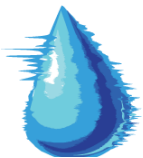


Avisningssystem till vindkraftverk baserat på grafitelement.



Louiville Kentucky



MW
Innovation



vintervind 2008

Grafitelement/folie

- Inert material (kemisk stabil)
- Tål höga temperaturer
- Ersätter asbestrelaterade material
- Används i stor utsträckning som packningsmaterial p.g.a. dess låga utvidgnings koefficient, formbarhet och elasticitet

Unika egenskaper

- Resistans $1-8^{10}$ ohm vilket är ca 8 ggr bättre än för övriga material som används vid uppvärmning som ex. Ni-Cr pläterade material.
- Resistansen minskar med ökad temperatur vilket medför en snabb temperaturrespons.

Egenskaper

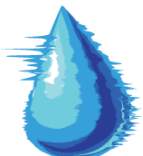
- Termisk konduktivitet 225 W/mK i planet ungefär samma konduktivitet som för mässing
- Mtrl har anisotropiska värmeledningsegenskaper med en snabbare respons i planet än genom planet

Effekten i folien varieras genom ändring av:

- Bredd
- Längd
- Tjocklek
- Densitet

Folien

- Lätt att dela in effektdensiteten i zoner i samma element
- Snabb termiska respons upp till 100° C/sek
- Lägre energiförbrukning jfr med andra typer av termoelektriska element
- Max effektdensitet kan uppgå till 15W/cm²

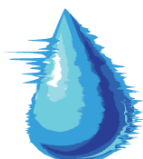
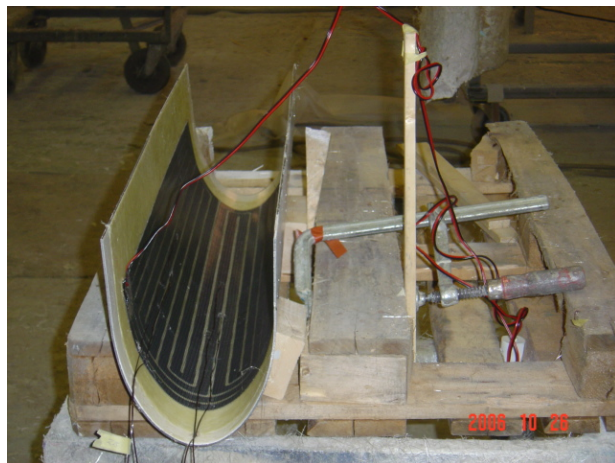


Element

- Beroende på dess laminatkonstruktion medför att valet av yttre icke ledande skikt är stort som ex.
- Polyester, polyethylene
- Fluoropolymerer som TFA, PFA och FEP
- Keramiska mtrl metall och aluminium folier.
- Temperaturstabilitet 3%
- Max temperatur 2,000° F



