

## **Framtidens produktionsutrustningar ställs om med mjukvara - och möter krav på snabbhet, noggrannhet och kundanpassning**

**Förmågan att kunna tillverka och leverera kundspecifika detaljer snabbt och säkert blir allt mer avgörande. I praktiken innebär det att verkstadens utrustningar måste kunna ställas om blixtnsnabbt. Lösningen är till stor del att ha en mer eller mindre oförändrad mekanik och istället ställa om maskinerna med hjälp av dess mjukvaror.**

Tiden mellan order och leverans, noggrannhet hos tillverkningen och förmågan att leverera små partier av kundanpassade detaljer blir allt viktigare för våra verkstäder. Detta faktum är redan i dagsläget en realitet. Tar man sedan en titt i kristallkulan och blickar en bit framåt så har denna trend sannolikt knappt ens påbörjats. En kvalificerad gissning är att riktigt lönsamma verkstäder i framtiden måste kunna utföra rationell enstyckstillverkning av kundspecifika detaljer, med stora variationer mellan olika uppgifter. Detta ställer givetvis mycket stora krav på den tillverkningsteknik som utnyttjas. Förutom en väl utvecklad planering av verksamheten måste maskinutrustningarna både kunna utföra kvalificerad bearbetning och ha en stor spännvidd vad gäller flexibiliteten. Denna utveckling gör också att stycktidens betydelse minskar i förhållande till tiden att ställa om mellan olika produkter. Följden blir att utrustningarna måste kunna ställas om på nolltid för olika tillverkningsuppgifter. För att lyckas med detta finns en del "naturlagar" som inte går att komma undan. Sammanfattningsvis innebär dessa lagar att man måste hitta lösningar som minimerar fysiska aktiviteter av olika slag på verkstadsgolvet. Exempel är förflyttningar av arbetsstycken och utrustningar, samt byten av fixturer och verktyg. I stället gäller det att i möjligaste mån skapa flexibiliteten med hjälp av ettor och nollor. Det gäller att hitta lösningar där byten av bland annat styrprogram gör att maskinen kan tillverka en ny produkt med annorlunda geometri mm. Införandet av NC-tekniken i verktygsmaskinerna var det första steget i denna riktning. Det återstår dock en hel del riggningsarbete mm i dagsläget, då man byter arbetsuppgift. Men trenden går spikrakt mot lösningar som allt mer begränsar behovet av omställningar av den ingående mekaniken. I stället blir det mjukvaran som styr maskin- och processegenskaperna.



*Bild 1. Många axlar och frihetsgrader i maskinen, samt effektivt verktygsutnyttjande, innebär att omställningen mellan olika partier till största del kan ske mjukvarumässigt. /DMG/*

