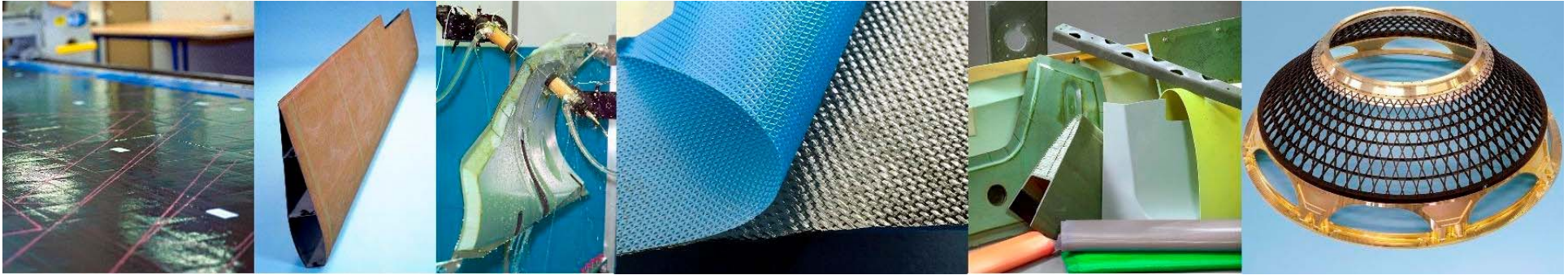


# Kolfiberkompositer

Skolforum 2011

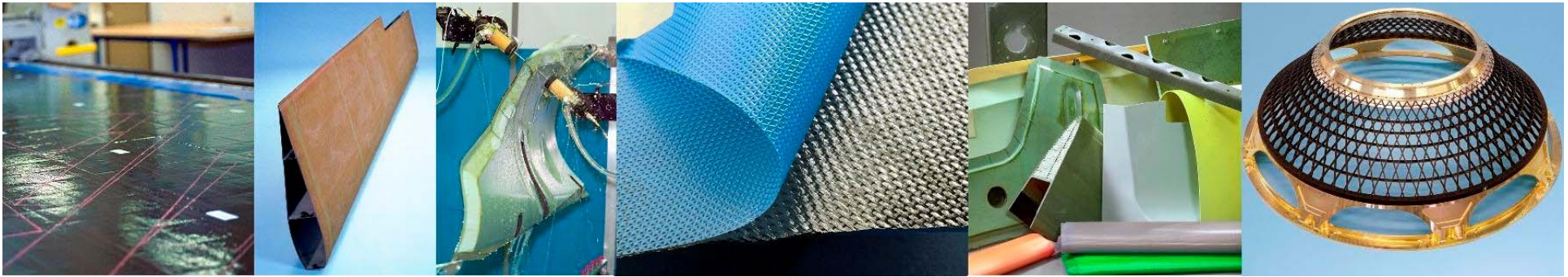
***Compraser***

Kjell Sullivan



# Compraser ek för

- Syfte: att öka medlemmarnas konkurrenskraft och minska deras kostnader genom att:
  - Samverka om utvecklingsprojekt
  - Dela på kunskap om produktionsteknik m FRP
  - Vara en icke-vinstdrivande kompetens och resurstillgång



# CFRP - Flyg

- Utv. på 60-talet, -71 flygande del SAAB 105
- 25% av strukturvikten i en JAS 39 Gripen.
- Boeing 787: 50 vikt%



Saab AB



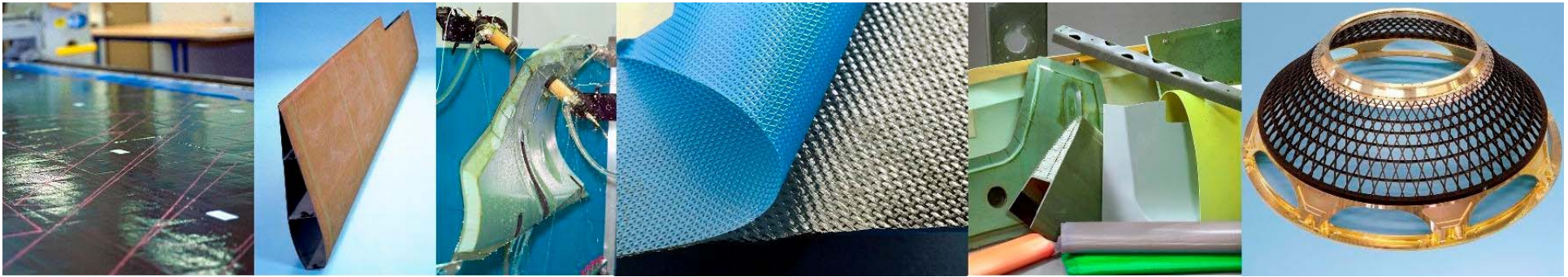
Boeing



ACAB



Saab & Exova



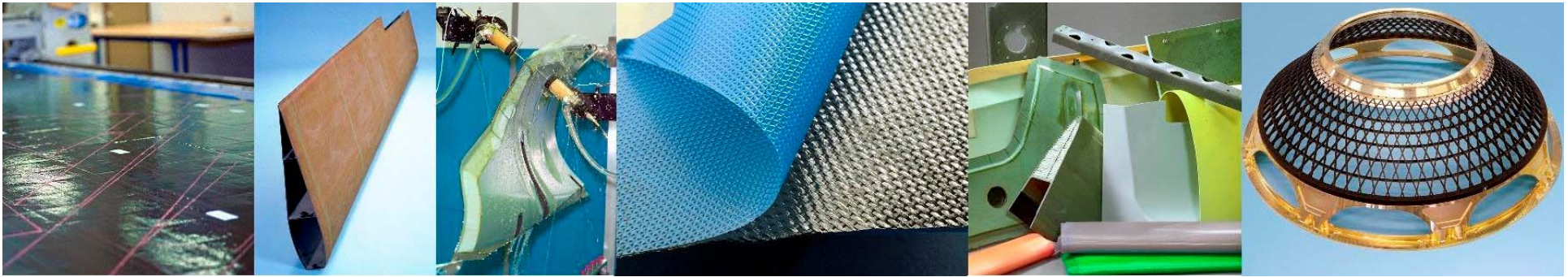
## CFRP - Marint

- Visbykorvetten, skrov helt i CFRP.
- Transportskepp till marina vindkraftsparker.
- Brandskydd ett problem på skepp.
- Tävlingsbåtar.
- RIB båtar.

Marströms



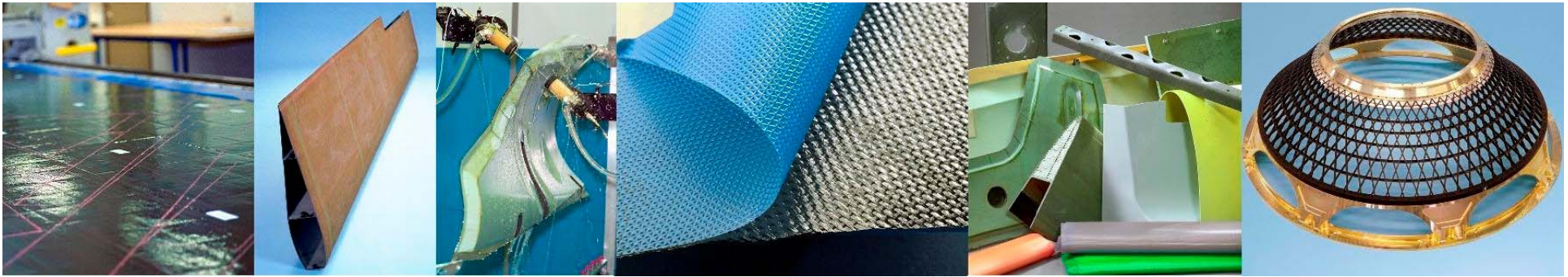
ThyssenKrupp Kockums



## CFRP - Vindkraft

- Vingblad längre än 60 m kommer kräva CFRP eller liknande.





## CFRP - fritid

- Dyra varianter; cykelramar, skidor, hockey klubbor, skate-/wakeboards, paddlar, instrument....



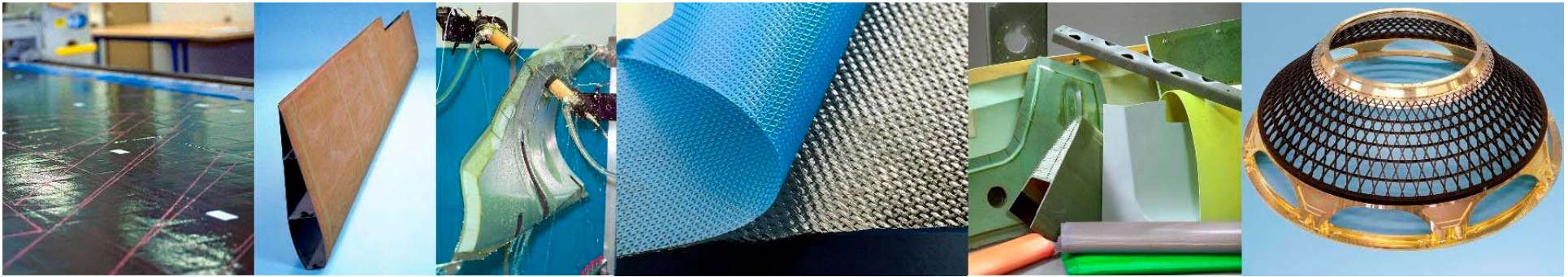
Bauer, Oxeon



Luis&Clark

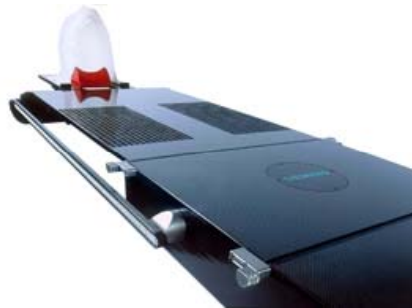


Pinarello

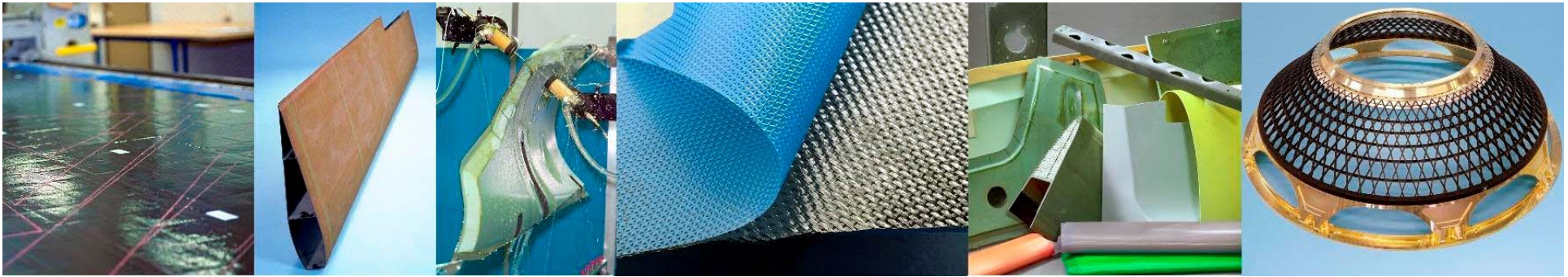


# CFRP - Medicinskt

- Medicinskt: röntgenbord, bårar
- Ambulansflyg
- Släpper igenom röntgenstrålning



