

Digitale maskiner for bygningssnedkere

CNC

Laserskærer

Shaper maskine

3D-printer

3D-scanner

Håndbog 1



Indholdsfortegnelse

Kapitel 1	4
CNC: <i>Computer numerisk kontrol</i>	4
Historie	4
Hvad er digitale værktøjer?	4
Hvad er fordelene ved at bruge digitale værktøjer?	5
Er digitale værktøjer egentlige værktøjer?	5
Eksempler på brug af digitale værktøjer	5
Hvad er resultatet af brugen af digitale værktøjer?	6
Skal vi være bange for digitale værktøjer?	6
Kan digitale værktøjer give os andre muligheder?	6
Lad os værdsætte og se det, som det er	7
Kapitel 2	8
Typer af CNC-maskiner, der anvendes i træindustrien	8
Håndholdte CNC-maskiner "Små værksteder"	8
Formede	8
Eksempler på brug af Shaper	9
Goliath CNC	9
Eksempler på brug af Goliath CNC	10
Horizontale CNC-maskiner til små værksteder	10
Eksempler på brug af små CNC'er	10
Vertikale CNC-maskiner til industrien	11
Eksempler på brug af lodret CNC-maskine	12
Indlejrede CNC-maskiner til industriel brug	13
Eksempler på brug af nesting Machines	13
5-aksede CNC-maskiner til industriel brug	14
Eksempel på brug af 5-akset CNC	14
Robotarme	15
Eksempler på robotarme	16
Kapitel 3	17
Additiv og subtraktiv teknologi	17
3D-printer	17
Eksempler på 3D-printere	18
Laserskærere	19
Eksempel på laserskærere i brug	19
3D-scanner	20



Kapitel 4	21
Programmer	21
CNC-programmering	21
3D-printerprogram	22
Laserprogram	22
3D-scanning	22
Eksempel på laserskæringsprogrammering	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+-projekt: **Digital Joiner 4.0**

2023-1-DE02-KA220-VET-000154860 Nøglekompetencer for VET EXAMINERES

Websted: digitaljoiner.com

Kapitel 1

CNC: *Computer numerisk kontrol*

Historie

De første eksperimenter med (Numerical Control) maskinen startede i 1949. Den første CNC-maskine blev udviklet i 1952 af et team af forskere, der arbejdede ved MIT (Massachusetts Institute of Technology) og blev patenteret i 1958.

CNC-bearbejdning har revolutioneret fremstillingsindustrien, siden den først blev introduceret i 1952 i form af Cincinnati Milacron Hydrotel. Siden da er avancerede robotsystemer blevet integreret i produktionen for at forbedre produktiviteten.¹

Hvad er digitale værktøjer?

Hvis vi ser os omkring i dag, bruger vi en masse digitale værktøjer uden selv at være klar over det. Ikke kun i form af computerprogrammer som Excel, Word og mange flere, tænk bare på, hvordan brugen af en lommeregner blev integreret i mange forskellige erhverv, og hvorfor.

I træbearbejdnings- og snedkerfagene er digitale værktøjer blevet et meget almindeligt træk i den moderne træarbejders værktøjskasse.

De mest anvendte værktøjer er f.eks. digitale skydelære, vinkelmålere, afstandsmålere, fugtmålere osv.

Producenter af håndholdte, små såvel som store industrimaskiner har udskiftet analoge ure, og håndhjul til justering m.m. til digitaliserede læsere/skærme. De første digitaliserede læsere blev introduceret som NC-læsere. NC står for **Numerical** Control-læsere, som er digitale inputsystemer, der er integreret i maskiner til styring af positionering eller måling med numerisk præcision, som blev installeret på radialsave til skæring i længden.

Nu kan vi finde digital styring og læsere, der er forbundet til håndhjul og berøringsskærme til justering af flere aggregater i en maskine, som kantlimere, bredbåndsslibere, stort set til alle moderne træbearbejdningsmaskiner.

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

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_numerical_control

Hvad er fordelene ved at bruge digitale værktøjer?

Hovedinteressen og årsagen til digitale værktøjer er at fremskynde processer. Tid er penge.

På værkstedet betjenes, kalibreres og vedligeholdes digitaliserede maskiner af kvalificeret personale. Disse maskiner har en afgørende rolle og indflydelse på det økonomiske resultat i virksomheden.

En professionel vil være i stand til at opsætte og justere maskineriet ved hjælp af digitaliserede skærme/læsere meget hurtigere sammenlignet med traditionelle analoge maskinjusteringer.

Digitale værktøjer hjælper os ikke kun med at fremskynde processer, men er også et kraftfuldt værktøj til præcist og ensartet arbejde.

Er digitale værktøjer egentlige værktøjer?

Ja, digitale værktøjer er værktøjer, men de er ikke nødvendigvis fysiske værktøjer.

I dag bruger vi en masse computerprogrammer, som giver os mulighed for at lave en tegning (CAD), kundepræsentation (3D), beregning af brugte materialer, værkstedstegninger, cutlister og CNC-programmer på én gang eller uafhængigt af hver opgave.

De fleste af disse programmer er baseret på Excel. Inden for disse programmer kan du tilføje data og værdier efter eget valg, som refererer til en bestemt formel eller handling; for eksempel til at fremstille en cut-list eller oprette et program til en specifik CNC-opgave.

Eksempler på brug af digitale værktøjer.

Som tidligere nævnt er der mange eksempler på digitale værktøjer, såsom Microsoft Word, Excel, Alphacam, Inventor, Wooddesigner, Stairdesigner, Cut-list app og mange flere eksempler på computerprogrammer, der bruges i branchen. Vi skal også huske, at næsten alle maskiner på værkstedet, såsom mobiltelefoner, faktisk er digitale værktøjer.

Et godt eksempel på implementering af digitale værktøjer kunne være bagagehåndtering i lufthavne eller pakkelevering på lagre. Begge bruger scannere og strekkoder til at modtage og levere varer til de rigtige steder på det rigtige tidspunkt.

Mange producenter i vores branche bruger den samme slags off-systemer i deres produktion for at optimere processer og reducere menneskelige fejl.