## Komplettbearbetning blir ett villkor

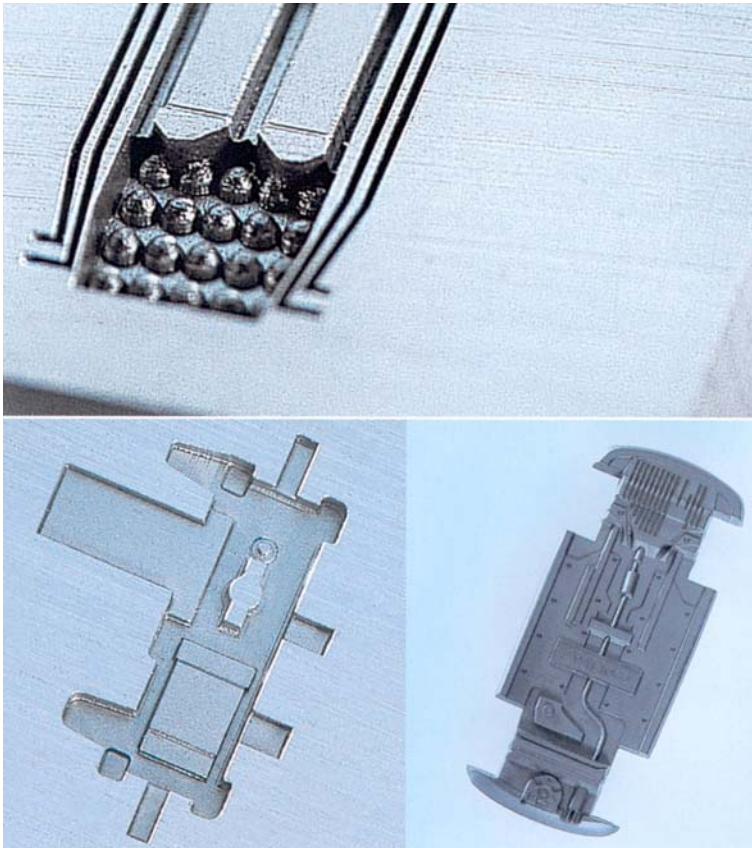
Det bästa sättet att förkorta omställningstider och materialtransporter är att helt enkelt utesluta dem. Man måste därför hitta lösningar där varje maskin utför många olika operationer i ett svep. Detta innebär i sin tur att materialet egentligen bara finns i två former, obearbetade råämnen eller färdigbearbetade produkter. Utvecklingen mot att utföra flera operationer i en utrustning syns också tydligt många verkstadsutrustningar. Samtidigt får maskinerna allt fler frihetsgrader, fler tillgängliga verktyg och effektivare styrsystem. Ett bra exempel är maskinutrustningar för plåtbearbetning och –formning. Här kan man redan i dagsläget ofta tala om komplettbearbetning då moderna utrustningar används. Dessa kan bl a stansa, pressa, falsa, gänga, laserskära och märka i en sekvens, utan ingrepp från kringutrustningar eller personal. Nästa steg är att även värme- och ytbehandling samt märkning mm inkluderas. Följden blir att verkstadens tillverkningssystem består av få, eller i extremfallet enstaka, maskinutrustningar som färdigställer råämnen ”från stång till kartong”.

Det stora lyftet kommer dock för de komplettbearbetande utrustningarna när man lyckas ställa om dem på nolltid. Och även om en del goda exempel finns i dagsläget finns mycket kvar att göra. Fixtur- och verktygsbyten, samt intrimningar av nya tillverkningsuppgifter, tar ofta alldeles för lång tid. Följden blir att den minsta tillåtna partistorleken blir onödigt stor. En lösning är att utveckla materialhanteringen i maskinerna. Framför allt gäller det dock att generera så många bearbetningsmöjligheter som möjligt i mjukvaran, istället för i verktygens geometrier. Kan till exempel olika håldiametrar framställas genom att variera parametrar i styrprogrammen minskar antalet nödvändiga verktyg drastiskt, och

därmed omriggningsbehovet. I praktiken kan det handla om cirkulärfräsning med samma pinnfräs i stället för borrar med olika spiralborrar.

## Lasertekniken låser inte fast geometrin i verktyget

En gemensam nämnare för de i nuläget snabbast framväxande tillverkningsprocesserna är att de genererar processegenskaperna mjukvarumässigt. "Verktyget" har i dessa fall ingen fast geometri. I stället utgörs den bearbetande delen av ett energifält i någon form. Laserskärning är det kanske tydligaste exemplet i nuläget. Den starkaste drivkraften för utvecklingen är här det ökade behovet av en flexibel, verktygsberoende och exakt skärteknik. Laserskärning kan möta många av dessa fordringar, bland annat genom goda möjligheter att tillverka mindre partier med avancerad geometri. Detta eftersom man inte behöver tillverka dyra specialverktyg för varje geometri. I stället genereras skärgeometrin direkt genom mjukvara i maskinens styrsystem. Verktygskostnaden som behöver slås ut per tillverkad detalj blir då betydligt lägre. Förvisso är själva processkostnaden högre vid laserskärning, men jämfört med vad t ex stansverktyg kostar så ligger lasertekniken allt oftare bra till. En annan viktig faktor i detta sammanhang är ledtiden från order till leverans. Det går mycket fortare att ta fram ett skärprogram än att tillverka fysiska verktyg.

