

**swerea|SICOMP**

# **New Technology for Composite Ships**

**Kurt Olofsson, Swerea SICOMP**

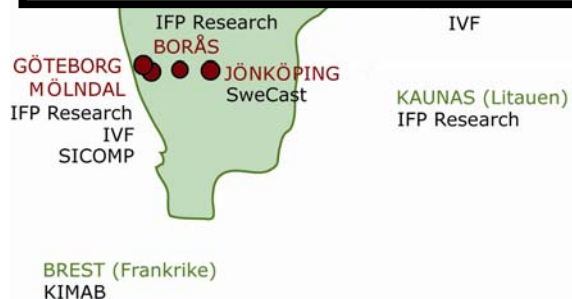
# Swerea Lättvikt – ett kompetensområde inom Swerea

Kund



Swerea

**Swerea Lättvikt är den för svensk industri LEDANDE och naturliga LEVERANTÖREN av sammanhållna lösningar omfattande alla teknikavsnitt för produktframtagning av energi-, och VIKTEFFEKTIVA lättviktskonstruktioner**

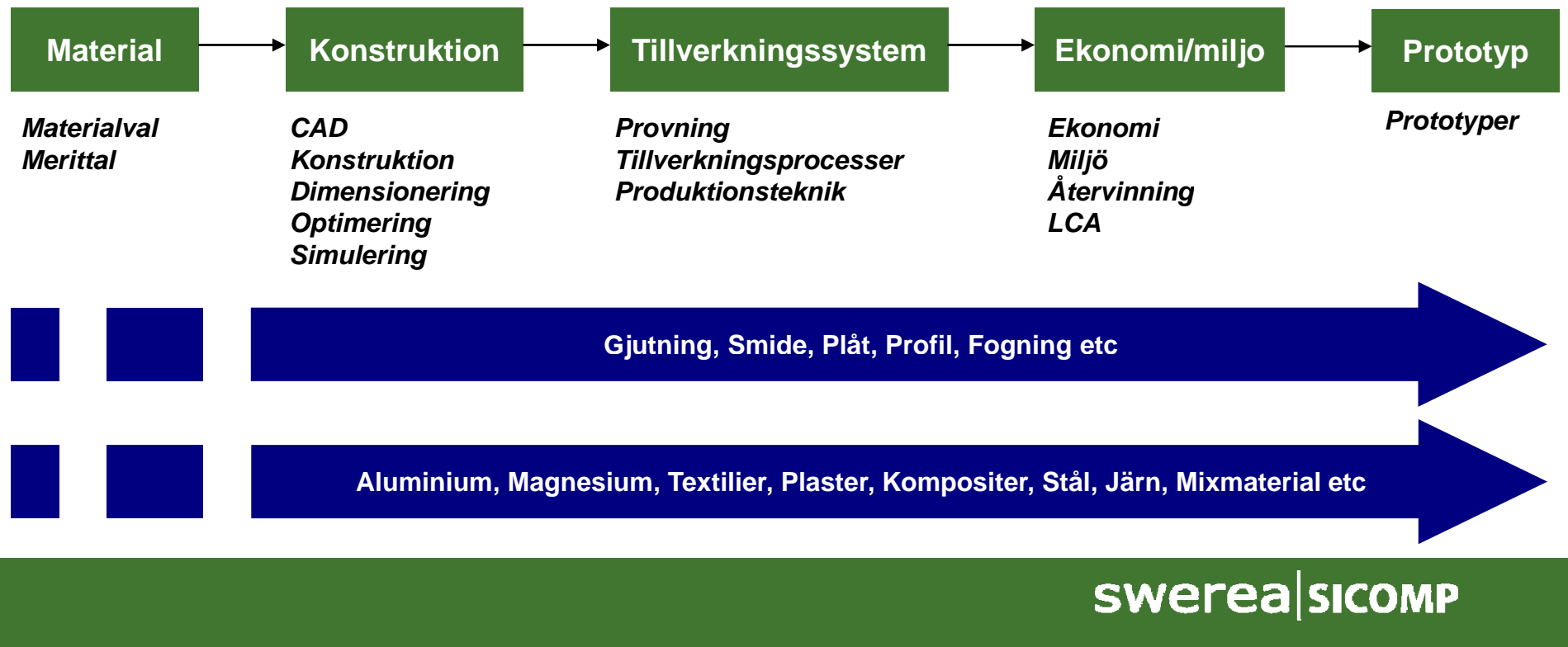


*"Koncernen skapar, förädlar och förmedlar forskning och utveckling inom material-, process-, produkt- och produktionsteknik"*

swerea|SICOMP

# Unikt erbjudande

- Swerea ska erbjuda industriella kunder helhetslösningar omfattande alla teknikavsnitt för **produktframtagning** av lättviktskonstruktioner