Evers Composite

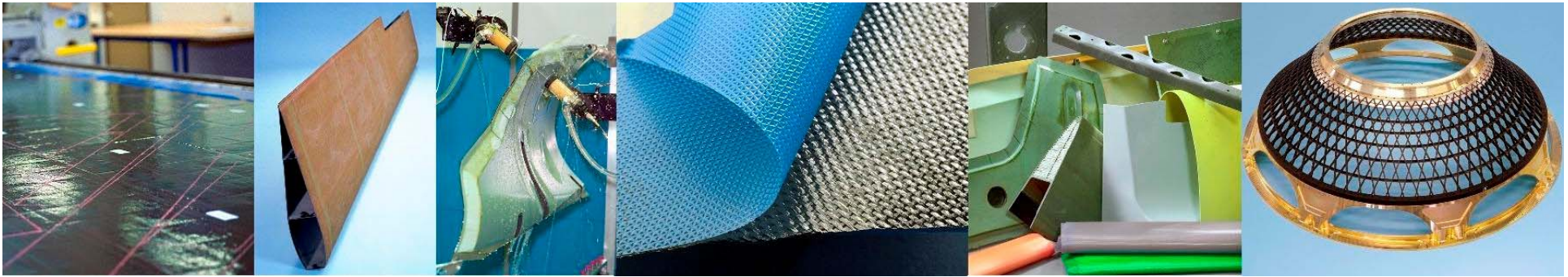


# CFRP – Behållare, rör (lindning)

- Tryckkärl
- Eldrör granatgevär



Applied Composites (ACAB)



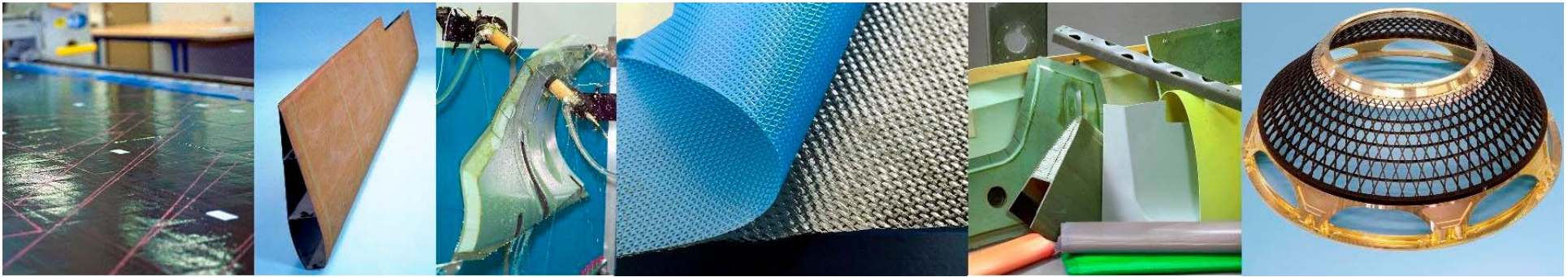
## CFRP – Tungta fordon

- Inte använt generellt men finns enstaka exemplar, prototyper på bussar.
- Inte miljöskäl utan affärsskäl.



TU Delft  
& Rijksuniversitetet

El-driven,  
23 passagerare,  
250 km/tim,  
210 km / laddning  
15 x 2,55 x 1,65 m  
8 dörrar.

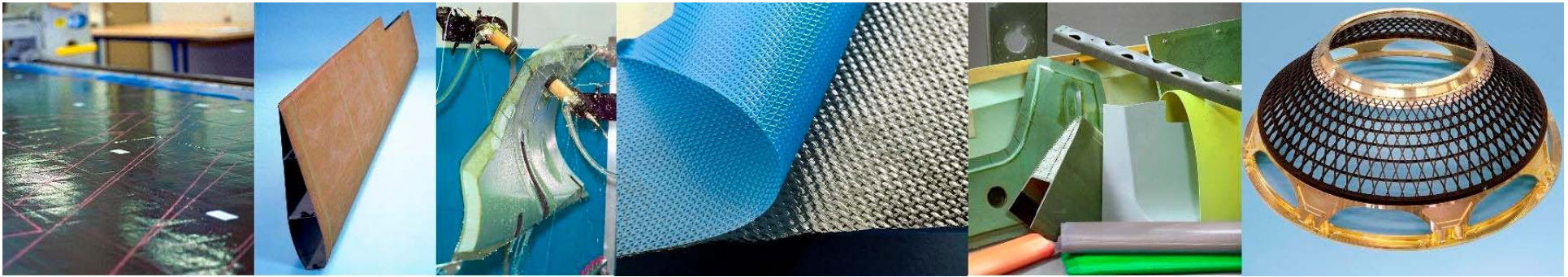


# CFRP - Specialfordon

- Överbyggnad på ambulans t.ex.
- Kylkontainrar



Nilsson Special Vehicles

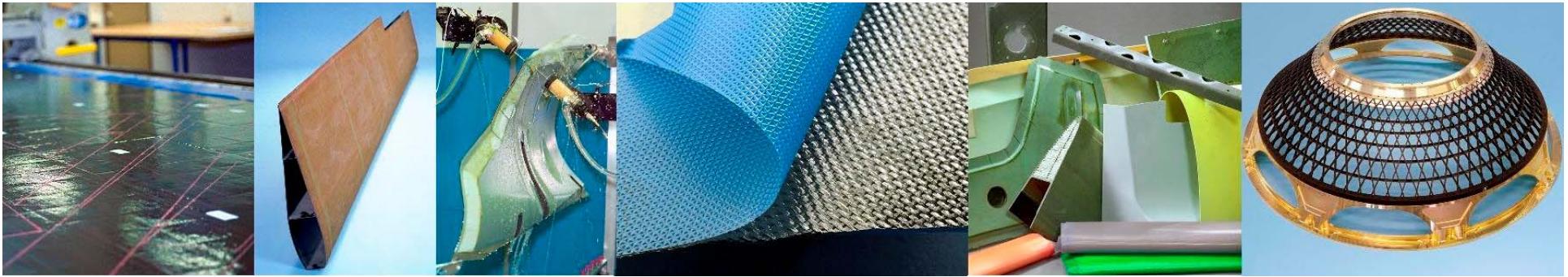


# CFRP - Sportbilar

Finns i exklusiva märken som Koenigsegg, Ferrari, Porsche, Toyota/Lexus LFA...

