



# Partiklar från etanol- och dieselloja

Resultat från projektet

”Karakterisering av partikelemissionerna från en etanoldriven tung motor”

Genomfört vid Luleå tekniska universitet, LTU av:

Peter Ahlvik,

Dan Haupt

Karl-Erik Egebäck

och

Kent Nord



## Ett tack till-

- ❖ Vinnova , Energimyndigheten och Vägverket
- ❖ STT Emtec AB, ELAB och Scania AB

Vi vill också tacka Kempestiftelserna och  
Civilingenjörskörbundet miljöfond för deras  
bidrag till vetenskaplig utrustning.

# Etanol-och Dieselmotor från samma motorfamilj

Parameter	Värde	Enhet
Motor, modell	Scania DC9 02 / DSI 9 E01	
Certifiering	Euro III	
Förbränningsystem	DI, swirl supported	
Lufttillförsel	Turbo & aftercooler	
Motortyp	Rak, 6-cylindrar, liggande	
Cylindervolym	8 974	cm <sup>3</sup>
Cyl. dia.	115	mm
Slaglängd	144	mm
Ventiler per cylinder	2	-
Kompression	17:1/ 24:1	-
Max effekt	169 (230)	kW (hp)
Max vridmoment	1 100	Nm



# Bränslen

## Etamax D

		<u>Metod</u>
Utseende	Rosa, klar vätska	ASTM D 2090
pH	min 5,2 max 9,0	AMSE 1131
Vatten	max 6,20 vikt-%	SS -ISO 760
Densitet (D 20/4)	0,820-0,840 g/ml	SS-ISO 758
Etanol 95%	90,2 vikt-%	
Tändförbättrare	7,0 vikt-%	
MTBE	2,3 vikt-%	
Isobutanol	0,5 vikt-%	
Korrosionsinhibitor	90 ppm	
Färgämne	röd	

I projektet användes  
bland annat Etamax D  
och miljöklass 1 diesel

## Miljöklass 1, 2 och 3 dieseloilja

Bränslespecifikationer			
Egenskap	MK1	MK2	MK3
Densitet (kg/m <sup>3</sup> )	800 – 820	800 – 820	835 – 845
Cetaneindex	>50	>47	
Cetane tal	>51	>51	>51
Destillation, (°C)			
Begynnelsekokpunkt vid 95% destillat, max	180 285	180 295	360
Viskositet, 40°C (mm <sup>2</sup> /s)	1.4 – 4.0	1.4 – 4.0	
Svavel, max (ppm mass)	<10	<50	<350
Aska, max (% mass)	<0.01	<0.01	<0.01
Vatten, max (% mass)	<0.05	<0.05	<0.05
Aromatiska kolväten , max (% vol.)	<5	<20	-.
PAH, tri+, ma (% vol.)	<0.02	<0.1	-.
PAH, tri+, ma (% vikt.)	-	-	11.

Ytterligare krav finns enligt svensk standard. Utg 3, 2001-05-11  
och Utg 3 2000- 03-31.