# Unikat Erbjudande

- Exempel

Länkarm



Nivå 1

Enkel, 1 komponent, 1 process

Robotarm



Nivå 2

Mer komplext, >1 komponent,  
>1 process

Dörr/Hytt



Nivå 3

Mer komplext  
system

# Manufacture: Early Vacuum Infusion

## Herstellung großflächiger Glasfaser/ Kunststoff-Teile im Injektionsverfahren

Von Dipl.-Ing. H. Würtinger\*)

(Mitteilung aus dem Deutschen Kunststoff-Institut, Darmstadt)

In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, wie man nach dem Injektionsverfahren mit starrer Negativform und flexibler Gegenform relativ große GFK-Sandwichschalen in einem Arbeitsgang fertigen und auch GFK-Teile mit starker sphärischer Wölbung (z. B. Bootsschalen) herstellen kann.

### 1. Einleitung

Bei der Herstellung von Glasfaser/Kunststoff (GFK)-Teilen bemüht man sich fortwährend, neue Herstellungsverfahren zu entwickeln, um das lohnintensive und vor allem unhygienische Handlaminierverfahren abzulösen. So wurde auch im Deutschen Kunststoff-Institut ein Injektionsverfahren mit einer starren Negativform und einer flexiblen Gegenform entwickelt. Das Prinzip und die physikalischen Grundlagen sind bereits ausführlich beschrieben<sup>1)</sup>, wobei die Versuche jedoch nur an relativ kleinen Platten (1 m × 0,5 m) durchgeführt wurden.

In der vorliegenden Arbeit wird über Versuche berichtet, welche die Anwendbarkeit dieses Injektionsverfahrens auf die Fertigung großflächiger Sandwichteile wie z. B. Torsionsschalen von Flugzeugtragflächen, insbesondere aber auf die Fertigung sphärisch gewölbter Teile wie z. B. Bootsschalen zeigen sollen.

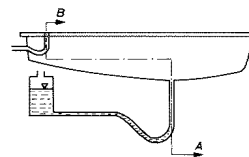
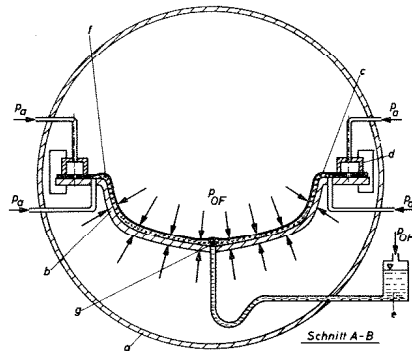
### 2. Prinzip des Injektionsverfahrens

Bild 1 erläutert das Prinzip des Verfahrens für den Fall einer Bootsschale.

Die Glasfaserverstärkungen *f* werden trocken in die Negativform *b* eingelegt und mit einer flexiblen Gegenform *c*, einer Folie, abgedeckt, wobei die Folie über den Rand der Glasfasereinlage hinausgeht. Dieser über-

Bild 1: Prinzipskizze zur Herstellung von Bootsschalen im Injektionsverfahren.

- a Autoklav
- b starre Negativform
- c flexible Gegenform (Folie)
- d Dichtrohr
- e Harzvorratsbehälter
- f Glasfasermaterial
- g Rundstab
- g Autoklav
- $P_0F$  Druck im Autoklav
- $P_0H$  Druck im Harzvorratsbehälter
- $P_2$  Druck im Ablaufstutzen und im Dichtrohr



\*) Jetzige Anschrift: MAN, Werk München.  
1) H. Würtinger: Tränkverfahren zum Herstellen großflächiger Glasfaser/Kunststoff-Bauteile, Kunststoffe, Bd. 54 (1964), S. 797-803.

