotto oli onnistunut ja ohjelmisto saatiin käyttöön kaikille koneille testattua toimivaksi ja varsinkin päätavoite, eli uuden koneen käyttö varsinaisessa tuotannossa heti koneen ollessa käyttökelpoinen testiin saavutettiin. NCX-ohjelmistoon tämän työn varrelta kertyneet tiedot ja ohjeet saatiin myös keskitettyä käytettäväksi ja jatkojalostettavaksi Teamsiin.

### 6.1 Tulokset operaattorien näkökulmasta

Käyttöönoton tuloksena saatiin iskevien koneiden työkalujen kirjasto luotua niin, että työkalujen dokumentit ovat koneella saatavilla NCX-ohjelman nimien mukaan. Teamsiin myös saatiin kappalekohtaisille työkaluarvoille luotua pohja, ettei NCX-ohjelman kanssa toimiessa työstökoneella tarvitse kirjata paperimappiin arvoja. (LIITE 9)

Koneiden nestiraportti muokattiin sellaiseksi, että operaattorit saivat tarvittavat tiedot eri työkaluista selkeästi. Työkalujen nimeämistyyli saatiin yhtenäistettyä ja paperillakin esitettäviin työkalun kommentteihin saatiin saman työkalun eri numerosarjat lisättyä, jotta oikeiden työkalujen löytäminen hallissa helpottui. Ajojen purkua helpottamaan saatiin myös raporttiin mahdollisuus merkata kappaleen posizio. Raportti ehdittiin myös ottamaan hyvissä ajoin käyttöön ennen uuden koneen saapumista ja oli koneen saapuessa jo tuttu. (LIITE 2)

Ohjelmiston asetuksista ja koneiden teknologioista johtuvia työstökoneella havaittuja ongelmia saatiin korjattua niin, että NCX- ohjelmiston luomat ajot onnistuvat myös LP6\_EXPRESS- ja LP6\_LSR-koneilla.

Ohjelmiston luomat ohjelmat, työkalut ja raportit olivat uuden koneen saapuessa jo tuttuja operaattoreille. Koneen käyttöönoton harjoittelu oli ohjelmiston puolesta jo osittain tuttua, uuden koneen erilaista työstökoodia lukuun ottamatta, joten ohjelmiston käyttöönotto oli onnistunut tältä osin. Uuden koneen käyttöönotossa tuli kuitenkin myös itselleni paljon uusia asioita, ongelmia ja ominaisuuksia ilmi, joten paljon pieniä säätöjä piti vielä koneen suhteen hoitaa, jotta ohjelmisto tekisi halutunlaisia ohjelmia. Nämä kuitenkin osittain kuuluvatkin koneen käyttöönotto koulutukseen ja täysin uudenlaisen koneen toimintoja ei etukäteen voinutkaan kaikkia tietää, joten kokonaisuutena NCX-ohjelmiston käyttöönotossa opittiin vielä paljon uudenkin koneen kohdalla.

## **6.2 Tulokset ohjelmoijien näkökulmasta**

Käyttöönotossa Prima Power ja Steelcomp Vaasa tarjosivat ohjelmoijille hyvät koulutukset NCX-ohjelmiston, sekä uuden koneen ja varsinkin Tuluksen käyttöön ja mahdollisuuksiin.

Koko opinnäytetyöni sain luotua eräänlaiseksi oppaaksi muille ohjelmoijille ja sain myös keskitettyä Teamsiin tietoa työkaluista, ohjausmekanismien eroista ja eri koneiden teknologioista. Isona asiana myös tein Teamsiin ohjepohjia useille tärkeille yrityksen uusille toimintatavoille NCX-ohjelmiston käyttöönotossa:

- Täysi työkalulistaus ja erikoistyökaluille piiri, sekä kappalekohtaisten asetusten merkkäminen (LIITE 9)
- LP6\_EXPRESS-koneen työkalutietokanta työkaluasemineen (LIITE 7)
- Jetcam-ohjelman käytetyt työkalujen flagit selityksineen ja mahdollisia vinkkejä NCX-ohjelman ohjausarvojen ja mekanismien asettamiseen näiden pohjalta (LIITE 4)
- Eri koneiden materiaalien laserparametrit ja korkeavaraston materiaalinimikkeet (LIITE 3)
- NCX-työkalujen luomisprosessi (LIITE 10)
- NCX-kappaleiden luominen ja revisiointi (LIITE 11; LIITE 13)

- Nestin luominen ja optimointi NCX-puolella Jetcamia hyödyntäen (LIITE 14)
- Kappalekohtaisen ohjauksen määrittäminen (LIITE 12)
- Nestiraportin käyttö (LIITE 19)
- CS1225-koneelle etukäteen tehtävät ajot (LIITE 5)
- Työkaludokumenttien kansiorakenne (LIITE 17)
- Vakionestin käyttäminen ja siirtäminen toiselle koneelle (LIITE 15) (LIITE 16)
- CS1225/Tulus purkujärjestyksien ja osoitteiden mahdollisuudet (LIITE 18)
- Ohjepohja (LIITE 6).

Ohjeiden avulla luotiin mahdollisuus muille ohjelmoijille omaksua käyttämäni tavat toimia, sekä mahdollisuuden kaikille muokata tulevaisuudessa tarvittaessa ohjeita. Kuvasin myös videon työkalun, kappaleen ja nestin luomisesta, jotka tarpeen vaatiessa havainnollistavat tekotapoja. Sijoitin nämä videot ”Tyokalu”-kansioon, jossa on myös muut työkalujen ja NCX-käyttöönottodokumentit. Asensin käyttöönotossa nykyisille ohjelmoijille valmiiksi raporttipohjat ja konekohtaiset tiedostot ja opastin muita tarvittaessa käyttöönotossa.

### **6.3 Käyttöönoton tulokset käyttöönottajan näkökulmasta**

Käyttöönoton työtä tehneenä sain paljon uutta oppia ohjelmiston ja eri työstökoneiden käytöstä, ominaisuuksista sekä mahdollisuuksista. Tästä on isoin kiittäminen Prima Powerin kouluttajaa Timo Lyyluomaa, jonka ammattitaidon avulla ratkottiin monet pienet käytännön ongelmat eri koneilla, sekä hyvän kommunikoinnin avulla sain tarvittavia oppeja eri ominaisuuksien käyttöönottoon.

Käyttöönoton aikana sain toiminnallani mielestäni muutettua yleistä asennetta uuden ohjelmiston käyttöönotosta positiivisemmaksi ja mahdollisuuksia avaavaksi, joka oli yksi työni tavoitteista. Tähän tulokseen johti jatkuva pienten ongel-

mien ratkominen ja virheiden korjaaminen ohjelmistoon ja omiin kappale- ja nestiohjelmiin liittyen. Uuden ohjelmiston käyttämistä ei pidetty enää hulluna ajatuksena vaan pala palalta ohjelmisto käyttöönotettuna uuden koneen käyttöönotossa olikin jo tuttua uusi raportti (LIITE 2) uusine työkalun nimeämistyyleineen.

Opin erittäin mittatarkkojen tuotteiden valmistuksesta ja siitä kuinka tärkeää on ensinnäkin asetella kappaleet selkeässä järjestyksessä levyille ja kuinka levyn ajo-kierron optimointi useiden työkalujen käytössä vaikuttaa tarkkuuteen. Vanhemmat työstökoneet ja varsinkin niiden käyttämä NC-koodi kirjaimineen tuli myös tuuksi (LIITE 4)

Tästä isoin kiittäminen on työstökeskuksien toimintaa johtavaa Sami Korpea ja teknisestä suunnittelusta vastaavaa Jani Kalliota, heidän kokemuksensa ja tiedot olivat erittäin tärkeitä käyttöönotossa.

Uuden koneen käyttöönoton koulutuksen aikana tuli nähtyä ja opittua tarkemmin nykyaikaisen levytyöstökoneen tekniikasta ja NCX-ohjelman keskustelemisesta Prima Powerin nykyisen Tulus-käyttöliittymän kanssa. Tuli myös paljon uusia pieniä asioita mitä pystyttäisiin yrityksessämme käyttöönottamaan tulevaisuudessa. Mahdollisuuksista saatu uusi tieto oli tulevaisuutta ajatellen erittäin tärkeää.



## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Käyttöönotto kokonaisuutena oli hankala aikataulusta johtuen ja varsinkin asioiden suunnittelua tapahtui paljon lennosta. Ohjelmiston asetuksia koneilla ja ohjelmia oli ehdittävä testaamaan vanhemmilla koneilla mahdollisimman nopeaa, jotta työkalujen nopea luominen ohjelmistoon oli tärkeää. Alkuvaiheen nestiraportin (LIITE 2) luominen oli myös tärkeää, jotta operaattorit näkisivät ja oppisivat tarvittavat tiedot testiajojen suorittamiseen.

Käyttöönoton alkuvaiheet sujuivat hyvin, kun luotiin selkeä lista tehtävistä työkaluista ja uusi raportti vietiin tietoisuuteen ennen testiajojen suorittamista. Koneiden testit onnistuivat hankaluuksista huolimatta hyvin, mutta erittäin paljon työtä se vaati kokonaisuutena, koska suoritin myös arjen työtehtäviä samalla.

Selkeät välietapit helpottivat käyttöönoton vientiä päätavoitteeseen, eli uuden koneen käyttöönottoon ja ilman vanhempien koneiden testejä ja oppeja olisi uuden koneen käyttöönotto ollut huomattavasti haastavampaa.

Käyttöönotossa pysyttiin aikataulussa hyvin, mutta esimerkiksi kaikki erikoistyökalut eivät tulleet luotua ja uuden koneen tulevia ajoja tehtiin myös vain kymmenen kappaletta alkuun. Nämä eivät sinänsä työn tuloksia himmennä, koska vuorostaan pohjatyö ohjeineen tuli tehtyä ja käyttäminen on tulevaisuudessa helpompaa ja nopeampaa. Jetcamista NCX-ohjelmaan siirtyminen jatkuu työni pohjien avustuksella vielä pitkään.

Työn aikana tulleet ohjeet ja kokemukset tähän työhön kirjattuna tulevat olemaan hyvä pohja tuotannon siirtymiselle Jetcamista NCX-ohjelmiston käyttöön ja tämä myös tulee yksinkertaistamaan ohjelmoijien työtä, sekä kouluttamista. Yrityksen tulevaisuuden tuotteiden valmistukseen tarvittavaa osaamispohjaa saatiin kirjattua ylös. Työkalukirjastot dokumentteineen ja NCX-ohjelman toimintatapojen kirjauspohjat auttavat selvittämään kaikille mitä voidaan tehdä ja miten.

Uuden koneen käyttöönotossa tuli vielä koneen koulutusvaiheessakin esille paljon pieniä koneen asetuksiin liittyviä asioita ilmi, joten tällaisen CAD/CAM-ohjelmiston käyttöönotossa olisi aina kuitenkin hyvä ymmärtää tehdä vain mahdollisimman pieni tarvittava määrä työkaluja, kappaleita ja nestejä alkuun. Työni loppuvaiheilla ilmeni paljon asioita, jotka vaativat jo tehtyjen asioiden muuttelua ja tämä runsas ylimääräinen työmäärä olisi vältetty sillä, että ei olisi etukäteen tehty liikaa asioita, vaan keskitytty enemmän tekemään ohjeet ja pohja tulevaisuuden tekemiselle. Etukäteen kiirehtiminen ei vähennä tulevaisuuden työtaakkaa, jos asioita tekee väärin, kun ei kaikkea etukäteen voi tietää ja väärin tekeminen vaan lisää työmäärää.

Ohjelmiston käyttöönotossa yleisesti pitäisi myös määritellä ja päättää yrityksen tapa tehdä asioita, jotta kaikki tekisivät samalla tavalla asioita. Yhden henkilön hyvä tekeminen ei hyödytä yritystä pitkällä tähtäimellä, jos henkilön hyvää tekemistä ei saada muille käyttöön. Tässä tullaan jo alun teoriavaiheessakin mainittuihin asioihin siitä, kuinka yrityksestä löytyy aina ihmisiä, jotka vastustavat muutosta ja ainoa tapa saada muutos läpi lopuksi on pakottaa muutos tekemällä siitä yrityksen oma tapa toimia.

Projektin aikana havainnoituja mahdollisuuksia ohjelmiston käytöstä ja muista asioista:

- NCX-ohjelmiston hyödyntäminen tulevaisuudessa tuotannonohjauksen kanssa. Tuotantoeriä pystyttäisiin suoraan tuomaan ohjelmiston tilaustietokantaan nykyisen manuaalisen koostamisen sijaan esimerkiksi viivakoodoja lukemalla tai luomalla tuotantotilauksen muunnin, joka muuttaa ohjausjärjestelmän tilauksen NCX-sopivaksi. Näin nähtäisiin täysi listaus eri materiaalien menekistä kappaleiden muodossa ja nestien koostaminen materiaalikohtaisesti helpottuisi

- NCX-ohjelmistoon pystyttäisiin ottamaan korkeavaraston kanssa toimiva materiaalitietokanta. Ohjelmassa nähtäisiin jatkuvasti korkeavaraston materiaalien määrä
- Tuluksen käyttö muillakin kuin uudella koneella toisi mahdollisuuden nähdä jatkuvasti koneessa oleva revolverin työkalulistaus. Tämä helpotaisi esimerkiksi kiireellisesti tehtävien töiden työkalujen asettelua. Koneiden työkalujen asetuksetkin olisi hyvä tämän kautta yhtenäistää uuden koneen kanssa toimiviksi
- Staattiset nestit -ominaisuuden toiminta jäi vielä selvittämättömäksi. Tietokanta toimi, mutta ei jostain syystä lisännyt nestejä staattisiksi. Asia jäi Prima Powerin selvitettäväksi
- Tulus-koneella pystyttäisiin hyödyntämään kappaleiden lajittelua laadun takaamiseen ja seurannan helpottamiseen usean levyn erässä määrittelemällä samoja kappaleita eri tilauksiin, jolloin Tuluksessa voidaan määrittellä eri paikkoihin purettavaksi esimerkiksi 33 %/33 %/33 % kappaleista. Näin vaikka jossain vaiheessa ajoa olisi alkanut tulemaan huonoja kappaleita, ei tarvitsisi käsin käydä läpi kaikkia kappaleita
- Yrityksessä olisi hyvä luoda yhteinen linjaus kappaleiden nimeämiseksi tuotannonohjausjärjestelmään, jotta tuotannossa voitaisiin hyödyntää NCX ja Tuluksen avulla tilaustietokantaa. Näin nähtäisiin paremmin myös tuleva koneiden kapasiteetin laskenta, tähän myös apua ja mahdollisuuksia löytyisi Prima Powerilta Tulus Office-tuoteperheen muodossa. Tilauksien rakenteita pystyttäisiin suoraan syöttämään NCX-ohjelmistolle
- Ohjelmistoja pystyttäisiin mahdollisesti vielä nykyisestäänkin yhtenäistämään, koska Primalta löytyisi post-prosessointia myös Trumpfin koneelle ja voitaisiin jättää Trumpfin Trutops pois ohjelmistoista. Tämä yksinkertaistaisi ohjelmointiprosessia entisestään ja varsinkin tilaustietokannan kanssa olisi helpompi jaotella kuormaa eri koneille
- Ohjelmointia ajatellen dxf-tiedostoja pitäisi asiakkailta vaatia paremmin ja näitä pitäisi käydä jo ennen ohjelmointia paremmin läpi. Ohjelmoinnin

CAD-ohjelmistoilla piirustusten muokkaaminen ja tekeminen ei ole kovin-kaan tehokasta

- NCX-ohjelmalla aikaisemmin käytetyt tyyli L6-leikkauskoneen kanssa olisi hyvä päivittää pitkällä aikavälillä tyyliään vastaamaan uutta tyyliä, eli revisiokirjaimet pois kappaleesta ja ohjelmistoon merkkkaus. Saataisiin revisioiden hallinta yhtenäistettyä
- NCX- ja Tulus-ohjelman avulla voitaisiin suorittaa kappaleiden ja nestien aika ja kustannuksien jälkilaskentaa tarkasti asettamalla arvoja materiaali-kohtaisesti NCX-ohjelmistoon
- Monia vakioituja nestejä ja toimintatapoja Jetcamista pystyttäisiin nopeuttamaan ja tehostamaan NCX-ohjelmassa
- Yrityksessä olisi hyvä tehdä selkeä linjaus ja valinta sen suhteen mihin ohjelmistoon panostetaan. Puoliksi monen eri ohjelmiston käyttäminen jättää aina ison osan mahdollisista ominaisuuksista käyttämättä.

