

# **Additiv tillverkning (3D printing) & kompositer**

**Emil Hedlund – RISE material & produktion**

# Agenda

- **Introduktion**
- **Bakgrund**
- **Additiv tillverkning**
- **Additiv tillverkning av kompositer**
- **Använda additiv tillverkning för att tillverka kompositer**

**Maskinteknikexamen LTU**

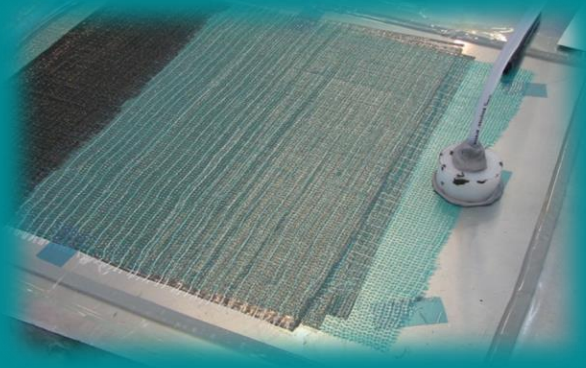
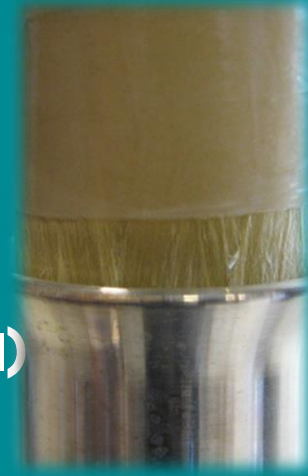
**Halkade in på bananskal inom komposit**