Tegninger og ordrer udarbejdes på kontoret, sendes til produktionsområdet, hvor maskinerne tager over og begynder at bearbejde og kode hver enkelt del med etiketter eller ved laserscanning. Hver del vil følge sin egen behandlingsrute, og på hver station vil

delene blive læst ved scanninger, og maskinen vil justere og aktivere sig selv for at udføre de processer, der er nødvendige for at producere delen i henhold til de data, delen bærer.

Hvad er resultatet af brugen af digitale værktøjer?

Digitale værktøjer er økonomisk meget mere effektive og sparer tid; Samtidig giver det mulighed for at fremskynde alle processer, samtidig med at det giver et præcist og ensartet resultat. Ved at bruge og implementere digitale værktøjer fra den første idé til det endelige design og produktlevering kan du minimere omkostningerne og forudse mulige problemer. Det reducerer endda menneskelige fejl ved tryk på computerens tastatur.

Nogle mennesker vil måske sige om digitale værktøjer, "arbejd smart, ikke hårdt". Kort sagt hjælper digitale værktøjer os med at holde vores *arbejdsidiotbevis*.

Skal vi være bange for digitale værktøjer?

Digitalisering sker bredt inden for forskellige produktionsområder og har en direkte effekt på job og sektorer i samfundet. Ja, det påvirker arbejdspladsen og jobtilgængeligheden, men kan også hjælpe med at løse hårde eller stressende job, eller i det mindste gøre dem lettere, som vil være billigere i længden, på grund af et sundere liv, hvilket kan hjælpe med de deraf følgende offentlige omkostninger for sundhedssektoren. Udover det vil der stadig være behov for uddannede fagfolk til at programmere, tegne, betjene eller bare oversætte menneskehedens tænkning for at udvikle selve værktøjet.

Kan digitale værktøjer give os andre muligheder?

Der er stadig mange muligheder for at implementere digitale værktøjer, men vi er kun lige begyndt. Hvis vi ser på sociale medier i dag, såsom Facebook og Instagram for eksempel, ser vi, hvor langt og hurtigt de når ud til brugerne; Det er overraskende, at vi ikke udnytter disse muligheder på en mere gunstig måde i træbearbejdningsindustrien.

På trods af global forbindelse, live-møder, datadeling og endda fjernstyring af computere og maskiner, producerer vi stadig lokalt og sender til hele verden. I en tid med voksende miljøbekymringer kan digitale værktøjer spille en nøglerolle i at reducere vores økologiske fodaftryk. "Kvalitet" kan betyde forskellige ting for forskellige mennesker, hvilket fortsat er en vigtig grund til at producere lokalt eller internt.

Digitale værktøjer gør det umagen værd at engagere sig med lokale producenter og etablere direkte kommunikation for at sikre kvaliteten. Selvom den stadig er under udvikling, vinder denne tilgang indpas på tværs af brancher gennem både globale operationer og iværksætterinitiativer. Det er sandsynligt, at der vil dukke flere fagspecifikke platforme og webbaserede værktøjer op, der giver brugerne mulighed for at afgive ordrer, som lokale producenter kan acceptere og opfylde efter aftale.

Overvej f.eks. en producent med en Homag CNC, der bruger WoodWop. Målet kan være at betjene så mange kunder som muligt – både lokalt og internationalt – og at udnytte langsommere perioder ved at producere for andre. Spørgsmålet bliver så: Hvordan kan dette potentiale realiseres?

En tilgang kunne være at udvikle en app eller webbaseret platform specifikt til Homag- og WoodWop-brugere, hvor lokale fagfolk kan afgive tilbud på forprogrammerede produktions- og installationsopgaver. Medlemmer af dette netværk kan både slå op og svare på jobopslag, hvilket skaber et gensidigt fordelagtigt økosystem, der også hjælper med at udfylde produktionshuller i langsommere perioder.

Konklusion: Digitale værktøjer og beregningstænkning giver betydelige muligheder inden for træbearbejdning, hvilket muliggør smartere samarbejde, optimerede arbejdsgange og større fleksibilitet i at imødekomme efterspørgslen.

Lad os værdsætte og se det, som det er.

Digitale værktøjer og computertænkning er gradvist kommet ind i træbearbejdning og acceler sammen med bredere it-fremskridt, og de er kommet for at blive. For generation X og senere er automatisering normen, der driver kontinuerlige fremskridt. Denne udvikling bør omfavnes som muligheder, ikke frygtes, med entusiasme for det, der ligger forude, og en tankegang, der er åben for yderligere udforskning.

Kapitel 2

Typer af CNC-maskiner, der anvendes i træindustrien

Håndholdte CNC-maskiner "Små værksteder"

Små CNC-maskiner har en fordel i form af lav vægt, bærbarhed, fordelagtig pris, hvilket gør dem mere velegnede til mindre produktioner.

Håndholdte/bevægelige små CNC-maskiner er udviklet til værkstedsbrug. De er relativt billige sammenlignet med store industrimaskiner, små og nemme at implementere til produktion i lille skala.