Ohjelmiston käyttöönotossa syntyi paljon uusia ideoita ja mahdollisuuksia, jotka työtä kirjoittaessa painautui itselleni erittäin hyvin mieleen ja kokonaisuutena käyttöönottoprosessi oli erittäin mielenkiintoisen opettava ja silmiä avaava kokemus siitä, kuinka paljon viestintää ja työtä asioiden muuttaminen yrityksessä voi vaatia. Liiallinen juurtuminen vanhoihin tapoihin sulkee silmiä mahdollisuuksilta. Muutoksien tekeminen ja päättäminen on kuitenkin koko elämässä tärkeä pakollinen asia ja isommassa kaavassa tehty muutos opettaa myös henkilökohtaisella tasolla toteuttamaan muutoksia.

Lopuksi mainittakoon isoimmat kiitokset päättötyöni ja tietotaitoni karttumisen mahdollistaneelle Steelcomp Vaasa Oy:lle ja Esa Kojolle, sekä Sami Elo-malle työni ohjaamisesta.

## LÄHTEET

Accountor. *Mikä on SaaS-palvelu ja mitä hyötyä siitä on?* 16. Helmikuu 2021. <https://www.accountor.com/fi/finland/blogi/mika-saas-palvelu-ja-mita-hyotya-siita>.

Almacam. *Almacam for Industry 4.0*. 15. Marraskuu 2021. <https://www.almacam.com/products/almacam-for-industry-4-0/>.

Andriotis, Nikos. *eLearning*. 2016. <https://www.efrontlearning.com/blog/2017/02/adapting-technology-workplace.html>.

Autodesk Inc. *Cad - software*. 9. Marraskuu 2021. <https://www.autodesk.com/solutions/cad-software>.

Beck, Adam. *CADENAS PARTsolutions*. 9. marraskuu 2021. <https://partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957/>.

CMOE. "6 Steps Towards Implementing Change in an Organization." 2021. <https://cmoe.com/blog/six-steps-to-change-in-organization/>.

Deans, Marti. *What is CAM (Computer-Aided Manufacturing)?* 17. marraskuu 2021. <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/computer-aided-manufacturing-beginners/>.

edu. *NC ohjelman rakenne ja NC koodit*. 10. Tammikuu 2021. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/nctekniikka/NCkoodit.html>.

—. *NCTekniikka*. 10. Marraskuu 2021. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/nctekniikka/sanasto.html>.

Epicor. *Mikä on Industry 4.0?* 15. Marraskuu 2021. <https://www.epicor.com/fi-fi/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>.

Gaget, Lucie. *MachineDesign*. 18. Lokakuu 2018. <https://www.machinedesign.com/automation-iiot/article/21837248/the-future-of-cad-software>.

Geddes, Duncan. *The history of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM)*. 5. Toukokuu 2020. <https://www.technicalfoamservices.co.uk/blog/blog-history-of-cad-cam/>.

—. *What is computer-aided manufacturing (CAM)?* 5. Elokuu 2019. <https://www.technicalfoamservices.co.uk/blog/what-is-cam/>.

Gregersen, Erik. *Britannica : Computer Numerical Control*. 10. Marraskuu 2021. <https://www.britannica.com/technology/numerical-control>.

Hilton, Paul. "Julkaistu lehti." *IN THE BEGINNING ... [THE HISTORY OF LASER CUTTING]*. Scottsdale, Arizona: TWI Ltd, lokakuu 2002.

Inc. *Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Manufacturing (CAM)*. 6. Helmikuu 2020. <https://www.inc.com/encyclopedia/computer-aided-design-cad-and-computer-aided-cam.html>.

Jetcam. "JETCAM EXPERT 20.15.04." *End-User Release*. 6. Huhtikuu 2018. [http://files.jetcam.net/pdf/WhatsNew/Whats\\_New\\_201504.pdf](http://files.jetcam.net/pdf/WhatsNew/Whats_New_201504.pdf).

JETCAM. *Line Commander Industry 4.0 Software*. 15. Marraskuu 2021. <https://www.jetcam.net/products/line-commander.php>.

—. *Sheet Metal Software - Nesting, CAD/CAM, automation and Industry 4.0*. 15. Marraskuu 2021. <https://www.jetcam.net/products/software-sheetmetal.php>.

Kallio, Jani. *Elmec 1 yleisimmät työkalut Revisio 1 MikkoF.xlsx*. 15. lokakuu 2021.

Keane, Phillip. *Engineering.com*. 20. Toukokuu 2019. <https://www.engineering.com/story/vr-in-cad-where-are-we-now>.

Komaspec. *Which CAD software is right for your sheet metal project*. 15. Marraskuu 2021. <https://www.komaspec.com/cad-software/>.

Linde Inc. [https://www.linde-gas.com/en/processes/cutting\\_joining\\_and\\_heating/cutting/laser\\_cutting/index.html](https://www.linde-gas.com/en/processes/cutting_joining_and_heating/cutting/laser_cutting/index.html). Marraskuu. 24. 2021. [https://www.linde-gas.com/en/processes/cutting\\_joining\\_and\\_heating/cutting/laser\\_cutting/index.html](https://www.linde-gas.com/en/processes/cutting_joining_and_heating/cutting/laser_cutting/index.html).

Logistiikan Maailma. *VARASTOTYYPIT JA -TEKNIikka*. marraskuu 2021. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotyypit-ja-teknikka/>.

Loshin, Peter. *WhatIs.com: XML (Extensible Markup Language)*. 1. Lokakuu 2021. <https://whatis.techtarget.com/definition/XML-Extensible-Markup-Language>.

Lynch, Mike. *Key CNC Concept #1—The Fundamentals Of CNC*. 4. Tammikuu 1997. <https://www.mmsonline.com/articles/key-cnc-concept-1the-fundamentals-of-cnc>.

—. *Key CNC Concept #2—Know Your Machine*. 4. Tammikuu 1997. <https://www.mmsonline.com/articles/key-cnc-concept-2know-your-machine>.

Metalix. *Metalix - cncKad.* 15. Marraskuu 2021. <https://www.metalix.net/product/cnckad/>.

Microsoft. *Microsoft Teams.* 22. marraskuu 2021. <https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-teams/group-chat-software>.

—. *Yhdistäminen verkkoasemaan Windows 10:ssä.* 9. marraskuu 2021. <https://support.microsoft.com/fi-fi/windows/yhdist%C3%A4minen-verkkoasemaan-windows-10-ss%C3%A4-29ce55d1-34e3-a7e2-4801-131475f9557d>.

Niskanen, Minna. *Teknologian käyttöönotto organisaatiossa.* Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 23. Huhtikuu 2010.

Prima Industrie S.P.A. *Prima Power Worldwide.* 11. Marraskuu 2021. <https://www.primapower.com/en/company/prima-power-worldwide>.

Prima Industries S.P.A. *Punching and Laser Cutting combined machines.* 11. Marraskuu 2021. <https://www.primapower.com/en/technologies/punching-shearing-combi/punching-and-laser-cutting-combined-machines/combi-sharp>.

Prima Power. *Käyttäjän käsikirja NC EXPRESS.* Prima Power, 2021.

—. "NC Express customizable reports.pdf." *NC Express customizable reports.* Prima Power, 20. 12 2016.

—. *NC Express e3.* 15. Marraskuu 2021. <https://www.primapower.com/en/technologies/software/machine-programming/nc-express-e3>.

Prima-Power. *Tulus.* 8. marraskuu 2021. <https://www.primapower.com/en/technologies/software/hmi/tulus-laser>.

ProServeIT. "5 Key Steps for Successful Software Adoption." 1. tammikuu 2021. <https://www.proserveit.com/blog/five-steps-successful-software-adoption>.

Rauhala. *Mikä on Microsoft Teams?* 22. marraskuu 2021. <https://www.rauhala.fi/oncloud/mika-on-microsoft-teams>.

Serrat, Olivier. "Knowledge Solutions." *The Five Whys.* 30. Helmikuu 2009. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27641/five-whys-technique.pdf>.

Steelcomp Group. *Yritys - Steelcomp Oy.* 8. marraskuu 2021. <https://www.steelcomp.fi/yritys/>.

Steelcomp Oy. *CNC - Koneistus*. 9. marraskuu 2021.  
<https://www.steelcomp.fi/cnc-koneistus/>.

—. *Metallin särmäys ja taivutus*. 9. marraskuu 2021.  
<https://www.steelcomp.fi/metallin-sarmays-ja-taivutus/>.

—. *metallin-sarmays-ja-taivutus*. ei pvm. <https://www.steelcomp.fi/metallin-sarmays-ja-taivutus/>.