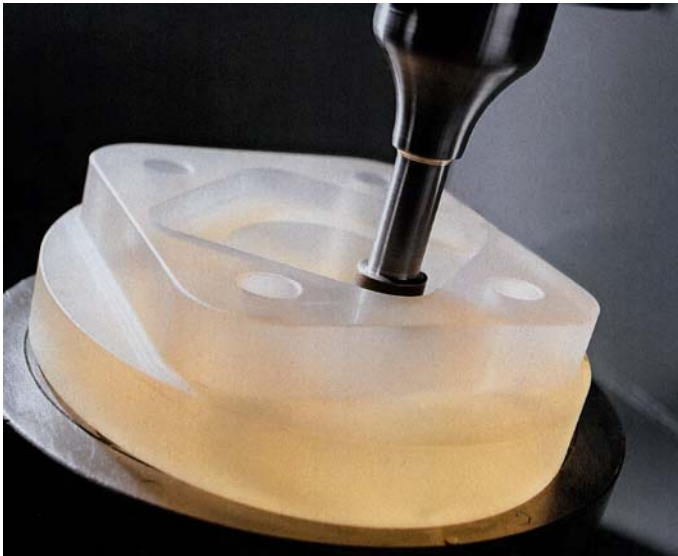


*Bild 2. Numera finns maskiner som bearbetar tredimensionellt med hjälp av en laserstråle. Det blir då möjligt att ta fram komplicerade geometrier i "svåra" material. /DMG/*

I framtiden kommer vi sannolikt att få se betydligt fler processer än laserskärning, som utnyttjar energifältet för ”fasta” verktyg. Friheten att skapa olika geometrier, eliminering av verktygshanteringen samt möjligheten att variera ”verktygets” processegenskaper är bara några faktorer som talar för detta.

## Nya material, nya krav

En ytterligare faktor som styr utvecklingen av tillverkningstekniken är den ökande användningen av mer exklusiva material. Tydliga exempel är utnyttjandet av keramer, men även den ökande användningen av polymerer och kompositer i allt fler produkter. Att användningen av dessa mer eller mindre nya material ökar i framtiden tror de flesta. Det som ofta begränsar genomslaget kommersiellt är att tillverkningstekniken för materialen släpar efter. Att till exempel bearbeta keramer ställer helt nya krav jämfört med att ”karva” i stål. Ofta handlar det om att ta det bästa från olika tekniker för att hitta fungerande lösningar. När det gäller keramer så måste de bearbetande verktygen till exempel bli mer fysiskt tåliga, samtidigt som det krävs en bättre processtyrning. Hittills har slipning varit den dominerande metoden för bearbetning av keramer, men det börjar nu dyka upp alternativ. Ett exempel är ”Ultrasonic machining”, som utvecklats för att bearbeta extremt hårda material, bland annat keramer, kisel eller glas. I korthet fungerar metoden så att man med en högfrekvent vibration mer eller mindre ”hackar bort” material. På ytan ser en maskin för Ultrasonic machining ut som en liten fräsmaskin. Den avverkande delen består av ett diamanbelagt verktyg som sitter i en verktygsspindel. I spindeln döljer sig en frekvensgenerator som genererar en vibration med 20 kHz i frekvens. Denna vibration omvandlas i verktygsspetsen till en ytterst snabb hackrörelse. Verktyget roterar som vid traditionell slipning men har dock ingen avverkande roll. I stället transporterar rotationen bort avverkat material. Ultrasonic machining är ett exempel på metoder som växer fram parallellt med utvecklingen av nya material. Sannolikt får vi se en rad ytterligare metoder som klarar av de nya material som dyker upp. För det är först när materialen kan förädlas som dess potential kan omformas till riktiga möjligheter.