**Arbetat på Sicomp/Swerea SICOMP/RISE i  
Piteå sedan 2009 som forskningsingenjör &  
Forskare/Projektledare**

**Tillverkning (VI/RTM/Prepreg mfl)**

**Provning (främst mekanisk)**

**Konsultuppdrag**

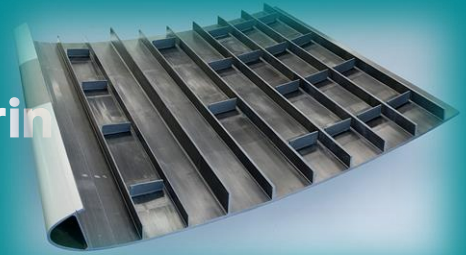


**Projektleiding**

**Fokus på kompositer inom flygindustrin**

**Högtemperaturkompositer ( $>200^{\circ}\text{C}$ )**

**3D printing**

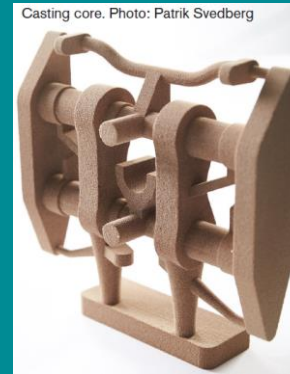


# Startskottet

Swereaprojektet **3D3** 2014-2017

IVF/SICOMP/KIMAB/SWECAST

- Metall
- Keramer
- Polymerer
- Komposit
- Sand



# Additiv tillverkning

Lager för lager byggs, utifrån en "skivad" 3D geometri

Färdig utskrift kräver ett minimum av efterbearbetning

Polymerer/Metaller/Keramer/Sand/Choklad mm



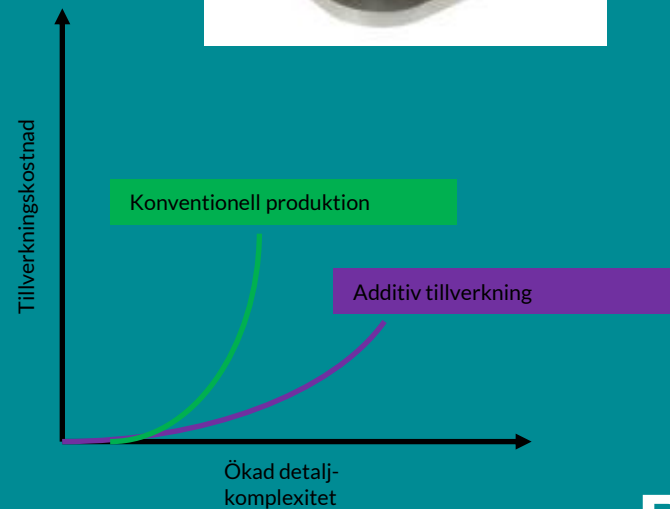
# Additiv tillverkning

När har additiv tillverkning stor fördel mot konventionell tillverkning?

Prototyper & modeller

En-styck tillverkning, anpassade detaljer

Ihåliga och komplexa detaljer som annars är omöjliga att tillverka





# Additiv tillverkning med polymerer

Termoplast

Termoplast med korta/små fibrer/partiklar

Termoplast med långa fibrer

Härdplast

Härdplast med långa fibrer

# Additiv tillverkning med polymerer

Termoplast

Termoplast med korta/små fibrer/partiklar

Termoplast med långa fibrer

Härdplast

Härdplast med långa fibrer

# Additiv tillverkning med polymerer

Termoplast

Termoplast med korta/små fibrer/partiklar

Termoplast med långa fibrer

Härdplast

Härdplast med långa fibrer

Additiv tillverkning som stöd  
för tillverkning av kompositer

# Additiv tillverkning av kompositer

Tillverkning av kompositer är en form av additiv process där produktens slutgiltiga egenskaper och form ges vid tillverkningsprocessen

Flesta av de tillgängliga AM-teknikerna bygger på extrudering av fiberknippen som belagts innan med härd/termo-plast

Eller där plast/fiber blandas vid själva extruderingen

# Termoplast/långfiber-kompositer

Skrivare i storlekar från skrivbordsmodeller till större industriella robotbaserade system

De flesta typer av termoplaster samt fibertyper



*Photo : 3dHubs, 3D printed long fiber thermoplastic handles*

# Termoplast/långfiber-kompositer

Markforged

Två skrivarhuvuden – TP/TP belagd fiber

PA6

Kolfiber/Aramidfiber/Glasfiber



*Photo: markforged*



# Termoplast/långfiber-kompositer

APS tech solutions

Flertal skrivarhuvuden – TP/TP belagd fiber

ABS/PET/PC/PLA/PVA/PEI/PEEK

Kolfiber/Glasfiber/Aramidfiber



Foto: APS tech



# Termoplast/långfiber-kompositer

Desktop metal

Två skrivarhuvuden –  $\mu$ AFP/TP

PA6/PEEK/PEKK

Kolfiber/Glasfiber



Photo : Desktop metal



# Termoplast/långfiber-kompositer

Arevo Labs

Robotmonterat system

Direktkompaktering

PEEK/PA6

Kolfiber

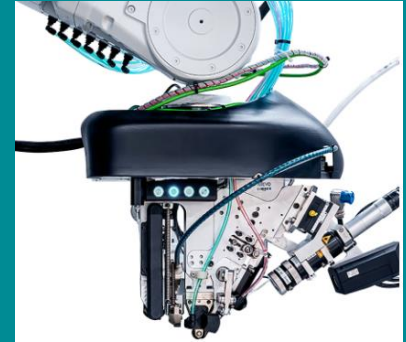
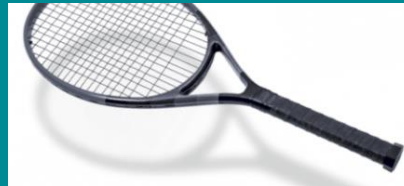


Photo : Arevo



# Termoplast/långfiber-kompositer

Impossible objects

Inkjet/pressning ("snabb" teknik)