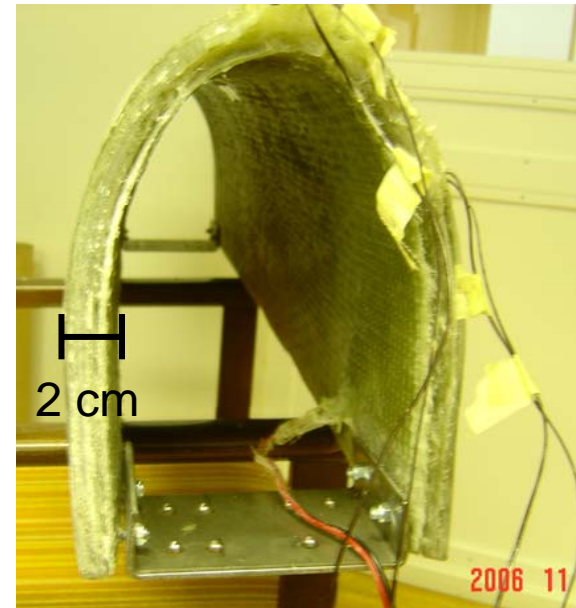
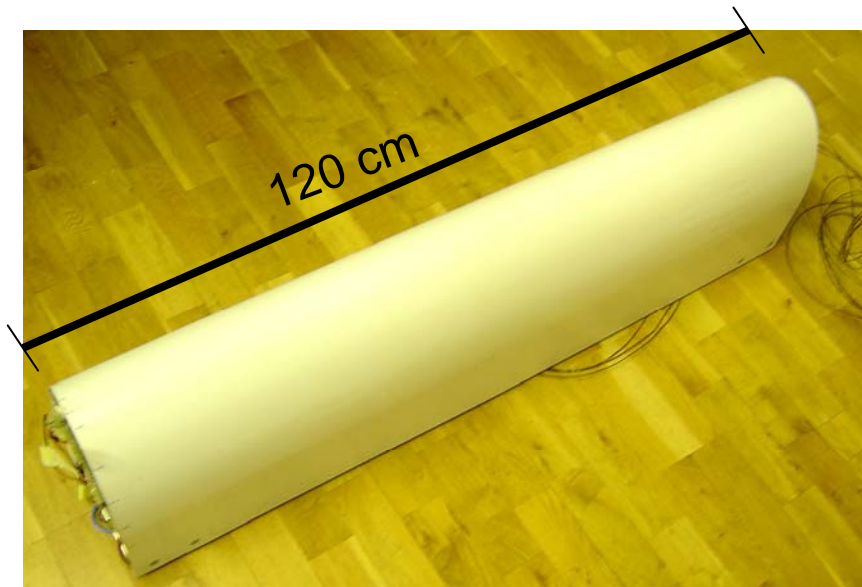
Tillverkning av uppvärmd turbinbladsprofil



