

# Digitaaliset-koneet puusepänteollisuudessa

*CNC*

*Laserleikkuri*

*Shaper-kone*

*3D-tulostin*

*3D-skanneri*

*Robotti*

*Käsikirja 1*



Co-funded by  
the European Union

## Sisällysluettelo

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Luku 1 .....                                                               | 4  |
| CNC: Tietokoneen numeerinen ohjaus .....                                   | 4  |
| Historia .....                                                             | 4  |
| Mitä digitaaliset työkalut ovat? .....                                     | 4  |
| Mitä hyötyä digitaalisten työkalujen käytöstä on? .....                    | 5  |
| Ovatko digitaaliset työkalut todellisia työkaluja? .....                   | 5  |
| Esimerkkejä digitaalisten työkalujen käytöstä .....                        | 5  |
| Mikä on digitaalisten työkalujen käytön tulos? .....                       | 6  |
| Pitäisikö meidän pelätä digitaalisia työkaluja? .....                      | 6  |
| Voivatko digitaaliset työkalut tarjota meille muita mahdollisuuksia? ..... | 6  |
| Arvostakaamme ja nähkäämme se sellaisena kuin se on .....                  | 7  |
| Luku 2 .....                                                               | 8  |
| Puuteollisuudessa käytettävät CNC-konetyypit .....                         | 8  |
| Kädessä pidettävät CNC-koneet "Pienet työpajat" .....                      | 8  |
| Shaper .....                                                               | 8  |
| Esimerkkejä Shaperin käytöstä .....                                        | 9  |
| Goliath CNC .....                                                          | 9  |
| Esimerkkejä Goliath CNC:n käytöstä .....                                   | 10 |
| Vaakasuuntaiset CNC-koneet pieniin työpajoihin .....                       | 10 |
| Esimerkkejä pienestä CNC-käytöstä .....                                    | 10 |
| Pystysuorat CNC-koneet teollisuudelle .....                                | 11 |
| Esimerkkejä pystysuuntaisen CNC-koneen käytöstä .....                      | 12 |
| Sisäkkäiset CNC-koneet teolliseen käyttöön .....                           | 13 |
| Esimerkkejä pesäkoneiden käytöstä .....                                    | 13 |
| 5-akseliset CNC-koneet teolliseen käyttöön .....                           | 14 |
| Esimerkki 5-akselisen CNC:n käytöstä .....                                 | 14 |
| Robottikäsivarret .....                                                    | 15 |
| Esimerkkejä robottikäsivarrista .....                                      | 16 |
| Luku 3 .....                                                               | 17 |
| Lisäaine- ja vähennystekniikat .....                                       | 17 |
| 3D-tulostin .....                                                          | 17 |
| Esimerkkejä 3D-tulostimista .....                                          | 18 |
| Laserleikkurit .....                                                       | 19 |
| Esimerkki käytössä olevista laserleikkureista .....                        | 19 |
| 3D-skanneri .....                                                          | 20 |

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Luku 4 .....                                    | 21 |
| Ohjelmat.....                                   | 21 |
| CNC-ohjelmointi.....                            | 21 |
| 3D-tulostin-ohjelma.....                        | 22 |
| Laser-ohjelma .....                             | 22 |
| 3D-skannaus.....                                | 22 |
| Esimerkki laserleikkauksen ohjelmoinnista ..... | 22 |

#### Disclaimer:

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



Erasmus+ -hanke: **Digital Joiner 4.0**

2023-1-DE02-KA220-VET-000154860 Ammatillisen koulutuksen puuseppien avaintaidot

Verkkosivusto: [digitaljoiner.com](https://digitaljoiner.com)

# Luku 1

## CNC: Tietokoneen numeerinen ohjaus

### Historia

Ensimmäiset kokeet (numeerisen ohjauksen) koneella alkoivat vuonna 1949. Ensimmäisen CNC-koneen kehitti vuonna 1952 MIT:ssä (Massachusetts Institute of Technology) työskentelevä tutkijaryhmä, ja se patentoitiin vuonna 1958.

CNC-työstö on mullistanut valmistusteollisuuden siitä lähtien, kun se esiteltiin ensimmäisen kerran vuonna 1952 Cincinnati Milacron Hydrotelin muodossa. Siitä lähtien tuotantoon on sisällytetty kehittyneitä robottijärjestelmiä tuottavuuden parantamiseksi.<sup>1</sup>

### Mitä digitaaliset työkalut ovat?

Jos katsomme ympärillemme nykyään, käytämme tietämättämme paljon digitaalisia työkaluja. Ei vain tietokoneohjelmien, kuten Excelin, Wordin ja monien muiden muodossa, vaan kuten esim. kuinka laskimen käyttö on integroitu moniin eri prosesseihin ja miksi.

Puuntyöstö- ja puusepänammateissa digitaalisista työkaluista on tullut hyvin yleinen ominaisuus nykyaikaisen puusepän työkalupakissa.

Eniten käytettyjä työkaluja ovat esimerkiksi digitaaliset paksuusmittarit, kulmamittarit, etäisyysmittarit, kosteusmittarit jne.

Kädessä pidettävien, pienten ja suurten teollisuuskoneiden valmistajat ovat korvanneet analogiset kellot ja käsipyörät säätöön jne. Ensimmäiset digitalisoidut lukijat esiteltiin NC-lukijoina. NC on lyhenne sanoista **Numerical Control** -lukijat, jotka ovat koneisiin integroituja digitaalisia syöttöjärjestelmiä, jotka ohjaavat asemointia tai mittausta numeerisella tarkkuudella ja jotka asennettiin säteissahoihin pituusleikkausta varten.

Nykyään on saatavilla digitaalisia ohjauksia ja lukulaitteita, jotka on kytketty käsipyöriin ja kosketusnäyttöihin useiden aggregaattien säätämiseen yhden koneen sisällä, kuten reunanauhahiomakoneet, leveänauhahiomakoneet, käytännössä kaikkiin nykyaikaisiin puuntyöstökoneisiin.

<sup>1</sup> <https://laszeray.com/the-history-of-cnc-machinery/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_numerical\\_control](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_numerical_control)

## Mitä hyötyä digitaalisten työkalujen käytöstä on?

Digitaalisten työkalujen tärkein tehtävä ja käytön syy on prosessien nopeuttaminen. Aika on rahaa.

Työpajassa digitalisoituja koneita käyttää, kalibroi ja huoltaa pätevä henkilöstö. Näillä koneilla on ratkaiseva rooli ja vaikutus liiketoiminnan taloudelliseen tulokseen.

Ammattilainen pystyy asentamaan ja säätämään koneita digitalisoitujen näyttöjen/lukijoiden avulla huomattavasti nopeammin kuin perinteiset analogiset konesäädöt.

Digitaaliset työkalut eivät ainoastaan auta meitä nopeuttamaan prosesseja, vaan ne ovat myös tehokas työkalu tarkkaan ja johdonmukaiseen työskentelyyn.

## Ovatko digitaaliset työkalut todellisia työkaluja?

Kyllä, digitaaliset työkalut ovat työkaluja, mutta ne eivät ole välttämättä fyysisiä työkaluja.

Nykyään käytämme paljon tietokoneohjelmia, jotka tarjoavat meille mahdollisuuden tehdä piirustuksia (CAD), asiakasesittelyjä (3D), käytettyjen materiaalien laskentaa, työpajapiirustuksia, leikkauslistoja ja CNC-ohjelmia kerralla tai tehtävästä riippumatta.