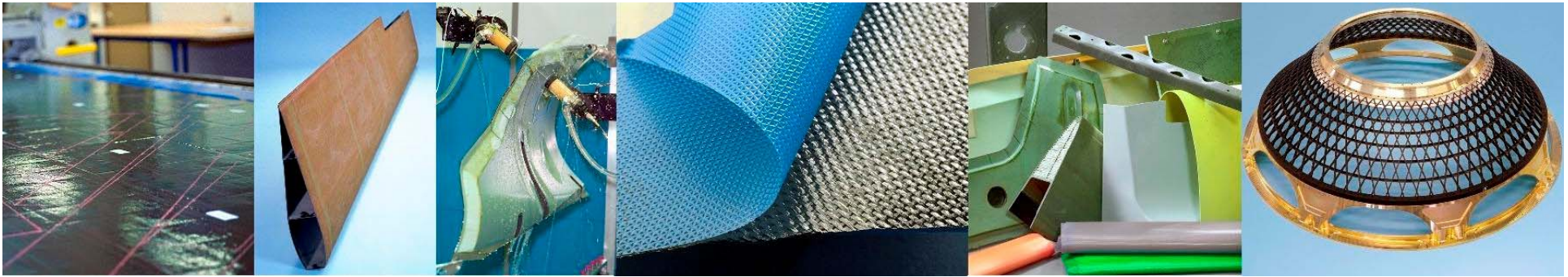


Koenigsegg



# CFRP - Tävlingsbilar





# CFRP - Elbilar

Vikt

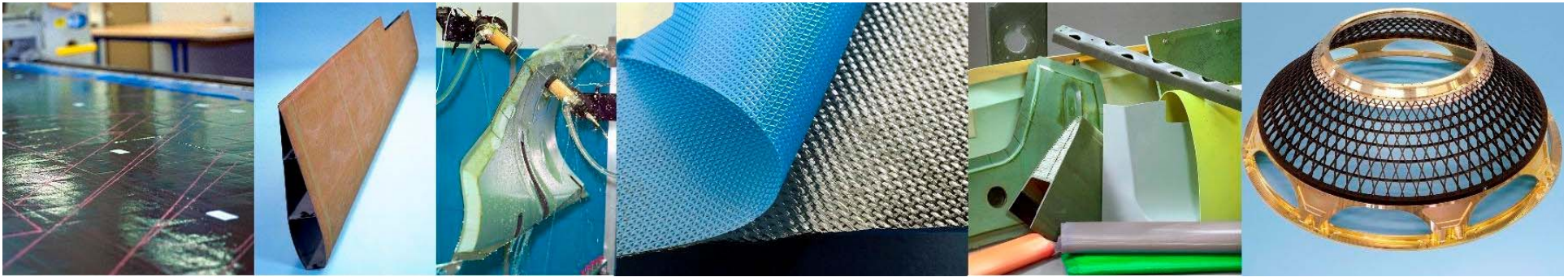
Batteri



BMW

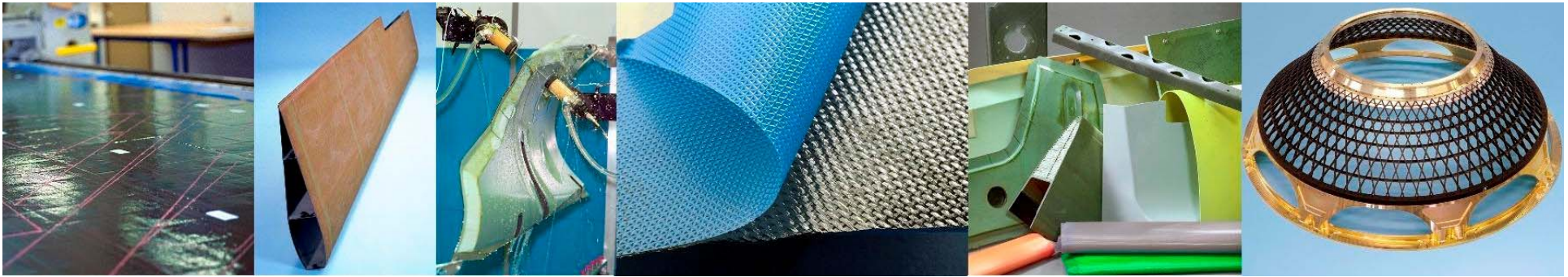


Teijin industries



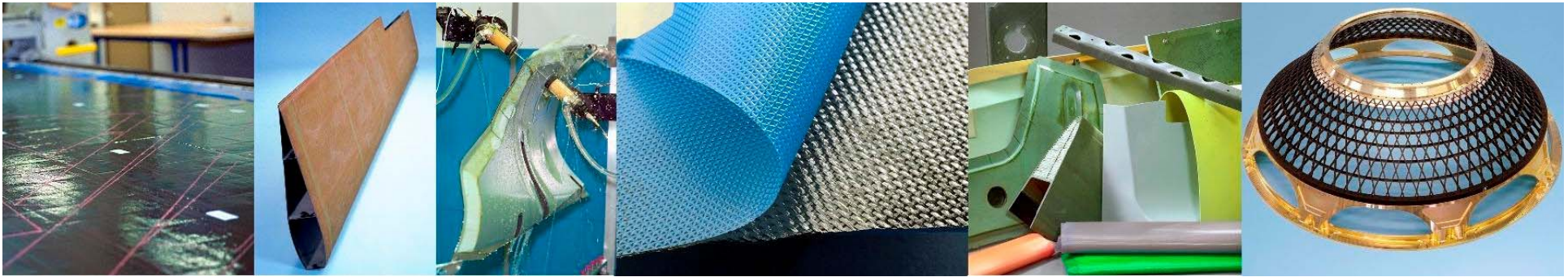
## CFRP - Personbilar

- Skilj på strukturella och icke-strukturella komponenter, helt olika krav
  - Strukturella: hållfastighet, energiabsorbktion, styvhet
  - Icke-strukturella: utseende, yta, form.
- Enligt de vi pratar med kommer CRFP användas enbart i strukturella komponenter!
- Miljökrav 2018-2020 kommer att kräva nya material.



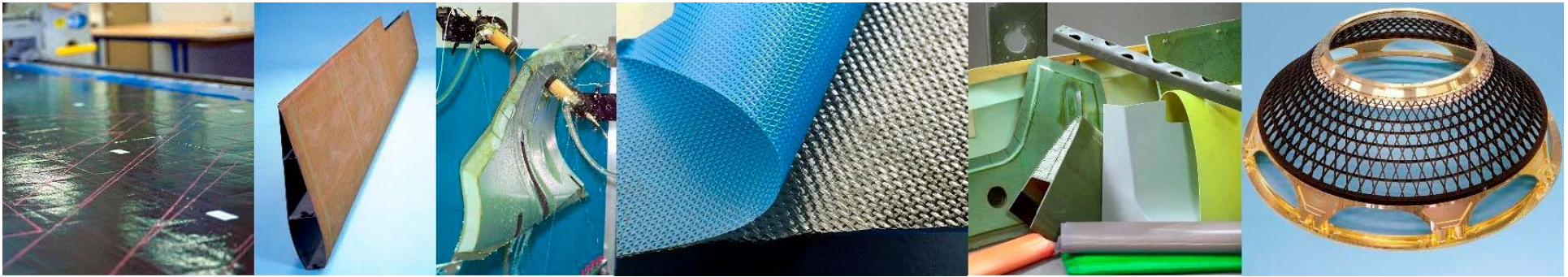
## CFRP - Personbilar

- 2009: BMW köper in sig i SGL Carbon – startar fabriker
- 2011: Mercedes och Toray bygger gemensam fabrik i Esslingen, skall producera komponenter 2012.
- 2011: VW köper in sig i SGL Carbon



# CFRP - Egenskaper





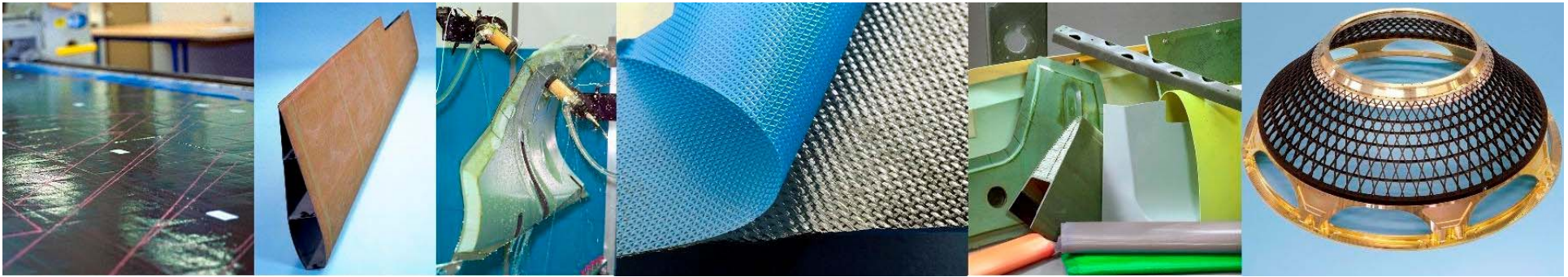
# CFRP - egenskaper

## Positivt:

- Hög specifik styvhet
- Hög specifik hållfasthet
- Goda utmattningsegenskaper
- Låg längdutvidgningskoefficient
- God röntgengennomsläpplighet
- Ingen korrosion

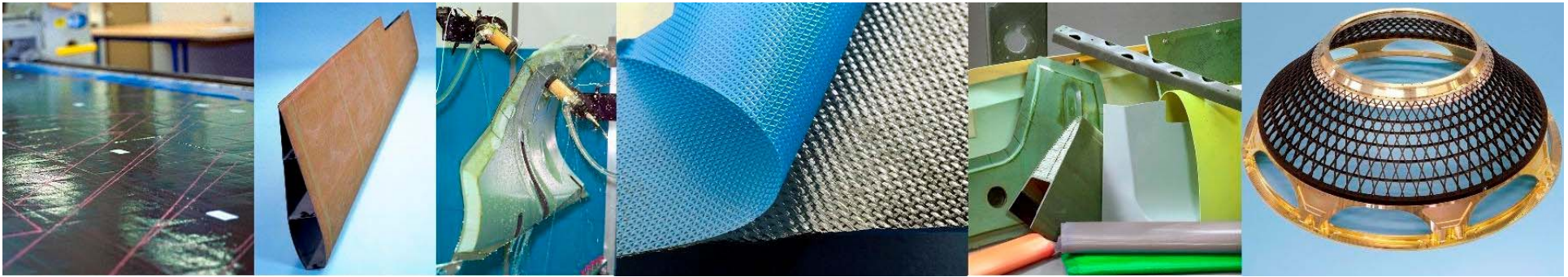
## Negativt:

- Slagskadekänslighet
- Dålig brottseghet
- UV känsligt
- Fuktabsorberande
- Högt pris



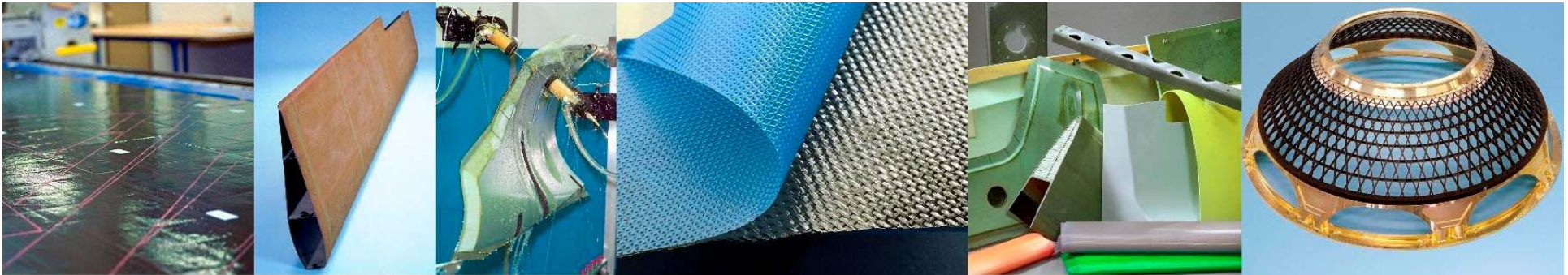
## CFRP – temperatur och fukt

- Härdningstemperatur 120 eller 180 grader
- Arbetstemperatur upp till 70 eller 100 grader
- För hög temperatur: sänker matrisens styvhet och hållfasthet
- För låg temperatur: matrisen blir spröd
- Fukt: försämrar högtemperaturregenskaperna och matrisen kan mjukna



## CFRP - slagkänslighet

- Låg energiupptagning
- Liten plasticering
- Låg brott-töjning (~2%)
- Kan vara svåra att upptäcka med ögat
- Kan orsaka lamineringar
- Kollas med OFP (ofta ultraljud)