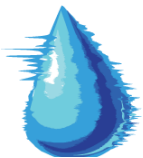
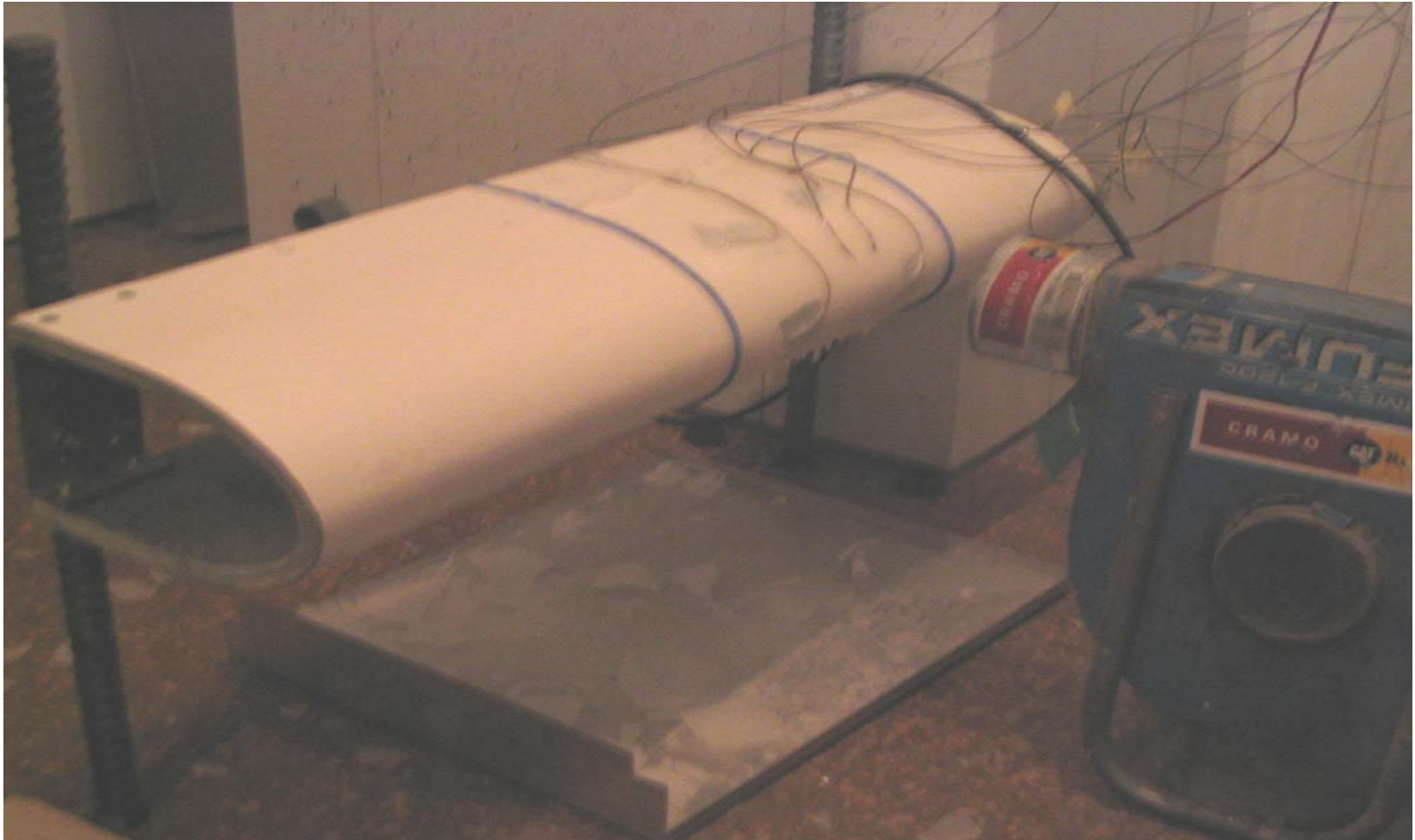
MW
Innovation