# Manufacture: Cutting Machine

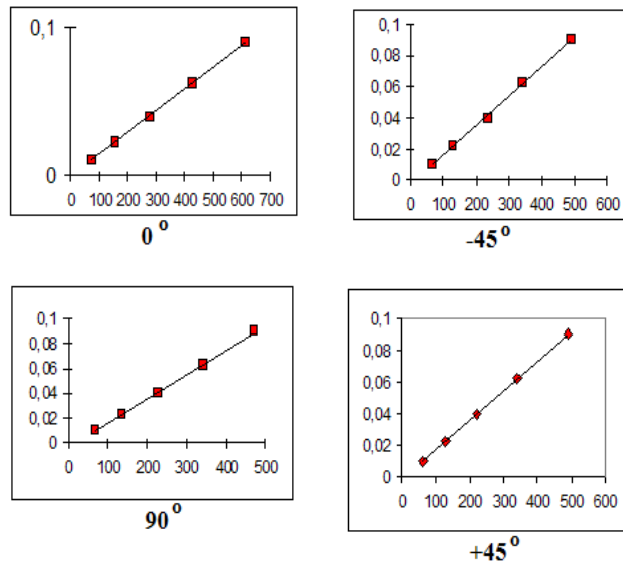


GTxL

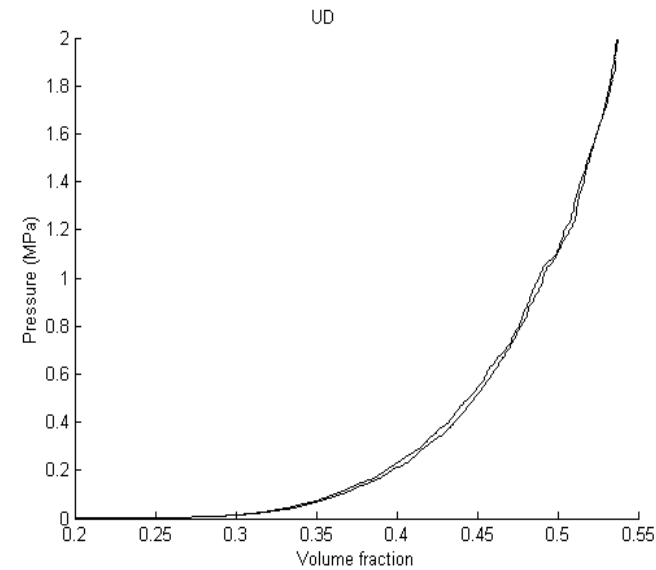


Max layer thickness 2.5 cm  
Cutting speed 10.2 m/min  
Oscillating knife  
High efficient vacuum system  
Automatic cutting optimization