Suurin osa näistä ohjelmista perustuu Exceliin. Näissä ohjelmissa voit lisätä tietoja ja arvoja valinnaisesti, jotka viittaavat tiettyyn kaavaan tai toimintoon; esimerkiksi leikkausluettelon tekemiseen tai ohjelman luomiseen tiettyä CNC-tehtävää varten.

## Esimerkkejä digitaalisten työkalujen käytöstä.

Kuten aiemmin mainittiin, digitaalisista työkaluista on monia esimerkkejä, kuten Microsoft Word, Excel, Alphacam, Inventor, Wooddesigner, Stairdesigner, Cut-list-sovellus ja monia muita esimerkkejä alalla käytetyistä tietokoneohjelmista. Meidän on myös muistettava, että suurin osa kaikista korjaamon koneista, kuten matkapuhelimista, on itse asiassa digitaalisia työkaluja.

Hyvä esimerkki digitaalisten työkalujen käyttöönotosta voisi olla matkatavaroiden käsittely lentokentillä tai pakettien toimitus varastoissa. Molemmat käyttävät skannereita ja viivakoodeja tuotteiden vastaanottamiseen ja toimittamiseen oikeisiin paikkoihin oikeaan aikaan.

Monet alamme valmistajat käyttävät tuotannossaan samankaltaisia järjestelmiä prosessien optimoimiseksi ja inhimillisten epäonnistumisten vähentämiseksi.

Piirustukset ja tilaukset valmistellaan toimistolla, lähetetään tuotantoalueelle, jossa koneet ottavat ohjat käsiinsä ja alkavat käsitellä ja koodata jokaista yksittäistä osaa etiketeillä tai laserkeilauksella. Jokainen osa seuraa omaa käsittelyreittiään, ja jokaisella asemalla osat

luetaan skannaamalla, ja kone säätää ja aktivoituu suorittamaan prosessit, joita tarvitaan osan tuottamiseen osan kuljettamien tietojen mukaan.

## Mikä on digitaalisten työkalujen käytön tulos?

Digitaaliset työkalut ovat taloudellisesti paljon tehokkaampia ja säästävät aikaa; Samalla se tarjoaa mahdollisuuden nopeuttaa kaikkia prosesseja ja tarjota samalla tarkan ja tasaisen lopputuloksen. Käyttämällä ja toteuttamalla digitaalisia työkaluja alkuperäisestä ideasta lopulliseen suunnitteluun ja tuotetoimitukseen voit minimoida kustannukset ja ennakoida mahdolliset ongelmat. Se jopa vähentää inhimillisiä virheitä tietokoneen näppäimistön painalluksista.

Jotkut saattavat sanoa digitaalisista työkaluista: "Työskentele fiksusti, älä kovasti". Suoraan sanottuna digitaaliset työkalut auttavat meitä pitämään työmme *idioottivarmana*.

## Pitäisikö meidän pelätä digitaalisia työkaluja?

Digitalisaatiota tapahtuu laajasti tuotannon eri osa-alueilla ja sillä on suora vaikutus työpaikkoihin ja yhteiskunnan sektoreihin. Kyllä, se vaikuttaa työpaikkaan ja työpaikkojen saatavuuteen, mutta se voi myös auttaa ratkaisemaan vaikeita tai stressaavia työtehtäviä tai ainakin helpottamaan niitä ja näin ollen pitkässä juoksussa johtaa terveellisempään elämään, joten näin se auttaa vähentämään terveydenhuoltosektorin ja valtion kustannuksia. Tämän lisäksi tarvitaan edelleen koulutettuja ammattilaisia ohjelmoimaan, piirtämään, käyttämään tai vain kääntämään ihmiskunnan ajattelua työkalujen kehittämiseksi.

## Voivatko digitaaliset työkalut tarjota meille muita mahdollisuuksia?

Digitaalisten työkalujen käyttöönottoon on vielä paljon mahdollisuuksia, mutta olemme vasta alussa. Jos tarkastelemme nykypäivän sosiaalista mediaa, kuten esimerkiksi Facebookia ja Instagramia, näemme, kuinka pitkälle ja nopeasti ne tavoittavat käyttäjät. On yllättävää, että emme hyödynnä näitä mahdollisuuksia suotuisammin puunjalostusteollisuudessa.

Huolimatta maailmanlaajuisista yhteyksistä, live-kokouksista, tietojen jakamisesta ja jopa tietokoneiden ja koneiden kauko-ohjauksesta, valmistamme edelleen paikallisesti ja toimitamme maailmanlaajuisesti. Kasvavan ympäristöhuolen aikakaudella digitaalisilla työkaluilla voi olla keskeinen rooli ekologisen jalanjälkemme pienentämisessä. "Laatu" voi tarkoittaa eri asioita eri ihmisille, mikä on edelleen keskeinen syy tuottaa paikallisesti tai talon sisällä.

Digitaalisten työkalujen avulla kannattaa olla yhteydessä paikallisiin valmistajiin ja luoda suoraa viestintää laadun varmistamiseksi. Vaikka tämä lähestymistapa on vielä

syntymässä, se on saamassa jalansijaa eri toimialoilla sekä globaalien toimintojen että yrittäjyysaloitteiden kautta. On todennäköistä, että tulee lisää ammattikohtaisia alustoja ja verkkopohjaisia työkaluja, joiden avulla käyttäjät voivat tehdä tilauksia, joita paikalliset valmistajat voivat hyväksyä ja täyttää sopimuksen mukaan.

Esimerkiksi valmistajaa, jolla on Homag CNC, joka käyttää WoodWopia. Tavoitteena voi olla palvella mahdollisimman monia asiakkaita – sekä paikallisesti että kansainvälisesti – ja hyödyntää hiljaisempia jaksoja tuottamalla muille. Kysymys kuuluukin: miten tämä potentiaali voidaan toteuttaa?

Yksi lähestymistapa voisi olla kehittää sovellus tai verkkopohjainen alusta erityisesti Homag- ja WoodWop-käyttäjille, jossa paikalliset ammattilaiset voivat tehdä tarjouksia esiohjelmoiduista valmistus- ja asennustöistä. Tämän verkoston jäsenet voivat sekä julkaista työpaikkailmoituksia että vastata niihin, mikä luo molempia osapuolia hyödyttävän ekosysteemin, joka auttaa myös täyttämään tuotantoaukkoja hiljaisempina aikoina.

**Johtopäätös: Digitaaliset** työkalut ja laskennallinen ajattelu tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia puuntyöstöön, mikä mahdollistaa älykkäämmän yhteistyön, optimoidut työnkulut ja suuremman joustavuuden kysyntään vastaamisessa.

## Arvostetaan ja nähdään se sellaisena kuin se on.

Digitaaliset työkalut ja laskennallinen ajattelu ovat vähitellen levinneet puuntyöstöön kiihtyen samalla kun IT-ala kehittyy laajemmin, ja ne ovat tulleet jäädäkseen. X-sukupolvelle ja sitä vanhemmille automaatio on normi, joka ajaa jatkuvaa kehitystä. Näitä kehityskulkuja tulisi pitää mahdollisuuksina, ei pelätä, innostuneena tulevasta ja avoimena jatkotutkimukselle.