vintervind 2008



Försöksuppställning



MW
Innovation

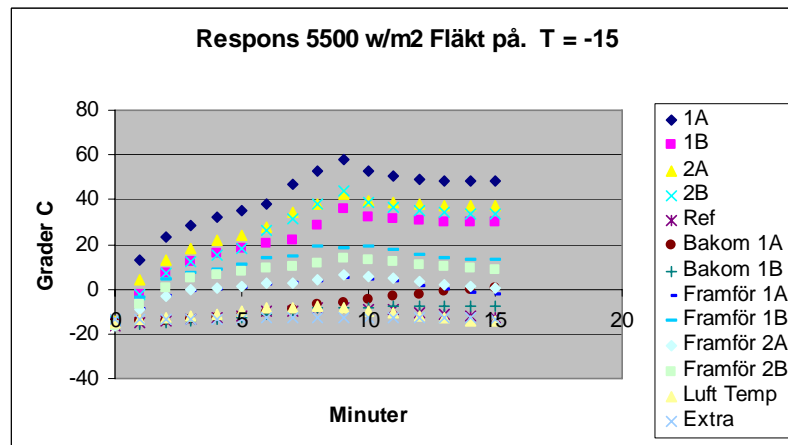
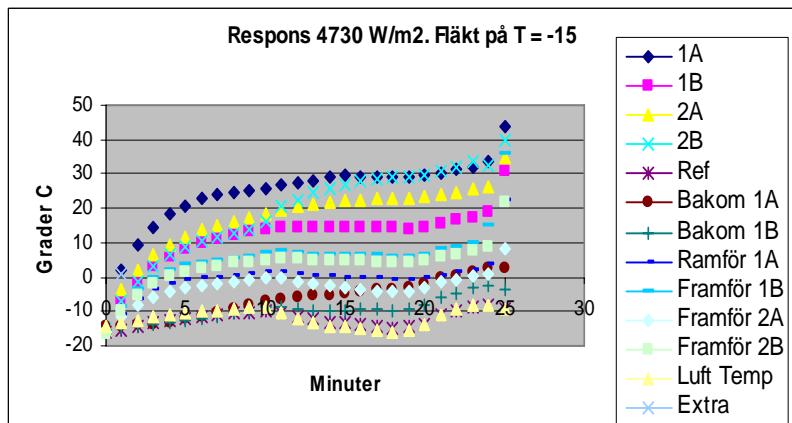
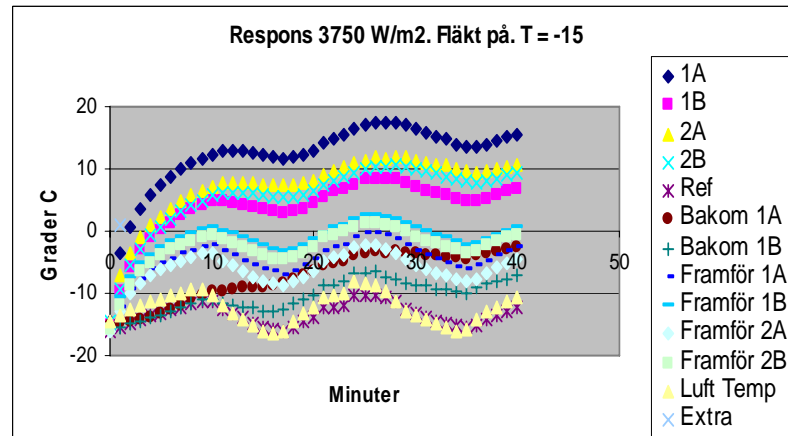
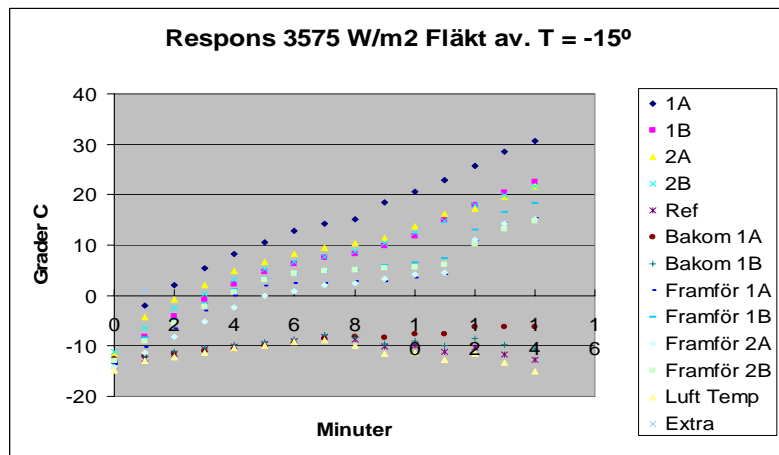