# Manufacture: Database



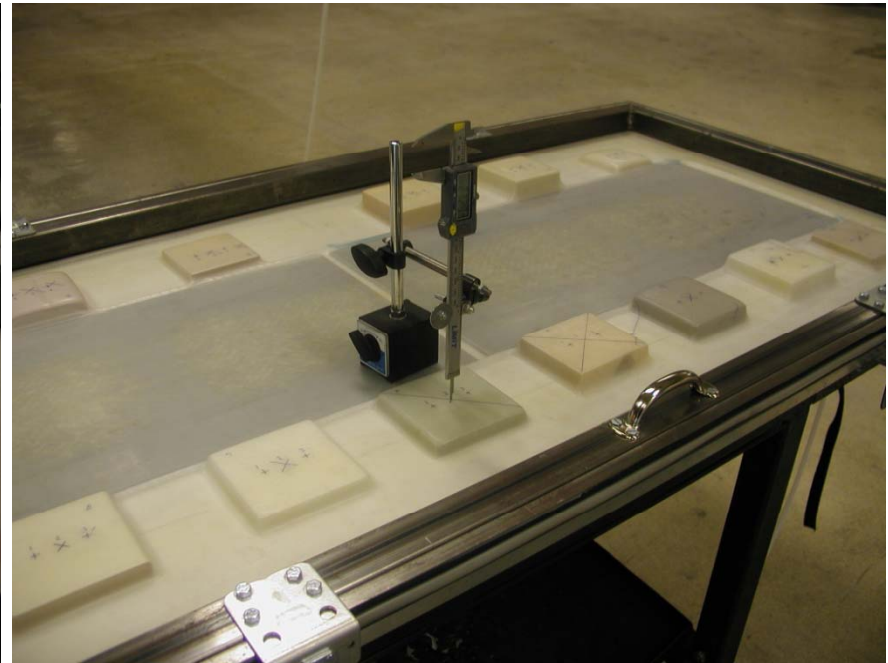
**Fiber Permeability Measurement**



**Fiber Compaction Measurement**

# Manufacture: Tool Deformations

- Tool Material Deformations due to Temperature and Pressure



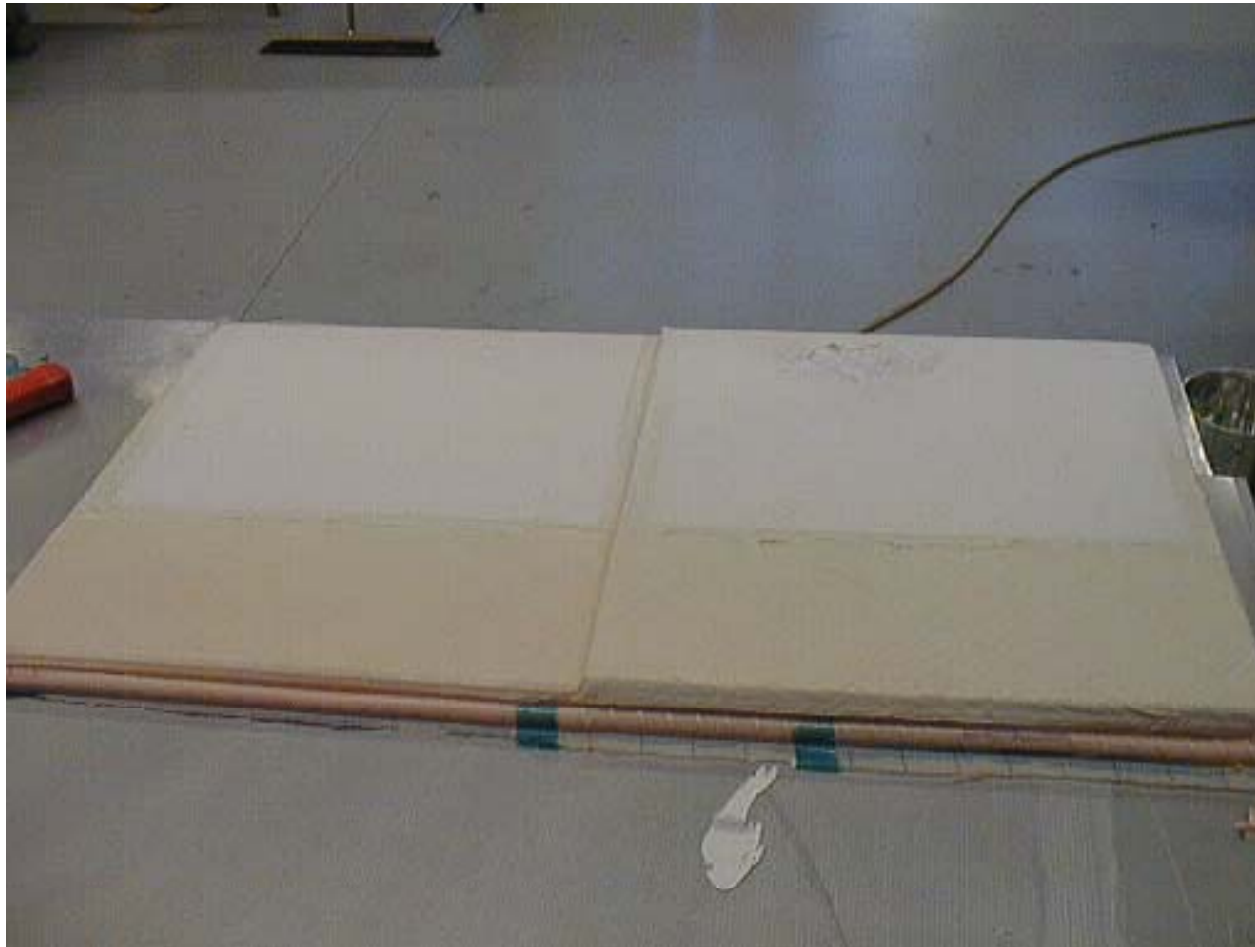