# Varför CFRP

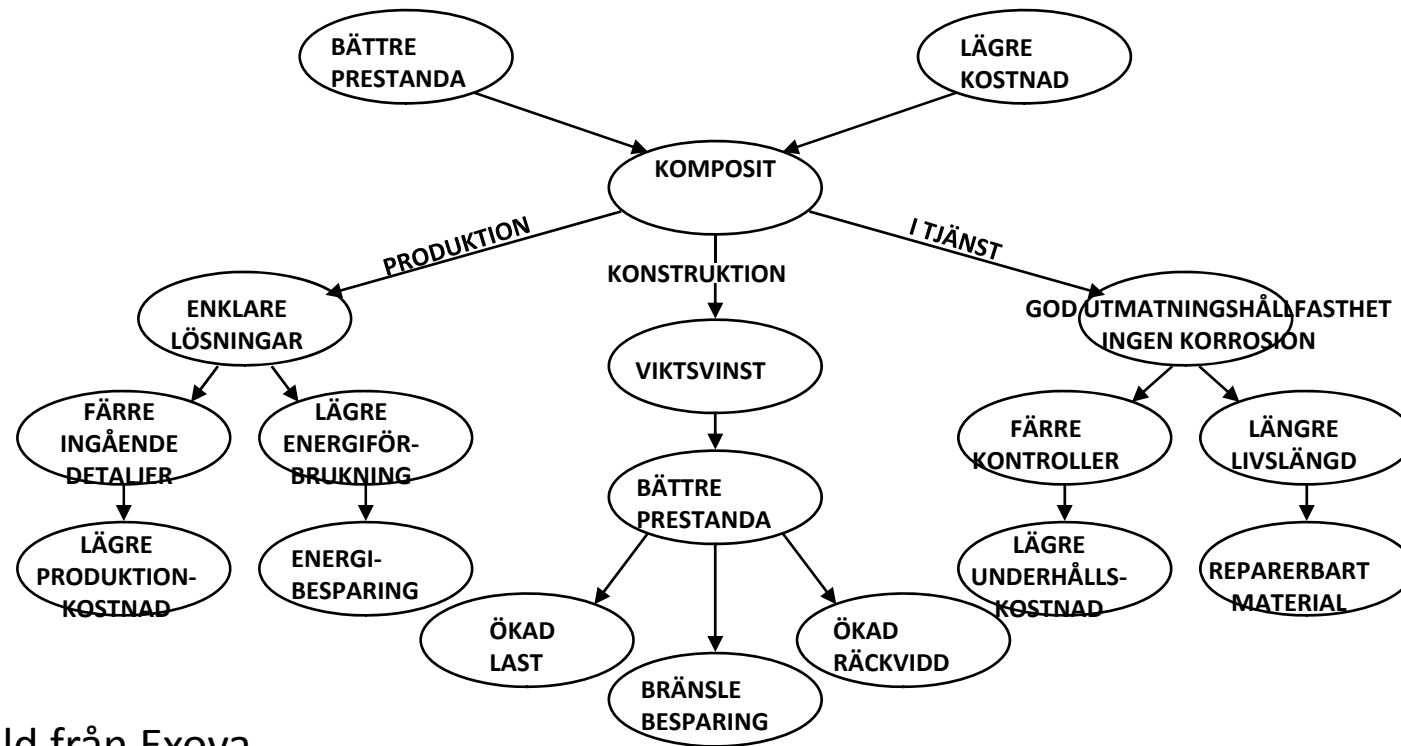
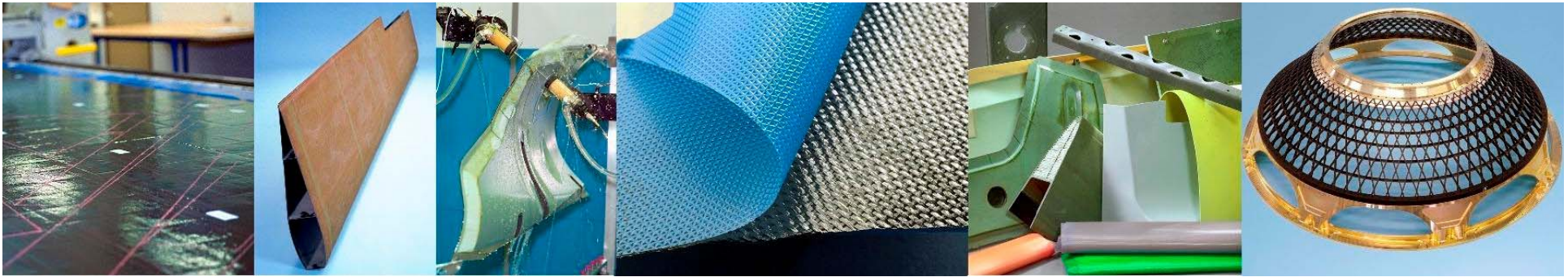
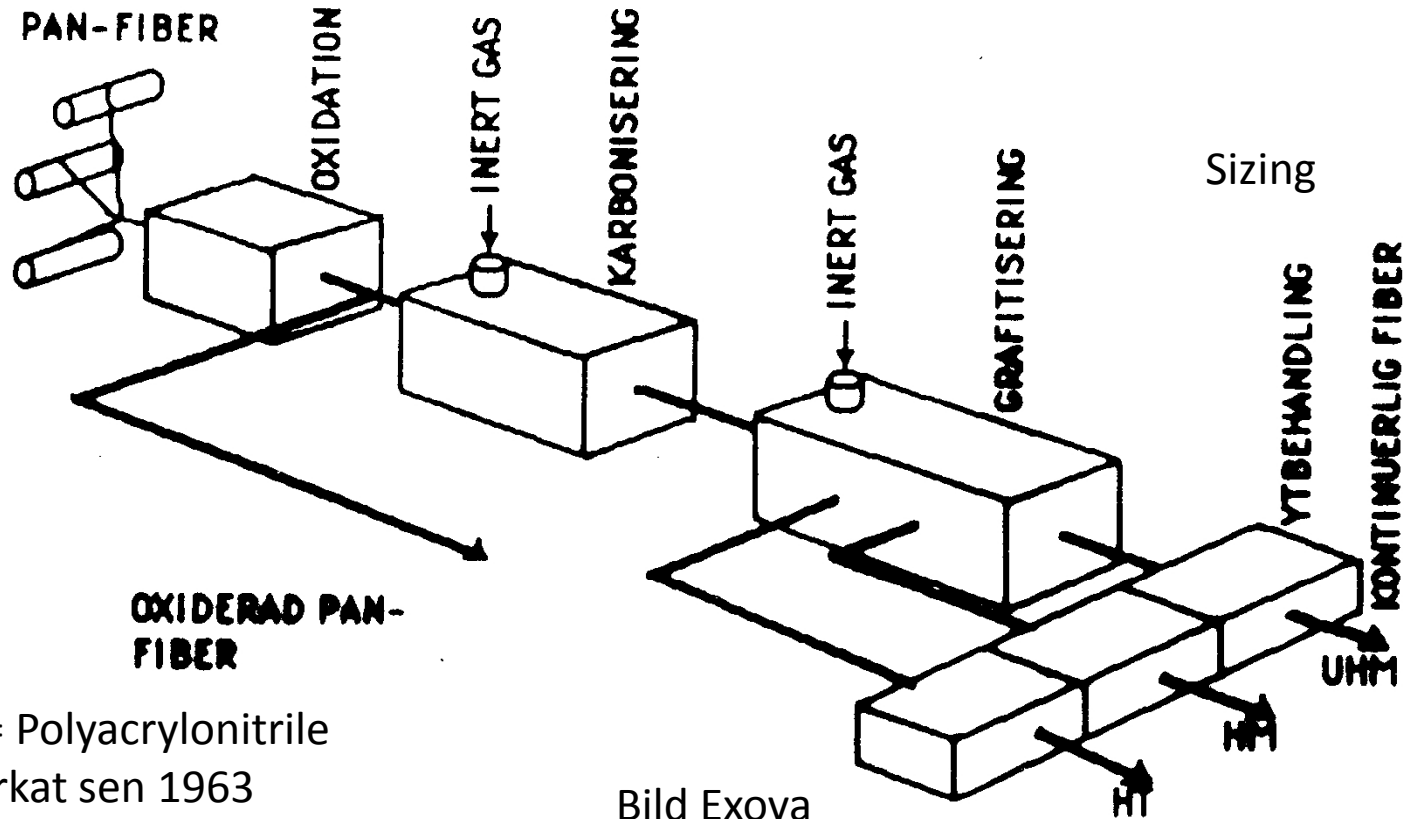


Bild från Exova

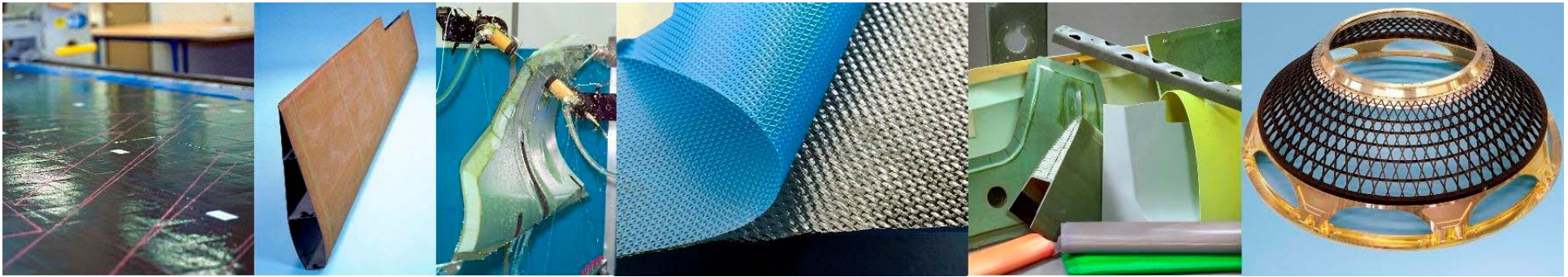


# Tillverkning av kolfibertråd



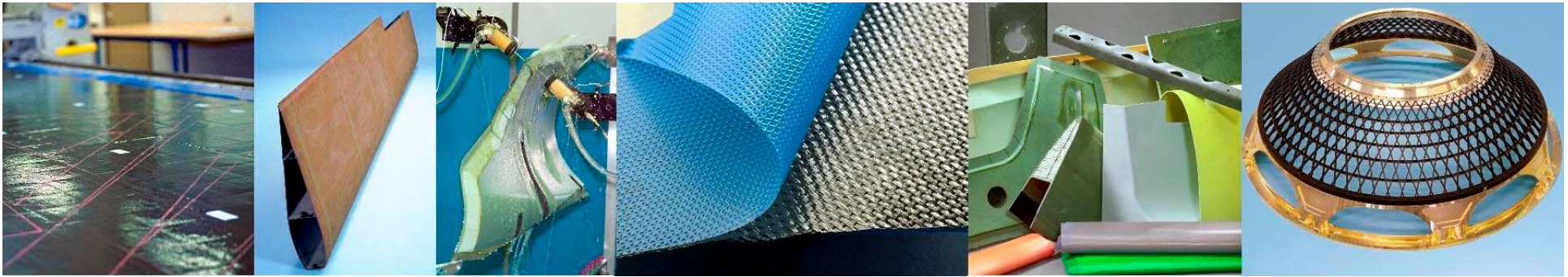
PAN = Polyacrylonitrile  
Tillverkat sen 1963