Trumpf. *TruTops Fab*. 15. Marraskuu 2021.  
[https://www.trumpf.com/en\\_US/products/software/software-products/trutops-fab/](https://www.trumpf.com/en_US/products/software/software-products/trutops-fab/).

Vlah, D., V. Cok, ja U Urbas. *VR as a 3D Modelling Tool in Engineering Design Applications*. 18. Elokuu 2021. <https://doi.org/10.3390/app11167570>.

Whatis.org. "Whatis.org: Visual Basic (VB)." July 2019.  
<https://whatis.techtarget.com/definition/Visual-Basic-VB>.

Wilson Tool. *Punching - Standards*. 8. marraskuu 2021.  
[https://myaccount.wilsontool.com/wilsontool/en/USD/Open-Catalogue/Punching/c/140?q=%3Arelevance%3Acategory%3A1401%3Afeature-WTEB\\_PUNCH\\_THK-WTEBP\\_STDSPEC\\_THK%3AStandards](https://myaccount.wilsontool.com/wilsontool/en/USD/Open-Catalogue/Punching/c/140?q=%3Arelevance%3Acategory%3A1401%3Afeature-WTEB_PUNCH_THK-WTEBP_STDSPEC_THK%3AStandards).

Yousef. *The Engineers Post*. 15. Syyskuu 2021.  
<https://www.theengineerspost.com/types-of-cnc-machine/>.



# LIITTEET

## LIITE 1. Uuden CS1225 koneen vakiotyökälyt, joka ei täysin pitänyt paikkansa aluksi

Koneeseen haluttavat työkalut			
Pöyrä	Suurakate	Ovaali	Neliö
2,50	12,5x34,0x0,5	8,2x25,2	3,00
3,00	14,45x18,45x0,7	8,2x25,0	
3,30	2,7x5,2		
4,20	4,4x10,3x0,3		
4,50	8,0x25,0		
4,60	8,3x10,3		
4,70	8,5x10,3x0,7		
5,00	8,35x11,95x0,5		
5,20	8,5x10,7x0,7		
5,30	8,33x35,33x1		
5,50			
6,00			
6,10			
6,20			
6,50			
7,00	M8x2		

Ala listaa työkaluja joi- ja yleisemmin hullaan käytämiin, ja mitä halutaan koneessa olevan jatkuvasti.  
 - Vihreällä merkityt työkalut halutaan pitää koneessa jatkuvasti  
 - Oranssilla merkityt työkalut ainoastaan työturvallisuuden ja saavutettavien jatkuvasti.

Pöyrätyökälyt:  
 Yhteensä 18 kappaletta, jotka mahtuuvar esimerkiksi kahteen MT8-16 runkoon.

Suurakateet ja nelit:  
 Yhteensä 5 kappaletta, jotka mahtuuvar esimerkiksi MT8-16 runkoon ja jäisi vielä 3 paikkaa auks.

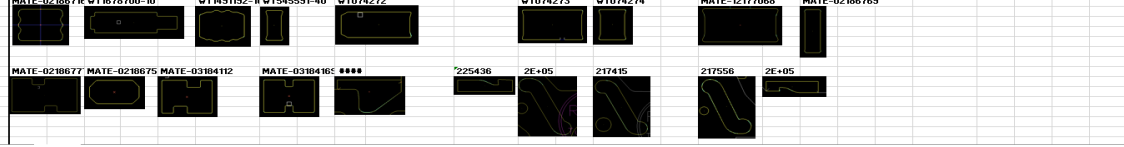
Vaasasta löytyy jo 2 kappaletta viilisin MT8 runkoja, joista toinen voitaisiin hyödyntää uudessa koneessa.

Revolverin runkoon multi toolien lisäksi seuraavat:  
 1xpl B-forming 2 ok  
 1xpl C-forming 4 ok  
 2xpl B-index 12 3xpl  
 B-linjaa 7,3, 11, 13, 15, 17, 19 7xpl  
 1xpl C-asema, josta 1,3,5,9 ok O.TYHJÄ  
 1xpl D-index 16 ok D.TYHJÄ

Loput työkaluaset saivat olla B-asetia.

Multi tool työkaluja käytetään seuraavilla materiaaleilla ja vahuuksilla:  
 DC01 1,0-3,0mm, S355 2,5-3,0mm, HSP 420 2,0mm, HSP 650 2,5-3,0mm, RST 1,0-3,0mm  
 Multi toolille tavontaan alkuaan lähidet työttyt, väliet: 0,3 ja 0,6mm.

Kaikki yleisimpien elmei- tuotteiden työkalut				Suurakate				Ovaali				Neliö				Erikois			
Pöyrä	Asema	Tuotteessa käytössä		Asema	Tuotteessa käytössä			Asema	Tuotteessa käytössä			Asema	Tuotteessa käytössä			Asema	Tuotteessa käytössä		
2,50	A	16	7																
3,00	A	17	8																
3,30	A	1	8																
4,20	A	19	8																
4,50	A	41	8																
4,60	A	15	8																
4,70	A	13	8																
5,00	A	23	8																
5,20	A	10	6																
5,30	A	40	6																
5,50	A	35	6																
6,00	A	42	6																
6,10	A	11	6																
6,20	A	11	6																
6,50	A	19	10																
6,60	A	1	10																
7,00	A	8	10																
13,00	B	4																	
17,00	B	2																	
20,00	B	5																	



LIITE 2. Uusi raporttipohja

# Setup Report

## LP6\_LSR

26.10 CUSTOMER

---

NC file name: **1310212001.nc**  
 Clamps: **1@420 2@992 3@1564**  
 Lens: **5"**  
 Nozzle: **N.A.**  
 Gas: **N<sup>2</sup>**  
 Slug hole: **Ash hole 60**

Material: **MESSINKI, 5mm**  
 Sheet size: **1640x600**  
 Utilisation: **204.4%**  
 Time: **0:33**  
 Sheets: **1**

---

Station	Tool	Angle	Hits	Die	Size	Comments
6	RD_12.0_B	0	48	1.20	B	*
19	RT_85.00X05.00_D	90	48	0.50	D i	*

**1 x** 1  
 Work order: 2133872  
 Position: 2025  
 Due date: 14.10.2021  
 Sorting:  
 Time: 0:33  
 Size:  
 Rotation: 0,000  
 Revision:  
 Note:

#1

---

Date: 14.10.2021 13:06:49

Page 1 of 1






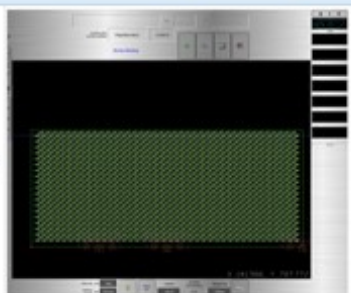
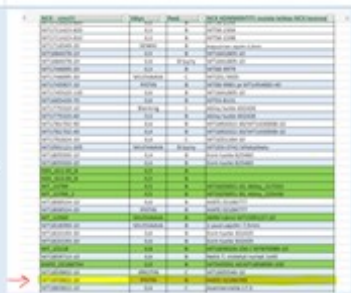
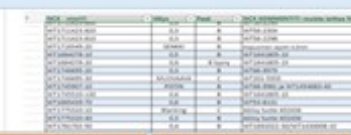
## LIITE 5. Isoimman vuosivolyymin omaavat tuotteet nestattu ja tarkistettu

CS1225 LST luotavat Ohjelmat				Keltainen rivi = tehty -> Tehty kohtaan "x"		Ä rivi = tarkistettu -> Tarkistettu kohtaan			
Nimike	Nimitys	Raaka-aineen nimike	Raaka-aineen nimitys	Raaka-aineen kulutus (kg/kpl)	Vuosivolyymi (kpl)	Raaka-aineen kulutus (kg)	Prioriteetti A,B,C	Tehty	Tarkistettu
		121105	OPTM 650 PED 3x125				B	x	
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	X
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	X
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	
		121075	Laser 355 PED 2.5x10				A	x	
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	
		1211051	3r-levy 2x1000x2000mm DC01AMD EN 1013				A	x	
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	X
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A	x	
		1671173	RST-levy 3x1000x2000				B	x	
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A		
		121155	DOMEX 650MCDV650PwK				A		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				B		
		1671173	RST-levy 3x1000x2000				B		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				A		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				B		
		121075	Laser 355 PED 2.5x10				A		
		1211071	St-levy 2.5x1000x200				C		
		121180	LASER 355 MC PE 5x1				C		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				B		
		121155	DOMEX 650MCDV650PwK				A		
		121075	Laser 355 PED 2.5x10				A		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				B		
		1211051	3r-levy 2x1000x2000mm DC01AMD EN 1013				B		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				B		
		121105	OPTM 650 PED 3x125				B		
		121075	Laser 355 PED 2.5x10				A		