# Manufacture: Large Tools by VI

- CAD/CAM Manufacture of Plug with Robot on Rails
- VI Tool



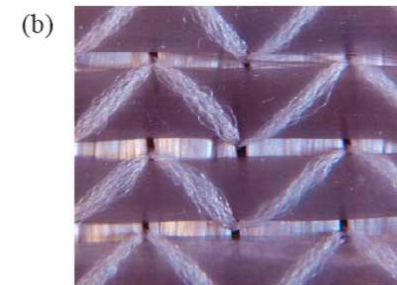
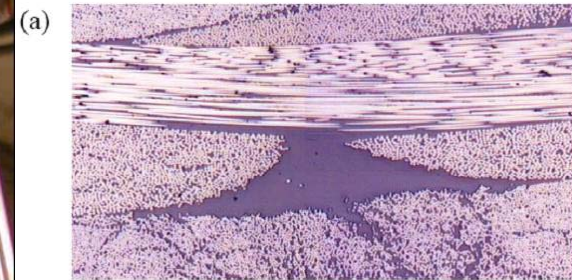
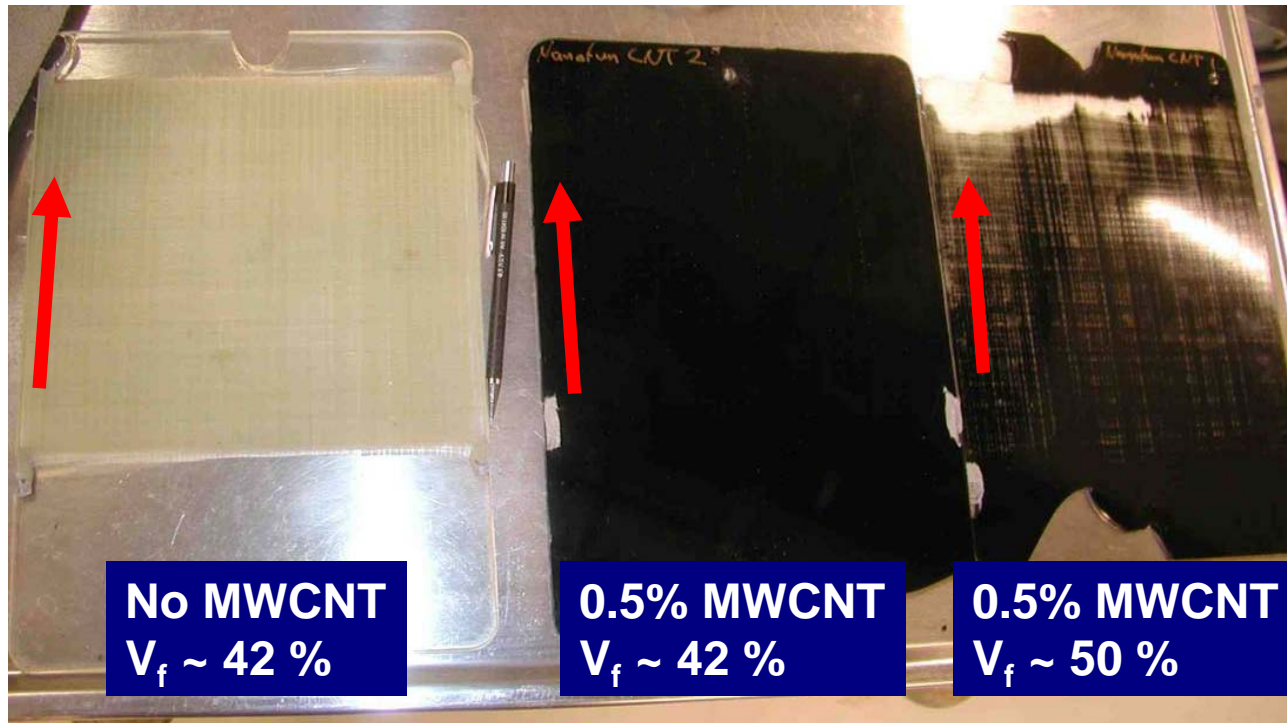
# Manufacture: VI Phenolic Laminates