Bild Exova



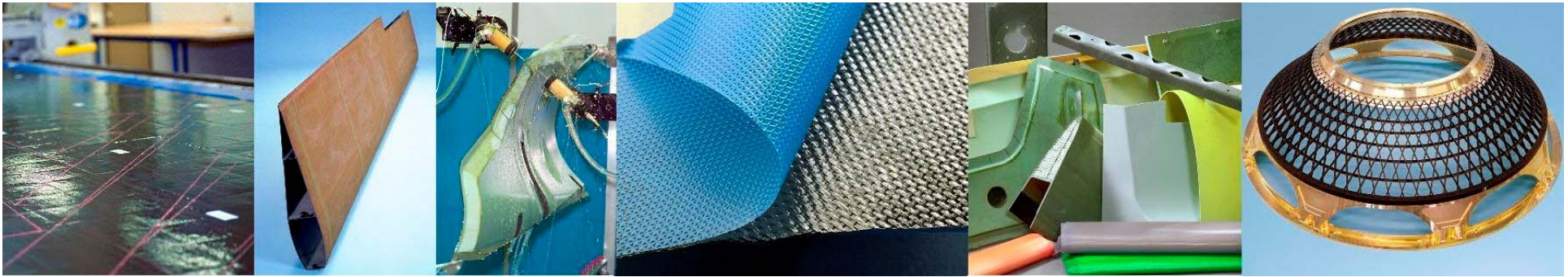
# CFRP - matriser

- Härdplaster
  - Omättad polyester
  - Vinylester
  - Epoxi
  - Polyuretan
  - Fenol
- Bättre värme och kemikaliebeständighet
- Bättre mekaniska egenskaper
- Enklare att erhålla bra vätning
- Termoplaster
  - Polypropen
  - Polyamid
  - Polyftalamid
  - Polyfenylensulfid
  - Polyetereterketon
- Kortare processtid
- Bättre återvinning



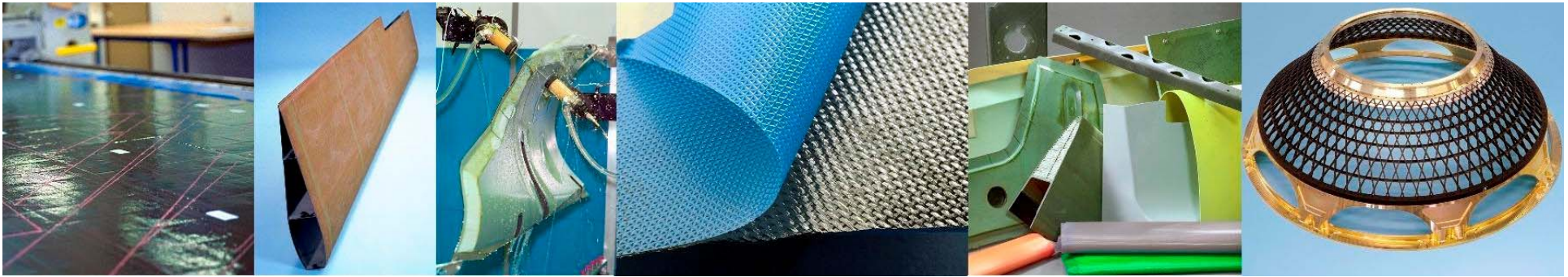
# CFRP – sandwich kärnor

- Honeycomp/veckat
  - Aluminium
  - Kolfiber
  - Nomex
  - Glasfiber
- Cellplast
  - Polyvinylklorid (PVC)
  - Polymetakrylimid (Rohacell)
  - Polyuretan
  - Glasmikroballonger
  - (Epoxy)



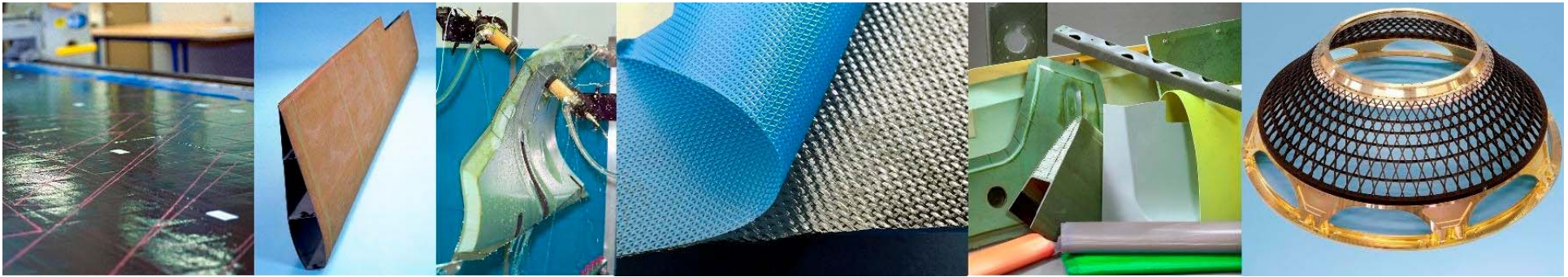
# CFRP - tillverkningsmetoder

- Handlaminering (våldigt ovanligt)
- Vakuminjecering
- Resin Transfer Moulding (RTM)
- Fiberlindning
- Pre-preg
- Pultrudering



## CFRP - bearbetning

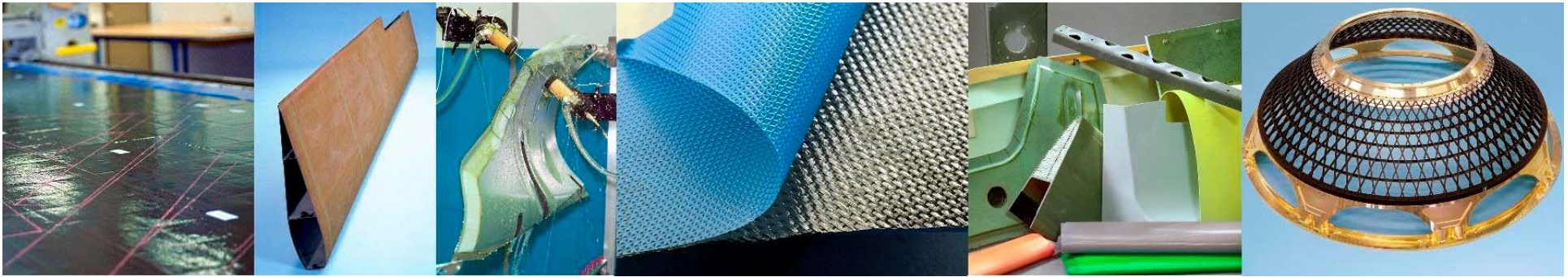
- Diamantbelagda sågblad och klingor
- Diamantbelagda borrar
- Hårdmetall borrar
- Vattenstråleskärning



# CFRP - arbetsmiljöregler

- AFS 2004:1, Syntetiska oorganiska fibrer
- AFS 2005:18, Härdplaster
- AFS 2005:17, Hygieniska gränsvärden
- Krav på exponeringsmätningar
- Krav på medicinsk kontroll

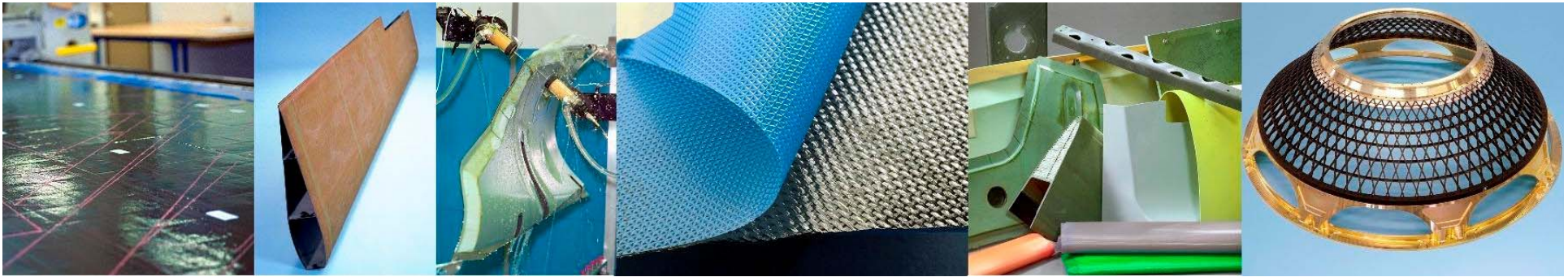
AFS = Arbetsmiljöverkets FörfattningsSamling



## CFRP – förebyggande åtgärder

- Arbetsplatsens utformning och ventilation
- Val av arbetsutrustning
- Personlig skyddsutrustning
- Rengöring och sanering på arbetsplatsen