## Luku 2

### Puuteollisuudessa käytettävät CNC-konetyypit

#### Kädessä pidettävät CNC-koneet "Pienet työpajat"

Pienten CNC-koneiden etuna on keveys, kannettavuus ja edullinen hinta, mikä tekee niistä sopivimpia pienempiin tuotantoihin.

Kädessä pidettävät/siirrettävät pienet CNC-koneet on kehitetty työpajakäyttöön. Ne ovat suhteellisen edullisia verrattuna suuriin teollisuuskoneisiin, pieniä ja helppoja ottaa käyttöön pienimuotoisessa tuotannossa.

#### Shaper

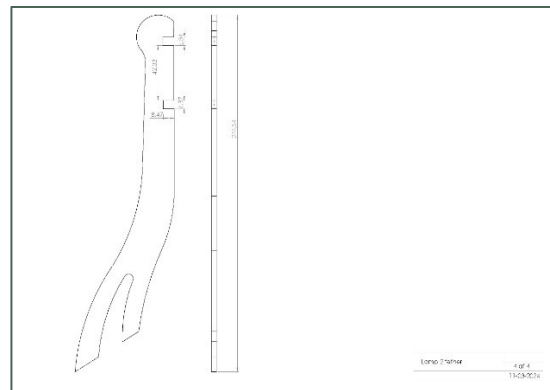
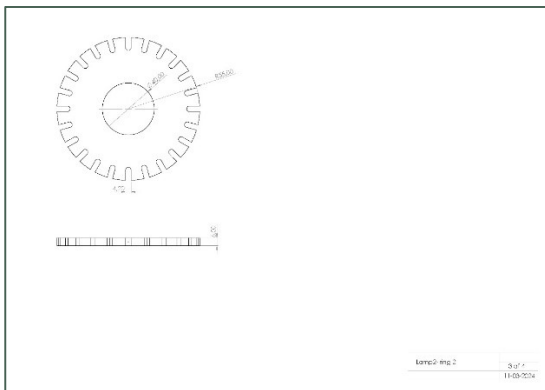
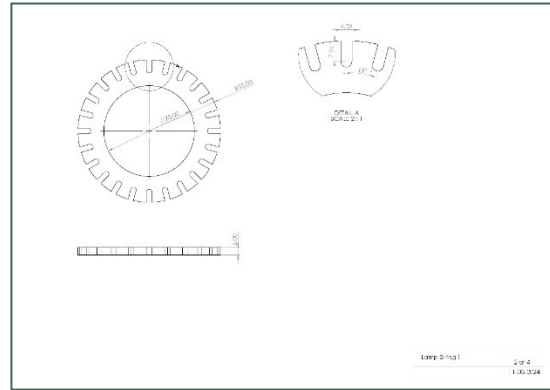
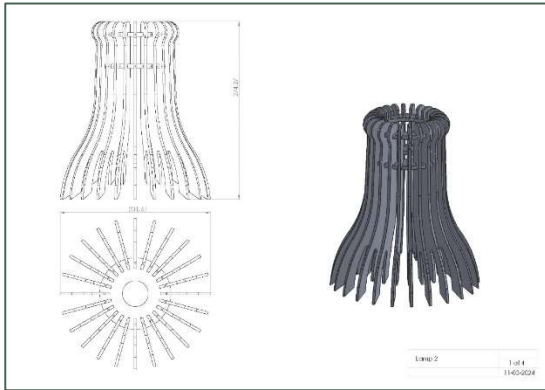


Yksi vuonna 2024 kaupalliseen käyttöön tulevista koneista on Shaper. Se on CNC-kone, joka muistuttaa muodoltaan kädessä pidettävää jysintä, mutta tarjoaa paljon suuremman tarkkuuden. Sisäänrakennettu kamera havaitsee työkappaleeseen asetetut referenssimerkit, jolloin kone voi koordinoita liikkeensä käyttäjän käden kanssa reaaliajassa. Tämä mahdollistaa ennalta suunniteltujen suunnitelmien erittäin tarkan jysinnän. Shaper on myös varustettu kosketusnäytöllisellä käyttöliittymällä intuitiivista käyttöä ja hallintaa varten.

Nämä kompaktit koneet ovat ihanteellisia pieniin työpajoihin, prototyyppien valmistukseen ja harrastuskäyttöön. Työkalut vaihdetaan manuaalisesti ja vaativat pölynimurin. Ohjelmointi tapahtuu valmistajan verkkosivuston kautta, jossa on koneen näyttötoiminnot ja pääsy muiden käyttäjien ladattaviin ohjelmiin.

## Esimerkkejä Shaperin käytöstä

Tässä on esimerkki pienistä osista, jotka voidaan valmistaa Shaperilla; vanerista valmistettu lampunvarjostin.



Piirustusten on oltava vektorigrafiikkaa, joka voidaan tallentaa SVG-tiedostoina.

## Goljat CNC

Toinen vuonna 2024 kaupalliseen käyttöön tuleva kone on *Goliath*, kannettava CNC-yksikkö, joka pystyy toimimaan itsenäisesti jopa 3,5 metrin pinnoilla. Se käyttää kulmaan asennettuja antureita suunnistamiseen, ja ohjelmat suoritetaan ulkoisesta tietokoneesta.



## Esimerkkejä Goliath CNC:n käytöstä

Goliath sopii hyvin työskentelyyn suurten pintojen, kuten lattioiden tai ylisuurten paneelien, kanssa, joten se on ihanteellinen useiden komponenttien samanaikaiseen asetteluun. Sitä ei ole tarkoitettu pienimuotoiseen tuotantoon, mutta se on erinomainen prototyyppien valmistuksessa ja erikoistuneiden, kertaluonteisten tehtävien käsittelyssä, jotka vaativat joustavuutta ja tilaa.

## Vaakasuuntaiset CNC-koneet pieniin työpajoihin

Pienet CNC-pöytäkoneet on suunniteltu rajoitetun mittakaavan tuotantoon, ja ne ovat pohjimmiltaan kompakteja versioita suuremmista teollisuusmalleista. Niissä on kiinteä työskentelyalue ja ne toimivat kolmella akselilla: X, Y ja Z. Niitä on saatavana eri kokoisina ja laatutasoisina, ja niissä käytetään tyypillisesti käyttäjän valitsemaa ulkoista jysintäkaraa, jossa työkalut vaihdetaan manuaalisesti.



Ennen käyttöä kone vaatii ohjelman, joka on tyypillisesti luotu G-koodia luovalla ohjelmistolla. Se käsittelee ensisijaisesti litteitä kappaleita, kuten levyjä, vaikka se voi käsitellä myös monimutkaisempia osia, kuten tuolinjalkoja. Työkappaleiden kiinnittäminen voi kuitenkin olla haasteellista, koska näissä koneissa ei yleensä ole sisäänrakennettuja kiinnitys- tai imu järjestelmiä.

## Esimerkkejä pienestä CNC-käytöstä

Pienet CNC-koneet soveltuvat sekä pienimuotoisiin sarjoihin että kertatuotantoihin. Ne toimivat hyvin kompakteissa työpajoissa ja ne pystyy käsittelemään kohtalaista tuotantoa. Niiden koko mahdollistaa myös tavallisten levymateriaalien tehokkaan käsittelyn.