Formede



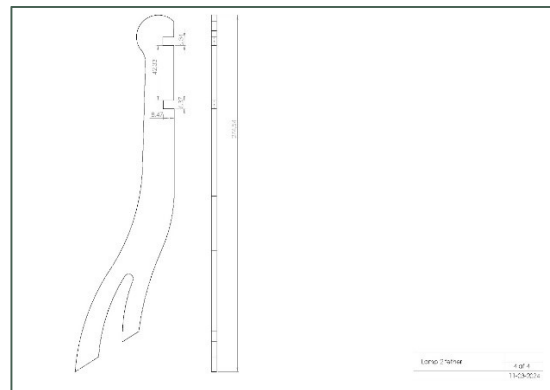
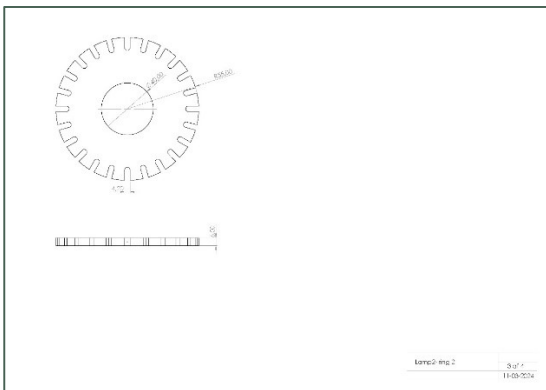
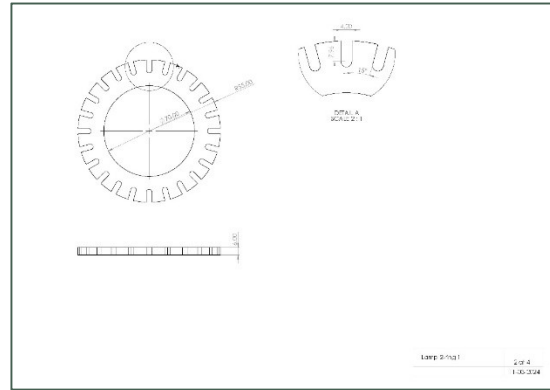
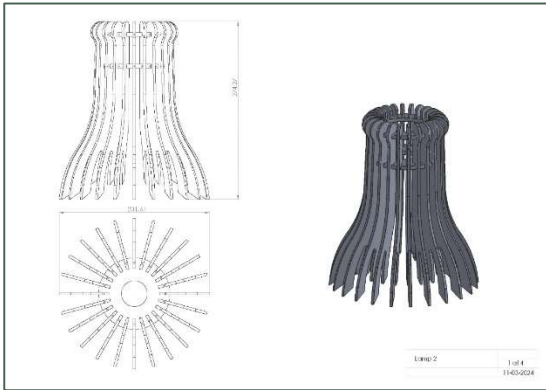
<https://ud.goldsupplier.com/da/blog/handheld-cnc-router/>

En af de maskiner, der går i kommerciel brug i 2024, er *Shaper*. Det er en CNC-maskine, der ligner en håndholdt router i form, men som giver langt større præcision. Et indbygget kamera registrerer referencemarkører placeret på emnet, så maskinen kan koordinere sine bevægelser med brugerens hånd i realtid. Dette muliggør meget nøjagtig fræsning af forudplanlagte designs. Shaper er også udstyret med en berøringsskærmsgrænseflade til intuitiv betjening og kontrol.

Disse kompakte maskiner er ideelle til små værksteder, prototyper og hobbybrug. Værktøj skiftes manuelt og kræver en støvsuger. Programmering sker via producentens hjemmeside med displayfunktioner på maskinen og adgang til programmer, der kan downloades fra andre brugere.

Eksempler på brug af Shaper

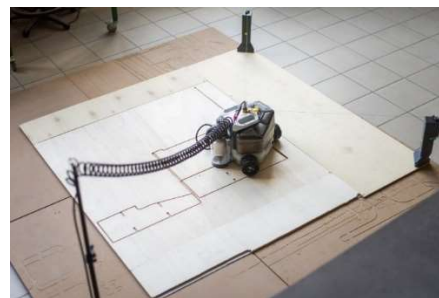
Her er et eksempel på små dele, der kan produceres med en Shaper; en lampeskærm lavet af krydsfiner.



Tegninger skal være vektorgrafik, der kan gemmes som SVG-filer.

Goliath CNC

En anden maskine, der går i kommerciel brug i 2024, er *Goliath*, en bærbar CNC-enhed, der er i stand til at fungere autonomt på overflader op til 3,5 meter. Den bruger hjørnemonterede sensorer til orientering, og programmer køres fra en ekstern computer.



<https://www.finewoodworking.com/2022/03/15/tools-to-look-out-for-this-spring>

Eksempler på brug af Goliath CNC

Goliath er velegnet til arbejde på store overflader som gulve eller overdimensionerede paneler, hvilket gør den ideel til at lægge flere komponenter ud samtidigt. Den er ikke beregnet til produktion i lille skala, men udmærker sig ved prototyping og håndtering af specialiserede, engangsgøveler, der kræver fleksibilitet og plads.

Horisontale CNC-maskiner til små værksteder

Små CNC-bordmaskiner er designet til produktion i begrænset skala og er i det væsentlige kompakte versioner af større industrielle modeller. De har et fast arbejdsområde og arbejder langs tre akser: X, Y og Z. De fås i forskellige størrelser og kvalitetsniveauer, og de bruger typisk en ekstern fræsespindel efter brugerens valg, hvor værktøjerne skiftes manuelt.



<https://cnc-step.dk/cnc-fraesemaskiner/>

Før brug kræver maskinen et program, typisk oprettet i software, der genererer G-kode. Den håndterer primært flade genstande som brædder, selvom mere komplekse dele som stoleben også er mulige. Det kan dog være en udfordring at sikre emner, da disse maskiner normalt mangler indbyggede fastspændings- eller sugesystemer.

Eksempler på brug af små CNC'er

Små CNC-maskiner er velegnede til både små serier og engangsproduktioner. De fungerer godt i kompakte værksteder og kan håndtere moderat output. Deres størrelse giver dem også mulighed for at behandle standardpladematerialer effektivt.

Vertikale CNC-maskiner til industrien

Lodrette CNC-maskiner er industrielle systemer designet til fremstilling af standardiserede plademateriale møbler og komponenter. Bearbejdning sker med arket placeret lodret. Disse maskiner har en værktøjsbank med fræse-, bore- og saveværktøjer, der giver mulighed for automatisk værktøjsskift under drift.



Digitaljoiner.com

Programmet er skabt med integreret software WOODWOP (Homag) eller NC-hops (Holzher), som er placeret på maskinens lokale computer via dedikerede programmer, der kan oprette G-koder til betjening af CNC-maskinen.

Emnerne fastgøres med sugekopper, og maskinen er også udstyret med passende støvudsugning.