Information från **Exova**

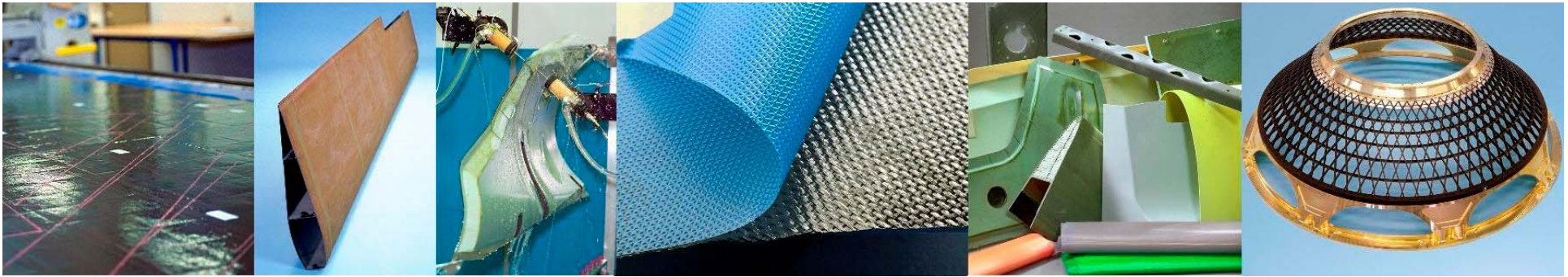


# CFRP – Personlig säkerhet

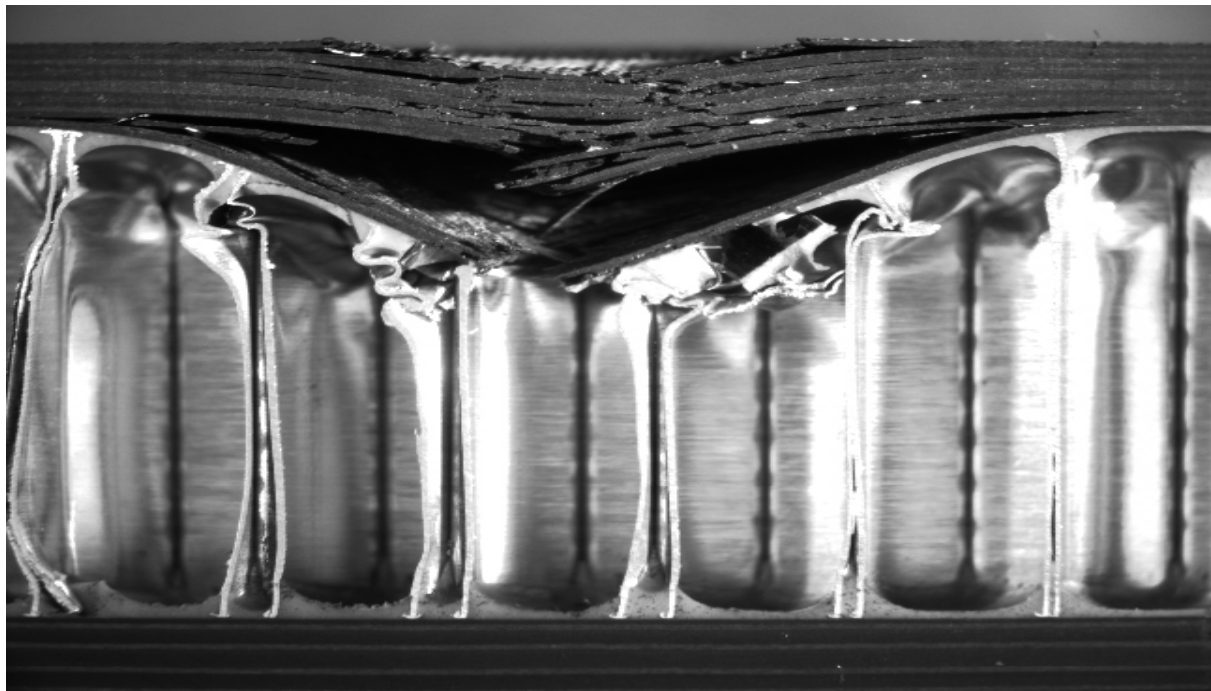
Alltid använda skyddshandskar

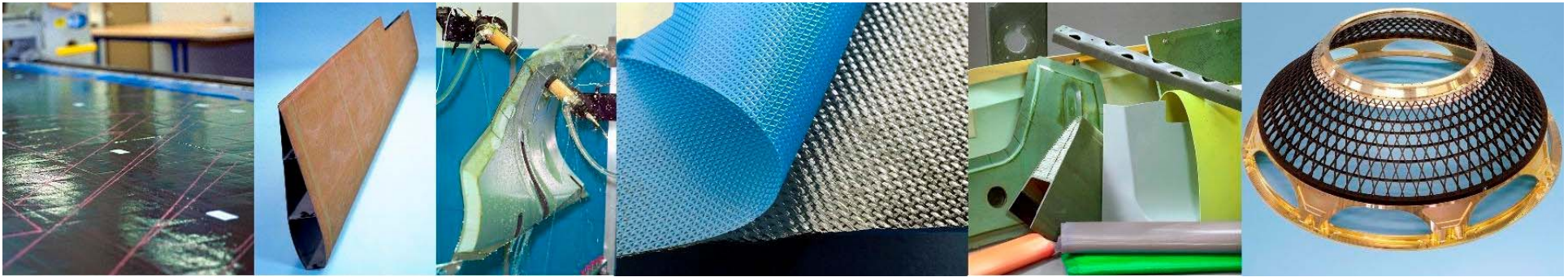
- ☞ Alltid använda skyddskläder
- ☞ Planera ditt arbete, hålla arbetsplatsen ren från epoxispill, använda engångstrasor, slänga trasorna omedelbart efter användning
- ☞ Det är av största vikt att du skyddar dig själv såväl dina arbetskamrater genom att
- ☞ Hålla dina verktyg rena från epoxi
- ☞ Fundera en och två gånger på hur du ska planera ditt arbete för att förhindra kontakt med epoxi
- ☞ Aldrig använda lösningsmedel vid rengöring av huden
- ☞ Ta av ringar, armband eller armbandsklockor före arbetet
- ☞ Tvätta med tvål och vatten
- ☞ Stänk i ögonen, skölj med vatten i flera minuter uppsök läkare