## LIITE 6. Ohjepohja Teamsissa

Development Years		Revisions			
Ohjepehja		Rev	Author	Appr	Release Date
		0.1	Ohjepehja luoti		Alkaj M
		0.2	PMI järkevöi	Arviointi/Ohje profiili	Alkaj M
		0.3	Ohjepehja laati lisäohjeita	Alkaj M	23.9.2021

Ohjepehja	Ohjepehjä	Ohjepehjä	Ohjepehjä
1	Aloituspöytä		Tämä ohje toimii pohjana uusille ohjeille. Kuvia vaihdetaan Escribissä korvaamalla vanha kuva. Tämä ohje toimii pohjana uusille ohjeille. Kuvia vaihdetaan Escribissä korvaamalla vanha kuva. Tämä ohje toimii pohjana uusille ohjeille. Kuvia vaihdetaan Escribissä korvaamalla vanha kuva. Tämä ohje toimii pohjana uusille ohjeille. Kuvia vaihdetaan Escribissä korvaamalla vanha kuva. Tämä ohje toimii pohjana uusille ohjeille. Kuvia vaihdetaan Escribissä korvaamalla vanha kuva.
2	Teams escl		
3	Teams escl		
			

CS1225-Tulospurjajärjestykset    SCV\_Raporttipohjan käyttöönotto    Ohjepehja

## LIITE 7. LP6\_EXPRESS työkalujen tietokanta Teamsissa

EXPRESS koneen databasesta (12.10.2021) haetut työkalut						
ToolSetID	1:M24	2:M6				
ToolID	ToolID	ToolName	XDimension	YDimension	StationNumber	HitCount
1	0	33 AVAINPESA/17.3	0	0	11	15820
2	0	114 ALAVAJ3.5	0	0	18	654587
3	0	38 LUKKOP-ALASIN	0	0	8	552833
4	0	40 JOHTOKOURU	0	0	2	1180
6	0	6 OBR16.0X4.0	0	0	18	6348
7	0	121 SPECIAL802357	0	0	4	30780
8	0	8 SPECIAL220739	0	0	20	562522
9	0	122 ERIKOIS 1111	0	0	16	43550
10	0	126	861644	0	4	3051
12	0	136 ELS60	0	0	13	53839
13	0	13 LUKKOP	0	0	11	2620
15	0	171 SUORAKAIDE35X8.05	0	0	8	131613
17	0	162 AVAINPESÄ/22.3	0	0	11	20402
18	2	168 SPECIAL1.201	0	0	24	3932
19	0	415 623030 : 623030	0	0	10	27417
20	0	172 ERIKOIS 4658	0	0	11	2639
21	0	174 DA-KILLA	0	0	8	18544
22	0	181 PYÖREÄ14.85	0	0	4	21788
23	0	182 OVAALI20X4	0	0	18	523350
25	0	186	423125	0	3	55608
26	0	187 muoto21914	0	0	3	43137
27	0	27 KUUSIKOLO4.2	0	0	44	0
28	0	202 SPECIAL 491342	0	0	5	117336
29	0	151 HELIÖID4-INDEX	0	0	9	288
30	0	183 SPECIAL481342	0	0	9	446884
65	0	195 SPECIAL771811	0	0	3	11416
104	0	154 PYÖREÄ15.10	0	0	6	73384
256	0	0 37-2789	0	0	5	0
257	0	258 40-7980/807122	0	0	8	30687
258	0	0 804076	0	0	16	0
259	0	0 806312	0	0	8	0
260	0	250 839603	0	0	13	605
261	0	0 913282	0	0	2	0
262	0	323 ABLOYINDEX	0	0	5	538
263	0	238 ACTIONLEYY	0	0	16	56361
264	0	37 ALAVAJOTUS8	0	0	10	1038314
265	0	0 AVAUSLEVYRAJOTIN	0	0	14	0
266	0	195 HITSALUSKASNA	0	0	16	60640
267	0	113 JOUSENHOJAINLEYY	0	0	18	0
268	0	0 JOUSENPIDIN	0	0	4	0
269	0	0 KIINITYSPALA	0	0	10	0
270	0	284 LEFT-LEIMA	0	0	12	1886
271	0	159 LEIMASINABLOY	0	0	16	2576
272	0	0 LEIMASINDORMA	0	0	12	0
273	0	0 MADEINFINLAND	0	0	10	0
274	0	629 MUOTOLEYY802751	0	0	12	2274
275	0	0 OHJAINLEYY1	0	0	2	0
276	0	173 PAINON-SIIRTOLEYY	0	0	20	58368
277	0	0 PAINONOKKA	0	0	13	0
278	0	233 POKKAUS806101	0	0	10	43603
279	0	461 RAIGT-LEIMA	0	0	12	2971
280	0	0 SOLENOIDIKIINIMITIN	0	0	16	0
282	0	274 SPECIAL14.25x18.35	0	0	4	308209
283	0	117 SPECIAL14.45x18.45	0	0	4	153741
284	0	175 SPECIAL16.2x19.2	0	0	2	83264
285	2	294 SPECIAL2089159	0	0	25	4320
286	0	264 SPECIAL214335	0	0	2	1862
287	0	265 SPECIAL214336	0	0	8	2010
288	0	217 SPECIAL217043	0	0	8	66784
289	0	107 SPECIAL217415	0	0	19	475897
290	0	104 SPECIAL217416	0	0	12	13904
291	0	105 SPECIAL217433	0	0	14	478624
292	0	118 SPECIAL219079	0	0	4	4661
293	0	374 SPECIAL219813	0	0	19	23283
294	0	329 SPECIAL298032	0	0	8	0
295	0	218 SPECIAL298033	0	0	16	16119
296	0	0 SPECIAL382297	0	0	14	0
297	0	334 SPECIAL46-8540	0	0	5	4992
298	0	0 SPECIAL469638	0	0	16	0
299	0	304 SPECIAL6-35x11.45	0	0	2	118788
300	0	0 SPECIAL807145	0	0	8	0
301	0	0 SPECIAL807247	0	0	5	0
302	0	0 SPECIAL896765	0	0	8	0
303	0	410 SPECIAL31090	0	0	18	642
304	0	0 SPECIAL318095	0	0	17	0
305	0	361 SPECIAL326970	0	0	8	0
306	0	409 SPECIAL33003	0	0	14	726
307	0	305 specialliisti	0	0	10	1859
308	0	0 SPECIALPÄÄTYLEYY1	0	0	14	0
309	0	0 SPECIALSEKTORIR80732	0	0	14	0
310	0	408 SpecialPvT16.20X19.20	0	0	2	162
311	0	0 TAKALUKITUSVIPU802	0	0	19	0
312	0	0 TULPPAAJAINHOJAINLE	0	0	18	0
313	0	164 UL-LEIMA	0	0	12	1630
314	0	220 806578-URANVILTO	0	0	10	6393
315	0	572 VAJOTIN11	0	0	10	0
316	0	204 VAJOTIN10	0	0	10	2387
317	0	0 VAJOTIN14	0	0	10	0
318	0	0 VAJOTIN3.5	0	0	10	0
319	0	219 VAJOTIN4	0	0	10	37560
320	0	505 VAJOTIN5	0	0	10	1735
321	0	131 VAJOTIN6	0	0	10	845826
322	0	140 VAJOTIN7	0	0	10	14373