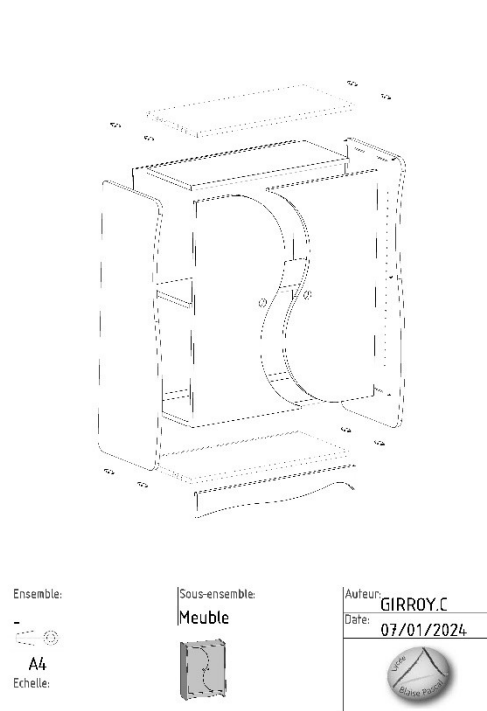
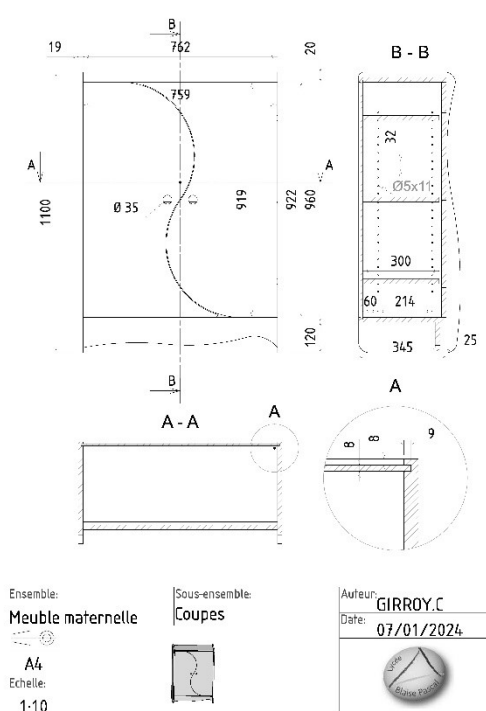


digitaljoiner.com

Eksempler på brug af lodret CNC-maskine

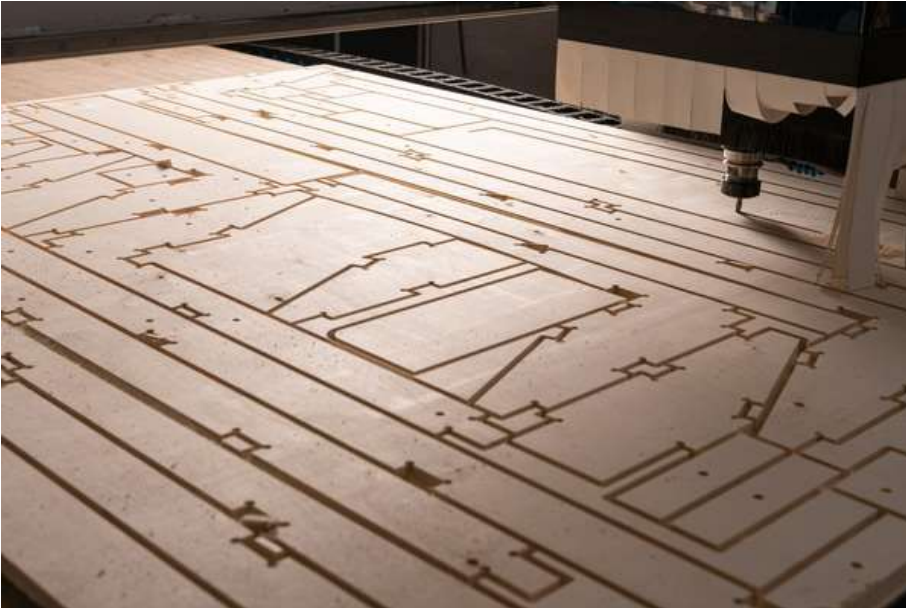
Vertikale CNC-maskiner er kompakte industrielle systemer, der er designet specielt til skabsproduktion, såsom køkkenenheder. Deres lille fodaftryk tillader installation på begrænset plads, men plader skal skæres på forhånd for at passe - typisk sidemål plus 6 mm.

Nedenfor er et eksempel på et skab, der kan produceres.



Indlejrede CNC-maskiner til industriel brug

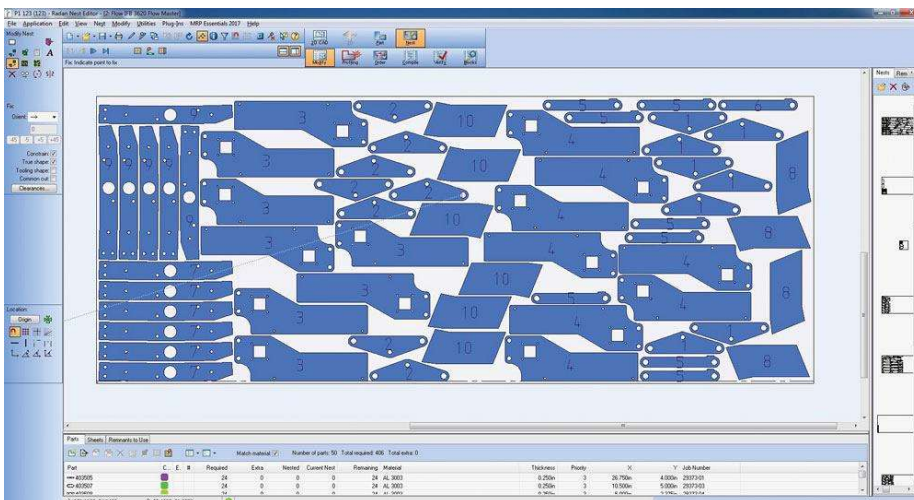
Indlejringsmaskiner er store industrielle CNC'er designet til at behandle hele plader med høj hastighed og præcision. De fungerer på X-, Y- og Z-akser, typisk bearbejdnng fra toppen for at skabe skabssider, huller og riller. Emner holdes på plads ved vakuumsugning til en offerplade. Disse maskiner omfatter værktøjsbanker og støvsugere.



<https://sfkplywood.com/the-best-plywood-for-cnc-cutting-tips-and-recommendations/>

Eksempler på brug af nesting Machines

Nesting-maskiner kan behandle flere dele arrangeret på tværs af et helt ark materiale. Her er et eksempel på elementplacering på et enkelt panel.