## Pystysuorat CNC-koneet teollisuudelle

Pystysuorat CNC-koneet ovat teollisuusjärjestelmiä, jotka on suunniteltu standardoitujen levymateriaalihuonekalujen ja komponenttien valmistukseen. Koneistus tapahtuu levyn ollessa pystysuorassa. Näissä koneissa on työkalupankki, jossa on jysintä-, poraus- ja sahaustyökalut, mikä mahdollistaa automaattisen työkalunvaihdon käytön aikana.



Ohjelma luodaan integroidulla ohjelmistolla WOODWOP (Homag) tai NC-hops (Holzher), joka sijaitsee koneen paikallisella tietokoneella erityisten ohjelmien kautta, jotka voivat luoda G-koodeja CNC-koneen käyttöä varten.

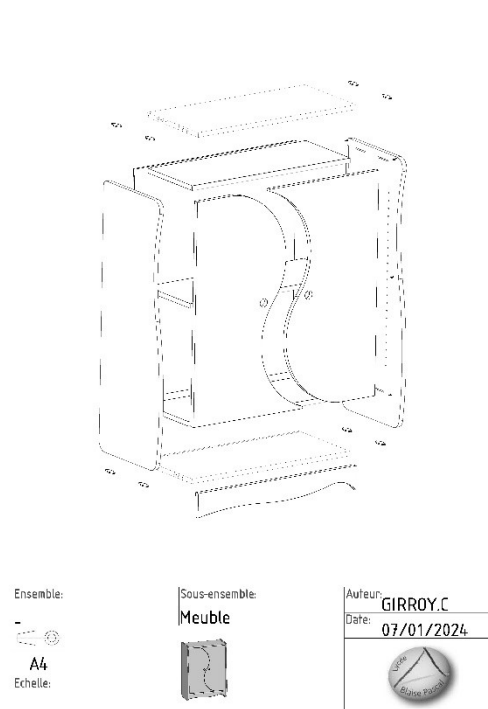
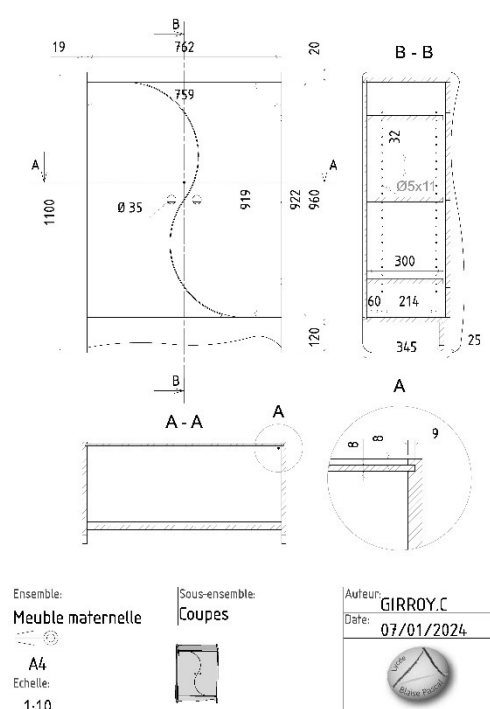
Työkappaleet kiinnitetään imukupeilla, ja kone on varustettu myös sopivalla pölynpoistolla.



## Esimerkkejä pystysuuntaisen CNC-koneen käytöstä

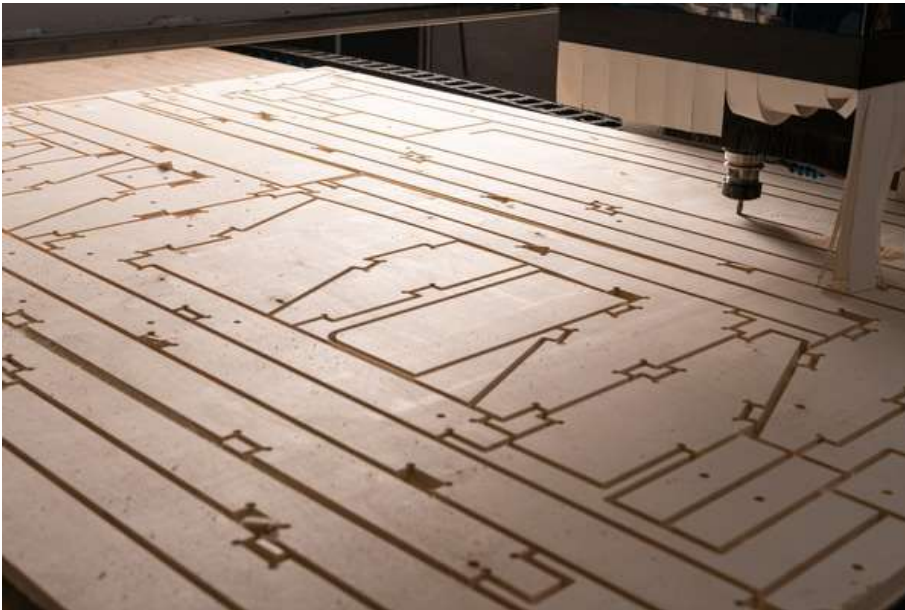
Pystysuuntaiset CNC-koneet ovat kompakteja teollisuusjärjestelmiä, jotka on suunniteltu erityisesti kaappituotantoon, kuten keittiökalusteet. Niiden pieni jalanjälki mahdollistaa asennuksen ahtaisiin tiloihin, mutta laudat on leikattava valmiiksi sopimaan – tyypillisesti sivumitat plus 6 mm.

Alla on esimerkki kaapista, joka voidaan valmistaa.



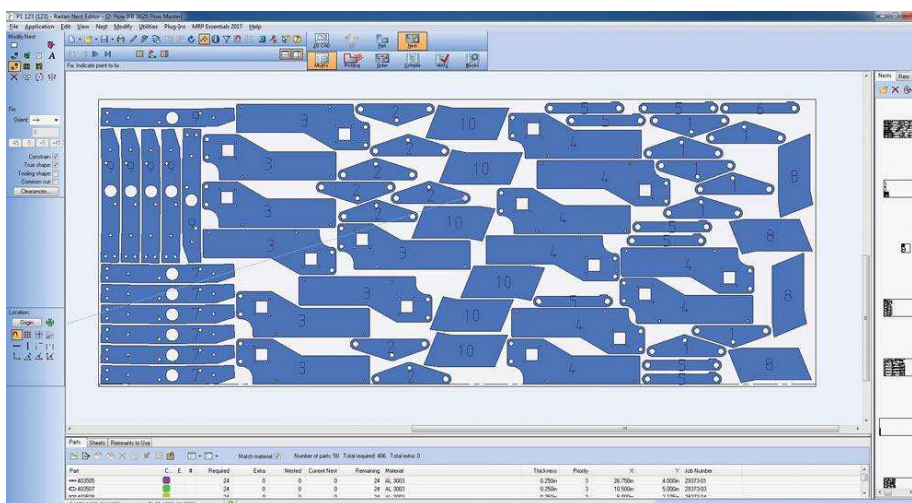
## Nestaavat CNC-koneet teolliseen käyttöön

Nestaavat koneet ovat suuria teollisia CNC-laitteita, jotka on suunniteltu käsittelemään kokonaisia levyjä nopeasti ja tarkasti. Ne toimivat X-, Y- ja Z-akseleilla ja koneistavat tyypillisesti ylhäältä luodakseen kaapin sivuja, reikiä ja uria. Työkappaleet pidetään paikoillaan tyhjiöimulla. Näitä koneita ovat työkaluvaihtajat ja pölynimurit.