- VI of 20 mm and 30 mm Solid Laminate



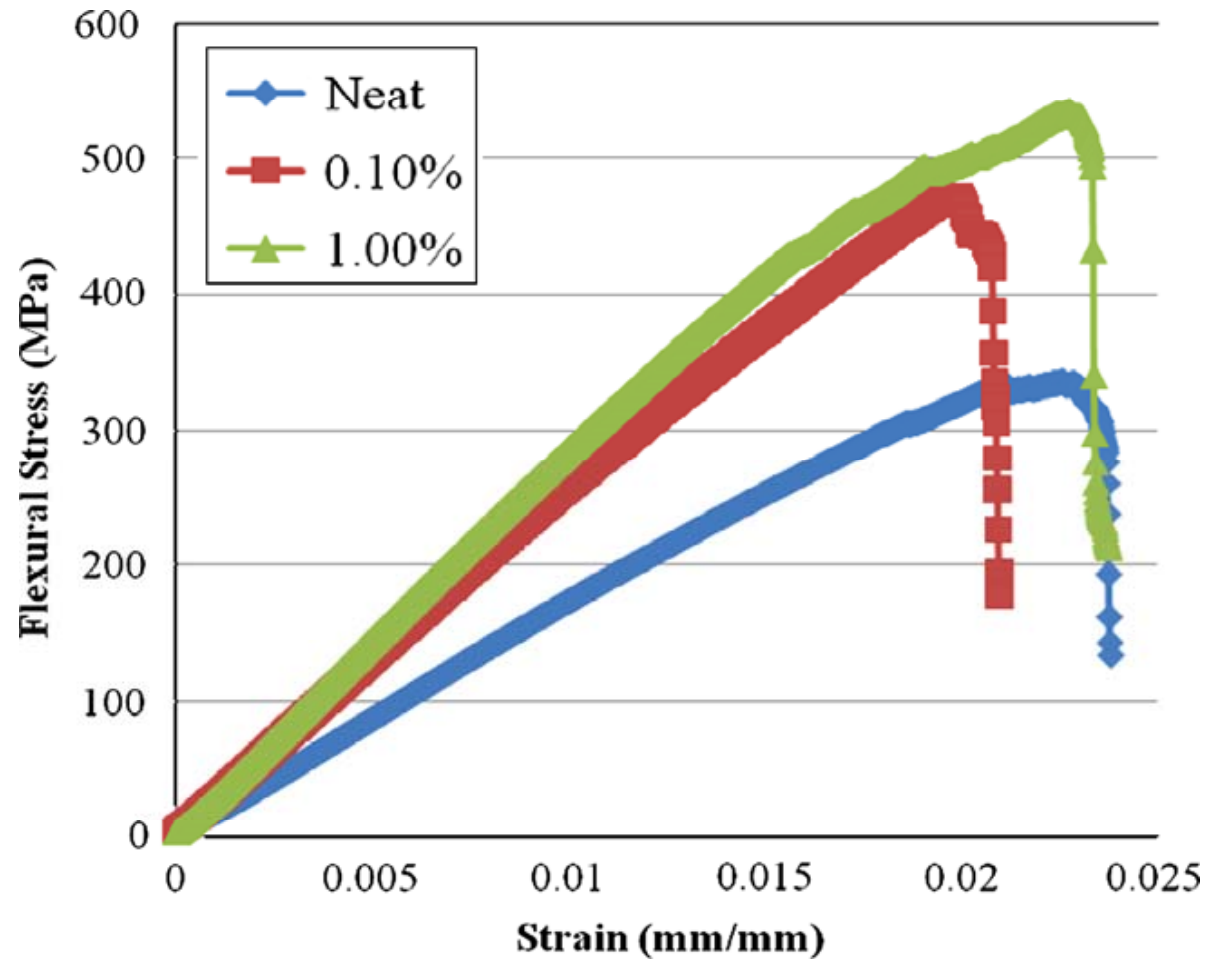


# Manufacture: Particle Filtering of CNT



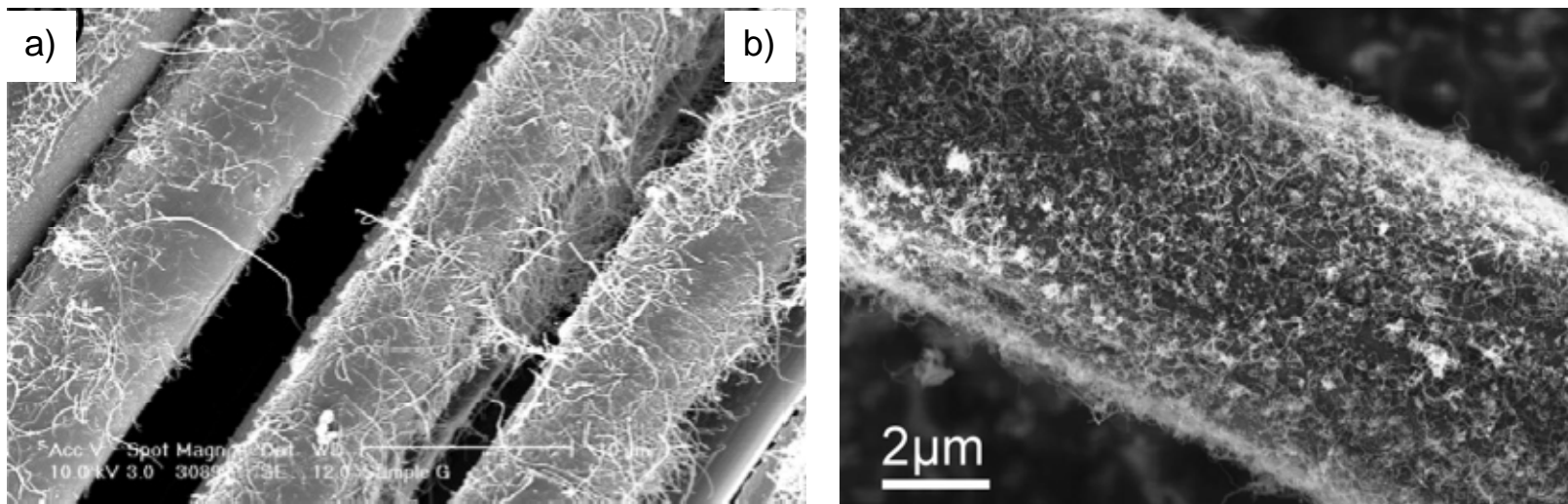
Source: Nordlund, Fernberg, Lundström, Composites Part A, (2009)