5-aksede CNC-maskiner til industriel brug

Maskiner med flere akser muliggør kompleks 3D-bearbejdning, f.eks. konturerede overflader, vinklede snit og præcis boring. De har værktøjsbanker til automatiske ændringer, selvom arbejdsområde og højde er begrænset. Dele sikres ved hjælp af sugeskiver eller brugerdefinerede armaturer.

Eksempel på brug af 5-akset CNC

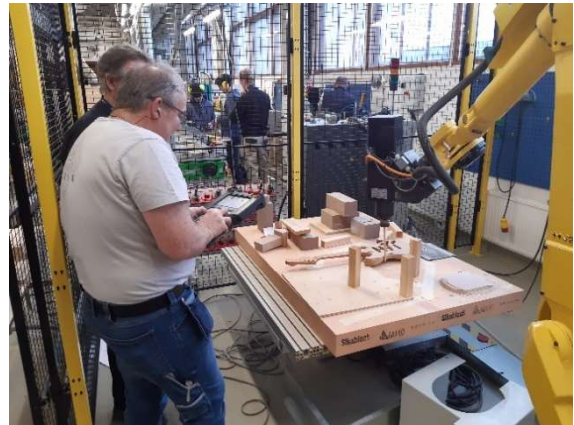
5-aksede maskiner er komplette industrielle maskiner, der er i stand til at lave kompliceret bearbejdning. For eksempel en gelænderstøbning med krumning til trappeproduktion.



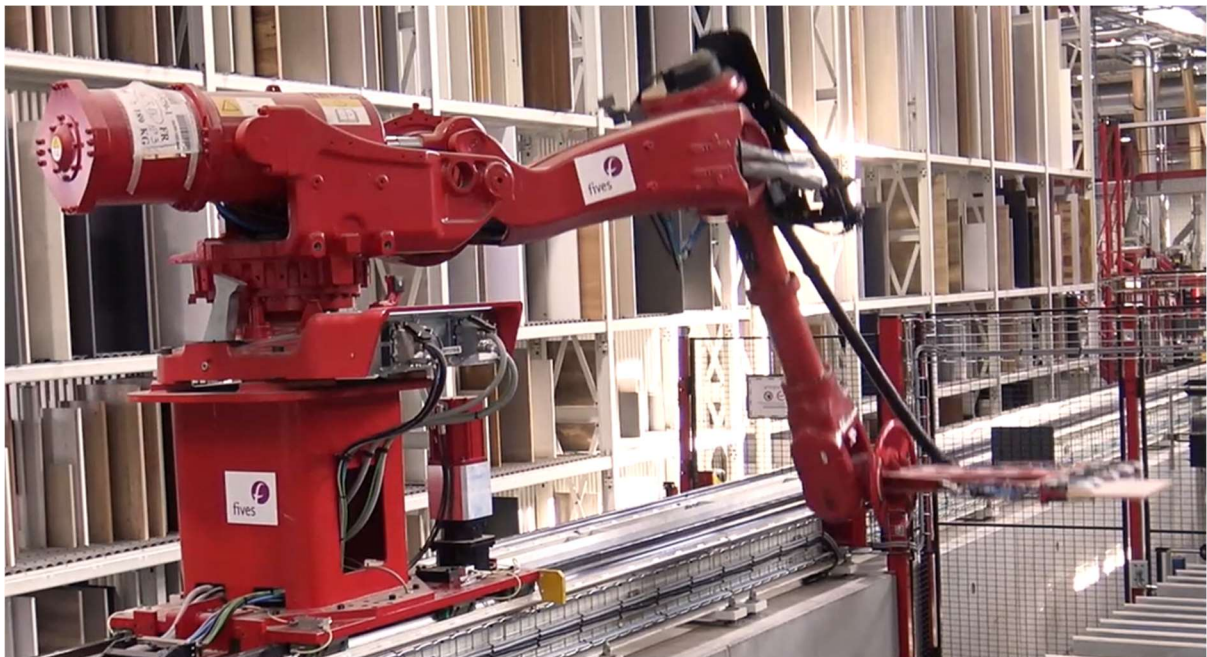
Digitaljoiner.com

Robotarme

Robotarme er alsidige CNC-maskiner, der udfører opgaver som fræsning, slibning, savning eller lakering, afhængigt af det vedhæftede værktøj. Deres vigtigste fordel er forbedre til komplekse geometrier.



Digitaljoiner.com



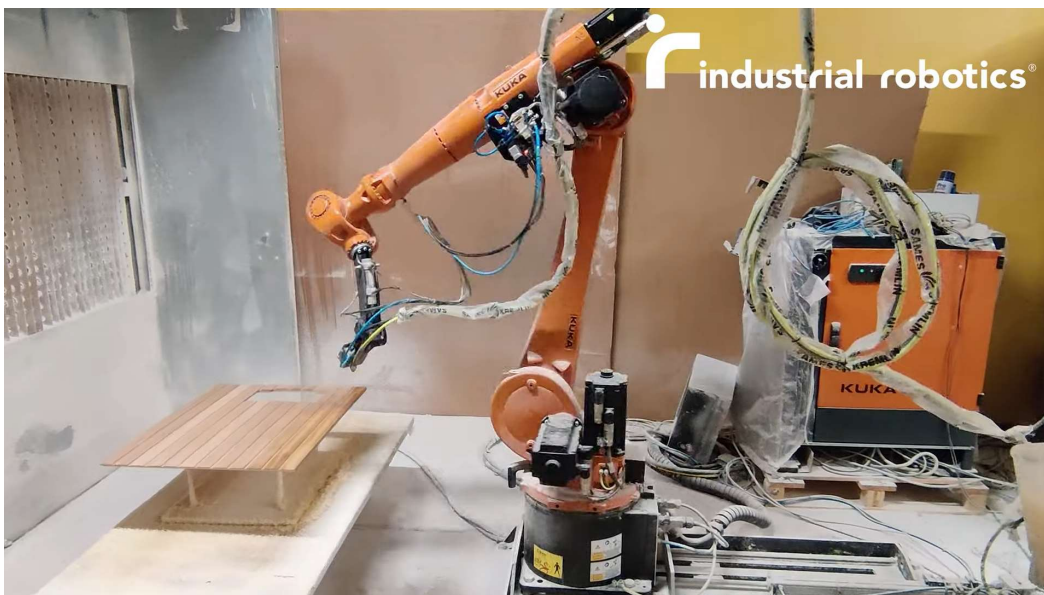
Digitaljoiner.com

Eksempler på robotarme

Robotarme kan udføre meget komplicerede opgaver såsom fræsning af stole, skalering eller slibning af emner.