## Esimerkkejä nestauskoneiden käytöstä

Nestauskoneet voivat käsitellä useita osia, jotka on järjestetty koko materiaalilevyille. Tässä on esimerkki kohteen sijoittelusta yhteen paneeliin.



## 5-akseliset CNC-koneet teolliseen käyttöön

Moniakseliset koneet mahdollistavat monimutkaisen 3D-koneistuksen, kuten muotoillut pinnat, kulmaleikkaukset ja tarkan porauksen. Niissä on työkaluvaihtajat automaattisia vaihtoja varten, vaikka työalue ja korkeus ovat rajalliset. Osat kiinnitetään imukupeilla tai mukautetuilla kiinnikkeillä.

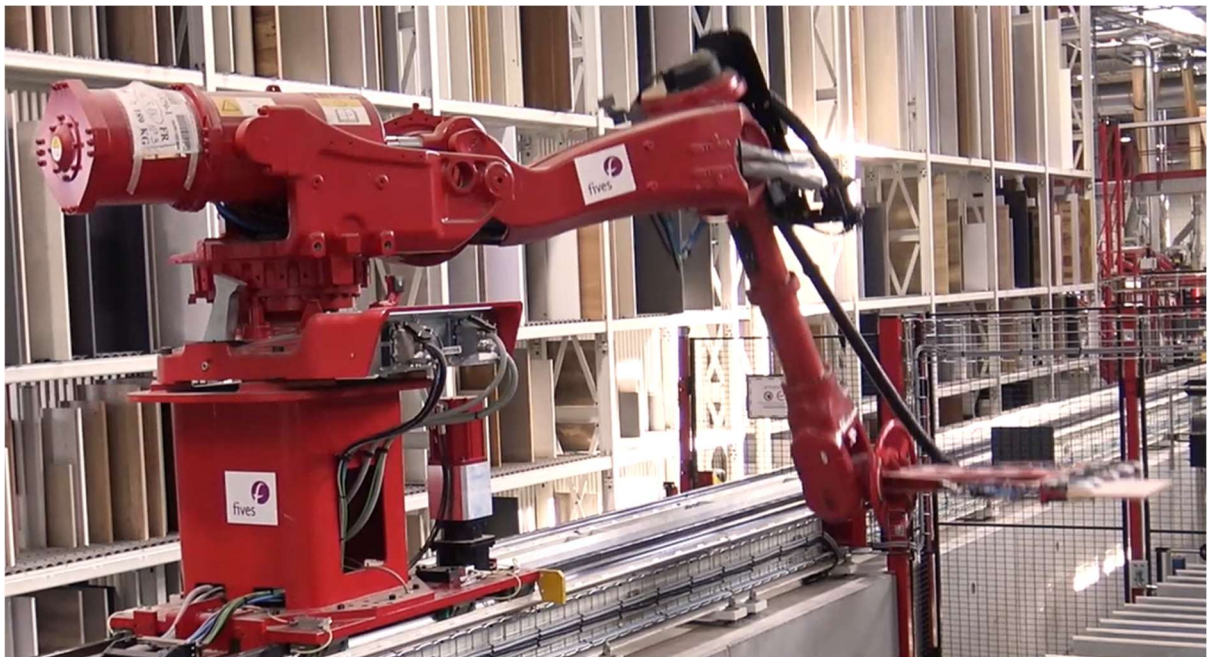
### Esimerkki 5-akselisen CNC:n käytöstä

5-akseliset koneet ovat täysiä teollisuuskoneita, jotka pystyvät tekemään monimutkaista koneistusta. Esimerkiksi kaareva kaiteen lista portaiden tuotantoa varten.



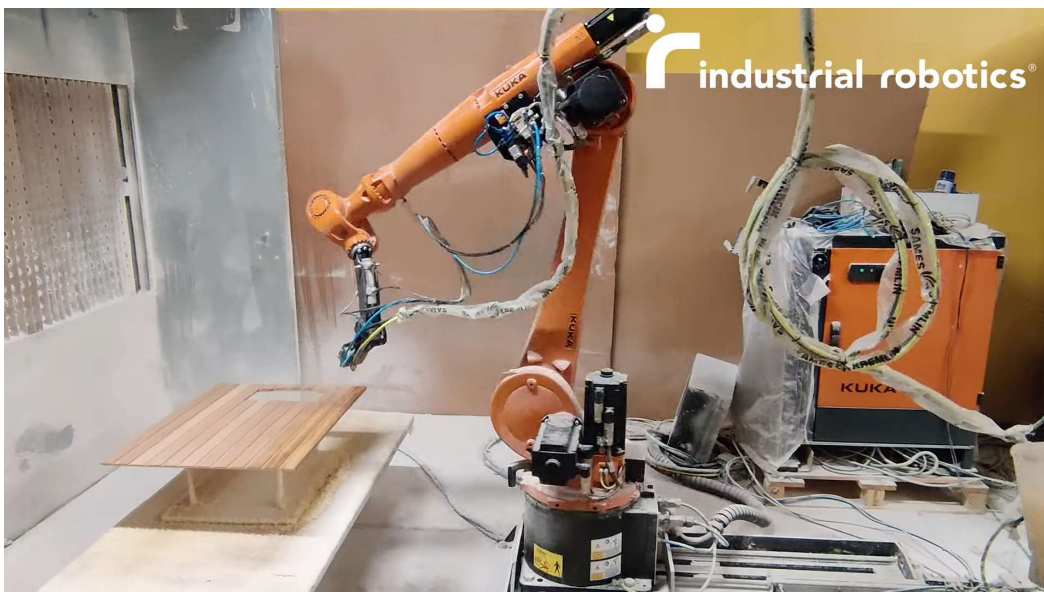
## Robottikäsivarret

Robotit ovat monipuolisia CNC-koneita, jotka suorittavat tehtäviä, kuten jysintä, hiontaa, sahausta tai lakkausta kiinnitetystä työkalusta riippuen. Niiden tärkein etu on monimutkaisten geometrioiden parantaminen.



## Esimerkkejä robottikäsivarrista

Robottikäsivarret voivat suorittaa erittäin monimutkaisia tehtäviä, kuten esim. siirtää kappaleita, jyrsiä tuoleja ja suorittaa työkalujen hiontaa.



## Luku 3

### Lisäys- ja vähennystekniikat

Additiiviset ja vähentävät tekniikat edustavat kahta perustavanlaatuista lähestymistapaa valmistukseen. Lisäävä valmistus, kuten 3D-tulostus, rakentaa esineitä kerros kerrokselta digitaalisen mallin perusteella. Tämä menetelmä on ihanteellinen monimutkaisten geometrioiden luomiseen minimaalisella jätteellä, usein käyttämällä materiaaleja, kuten muovifilamenttia tai hartsia.