vintervind 2008

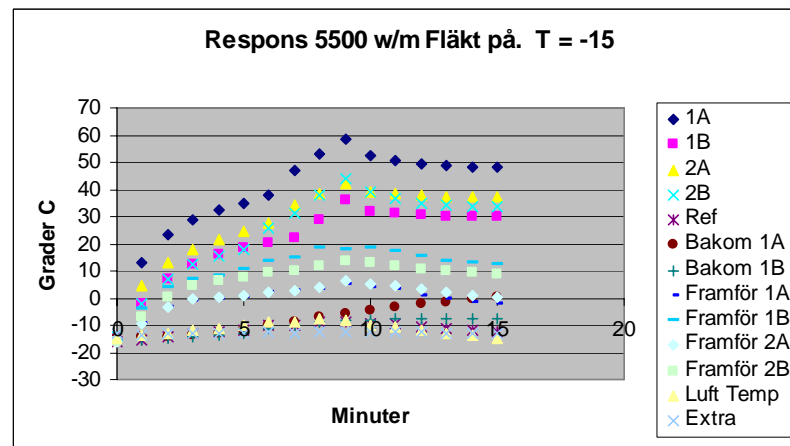
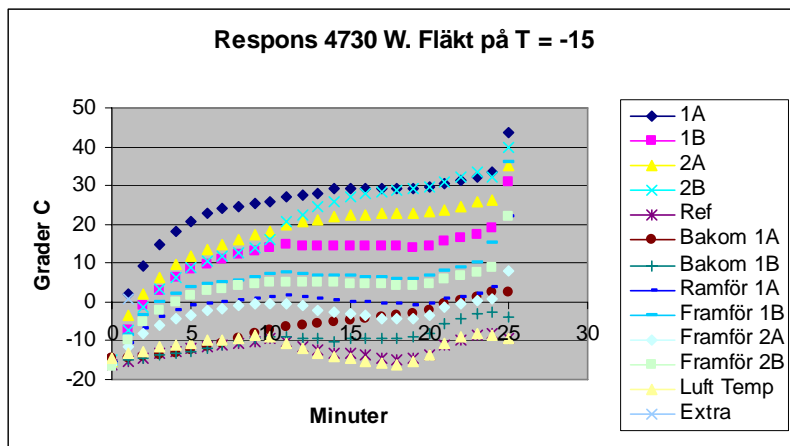
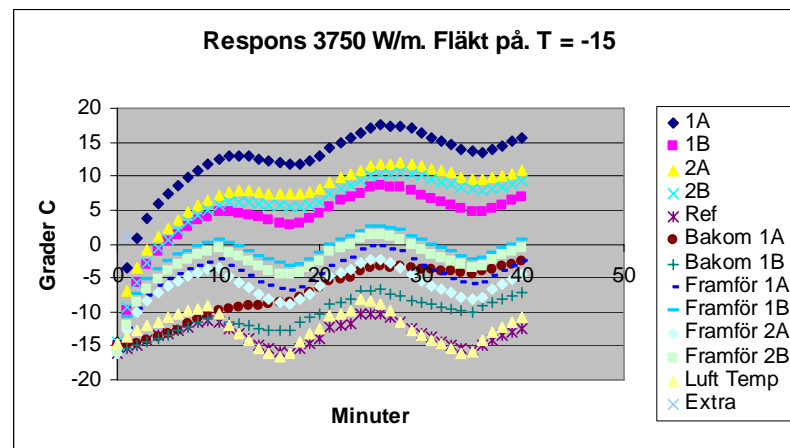
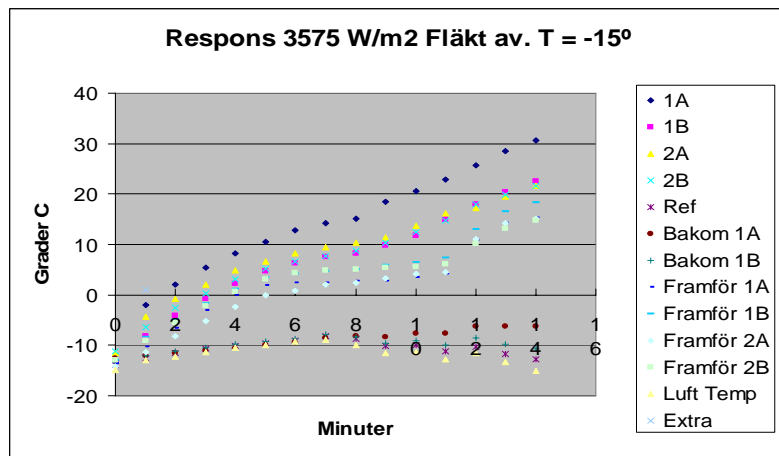
Försöksuppställning



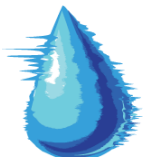
Temperaturrepons som funktion av effekt/m²