<https://www.woodshopnews.com/tools-machines/universal-robots-features-cobots-at-iwf>



Kapitel 3

Additiv og subtraktiv teknologi

Additiv og subtraktiv teknologi repræsenterer to grundlæggende tilgange til fremstilling. Additiv fremstilling, såsom 3D-print, bygger objekter ved at deponere materiale lag for lag baseret på en digital model. Denne metode er ideel til at skabe komplekse geometrier med minimalt spild, ofte ved hjælp af materialer som plastfilament eller harpiks.

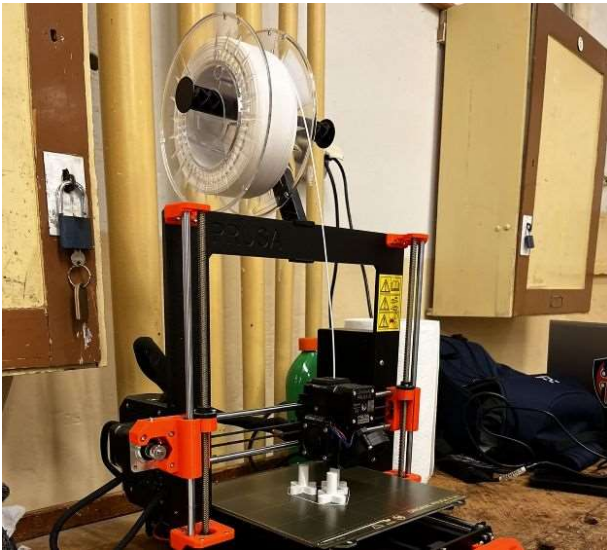
I modsætning hertil skaber subtraktiv fremstilling, som laserskæring, genstande ved at fjerne materiale fra en solid blok eller plade. En kraftig laser skærer eller graverer materialet præcist, hvilket gør det velegnet til flade dele eller design, der kræver rene, nøjagtige kanter. Mens additive processer konstrueres fra bunden, former subtraktive metoder sig ved at skære væk.

3D-printer

3D-printere fungerer ved at smelte og deponere materiale - typisk plast som PLA, ABS eller PETG og i nogle tilfælde metaller - lag for lag for at opbygge et tredimensionelt objekt baseret på en digital model. Denne proces, kendt som additiv fremstilling, giver mulighed for komplekse geometrier, der ville være vanskelige eller umulige at opnå med traditionelle subtraktive metoder som fræsning eller skæring.

De fleste 3D-printere i forbrugerkvalitet og desktop er kompakte og relativt langsomme med en typisk byggevolumen på omkring 200 × 200 × 250 mm, hvilket gør dem velegnede til små genstande. Industrielle og storformatprintere kan dog producere betydeligt større genstande, såsom møbelkomponenter, arkitektoniske modeller eller prototyper i fuld størrelse.

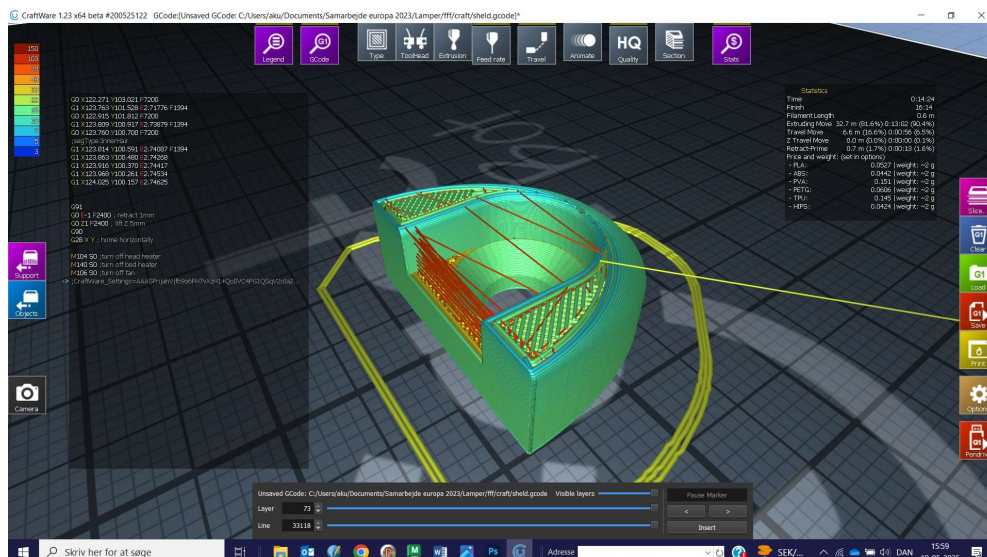
Avancerede printere kan også understøtte udskrivning af flere materialer eller flere farver, fleksible filamenter eller materialer med høje temperaturer, hvilket udvider deres anvendelsesområde. Uanset om det drejer sig om produktdesign, uddannelse, sundhedspleje eller hobbyværksteder, tilbyder 3D-printere et alsidigt og stadig mere tilgængeligt værktøj til moderne fremstilling.



Digitaljoiner.com

Eksempler på 3D-printere

3D-printere er kun nyttige i udviklingsarbejde, hvor det er nødvendigt at bygge modeller til test. De kan bruges til fremstilling af mindre emner eller genstande i skalaforhold; typisk ikke effektiv til større produktioner. De bruges i vid udstrækning til hurtig prototyping, hvilket giver designere og ingeniører mulighed for at teste pasform, form og funktion tidligt i udviklingsprocessen. Ud over prototyping bruges 3D-printere også til at producere reservedele til maskiner, værktøjer eller produkter, der ikke længere fremstilles eller kræver tilpasning. Dette inkluderer udskiftningsgear, kabinetter, beslag eller endda ergonomisk værktøj, der er skræddersyet til specifikke opgaver.