LIITE 8. Multitool-työkalujen vakioasemia Teamsissa

LP M61		LP6_LSR ja EXPRESS Multitoolit									
Asema	Työkalu(Pyöresä jos ei muuten mainita)										
21	3,00										
22	8,00										
23	8,50										
24	6,50										
25	6,00										
26	5,55										
LP M62											
27	7,00										
28	4,00										
29	7,45										
30	4,65										
31	5,00										
32	3,30	Max levyrakuus	2mm	3mm							
LP6_EXPRESS	Työkalut	ToolSetID	1= M24	2= M6	YDimens	StationNum	HitCount	ToolGridA	Angl	Clearan	
ToolID	ToolSet	ToolSettingsID	ToolName	XDimens	YDimens	StationNum	HitCount	ToolGridA	Angl	Clearan	
11	2	138	OVAALI 11.0 X 6.5	11	6,5	26	10485	0	0	0,3	
14	2	137	OVAALI 12.0X1.8	12	1,8	26	21463	0	30	0,4	
18	2	168	SPECIAL7.201	0	0	24	3932	0	0	0,3	
24	2	183	SPECIAL7.201	7,1939998	7,1939998	24	31100	0	0	0,3	
32	2	310	PYÖREÄ1.8	1,8	0	21	1315628	0	0	0,3	
34	2	312	PYÖREÄ2.001	2,0009999	0	25	25272	0	0	0,3	
36	2	593	PYÖREÄ2.101	2,0939999	0	22	68	0	0	0,3	
38	2	373	PYÖREÄ2.501	2,5009999	0	24	23294	0	0	0,5	
39	2	52	PYÖREÄ2.6	2,5939999	0	21	18524	0	0	0,5	
40	2	51	PYÖREÄ2.7	2,7	0	21	72	0	0	0,3	
41	2	50	PYÖREÄ2.75	2,75	0	21	5486	0	0	0,3	
42	2	49	PYÖREÄ2.9	2,9000001	0	21	0	0	0	0	
44	2	48	PYÖREÄ3.001	3,0009999	0	21	3116	0	0	0,5	
45	2	148	PYÖREÄ3.1	3,0939999	0	21	17032	0	0	0,3	
46	2	184	PYÖREÄ3.2	3,2	0	23	34146	0	0	0,5	
48	2	43	PYÖREÄ3.301	3,3010001	0	21	68332	0	0	0,5	
50	2	46	PYÖREÄ3.501	3,5009999	0	21	101953	0	0	0,5	
52	2	47	PYÖREÄ3.601	3,6010001	0	21	5192	0	0	0,5	
53	2	526	PYÖREÄ3.65	3,6500001	0	22	18285	0	0	0,5	
54	2	234	PYÖREÄ3.7	3,7	0	22	141864	0	0	0,3	
55	2	124	PYÖREÄ3.8	3,8	0	21	103120	0	0	0,8	
57	2	256	PYÖREÄ4.001	4,0009999	0	22	171501	0	0	0,5	
59	2	123	PYÖREÄ4.201	4,2010002	0	22	767583	0	0	0,5	
61	2	119	PYÖREÄ4.501	4,5009999	0	22	2776260	0	0	0,8	
63	2	165	PYÖREÄ5.001	5,0009999	0	23	688585	0	0	0,5	
64	2	125	PYÖREÄ5.2	5,1939998	0	23	431139	0	0	0,3	
67	2	214	PYÖREÄ5.501	5,5009999	0	23	231070	0	0	0,5	
69	2	54	PYÖREÄ5.801	5,8000002	0	21	0	0	0	0,5	
71	2	243	PYÖREÄ6.001	6,0009999	0	24	380542	0	0	0,5	
72	2	398	PYÖREÄ6.1	6,0939999	0	25	35843	0	0	0,5	
73	2	139	PYÖREÄ6.2	6,1939998	0	23	342657	0	0	0,3	
75	2	155	PYÖREÄ6.501	6,5009999	0	25	2169176	0	0	0,5	
76	2	161	PYÖREÄ6.8	6,8000002	0	25	493983	0	0	0,3	
79	2	109	PYÖREÄ7.001	7,0009999	0	26	740655	0	0	0,5	
81	2	188	PYÖREÄ7.501	7,5009999	0	22	28651	0	0	0,8	
83	2	299	PYÖREÄ8.001	8,0010004	0	26	4935	0	0	0,5	
84	2	152	PYÖREÄ8.2	8,1939998	0	25	45094	0	0	0,8	
85	2	111	PYÖREÄ8.5	8,5	0	24	677970	0	0	0,3	
86	2	252	PYÖREÄ9.0	9	0	24	64257	0	0	0,3	
87	2	145	PYÖREÄ9.1	3,1000004	0	24	588352	0	0	0,3	
88	2	177	PYÖREÄ9.5	3,5	0	24	10324	0	0	0,5	
89	2	0	PYÖREÄ9.6	3,6000004	0	25	0	0	0	0	
90	2	41	PYÖREÄ10.00	10	0	25	678085	0	0	0,3	
91	2	277	PYÖREÄ10.20	10,2	0	26	829	0	0	0,5	
92	2	356	PYÖREÄ10.50	10,5	0	26	7130	0	0	0,8	
93	2	236	PYÖREÄ11.00	11	0	26	14349	0	0	0,5	
94	2	112	PYÖREÄ11.70	11,7	0	26	241664	0	0	0,3	
95	2	180	PYÖREÄ12.00	12	0	26	25600	0	0	0,3	
96	2	357	PYÖREÄ12.20	12,2	0	26	566	0	0	0,8	
142	2	108	NELIÖ3.002	3,0020001	0	21	1204826	0	0	0,5	
144	2	278	NELIÖ4.001	4,0009999	0	26	11766	0	0	0,5	
146	2	337	NELIÖ5.001	5,0009999	0	24	19541	0	0	0,5	
148	2	45	NELIÖ5.2	5,1939998	0	21	208	0	0	0,5	
149	2	44	NELIÖ6	6	0	21	2348559	0	0	0,3	
150	2	193	NELIÖ7	7	0	23	340652	0	0	0,3	
152	2	479	NELIÖ7.2	7,1939998	0	24	2712	0	0	0,2	
153	2	150	NELIÖ8	8	0	24	165928	0	0	0,5	
154	2	166	NELIÖ8.1	8,1000004	0	24	215057	0	0	0,4	
155	2	178	NELIÖ9	9	0	25	3734659	0	0	0,3	
156	2	0	NELIÖ9.13	3,1300001	0	25	0	0	0	0	
164	2	94	SUORAKAIDE5.2X2.7	5,1939998	2,7	21	999454	0	30	0,4	
165	2	100	SUORAKAIDE10.3x2.7	10,3	2,7	23	748459	0	0	0,5	
166	2	194	SUORAKAIDE6.0x3.0	6	3	22	568860	0	0	0,3	
167	2	42	SUORAKAIDE5.1x3.2	5,0939999	3,2	26	8352	0	30	0,3	
168	2	103	SUORAKAIDE5.5X3.2	5,5	3,2	26	0	0	0	0,3	
169	2	102	SUORAKAIDE7.3x3.3	7,3000002	3,3	26	324344	0	0	0,3	
170	2	101	SUORAKAIDE6.3x3.5	6,3000002	3,5	26	4882	0	30	0,3	
171	2	99	SUORAKAIDE7.5X3.5	7,5	3,5	21	5353	0	30	0,5	
179	2	53	SUORAKAIDE10.0x4.1	10	4,0999999	21	33276	0	0	0,3	
182	2	95	SUORAKAIDE10.3x4.4	10,3	4,4000001	21	197452	0	0	0,3	
184	2	96	SUORAKAIDE9.25x4.75	3,25	4,75	21	66528	0	0	0,3	
185	2	29	SUORAKAIDE8.0x5.1	8	5,0999999	21	0	0	0	0,3	
186	2	98	SUORAKAIDE10.3X5.3	10,3	5,3000002	21	268762	0	0	0,3	
219	2	364	OVAALI8.0X8	8,0100002	1,8	9	2128	0	0	0,3	
220	2	149	OVAALI7.5x2.3	7,5	2,3	22	176669	0	30	0,3	
223	2	208	OVAALI7X4	7	4	24	1105771	0	0	0,3	
224	2	343	OVAALI10.0X4	10	4	24	573369	0	0	0,3	
226	2	442	OVAALI12.0X4	12	4	24	528	0	0	0,3	
230	2	301	OVAALI10.0X4.2	10	4,1999998	26	7012	0	30	0,5	
237	2	259	OVAALI10X5	11	5	25	65447	0	0	0,3	
238	2	0	OVAALI12X5	12	5	24	0	0	0	0	
243	2	350	OVAALI8.3X5.3	8,3000002	5,3000002	25	1364320	0	30	0,3	
247	2	453	OVAALI10.2X6.2	10,2	6,1999998	24	377	0	30	0,5	
251	2	127	OVAALI10.5X7.0	10,5	7	22	529942	0	0	0,3	
285	2	294	SPECIAL2089159	0	0	25	4320	0	0	0,19	
349	2	292	PYÖREÄ5.3	5,3000002	0	23	950123	0	0	0,3	
351	2	285	PYÖREÄ7.0	7	0	23	52320	150000	0	0,5	



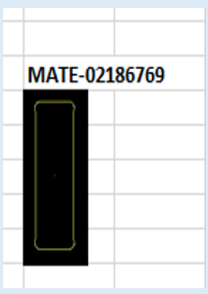
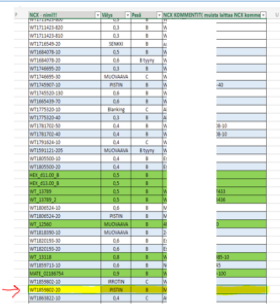