# SMPS, SEM och Raman spektroskopi

Svep Elektron Mikroskop =SEM

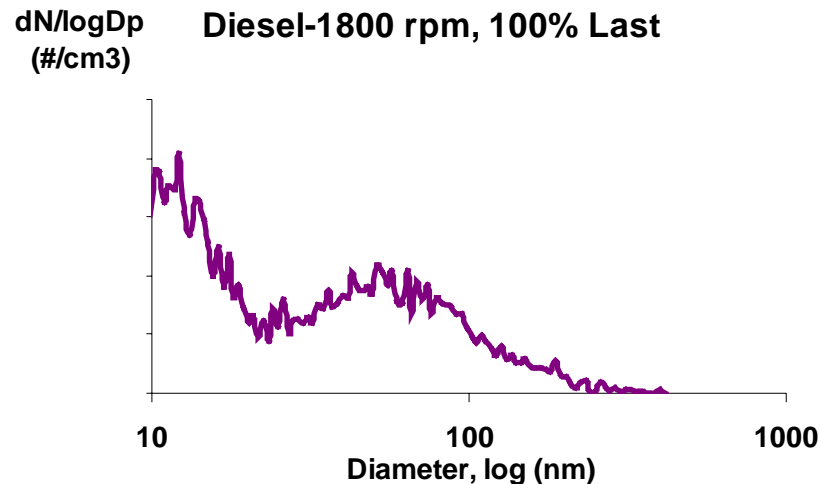
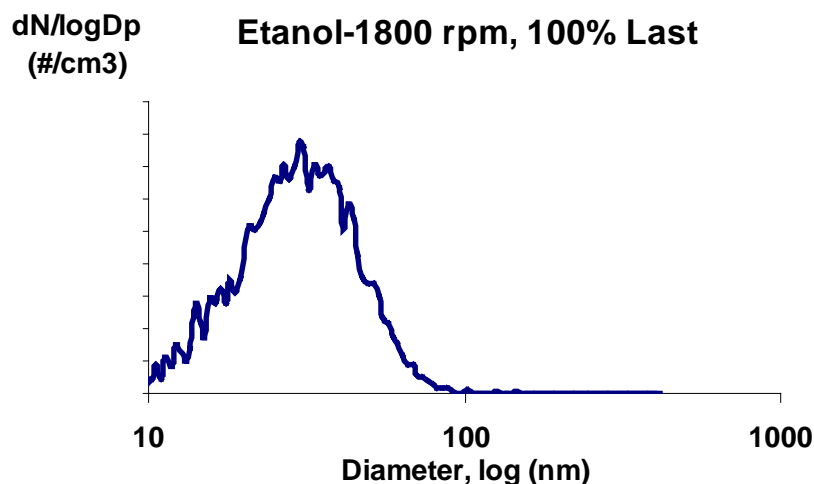
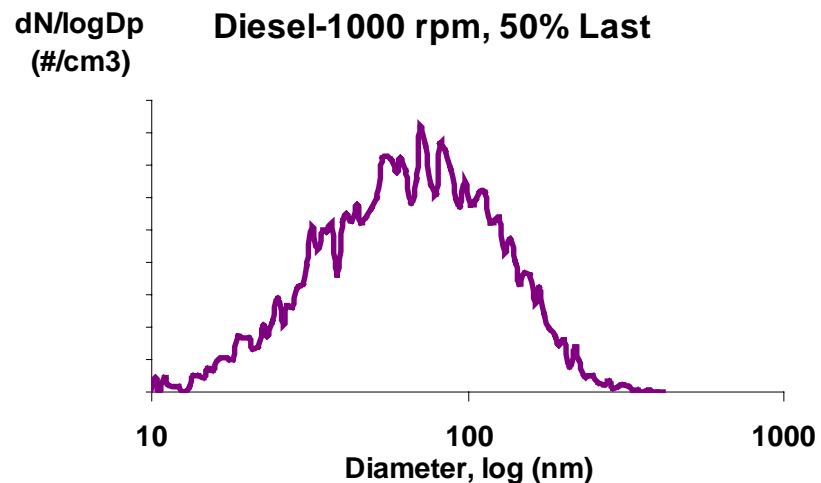
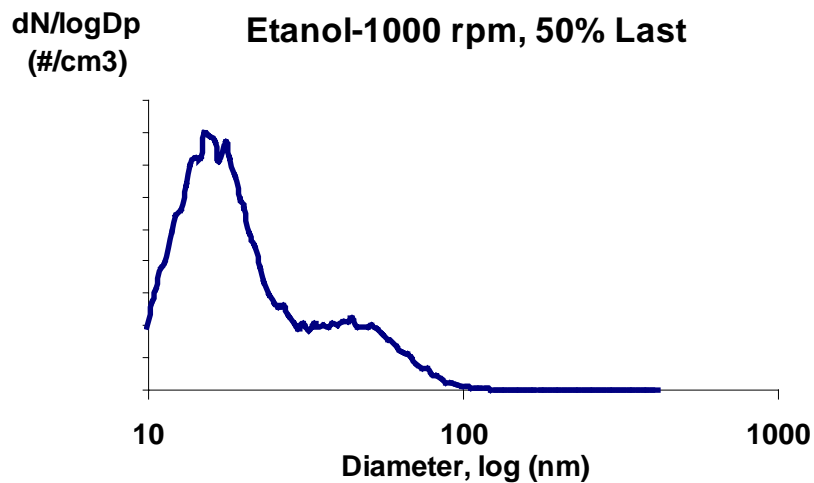
Scanning Mobility  
Particle Sizer = SMPS,  
mäter partikelstorlek  
och distribution



Raman Spektroskopi:  
mäter förändringar  
som uppstår när ett  
ämne bestrålas med  
monokromatiskt ljus



