

## Återvinning av kompositer genom mikrovågspyrolys

Mikael Skrifvars och Dan Åkesson, Högskolan i Borås  
Carina Petterson och Sune Andreasson, Stena Metall AB

Waste Refinery projekt hösten 2009



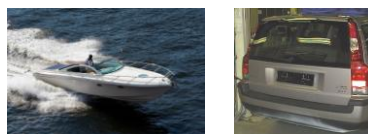
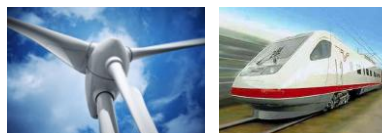
Centrum för optimal resurshantering av avfall

[www.wasterefinery.se](http://www.wasterefinery.se)

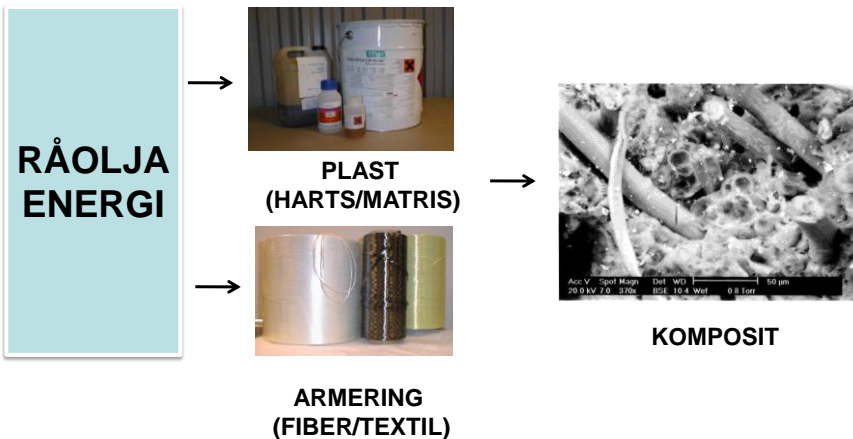
### ANVÄNDNING AV KOMPOSITER



- Produkter som kräver mekanisk styrka samt låg vikt
- Båtar, vindkraftsvingar, bilar, byggelement, mm.
- Ca 1 miljon ton/år i Europa
- Lång livslängd (> 10 år)
- Användningen ökar



## KOMPOSITERNAS SAMMANSÄTTNING



## FÖRSÖK TILL ÅTERVINNING AV KOMPOSITER



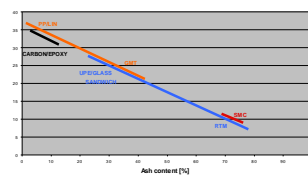
### MATERIALÅTERVINNING



Material circulation Ercom GmbH



### FÖRBRÄNNING



## KOMPOSITÅTERVINNING - SVÅRIGHETER



- Komplext sammansatt material:
  - Olika hartser, glas- och kolfibrer, balsa, PVC, metallkomponenter, mm
- Lång produktlivslängd
- Små avfallsvolymer jämfört med övrigt avfall
- Utblandning med annat avfall
- Infrastruktur för insamling saknas
- Effektiv återvinningsteknik saknas
- Ingen marknad för återvunnet material

## PYROLYS

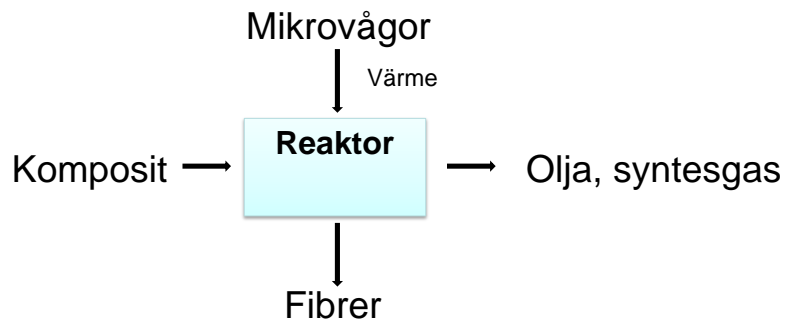


Pyrolysis = Upphettnings i syrefri miljö



- Termoplaster kan återvinnas med pyrolysis
- Energikrävande process, kräver stora volymer för lönsamhet

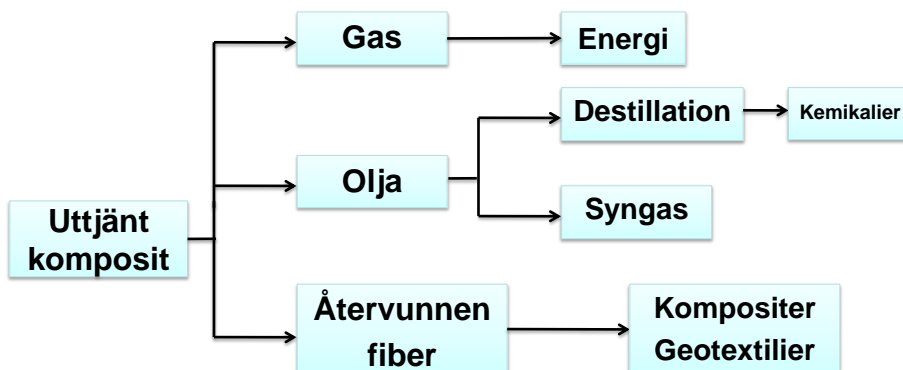
## MIKROVÅGSPYROLYS



Fördelar:

- Värmer tvärs igenom materialet
- Hög energieffektivitet, kräver mindre volymer för lönsamhet
- Blandat material kan pyrolyseras
- Det inerta materialet kan tas till vara, t.ex. ädelmetaller, kolfibrer

## ÖVERSIKT - MIKROVÅGSPYROLYS



## MIKROVÅGSPYROLYS – FÖRSÖKSUTRUSTNING



### LABBREAKTOR ca 0.5 kg/batch



Utvecklat av Gisip AB

### PILOTANLÄGGNING 100 kg/h, kontinuerlig



Under utveckling av Stena Metall AB i Halmstad

## EXPERIMENTELLT ARBETE



### Material

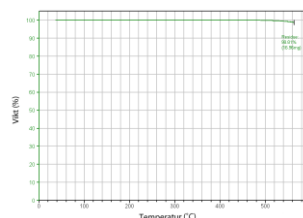
- Vindkraftsvinge
- Omättad polyester, Polylite 31660-02
- Huggen glasfibermatta, 300 g/m<sup>2</sup>
- Bikomponentfiber
- Peroxid, Andonox PBTB, Syrgis.

### Analys

- Kalorimetri, ASTM D 4809
- GC-MS
- Svepelektronmikroskopi (SEM)
- Termogravimetrisk analys (TGA)
- Mekanisk provning



Mikrovågspyrolys 60 min vid 450 °C

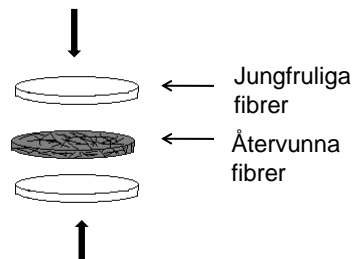


1-2 vikt-% organiskt material efter pyrolys

## KOMPOSITTILLVERKNING AV ÅTERVUNNEN GLASFIBER



1. Kompositer tillverkades genom att varva mattor med återvunna fibrer med jungfrulig glasfibrer
2. Laminat impregnerades med omättad polyester och formpressades vid 170°C, 8 min, 70 kPa
3. Kompositer med 100 %, 83 %, 65 %, 39 % och 0 % (vikt/vikt) andel jungfrulig fiber tillverkades
4. Totalt 50 vikts-% fibrer i kompositen



## KARAKTÄRISERING AV ERHÅLLEN GLASFIBER



### PYROLYSERADE FIBRER



30 minuter



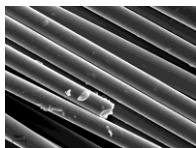
45 minuter



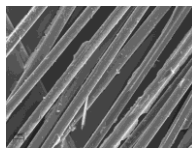
60 minuter

Vid 450°C krävs  
ca 60 minuters  
pyrolyys

### ELEKTRONMIKROSKOPI



Före pyrolyys



Efter pyrolyys

Rester av fiberns  
ytbehandling

## KARAKTÄRISERING AV ERHÅLLEN OLJEFRAKTION



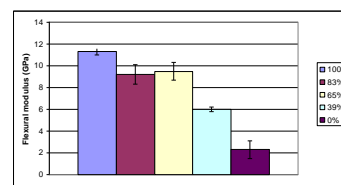
- Innehåller organiska föreningar:
  - Styren, toluen, bensen
  - Andra polyaromatiska ämnen
- Kalorimetriskt energiinnehåll:
  - 34.5 MJ/kg
- Kraftigt luktande



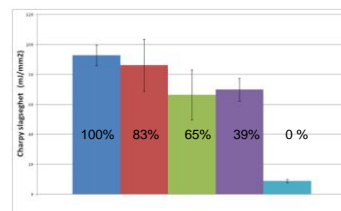
## MEKANISKA EGENSKAPER FÖR KOMPOSITER MED PYROLYSERAD GLASFIBER



- 15-35 vikts-% återvunna fibrer kan användas med relativt goda mekaniska egenskaper.
- Materialegenskaperna kan optimeras ytterligare



Böjmodul, GPa



Slagseghet, kJ/mm<sup>2</sup>

## VÄRDEBERÄKNING

---



- Det kommersiella värdet på den återvunna glasfibern sattes till 0 kr
  - Kostnad för deponi av kasserade kompositer värderades till 700 kr/ton
- Analysen visar att mikrovågspyrolys av kompositer eventuellt kan bli lönsam beroende på hur priset för deponi utvecklar sig.
- En energi- och värdebalansberäkning kommer att göras på den större anläggningen vilket ger en mer realistisk bild
- Mikrovågspyrolys kan användas även för kolfiberkompositer, vilka har ett högre kommersiellt andrahandsvärde

## SLUTSATSER

---



- Mikrovågspyrolys är teknisk genomförbart i labbskala
- Stena Metall utvecklar en pilotanläggning för kontinuerlig behandling
- Kompositer med 15-35 vikts-% återvunnen fibrer kan tillverkas med relativt goda egenskaper
- Mikrovågspyrolys medför en möjlighet att ta tillvara värdefulla komponenter i komplext sammansatta material





---

**TACK FÖR ER  
UPPMÄRKSAMHET!**