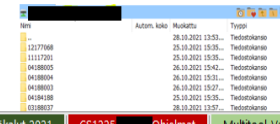
# LIITE 9. Työkalut ja erikoistyökalut ohjausarvoine Teamsissa

STEELECOMP VAASA NCX TYÖKALUJEN JETCAM -> NCX										Työkalujen arvot		Kappaleen nimi		Työkalun nimi		Kappaleen osat		Kappaleen osat		
OHJE: Käsityökalu NCX:SSä ja kappale (kappaletyökalu) listityt kappaleet, maahan työkäsitä vrt viikkotiet										Kappaleen nimi		Työkalun nimi		Kappaleen osat		Kappaleen osat		Kappaleen osat		
Pöytä 1										Kappaleen nimi		Työkalun nimi		Kappaleen osat		Kappaleen osat		Kappaleen osat		
Ko#	Väpp	Posti	Koko	Väp	Posti	Koko	Väpp	Posti	Koko	Väpp	Posti	NCX	KOMMENTTI	TYÖKALU	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021
13	0.310.2	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	Kappale	Yksiset EI työkäsitä ohjauksella	TYÖKALU	0.310.2	0.310.2	0.310.2	0.310.2	0.310.2	0.310.2
14	0.410.0	A	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
15	0.410.0	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
16	0.4	MFD	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
17	0.4	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
18	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
19	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
20	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
21	0.410.0	MFD	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
22	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
23	0.410.0	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
24	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
25	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
26	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
27	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
28	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
29	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
30	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
31	0.4	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
32	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
33	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
34	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
35	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
36	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
37	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
38	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
39	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
40	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
41	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
42	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
43	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
44	0.410.0	A	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
45	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
46	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
47	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
48	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
49	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
50	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
51	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
52	0.410.0	MFD	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
53	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
54	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
55	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
56	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
57	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
58	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
59	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
60	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
61	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
62	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
63	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
64	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
65	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
66	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
67	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
68	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
69	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
70	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
71	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
72	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
73	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
74	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
75	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
76	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
77	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
78	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
79	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
80	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
81	0.3	B	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	0.26	0.3	D	MATE_000000	0.4	B						
82	0.3	LPL_E_MTD4.0	0.26																	

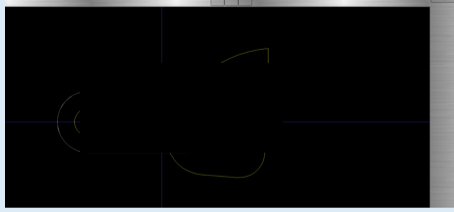
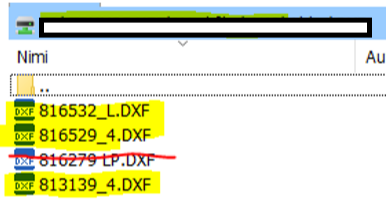
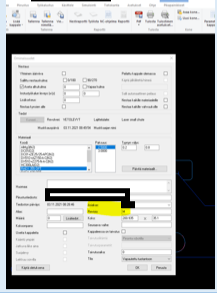


LIITE 10. Työkalun luominen NCX -opas Teamsissa

Steelcomp Vaasa				Revisiot	
<b>Työkalun luominen NCX - ohjelmaan</b> <small>HUOM. NCX -ohjelmassa omat työt ja laajat ohjelmassa ohjelman käytössä</small>				Revisio	Maailma
				0.1	Ohje luotiin
				0.2	Kuvat ja otsikko luotiin
				0.3	Työkalun piiriin luotiin
				0.4	Ohjelman otsikko ja runko
0.5	Ohjelmointi (Ohjitt)				

Ohjelman	Ohjeistaja	Ohjeksena	Ohjeseitys	Sarakset
1	Haluttu työkalu		<p>Etsitään luotavan työkalun mahdollisia nimeämistylejä JETcamista, Teamsista ja kaikista paikoista, missä mahdollisesti työkalu on ollut nimetty. Nämä voivat auttaa löytämään työkalun piirustukset fyysisistä kansioista tai digitaalisista.</p>	
2	Etsitään Teamsin erikoistyök alustaluokosta työkalu		<p>Etsitään Teamsin erikoistyökälujen taulukosta mahdollisia eri nimiä työkalulle (kuvan tapauksessa WT1859802-20). Nämä siirretään oikeaan laitaan NCX - kommentteihin, sekä merkitään NCX - ohjelmassa työkalun kommentteihin (seitetään myhemmässä vaiheessa).</p>	
3	Etsitään työkalun kuvia		<p>Etsitään kaikki mahdolliset piirustukset (.pdf, .dxf ja kuvat), jotka liittyvät työkaluun. Tehtävien_Työkalujen_n_Piirustuksia kansioon on kerätty valmiiksi jo paljon mahdollisia kuvia eri paikoista, joten sieltä kannattaa aloittaa. Kuvia löytyy myös kuvassa näkyvistä sijainneista.</p>	
				

## LIITE 11. Kappaleohjelman luominen -opas Teamsissa

Steelcomp Vaasa		Revisiot													
<b>Kappaleohjelman luominen (-Hietcamin mukaan) ja siirtäminen toiselle koneelle NCX - ohjelmassa</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Revisio</th> <th>Muutos</th> <th>Syy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>Ohjelmointi luo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>Kuva ja asetus lisätty</td> <td>Työssä</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>Ohjeet lisätty</td> <td>Peitattu</td> </tr> </tbody> </table>		Revisio	Muutos	Syy	0.1	Ohjelmointi luo		0.2	Kuva ja asetus lisätty	Työssä	0.3	Ohjeet lisätty	Peitattu
Revisio	Muutos	Syy													
0.1	Ohjelmointi luo														
0.2	Kuva ja asetus lisätty	Työssä													
0.3	Ohjeet lisätty	Peitattu													
TYÖKALUN KAPPALEKOHTAISEN TYÖKALUN TYÖKIERRON JA TYÖSTOARVOJEN LUONTI															
Ohjeet	Ohjeet	Ohjeet	Ohjeselitys												
<b>1</b> Aloitus			Halutusta tuotteesta tuodaan viimeisin ja piirustuksen mukainen dxf												
<b>2</b> Dxf vienti			Dxf vietään NCX-ohjelman kanssa aikaisemmin käytettyyn hakemistoon asiakkaan kansion alle. Nimimuotona "kappale_revisio"												
<b>3</b> Uuden kappaleen luominen			Uudelle kappaleelle määritellään Asiakas, Revisio(kirjain/numero). Huomaa(travittaessa nestiraporttiin tulevat kappaleen tiedot). Alias (jos kappaletta käytetään toisellakin kappaleenimellä. Kappaleen revision muuttuessa käydään myös kappaleen ominaisuuksissa muuttamassa revisio!												
Kappaleide			Kappaleen työkalut voidaan valita riippuen tuotteesta joko automaattisesti "Autotool" avulla, jos kappaleille on valmis revolveri tuotuna, tai asettelemalla työkalut käsin. Autotool valinnassa voidaan esimerkiksi rintalevy-tuotteille käyttää revolveria, jossa on												
															





LIITE 13. Kappaleen revisioiminen -opas Teamsissa

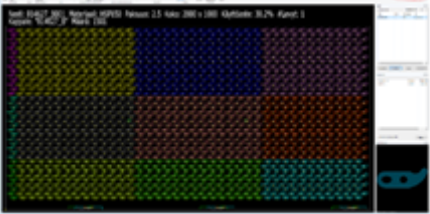

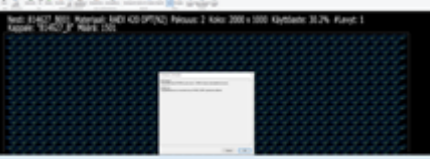

Steelcomp Vaasa		Revisiot	
Kappaleen revision päivittäminen		Revi	Maetos: Syy
		0,1 Ohje luotiin ja kirjotettiin	
Ohjetoimikko			
Ohjeaan	Ohjeotsiki	Ohjekava	Ohjeselitys
1	Avataan revisioitava kappale		Avataan revisioitava kappale ja tarkistetaan kappaleen työkierron ja kirjataan ylös mahdolliset työkalujen ohjausarvojen asetukset.
2	Revision merkkauk		Haetaan uusi kappaleen DXF ja kalustetaan se. Vaindetaan kappaleen ominaisuuksiin "Revisio" vastaamaan uutta revisiota.
3	Kappalekohtaisten ohjausarvojen tarkistus		Tarkistetaan vielä kappaleen työkalukohtaiset ohjausarvot ja päivitetään ne kappaleelle.