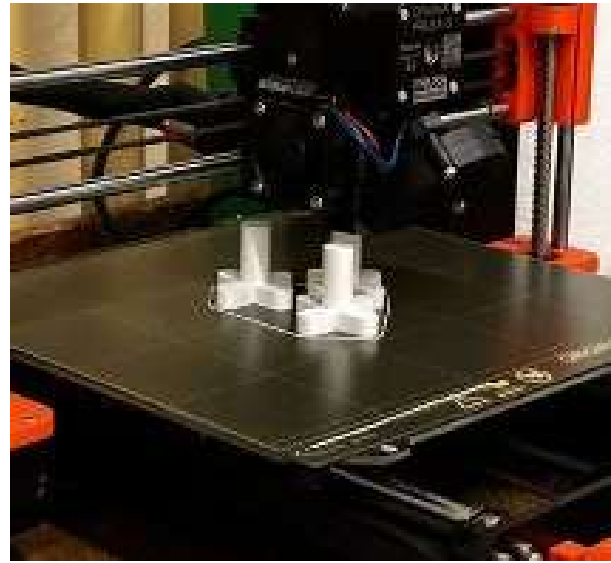
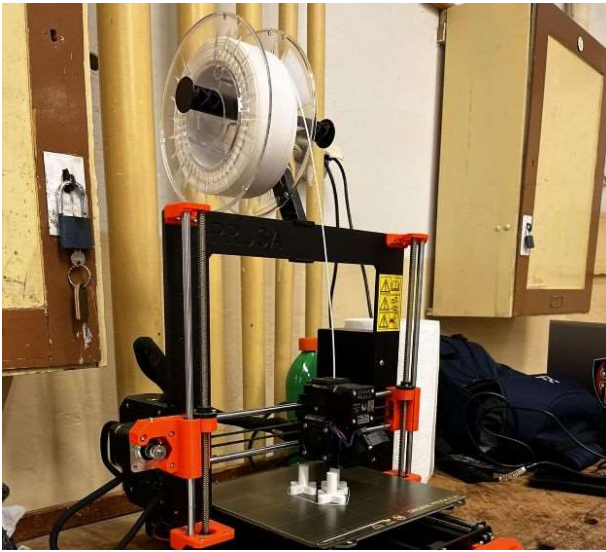
Sitä vastoin vähentävä valmistus, kuten laserleikkaus, luo esineitä poistamalla materiaalia kiinteästä lohkosta tai levystä. Tehokas laser leikkaa tai kaivertaa materiaalin tarkasti, joten se sopii hyvin litteille osille tai malleille, jotka vaativat puhtaita ja tarkkoja reunoja. Siinä missä lisäävät prosessit rakentuvat alusta alkaen, vähentävät menetelmät muotoutuvat leikkaamalla.

### 3D-tulostin

3D-tulostimet toimivat sulattamalla ja levittämällä materiaalia – tyypillisesti muoveja, kuten PLA, ABS tai PETG, ja joissakin tapauksissa metalleja – kerros kerrokselta rakentaakseen kolmiulotteisen objektin digitaalisen mallin perusteella. Tämä prosessi, joka tunnetaan nimellä additiivinen valmistus, mahdollistaa monimutkaiset geometriat, joita olisi vaikea tai mahdoton saavuttaa perinteisillä vähentämismenetelmillä, kuten jyrsinnällä tai leikkauksella.

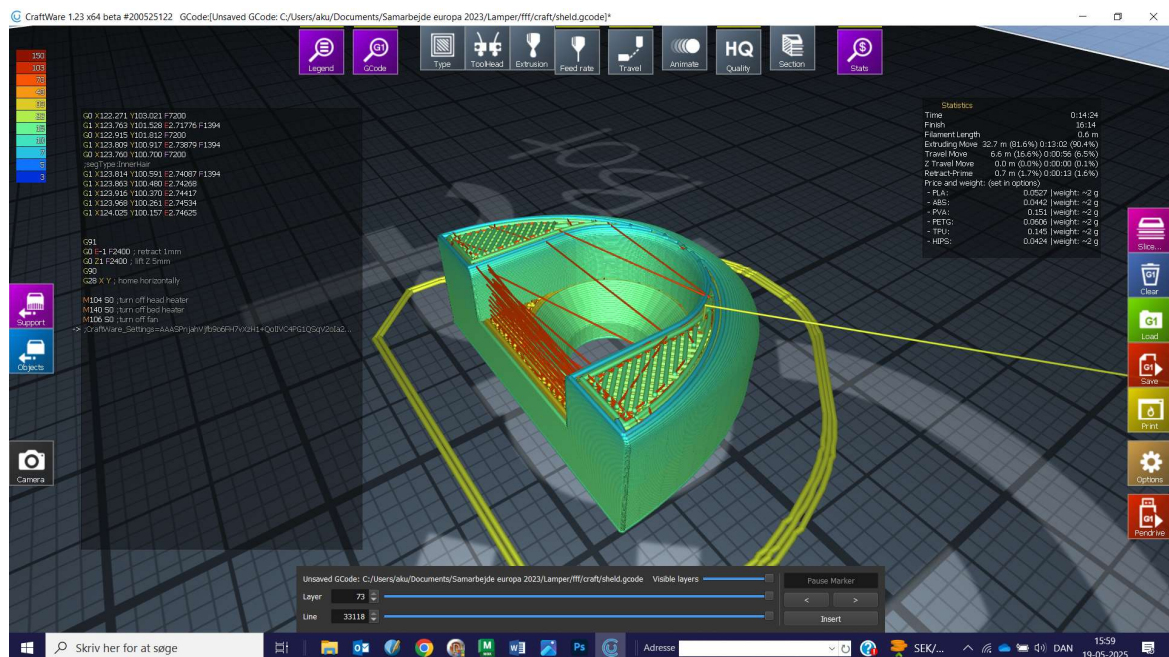
Useimmat kuluttaja- ja pöytätietokoneiden 3D-tulostimet ovat pienikokoisia ja suhteellisen hitaita, ja niiden tyypillinen rakennustilavuus on noin 200 × 200 × 250 mm, joten ne soveltuvat hyvin pienille esineille. Teollisuus- ja suurkuvatulostimet voivat kuitenkin tuottaa huomattavasti suurempia esineitä, kuten huonekalukomponentteja, arkkitehtonisia malleja tai täysikokoisia prototyypppejä.

Edistyneet tulostimet voivat myös tukea monimateriaali- tai moniväritulostusta, joustavia filamentteja tai korkean lämpötilan materiaaleja, mikä laajentaa niiden käyttömahdollisuuksia. Olipa kyse tuotesuunnittelusta, koulutuksesta, terveydenhuollosta tai harrastajatyöpajoista, 3D-tulostimet tarjoavat monipuolisen ja yhä helppokäyttöisemmän työkalun nykyaikaiseen valmistukseen.



## Esimerkkejä 3D-tulostimista

3D-tulostimista on hyötyä vain kehitystyössä, jossa on tarpeen rakentaa malleja testausta varten. Niitä voidaan käyttää pienempien tuotteiden tai mittakaavasuhteiden valmistukseen; ei yleensä ole tehokas suuremmissa tuotannoissa. Niitä käytetään laajalti nopeaan prototyyppien valmistukseen, jolloin suunnittelijat ja insinöörit voivat testata sopivuutta, muotoilla ja toimia kehitysprosessin varhaisessa vaiheessa. Prototyyppien lisäksi 3D-tulostimia käytetään myös varaosien valmistukseen koneisiin, työkaluihin tai tuotteisiin, joita ei enää valmisteta tai jotka vaativat räätälöintiä. Tähän sisältyvät vaihtorattaat, kotelot, kiinnikkeet tai jopa ergonomiset työkalut, jotka on räätälöity tiettyihin tehtäviin.