PEEK/Nylon12

Glasfiber/Kolfiber



Photo : Impossible objects



# Härdplast/långfiber-kompositer

Robotbaserade system

Några olika typer av fiber

System baserade på snap-cure  
polymersystem där UV-ljus används  
för att härda

# Härdplast/långfiber-kompositer

Continuous Composites

Härdplast (snabb UV-härdande)

Kolfiber/Glasfiber/Aramidfiber

Robotbaserat system

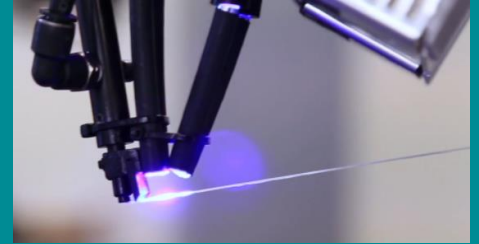
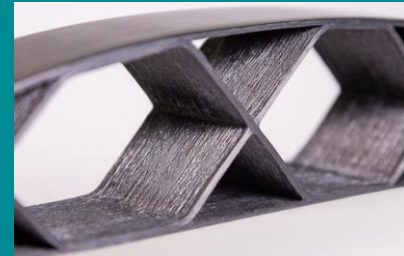


Photo : Continuous composites



# Härdplast/långfiber-kompositer

Moi Composites

Härdplast (snabb UV-härdande)

Glasfiber

Robotbaserat system

Världens första 3D printade glasfiberbåt



Photo: Moi composites



# Härdplast/långfiber-kompositer

Anisoprint

Kombinerar TP samt härdplastbelagda fibrer

PC/ABS/PET-G/PA6/PLA/PEEK/PEI

Kolfiber/Basaltfiber/Aramidfiber



Photo : Anisoprint



# Några ord om A<sub>Automatic</sub> T<sub>ape</sub> L<sub>Laying</sub>, A<sub>Automatic</sub> F<sub>ibre</sub> P<sub>lacement</sub>

Möjlighet att "skriva" väldigt stora detaljer med hög hastighet (kg/tim)

Används idag mestadels för stora plana detaljer, inom flygindustrin

Härdplast/Termoplast i kombination med kolfiber

Vakuumbag/Autoklaving/Bearbetning



Foto : Mtorres, ATL



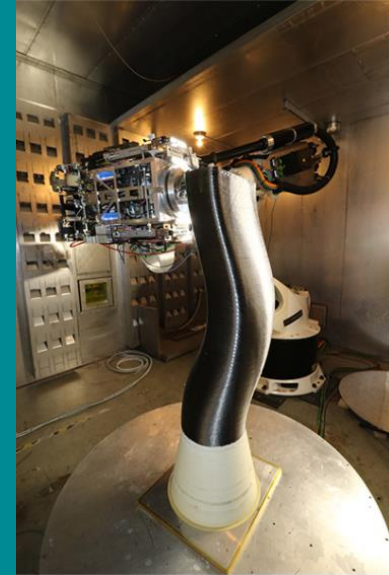
Foto : Mtorres, AFP

# Electroimpact AFP/TP

Robotmonterat skrivarhuvud

Kombinerar utskrift av vattenlöslig TP (för komplexa verktyg)

TP (PA6, PEEK, PEKK)/kontinuerlig fiber





# Additiv tillverkning av kompositer

Mesta av teknikerna är tidigt i utvecklingsfasen (utom ATL/AFP teknik)

Begränsningar i hastigheter/storlek/kvalitet hindrar idag användning

# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av kompositer

”Pluggar” för att tillverka verktyg

Uppläggningsverktyg/Trimverktyg

Multimaterial/komplexa detaljer

Härdverktyg

”lost-core” härdverktyg

Hjälpmedel vid tillverkning

# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av komposit

Thermwood LargeScaleAM

Kombinerad 3D-printer & fräs

Termoplast (förstärkt)



Foto: Thermwood



Foto: Thermwood

# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av komposit

Stratasys (FDM)

3D-printad termoplast (PEEK) istället  
verktyg i metall

Tillverkning med prepreg, autoklivering  
(flygstandard)