## LIITE 15. Vakionestin käyttö -opas Teamsissa

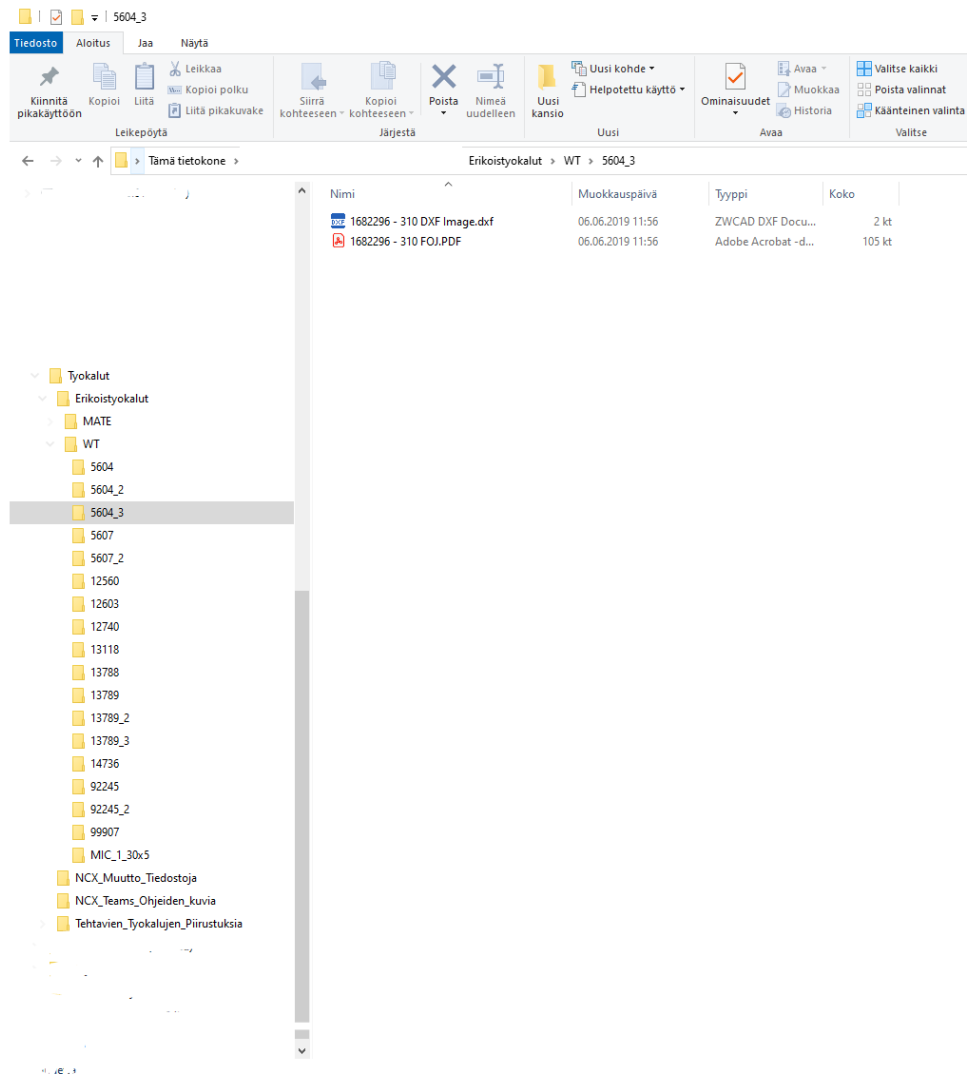
Hedcoop Yhteis		Riisikat	
<b>Vakionestin käyttö</b>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Etusivu</span> <span>Muutokset</span> <span>Epp</span> <span>Muut</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>0.0 Ohje-kortti</span> <span>Atk</span> </div>	
	Ohjeet	Ohjeet	Ohjeet
<b>1</b>	Nestin valinta		<p>Haetaan nestilietokannasta, tai vaihtamalla haluttu kone päälle ja avaamalla haluttu nesti. "Staattiset nestit" - ominaisuus nestilietokannasta NIX -ohjelmassa ei vielä täysin toiminut ja on tällä hetkellä selvityksessä.</p>
<b>2</b>	Levy määrän vaihto ja nestipäivämäärän		<p>Näytä nesti ja sitten vaihda tarpeen vastaisella oikealla levy määrän. Nestin raportin yläkulmaan tulevan tekstin, eli "Nestikommentin", eli halutun ajopäivämäärän/asiakastiedon voi vaihtaa menemällä nestin ominaisuuksiin.</p>
<b>3</b>	Position vaihto		<p>Kappaleen positio saadaan vaihtumaan menemällä nestausvalikkoon, klikkaamalla kappaleen muokkaus auki ja vaihtamalla "Kokoonpano" - kohtaan haluttu positionumero. Vaihdos hyväksytään ok ja sen jälkeen "Peruuta", ettei ohjelma lähde nestausmaan uudestaan.</p>
			<p>Tilausnumero saadaan vaihtamalla "Tilaus." painike</p>
Kappaleen revision muutos		Nestin luominen ja optimointi	
		<b>Vakionestin käyttö</b>	

LIITE 17. Vakionestin siirto-opas Teamsissa


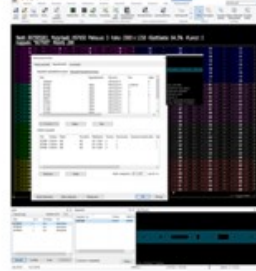
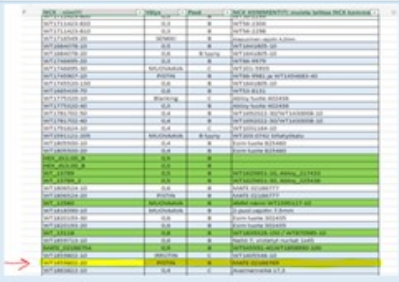
Etusivun Vasen		Etusivun Oikea	
<b>Vakionestin siirto koneelta toiselle</b>			
Ohjennus	Ohjennus	Ohjennus	Ohjennus
<b>1</b>	Aloitus		Halutta vakionestin kappalejärjestys. Tehdään ensiksi kappaleelle ohjain tulevalle koneelle.
<b>2</b>	Kopioidaan nesti		Luodaan määräämää koneelle nestikansio koneen nestikansion alle ja kopioidaan haluttu .jst -nestiliedosto sinne.
<b>3</b>	Materiaali valinta		Uudella koneella voi olla nestin materiaali erilailla nimetty, joten se hälyttää siitä.
	Varmistetaan		
<p>... Nestin luomisen ja optimoinn... Vakionestin käyttö... <b>Vakionestin siirto</b>... CS1225-Tu...</p>			



## LIITE 17. Työkaludokumenttien kansiorakenne



LIITE 18. Purkujärjestyksien mahdollisuudet-opas Teamsissa

Steelcomp Vuosi		Revisioid	
CS1225/Tulus purkujärjestyksien ja osoitteiden mahdollisuudet		0.1 Ohje luetin	Muokkaa Määrittäminen CS1225-koneella eri paikkoihin happiloiden parhaan
Ohjelmako		Ohjeselitys	
1	Mahdollisuus 1		<p>Tulus pystyy jakamaan koneella kappaleita eri purkoosotteisiin kappaleen kuuman, kokoonpanon, tilauksen ja nestin mukaan. Yksi vaihtoehto on vakionestien kohdalla lisätä samaa kappaletta sama määrä eri kokoonpano numeroilla ja nestata omat nestit halutuille leveysmäärille. Tämä toimii jos nesti on luotu automaattisesti oikeen nesteeksi "Yleiset parametrit" -kappalevällejä ja leveysmarginaaleja käyttäen. Tätä tapaa voi myös muilla keinoin hyödyntää samaan nestiin/levyyntä samaan eri kokoonpano numeroilla.</p>
2	Mahdollisuus 2		<p>CS1225 - koneella Tuluksessa pystytään toistamaan nestiä haluttu x määrä ja silloin Tulus luo samasta nestistä useita kopioita, jolloin eri nestin tavartarvit voidaan purkaa eri paikkaan.</p>
3	Teams excl		
<p>Vakionestien käyttö   Vakionestien siirto   CS1225-Tulus purkujärjestykset   SCV_Raport...</p>			