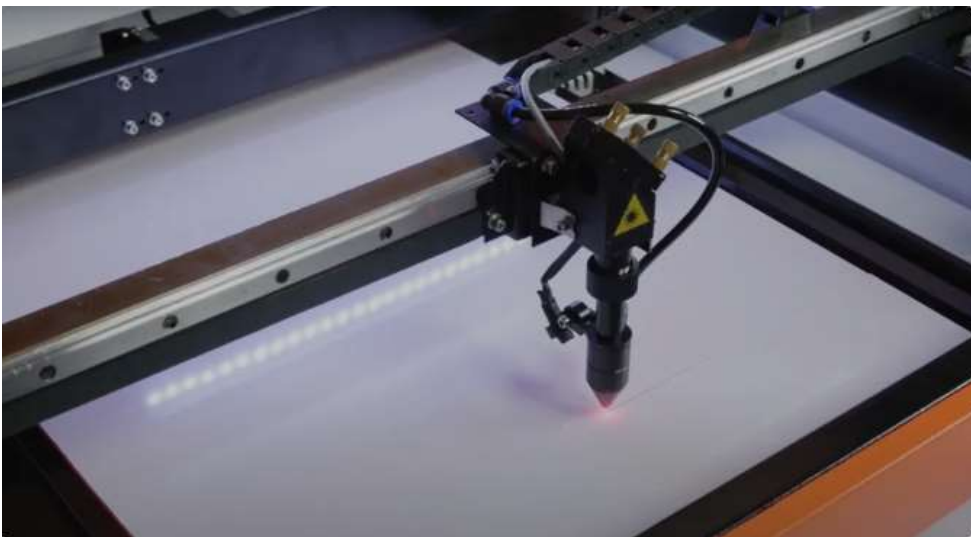
Digitaljoiner.com

Laserskærere

En laserskærer bruger en meget fokuseret lysstråle til at brænde, smelte eller fordampe materiale med enestående præcision. Laserens kraft bestemmer tykkelsen og typen af materiale, den kan behandle. Inden for træbearbejdning er CO₂-lasere med lavere effekt ideelle til skæring og gravering af træ, herunder krydsfiner, MDF, finer og massive træsorter som birk, valnød og eg.

Laserskærere er især værdsat inden for træbearbejdning for at producere rene kanter, detaljerede snit og indviklede designs uden behov for omfattende efterbehandling. Almindelige træbearbejdningsskærere omfatter skæring af dekorative paneler, fremstilling af brugerdefinerede indlæg, gravering af skiltning, fremstilling af detaljerede ornamenter, bygning af skalamodeller, fremstilling af træpuslespil, oprettelse af jigs og skabeloner til routing og personalisering af produkter såsom kasser eller møbelkomponenter.

Nogle laserskærere understøtter også rastergravering, hvilket gør det muligt at brænde tekst, logoer og mønstre på træoverflader til branding eller kunstneriske formål. Deres hurtighed, nøjagtighed og evne til at håndtere gentagne opgaver gør dem uundværlige i både små træbearbejdningsskærere og større produktionsværksteder.



<https://virmer.com/da/blog/>

Eksempel på laserskærere i brug

Laserskærere er meget præcise værktøjer, der er i stand til at håndtere en lang række indviklede opgaver. De kan skære skabeloner til routing, udføre detaljeret intarsiaarbejde og ætse eller grave tekst, mønstre eller billeder på overflader som træ, akryl, læder, glas eller anodiseret metal. Dette gør dem ideelle til fremstilling af skiltning, dekorative paneler, tilpassede gaver, arkitektoniske modeller, smykker og endda detaljerede indlæg. Mens det typisk bruges til

Mindre projekter på grund af størrelses- og materialetykkelsesbegrænsninger, deres nøjagtighed og alsidighed gør dem uvurderlige i både hobby- og professionelle værksteder.



<https://www.instructables.com/Laser-Cut-Drink-Tray/>

3D-scanner

En 3D-laserscanner er et berøringsfrit værktøj, der registrerer præcise digitale målinger af fysiske objekter ved hjælp af laserlys. I træbearbejdning bruges det til at scanne komplekse former som udskårne detaljer, buede overflader eller eksisterende møbelkomponenter. Scanneren projicerer et kodet lysmønster, der kortlægger objektets overflade og skaber en digital 3D-model.

Den resulterende mesh-fil kan importeres til CAD-software til designændringer, replikering, CNC-bearbejdning eller 3D-print. Dette gør den ideel til restaurering, specialbeslag eller omvendt konstruktion af unikke trædele.



Digitaljoiner.com

Kapitel 4

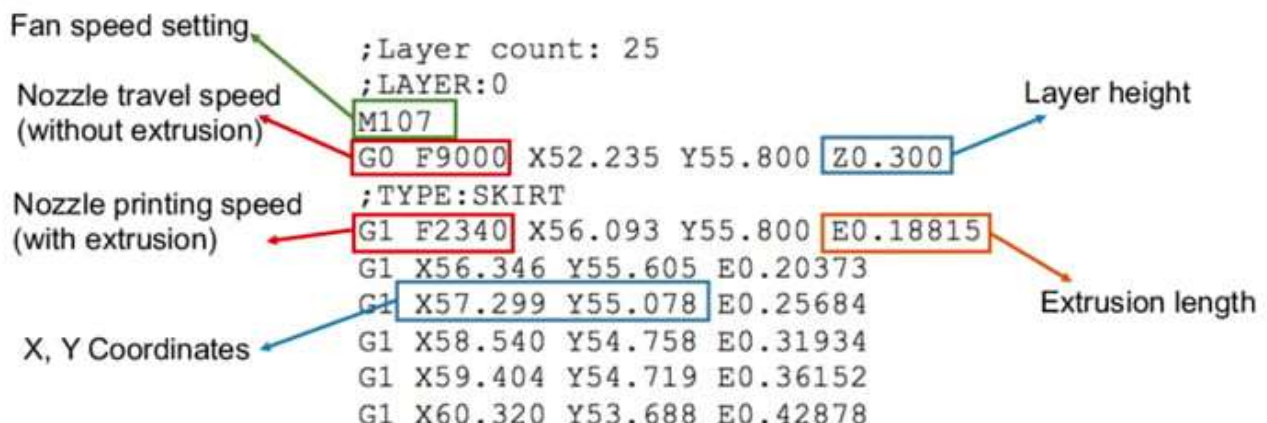
Programmer

Alle CNC-maskiner – uanset om det er fræsemaskiner, 3D-printere eller laserskærere – kræver et programmeret sæt instruktioner før drift. Denne digitale kode styrer maskinens bevægelser og handlinger, hvilket sikrer nøjagtige og repeterbare resultater.