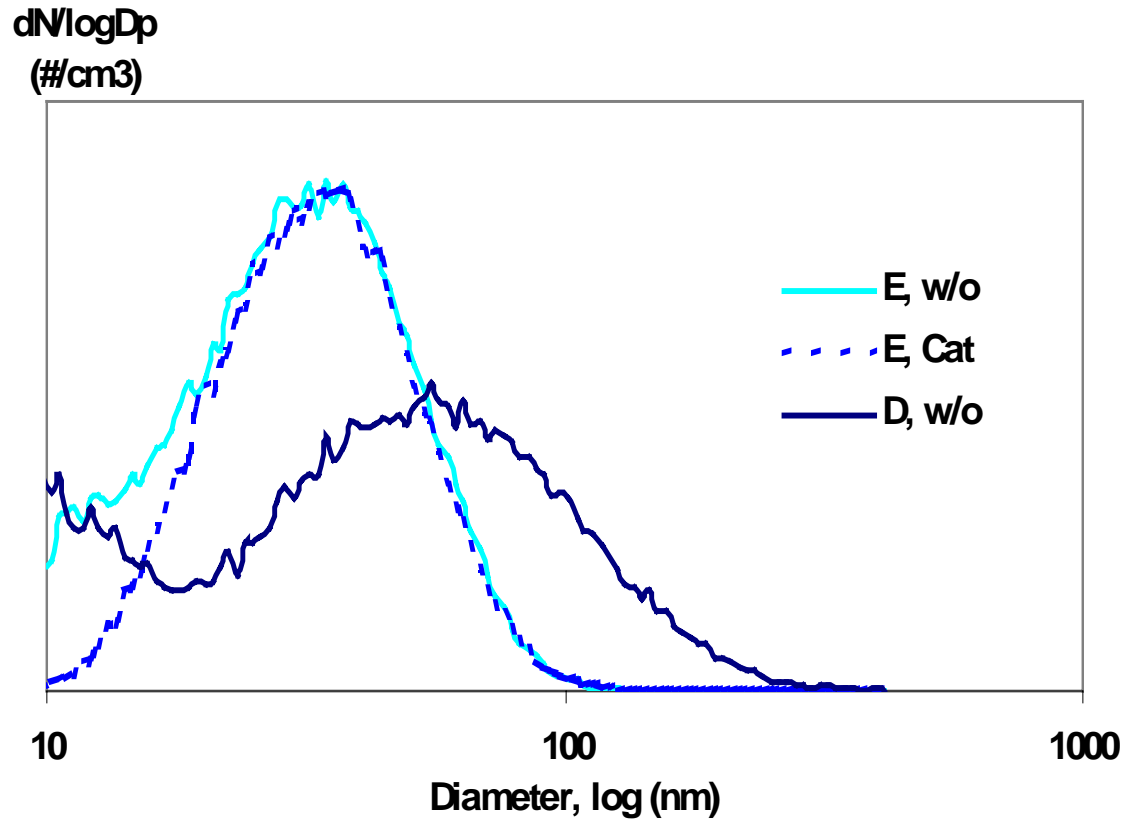
# Partikelstorlek och distribution vid valda förhållanden



# Partikelstorlek och distribution beräknat i enlighet med ESC (European Stationary Cycle)

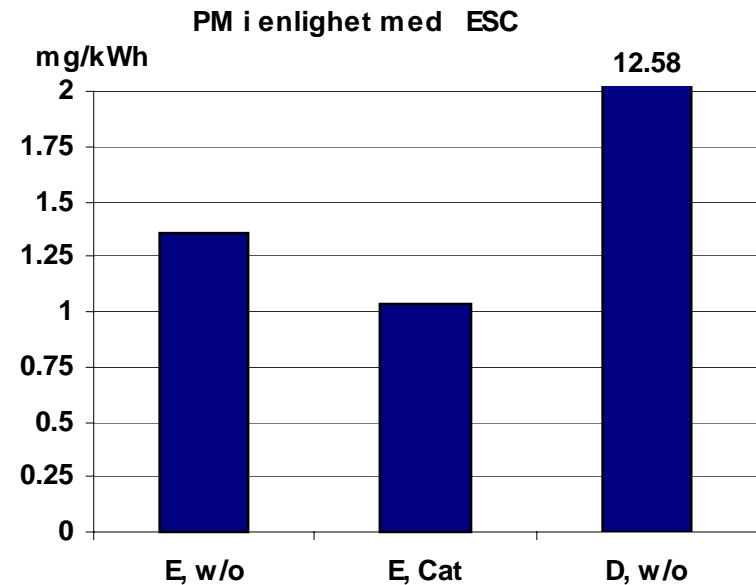
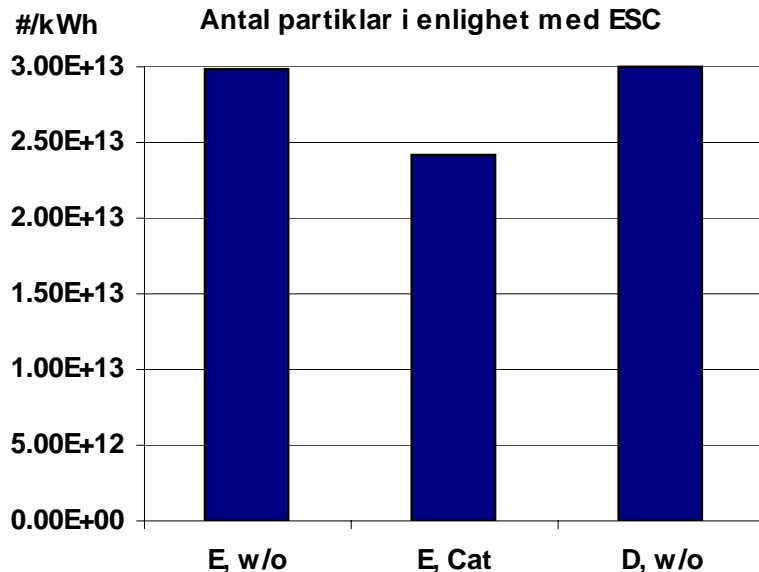
Etanolmotorn/EtamaxD  
släpper i huvudsak ut  
Partiklar < 100nm och med  
storlek runt ~30 nm