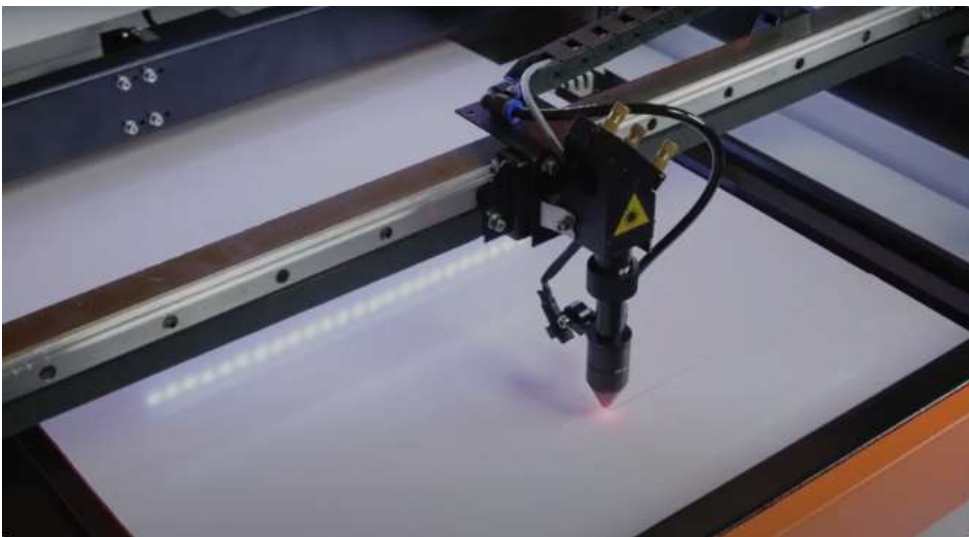


## Laserleikkurit

Laserleikkuri käyttää erittäin fokusoitua valonsädettä materiaalin polttamiseen, sulattamiseen tai höyrystämiseen poikkeuksellisen tarkasti. Laserin teho määrittää materiaalin paksuuden ja tyyppin, jota se pystyy käsittelemään. Puuntyöstössä pienitehoiset CO<sub>2</sub>-laserit ovat ihanteellisia puun, kuten vanerin, MDF:n, viilun ja massiivipuulajien, kuten koivun, pähkinän ja tammen, leikkaamiseen ja kaiverrukseen.

Laserleikkurit ovat erityisen arvostettuja puuntyöstössä puhtaiden reunojen, yksityiskohtaisten leikkausten ja monimutkaisten mallien tuottamiseksi ilman laajaa viimeistelyä. Yleisiä puuntyöstösovelluksia ovat koristepaneelien leikkaaminen, räätälöityjen upotusten tekeminen, kylttien kaiverrus, yksityiskohtaisten koristeiden valmistus, pienoismallien rakentaminen, puisten palapeliin valmistus, jigien ja mallien luominen reititystä varten sekä tuotteiden, kuten laatikoiden tai huonekalukomponenttien, personointi.

Jotkut laserleikkurit tukevat myös rasterikaiverrusta, jolloin tekstiä, logoja ja kuvioita voidaan polttaa puupinnoille brändäystä tai taiteellisia tarkoituksia varten. Niiden nopeus, tarkkuus ja kyky käsitellä toistuvia tehtäviä tekevät niistä välttämättömiä sekä pienissä puuntyöstöstudioissa että suuremmissa tuotantopajoissa.



## Esimerkki käytössä olevista laserleikkureista

Laserleikkurit ovat erittäin tarkkoja työkaluja, jotka pystyvät käsittelemään monenlaisia monimutkaisia tehtäviä. He voivat leikata malleja reititystä varten, suorittaa yksityiskohtaisia intarsiatöitä ja syövyttää tai kaivertaa tekstiä, kuvioita tai kuvia pinnoille, kuten puulle, akryylille, nahalle, lasille tai anodisoidulle metallille. Tämä tekee niistä ihanteellisia kylttien, koristepaneelien, räätälöityjen lahjojen, arkkitehtonisten mallien, korujen ja jopa yksityiskohtaisten upotusten valmistukseen.

Vaikka niitä käytetään tyypillisesti pienempiin projekteihin koon ja materiaalin paksuuden rajoitusten vuoksi, niiden tarkkuus ja monipuolisuus tekevät niistä korvaamattomia sekä harrastelija- että ammattilaistyöpajoissa.



### 3D-skanneri

3D-laserskanneri on kosketukseton työkalu, joka tallentaa tarkkoja digitaalisia mittauksia fyysisistä kohteista laservalon avulla. Puuntyöstössä sitä käytetään monimutkaisten muotojen, kuten veistettyjen yksityiskohtien, kaarevien pintojen tai olemassa olevien huonekalukomponenttien, skannaamiseen. Skanneri heijastaa koodatun valokuvion, joka kartoittaa kohteen pinnan ja luo digitaalisen 3D-mallin.

Tuloksena oleva mesh-tiedosto voidaan tuoda CAD-ohjelmistoon suunnittelumuutoksia, replikointia, CNC-työstöä tai 3D-tulostusta varten. Tämä tekee siitä ihanteellisen entisöintiin, räätälöityihin varusteisiin tai ainutlaatuisten puuosien takaisinmallintamiseen.



## Luku 4

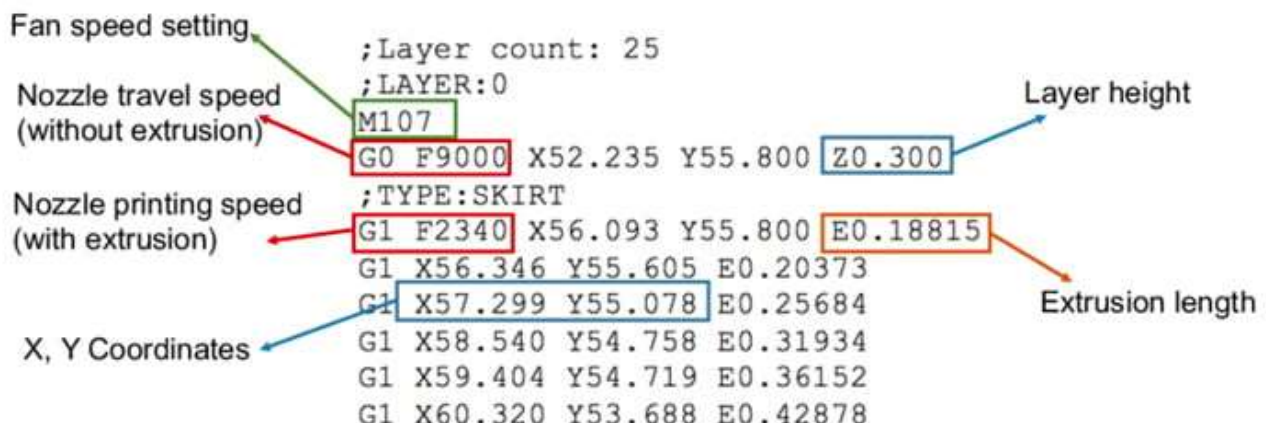
### Ohjelmat

Kaikki CNC-koneet – jyrsinkoneet, 3D-tulostimet tai laserleikkurit – vaativat ohjelmoidut ohjeet ennen käyttöä. Tämä digitaalinen koodi ohjaa koneen liikkeitä ja toimintoja varmistaen tarkat ja toistettavat tulokset.