CNC-programmering

Et CNC-fræseprogram definerer nøgleparametre såsom materialestørrelse, værktøjsvalg, skæreretning, spindelhastighed og start/stoppunkter. Disse instruktioner er skrevet i G-kode - standardsproget for CNC-maskiner - hvor for eksempel "G1" styrer lineær bevægelse til en bestemt koordinat.

Traditionelt krævede betjening af CNC-maskiner manuel G-kodeprogrammering. I dag kan brugervenlig CAD/CAM-software automatisk generere G-kode fra digitale designs, hvilket gør det nemmere at producere emner som skabsdele, snedkerarbejde eller dekorative udskæringer i træbearbejdning.



CNC-programmer kan enten være selvstændig software eller integreret i 3D-designplatforme. For eksempel **er Alphacam** et eksternt CAM-program, der importerer 3D-modeller fra anden software, definerer materialestørrelse, vælger værktøjer og indstiller bearbejdningsoperationer. Det indeholder også indbyggede værktøjer til at oprette operationer uden at importere eksterne modeller.

Konverteringen af disse operationer til maskinlæsbar G-kode håndteres af en **postprocessor** – ofte omtalt som en "mailproces" – som oversætter de planlagte handlinger til præcise maskinbevægelser.

Integrerede platforme som **SolidWorks** og **Fusion 360** inkluderer indbyggede CAM-moduler, der giver brugerne mulighed for både at designe og planlægge bearbejdningstrin

i det samme miljø. Disse er også afhængige af en postprocessor til at generere den endelige G-kode til CNC-udførelse.

3D-printerprogram

Ved 3D-print bruges et program kaldet en *slicer* til at generere den G-kode, der er nødvendig for, at printeren kan fungere. Udsnippet opdeler 3D-modellen i tynde vandrette lag og beregner den nøjagtige vej, som printeren vil følge for at deponere materiale

Laserprogram

Laserskæring programmeres ved hjælp af dedikeret software som **LightBurn** eller **RDWorks**. Disse programmer importerer typisk **DXF-filer**, der er oprettet i designværktøjer som **Illustrator** eller **AutoCAD**. De fleste lasersoftware indeholder også indbyggede værktøjer til at tegne former og tilføje tekst direkte i programmet, hvilket giver mulighed for både importeret og i programmet designarbejde.

3D-scanning

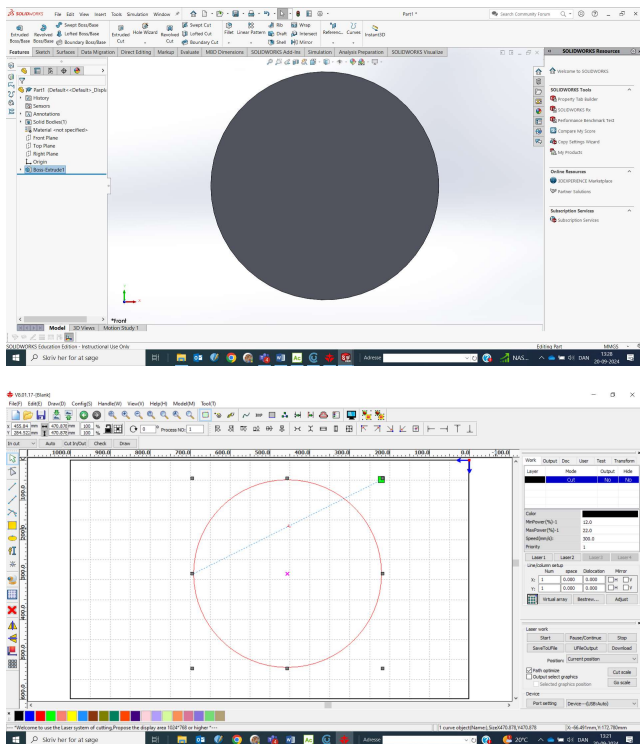
En **punktsky** er det rå resultat af en **3D-scanning**, der består af tusindvis eller millioner af punkter, der fanger den nøjagtige geometri af et objekt eller miljø i 3D-rummet, hver defineret af X-, Y- og Z-koordinater. Punktskyer, der indsamles ved hjælp af scannere som laser eller strukturerede lyssystemer, danner ikke overflader i sig selv, men tjener som grundlag for at skabe 3D-modeller ved at konvertere dem til masker eller solid geometri ved hjælp af CAD-software. I træbearbejdning er punktskyer især nyttige til digitalisering af komplekse eller håndskårne former - såsom buede lister eller møbelben - til præcis måling, modifikation eller reproduktion.

Eksempel på laserskæringsprogrammering

For at begynde laserskæring skal et objekt eller en model først oprettes eller importeres – enten som et 2D- eller 3D-design ved hjælp af software som **Adobe Illustrator** eller **AutoCAD**. Disse designs eksporteres typisk som **DXF-filer**, som er kompatible med de fleste laserskæringssoftware.

Når designet er importeret, skal skæreindstillingerne justeres, så de passer til materialet og dets tykkelse. Der er normalt tre nøgleparametre at konfigurere: **lasereffekt (maksimum og minimum)** og **skærehastighed**. Finjustering af disse sikrer rene snit og forhindrer forbrænding eller ufuldstændige overkørsler, afhængigt af om du skærer træ, akryl, papir eller andre materialer.

Digital snedker: Håndbog 1



Digitaljoiner.com

Når designet er importeret, skal skæreindstillingerne justeres, så de passer til materialet og dets tykkelse. Der er normalt tre nøgleparametre at konfigurere: **lasereffekt (maksimum og minimum)** og **skærehastighed**. Finjustering af disse sikrer rene snit og forhindrer forbrænding eller ufuldstændige overkørsler, afhængigt af om du skærer træ, akryl, papir eller andre materialer.