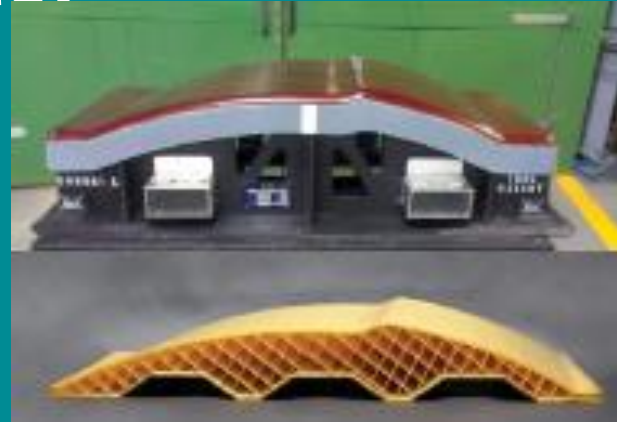


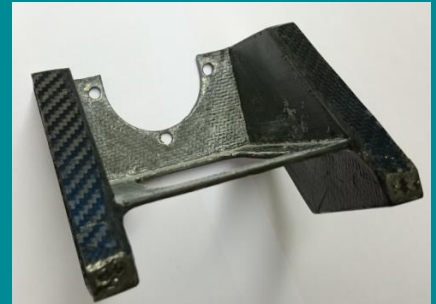
Foto: Stratasys

# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av kompositer

Snabb tillverkning av prototyper

3D printad (kolförstärkt PA6)

Detalj med egenskaper liknande slutprodukt



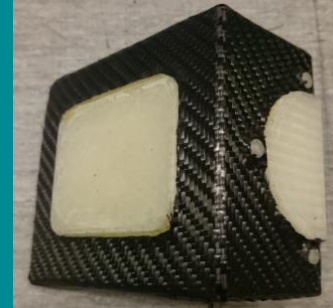
# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av kompositer

3D-printade PA6 detaljer

Yt-behandlas (släpp, tätning)

Prepreg material

Vakuumbag



# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av kompositer

Sandprinter (Karlebo)

Gjutindustrin (metaller)

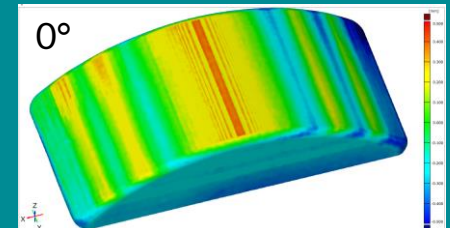
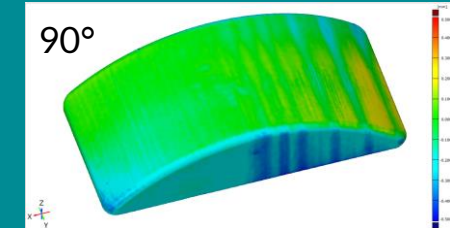
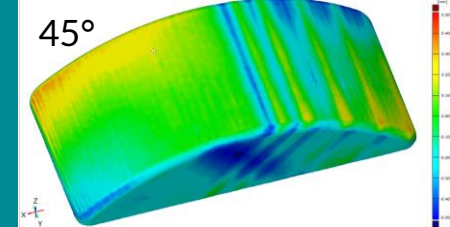
Fenolharts samt sand

Storlek



# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av kompositer

Tre likadana detaljer är printade i olika orienteringar,  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  samt  $90^\circ$  och jämförs mot CAD.





# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av kompos

Ytbehandlingar

Applicering

Temperaturkrav, ytfinhet,  
kemisk beständighet mm



# Additiv tillverkning som stöd för tillverkning av kompositer

Vakuumformad termoplast över 3D-printad sandkärna

PMMA/ABS/A-PET

Semistyva verktyg (Light-rtm, VI)



**Tack för mig!  
Frågor?**

**Emil.hedlund@ri.se**