### CNC-ohjelmointi

CNC-jyrsintäohjelma määrittelee keskeiset parametrit, kuten materiaalin koon, työkalun valinnan, lastuamissuunnan, karan nopeuden ja aloitus-/pysäytyspisteet. Nämä ohjeet on kirjoitettu G-koodilla – CNC-koneiden vakiokielellä – jossa esimerkiksi "G1" käskee lineaarista liikettä asetettuun koordinaattiin.

Perinteisesti CNC-koneiden käyttö vaati manuaalista G-koodiohjelmointia. Nykyään käyttäjäystävällinen CAD/CAM-ohjelmisto voi automaattisesti luoda G-koodin digitaalisista malleista, mikä helpottaa esineiden, kuten kaapin osien, puusepän töiden tai koristeellisten kaiverrusten, valmistamista puuntyöstössä.



The diagram illustrates G-code commands with annotations for various parameters:

- Fan speed setting:** Points to the M107 command.
- Nozzle travel speed (without extrusion):** Points to the F9000 feed rate in the G0 command.
- Nozzle printing speed (with extrusion):** Points to the F2340 feed rate in the G1 command.
- X, Y Coordinates:** Points to the X and Y values in the G1 commands.
- Layer height:** Points to the Z0.300 value in the G0 command.
- Extrusion length:** Points to the E0.18815 value in the G1 command.

The G-code commands shown are:

```

;Layer count: 25
;LAYER:0
M107
G0 F9000 X52.235 Y55.800 Z0.300
;TYPE:SKIRT
G1 F2340 X56.093 Y55.800 E0.18815
G1 X56.346 Y55.605 E0.20373
G1 X57.299 Y55.078 E0.25684
G1 X58.540 Y54.758 E0.31934
G1 X59.404 Y54.719 E0.36152
G1 X60.320 Y53.688 E0.42878

```

CNC-ohjelmat voivat olla joko itsenäisiä ohjelmistoja tai integroituja 3D-suunnittelualustoihin. Esimerkiksi **Alphacam** on ulkoinen CAM-ohjelma, joka tuo 3D-malleja muista ohjelmistoista, määrittää materiaalikoon, valitsee työkalut ja asettaa koneistustoiminnot. Se sisältää myös sisäänrakennetut työkalut toimintojen luomiseen ilman ulkoisten mallien tuontia.

Näiden toimintojen muuntaminen koneellisesti luettavaksi G-koodia käsittelee postprosessori – jota usein kutsutaan "postiprosessiksi" – joka muuntaa suunnitellut toimenpiteet tarkoiksi koneen liikkeiksi.

Integroidut alustat, kuten **SolidWorks** ja **Fusion 360**, sisältävät sisäänrakennettuja CAM-moduuleja, joiden avulla käyttäjät voivat sekä suunnitella että suunnitella koneistusvaiheita samassa ympäristössä. Nämä luottavat myös jälkiprosessoriin, joka luo lopullisen G-koodin CNC-suoritusta varten.

## 3D-tulostinohjelma

3D-tulostuksessa käytetään viipaloijaksi kutsuttua ohjelmaa, joka luo tulostimen toiminnan edellyttämän G-koodin. Viipaloija jakaa 3D-mallin ohuiksi vaakasuoriksi kerroksiksi ja laskee tarkan polun, jota tulostin seuraa materiaalin syöttämiseksi.

## Laser-ohjelma

Laserleikkaus ohjelmoidaan erityisillä ohjelmistoilla, kuten **LightBurn** tai **RDWorks**. Nämä ohjelmat tuovat yleensä **DXF-tiedostoja**, jotka on luotu suunnittelutyökaluilla, kuten **Illustratorilla** tai **AutoCADilla**. Useimmat laserohjelmistot sisältävät myös sisäänrakennetut työkalut muotojen piirtämiseen ja tekstin lisäämiseen suoraan ohjelmaan, mikä mahdollistaa sekä tuodun että ohjelman sisäisen suunnittelutyön.

## 3D-skannaus

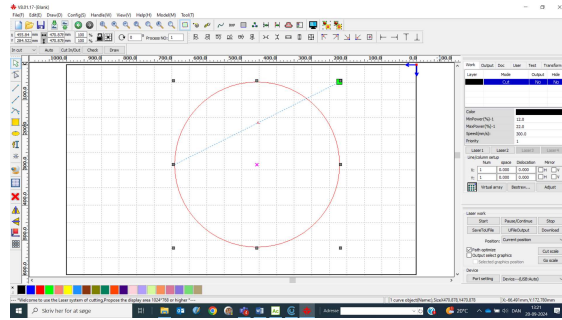
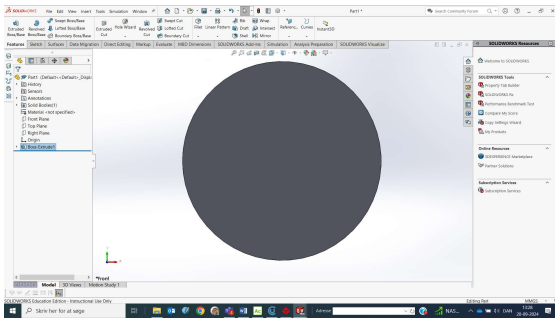
Pistepilvi on 3D-skannauksen **raakatulos**, joka koostuu tuhansista tai miljoonista pisteistä, jotka tallentavat kohteen tai ympäristön tarkan geometrian 3D-avaruudessa, joista jokainen on määritelty X-, Y- ja Z-koordinaateilla. Skannereilla, kuten laserilla tai strukturoiduilla valojärjestelmillä, kerätyt pistepilvet eivät muodosta pintoja itsestään, vaan ne toimivat perustana 3D-mallien luomiselle muuntamalla ne verkoiksi tai kiinteäksi geometriaksi CAD-ohjelmiston avulla. Puuntyöstössä pistepilvet ovat erityisen hyödyllisiä monimutkaisten tai käsin veistettyjen muotojen, kuten kaarevien listojen tai huonekalujen jalkojen, digitoinnissa tarkkaa mittausta, muokkaamista tai jäljentämistä varten.

## Esimerkki laserleikkauksen ohjelmoinnista

Laserleikkauksen aloittamiseksi objekti tai malli on ensin luotava tai tuotava joko 2D- tai 3D-suunnitelmana Adobe **Illustratorin** tai **AutoCADin** kaltaisilla ohjelmistoilla. Nämä mallit viedään tyypillisesti **DXF-tiedostoina**, jotka ovat yhteensopivia useimpien laserleikkausohjelmistojen kanssa.

Kun malli on tuotu, leikkausasetukset on säädettävä materiaalin ja sen paksuuden mukaan. Määritettäviä on yleensä kolme keskeistä parametria: **laserteho (maksimi ja minimi)** ja **leikkausnopeus**. Näiden hienosäätö varmistaa siistit leikkaukset ja estää palamisen tai epätäydelliset lähdöt riippuen siitä, leikkaatko puuta, akryyliä, paperia vai muita materiaaleja.

# Digitaalinen puuseppä: Käsikirja 1



Kun malli on tuotu, leikkausasetukset on säädettävä materiaalin ja sen paksuuden mukaan. Määritettäviä on yleensä kolme keskeistä parametria: **laserteho (maksimi ja minimi)** ja **leikkausnopeus**. Näiden hienosäätö varmistaa siistit leikkaukset ja estää palamisen tai epätäydelliset lähdöt riippuen siitä, leikkaatko puuta, akryyliä, paperia vai muita materiaaleja.