Information från **Exova**

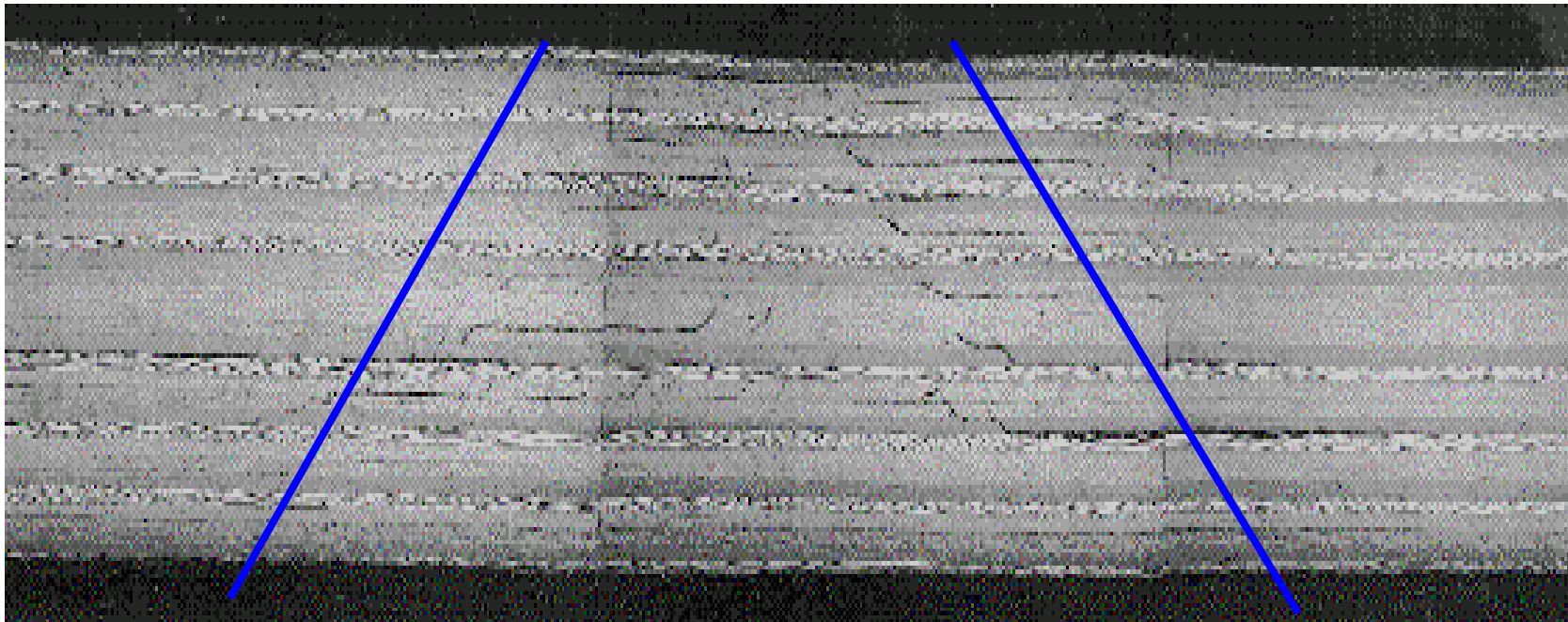


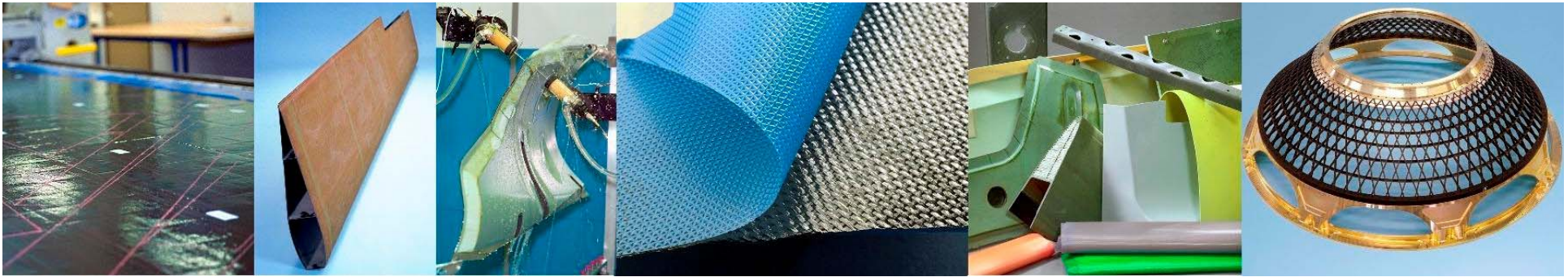
# CFRP - slagskada



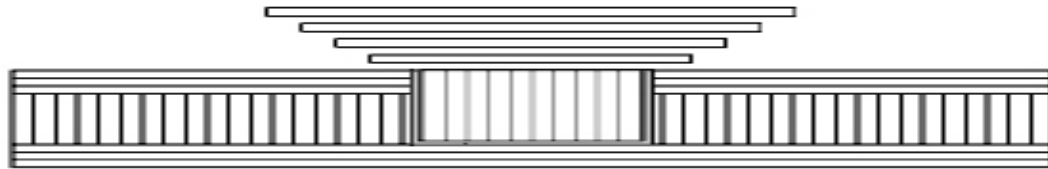


# CFRP – utbredning slagskada

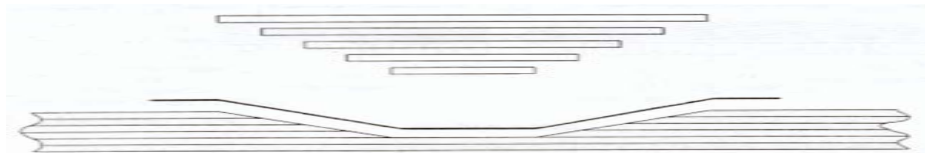




# CFRP - Fogmetoder



U t a n p å l i g g a n d e l a g l a p p



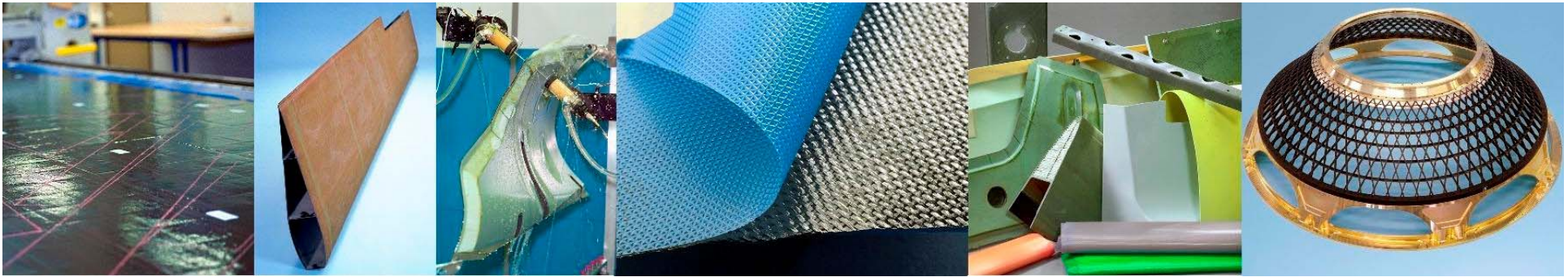
F a s f o g

Fasförhållande 1-20



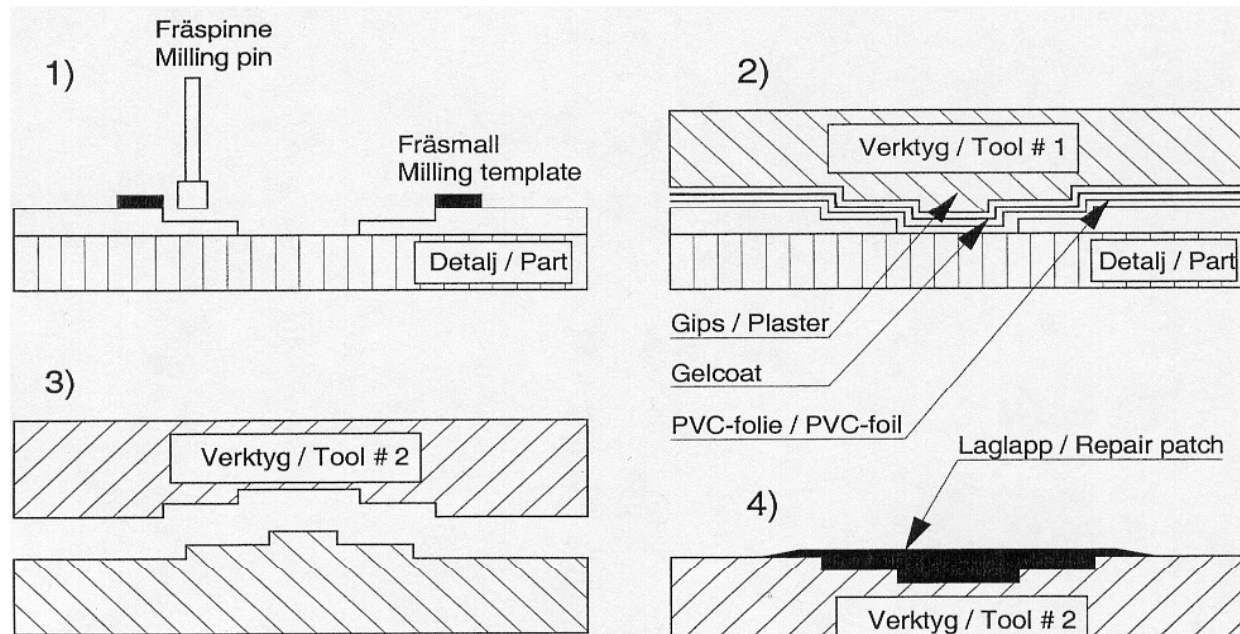
S t e g f o g

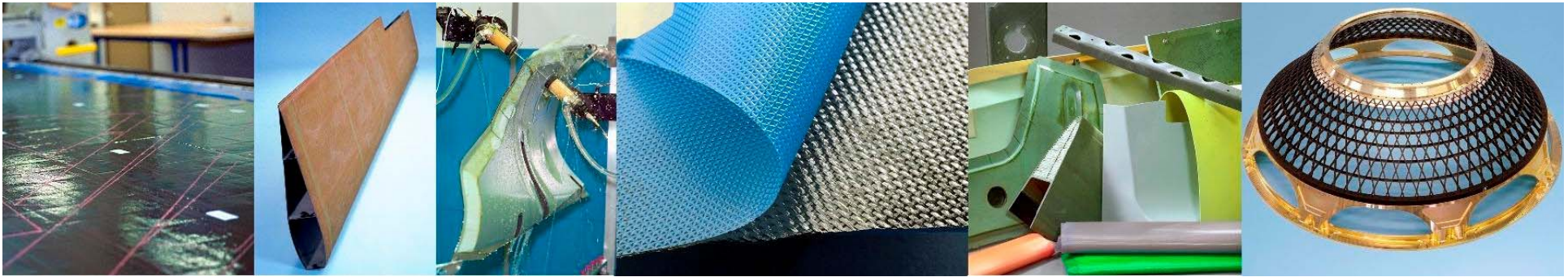
Bild: EXOVA



# CFRP - Avgutning

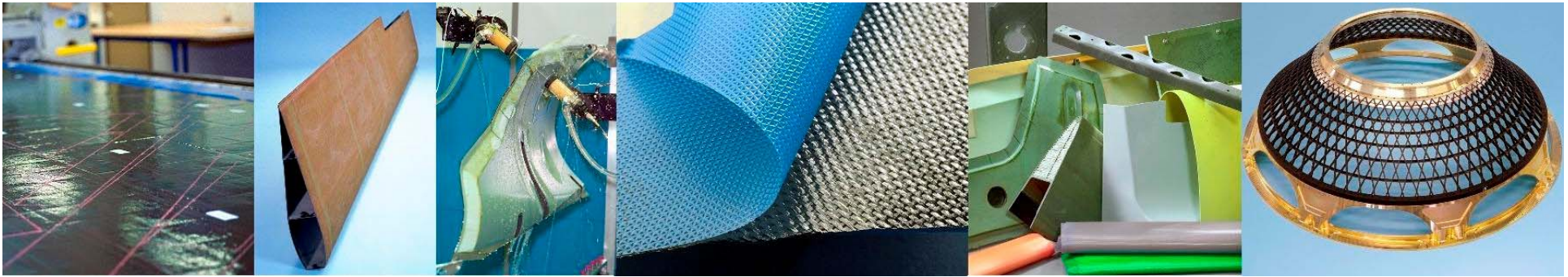
## Autoklavhårdad laglapp





## CFRP - Reparation av cellkärna

- ☞ Fyllning av cellkärna med Glasmikroballonger (inom tillåten skadestorlek)
- ☞ Byte av cellkärna



# CFRP - Reparation

Förbehandling före limning, laminering

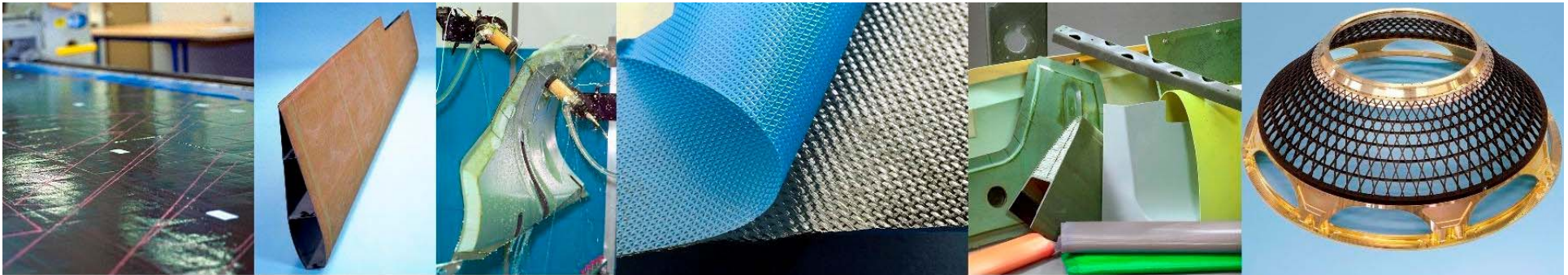
Avfettning

Slipning Scotchbrite slipduk

Avfettning

Godkända lösningsmedel

***Renhetskontroll utföres med vattenbrytprov***



# CFRP - Torkning av skadeområde

## Enkelskal

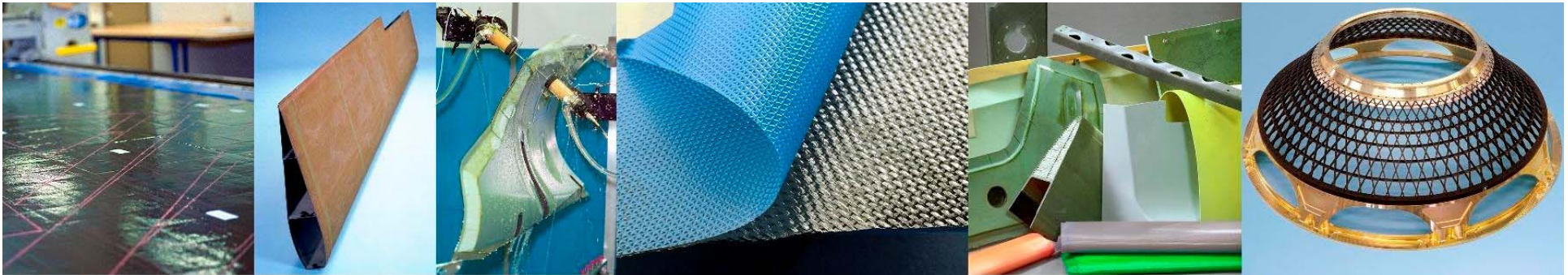
125°C härdande plasticsystem **2tim i 75°C**