Temperaturrepons som funktion av effekt/m²



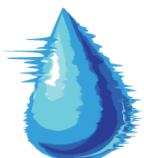
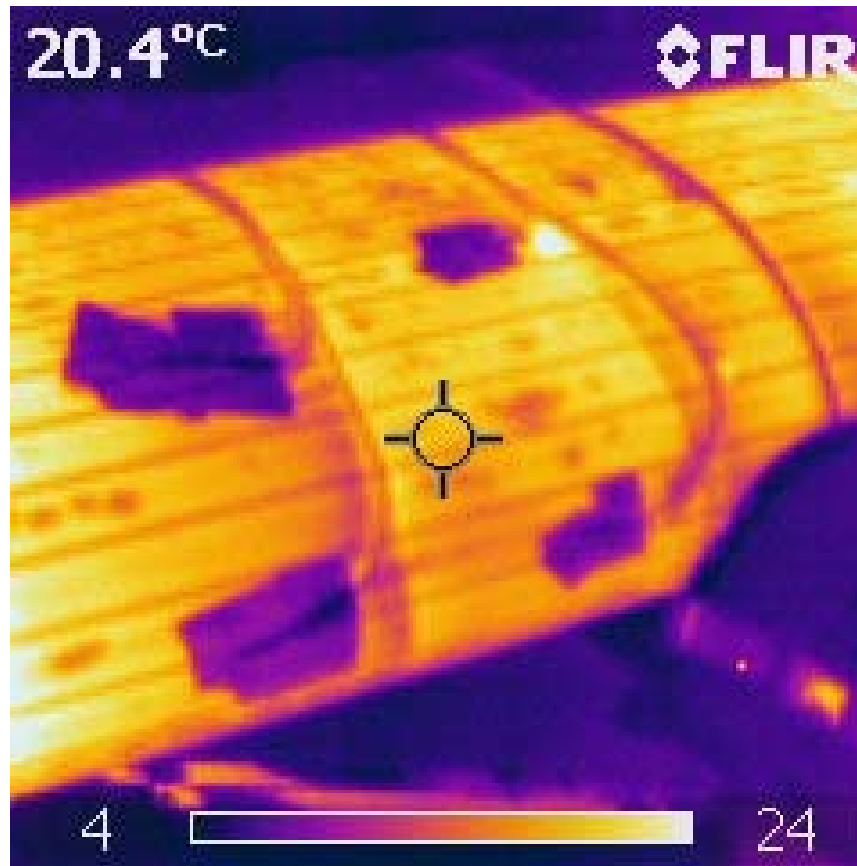
Vad händer vid $T = 2-3$ minuter



MW
Innovation



$T = 0^{\circ} \text{C}$, Effekt 5500W/m^2



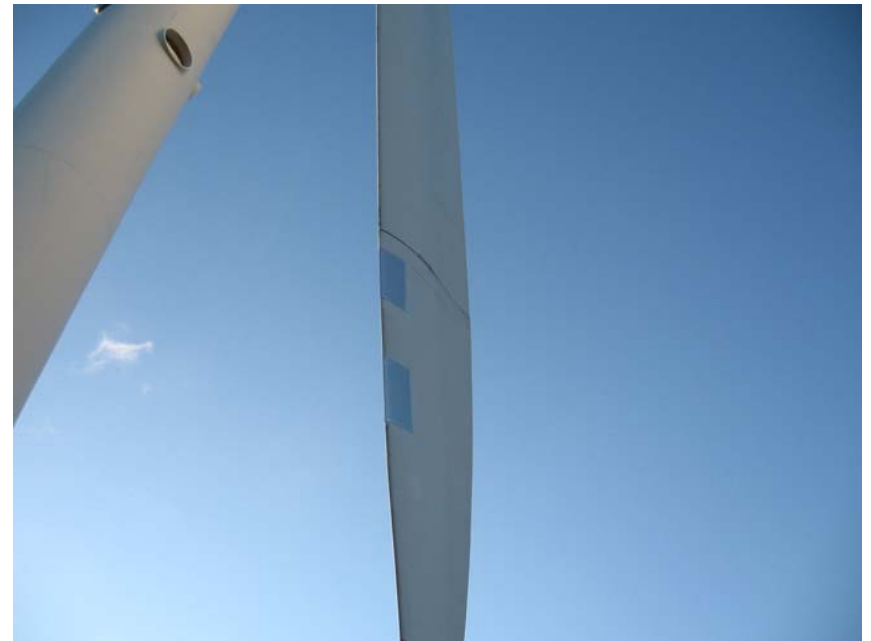
MW
Innovation



Slutsatser

- Det går att laminera in folien i en profil men även att montera som utanpåliggande (lätt att byta ut eller avlägsna)
- Temperaturresponsten (avisningsprocessen) är mycket snabb ca 2-3 minuter
 - Enercon 1h 2?
 - KAT 20 min?
- Homogen temperaturfördelning.
- Snabb process (låg energiförbrukning)

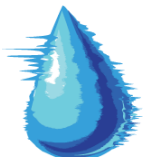
Errosionsförsök på Gotland (Sigvard 1)



Fortsatt arbete

- Erosionsförsöken fortsätter ett antal år tillsammans med Vattenfall.
- Skarpa försök med utanpåliggande folier planerade att genomföras 2008-2009 och 2009-2010.
- Utvecklingsarbete med en amerikansk intressent.

Tack för visat intresse



MW
Innovation



vintervind 2008