*Bild 3. Nya material ställer nya krav på processer och verktyg. Keramer är ett exempel där ny tillverkningsteknik öppnar nya möjligheter. /DMG/*

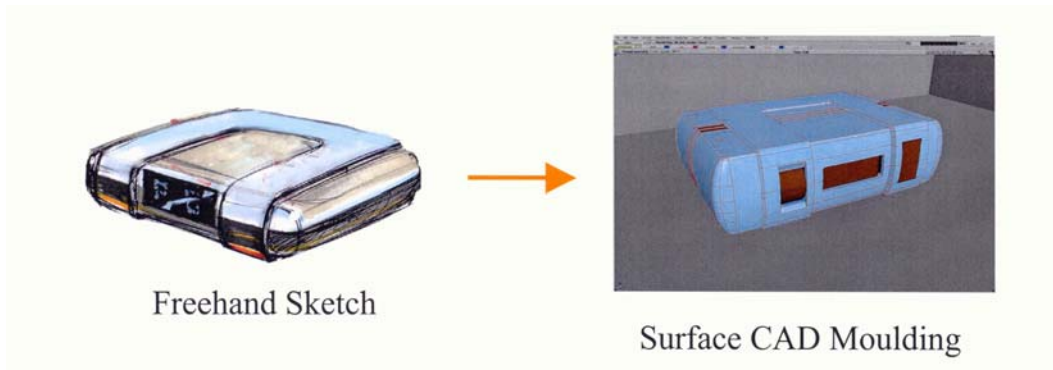
## FFF vänder på processen?

Den kanske mest radikala förändringen när det gäller framtida tillverkning står nog ändå metoderna för friformsframställning, FFF, för. Nästan all bearbetning har ju handlat om att ta bort material från ett utgångsämne, för att forma en önskad geometri hos detaljen. FFF vänder istället på processen och skapar detaljen genom att addera material till önskad form, utgående från vätska eller pulver som ombildas till solitt material. Man får också en nästan total frihet att skapa olika geometrier. Genom att FFF-processerna bygger upp en detalj lager för lager kan man nämligen skapa geometrier som är omöjliga att ta fram genom skärande eller formande tillverkningsprocesser. Till detta kommer att man vid FFF framställer önskade detaljer direkt från en tredimensionell CAD-modell. Inga speciella verktyg behöver tas fram för varje detalj. Dessutom behövs ingen omfattande beredning för att tillverka en ny detalj.

FFF-metoderna är ännu så länge relativt långsamma och dyra, och har begränsningar gällande de material i vilka detaljer kan framställas. De har därför hittills mest utnyttjats för att snabbt ta fram prototyper och modeller av nya produkter. Utvecklingen går dock mycket fort och redan i nuläget börjar man utnyttja FFF för serietillverkning av kommersiella produkter. Ser man något decennium framåt i tiden är användningen av FFF troligen en helt annan. Både material- och processutvecklingen inom området talar starkt för detta. En uppenbar möjlighet är att man börjar lagra reservdelar ”på hårddisken” i stället för i fysiska lager. När till exempel någon behöver en ny skyddskåpa till sin gamla gräsklippare plockar tillverkaren fram CAD-modellen för reservdelen. Sedan kör man fram en detalj i sin FFF-maskin och skickar till kunden. Kontentan är att

kostnaden för flera års lagerhållning i princip utesluts, samtidigt som kunden ändå har tillgång till reservdelar.

FFF-teknikens möjligheter på sikt är enorma. Steget från ritbordet till tillverkning blir till exempel väldigt kort, vilket skapar helt nya villkor för framtidens produktframtagning. Den som tidigt lär sig behärska tekniken fullt ut kommer därför att kunna se framtiden an med välbehag.



*Bild 4. FFF öppnar dörren för tillverkning av detaljer direkt från CAD-modeller, utan behov av speciellt framtagna verktyg och/eller maskinutrustningar. Från att i nuläget vara en metod för att framställa prototyper blir det i framtiden mer och mer fråga om serietillverkning av kommersiella produkter. /Loughborough University/*