180 °C härdande plasticsystem **2tim i 100°C**

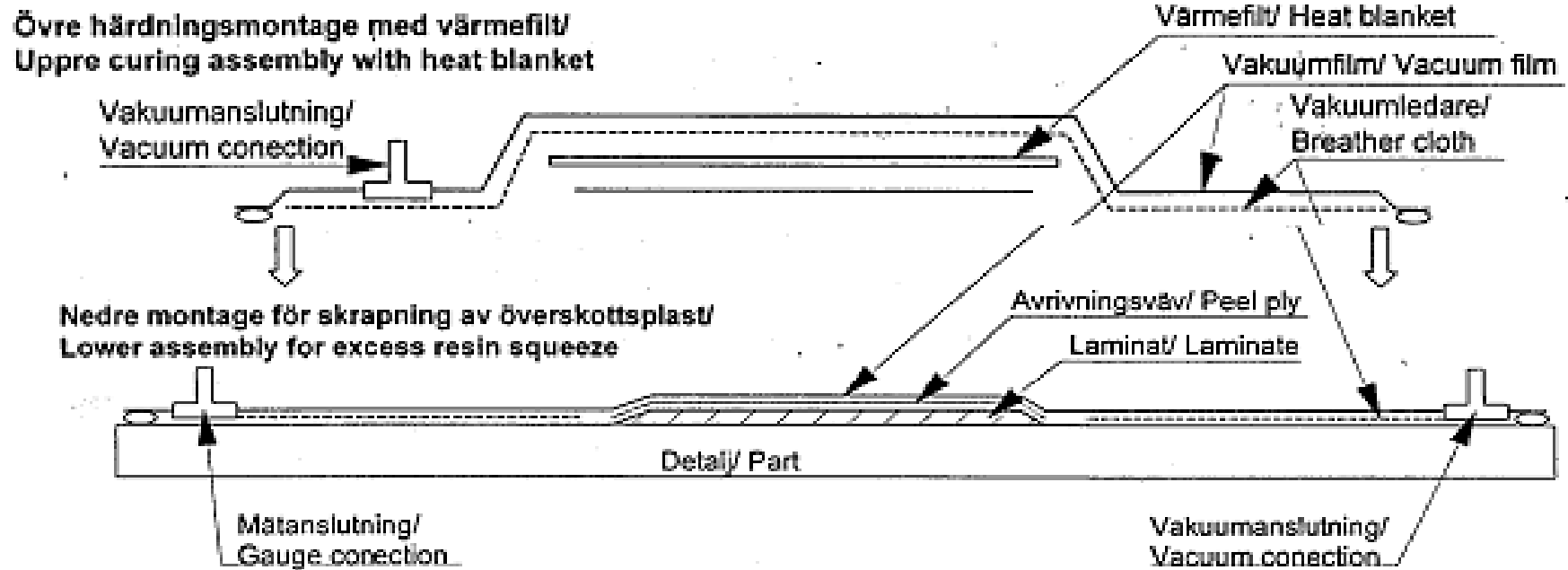
## Dubbelskal

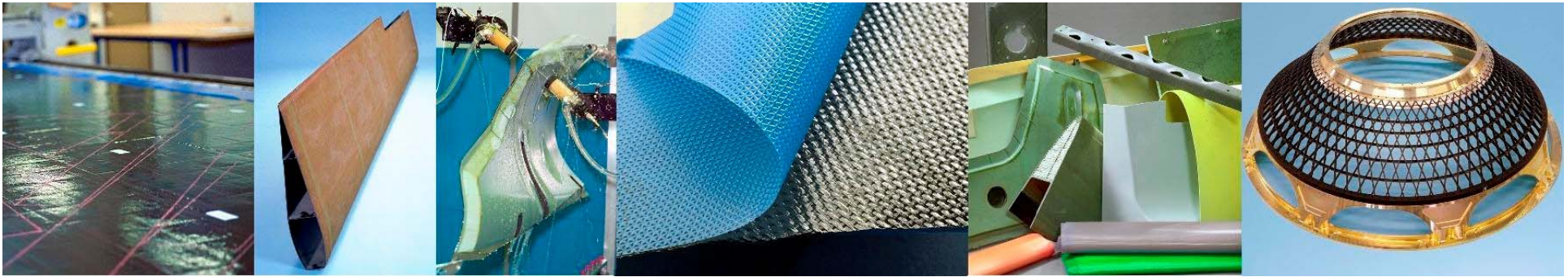
125°C härdande plasticsystem **2tim i 75°C**

180 °C härdande plasticsystem **8tim i 110°C**



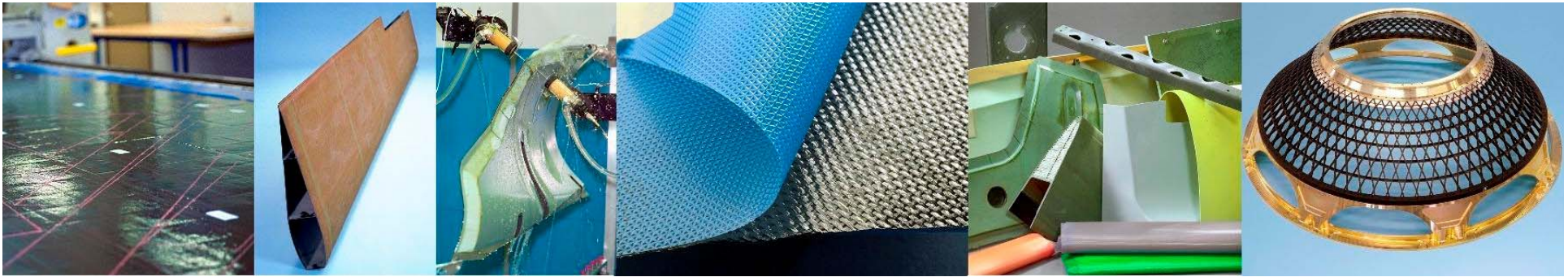
# CFRP - Härdning





# CFRP – Reparation kritiska parametrar

- Torkning (fukt)
- Rengöring (vidhäftning)



# CFRP – Reparation icke strukturella

Förhindra skadetillväxt, täta mot fuktinträngning

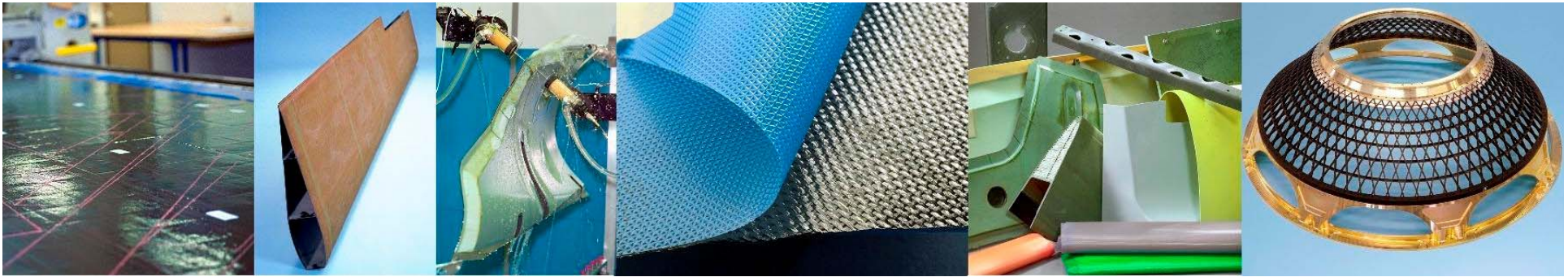
## Reparationsmetod

### ☞ **Våtlaminering**

Torra fibrer som impregneras med plast

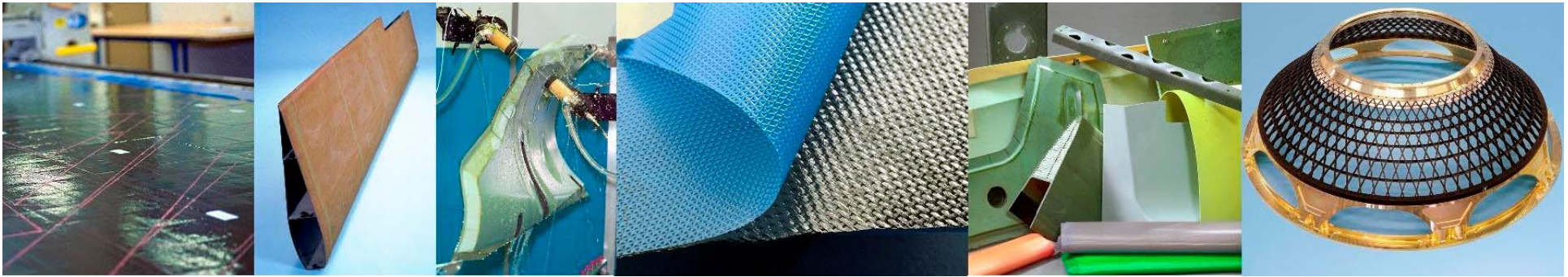
Härdning + efterhärdning

EXOVA



# CFRP – Reparation av strukturella

- Konstruktören avgör vilka skador som kan repareras
- Repareras med samma process och material som i produktion
- Avgutningsmetoden
- Verifiera med OFP (oförstörande provning)



## CFRP – Vem får laga

- Inom flyg finns 3 certifieringsnivåer
- Repetitionskurser vart annat år
- Vad kommer att gälla inom fordon?
  
- EXOVA kommer att, via Transportgruppen erbjuda 1-2 dagars kurser i reparation