# Materials: VI Glass/Epoxy/CNT



# Materials: Electrofores of CNT

- Reinforce Fiber Interface with CNT

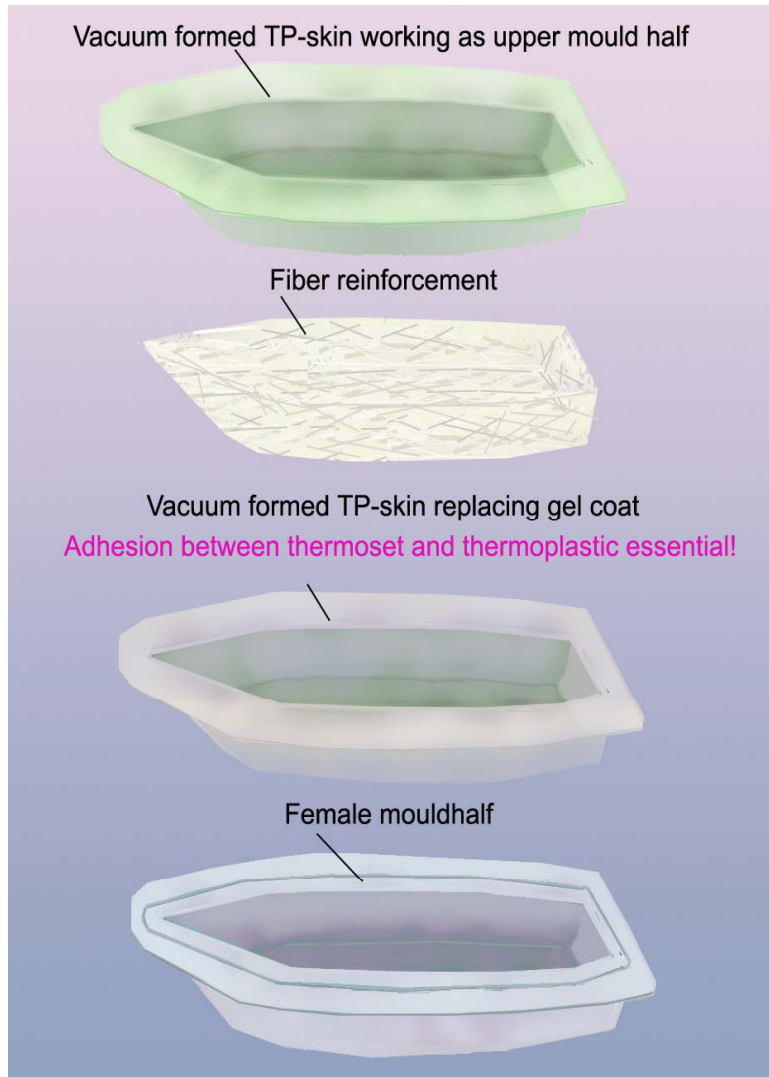


*Sources:*

a) Boccaccini, Cho, Roether, Thomas, Minay, Shaffer, Carbon (2006)

b) Bekyarova, Thostenson, Yu, Kim, Gao, Tang, Hahn, Chou, Itkis, and Haddon, Langmuir, (2007)

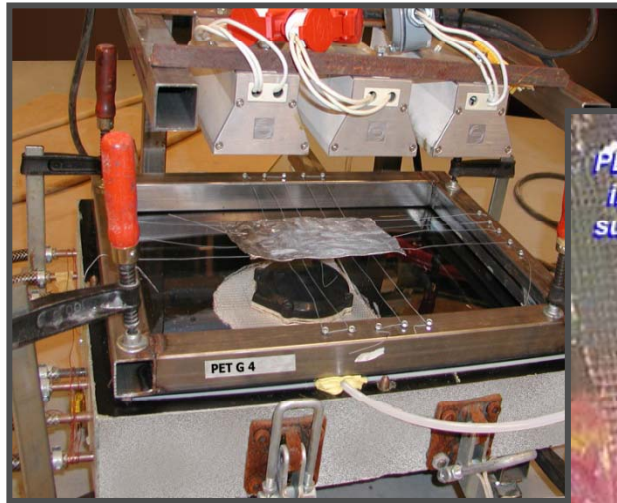
# Manufacture: TP-Skin™ Processing



## Thermoformed TP-Skins:

- Gelcoat
- Tool

# Manufacture: Rapid Prototyping



*Finished product:  
PETG/Carbon  
fiber/Vinylester*



swerea|sICOMP

# Fire: Mass Loss

<b>RESIN</b>	<b>Fiber Volume (%)</b>	<b>Final Mass Loss (°C)</b>	<b>Final Resin Fraction (-)</b>
Polyester	0	475	0.01
Vinylester	0	475	0
Anhydride Epoxy	0	525	0.01
Amine Epoxy	0	575	0
Polyester	48	525	0.01
Vinylester	57	500	0
Anhydride Epoxy	53	525	0.01
Amine Epoxy	55	550	0
Phenolic 1	40	560	0.27
Phenolic 2	40	560	0.18

# Fire: Structural Failure of Composites

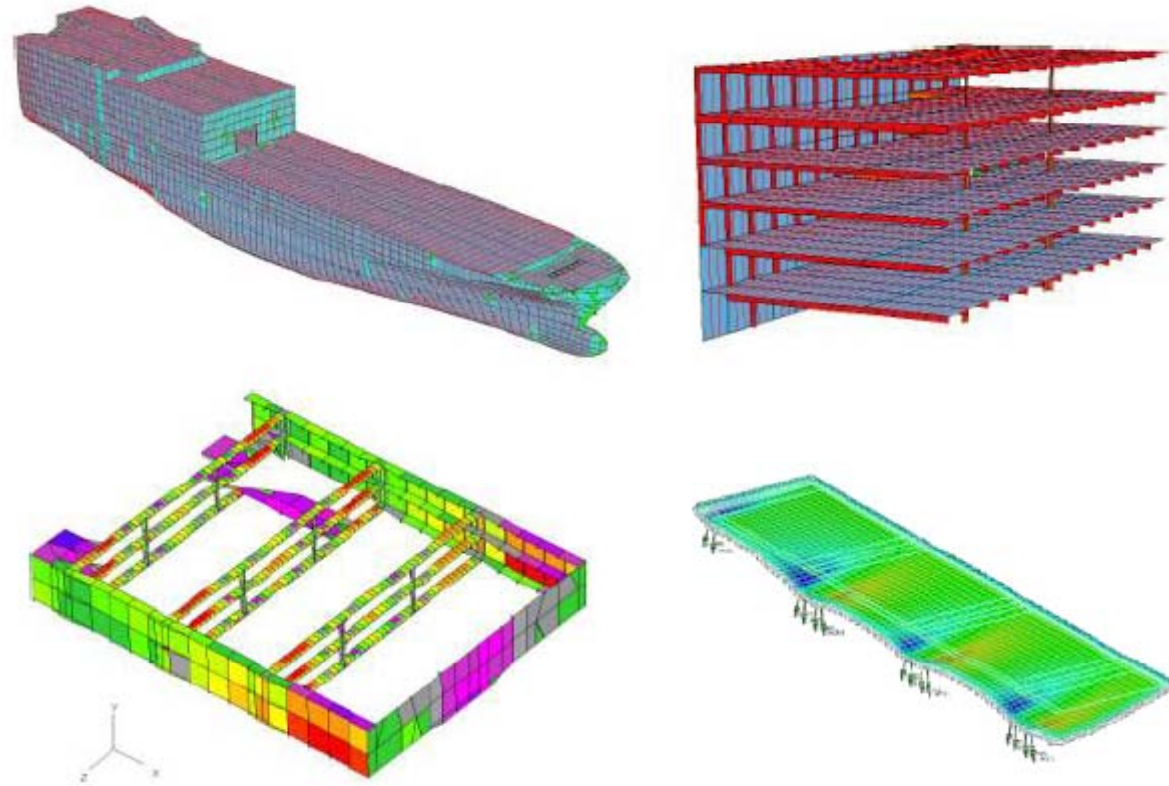
## Simulation:

- Thermo-mechanical is OK when fire insulation is used
- Fire kinetics have small influence when fire insulation is used

## Time to failure:

- Fire insulation
- Higher  $T_g$

# RoRo Car Carrier Deck Structure



# RoRo Car Carrier Deck Structure

- Cooperation De-Light and LÄSS Projects
- Secondary Structure
- Decking (Original Steel Beams are Kept)
- No Fire Regulations
- Principal Certification Approval
- Decking Weight Index:
  - Traditional Steel = 100
  - Lightweight Steel (ICORE) = 70
  - Extruded Alumina = 40
  - Glass/Balsa Sandwich= 35
- Ship takes 200 Extra Cars