Dieselmotorn/MK1 släpper  
ut partiklar med storlek  
runt 50-60nm och  
storlekar upp till ca 300 nm



# Massa och Antal i enlighet med ESC

~ lika många partiklar  
släpps ut / kWh oberoende av  
bränsle och motor



Etanolmotorn/EtamaxD släpper ut  
ca 1/10 av den partiklemassa  
som släpps ut av dieselmotorn/MK1

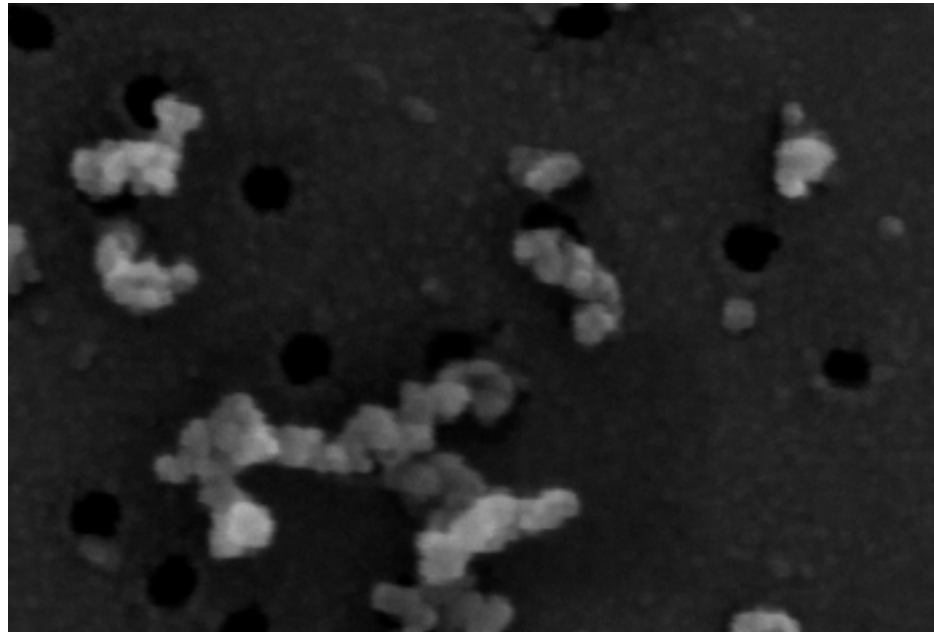
# Svepelektronmikroskopi, SEM

Fasta dieselpartiklar i hög förstoring.

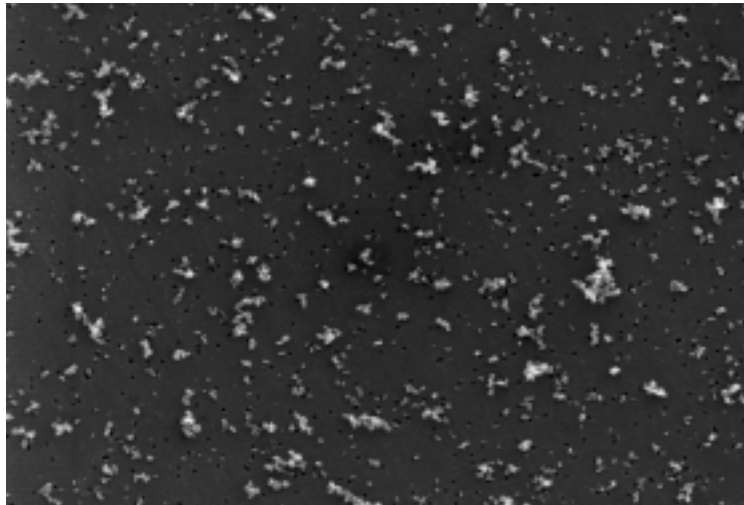
Notera hur partiklarna agglomerat i långa kedjor

Svarta hålen är porer med 100 nm i diameter

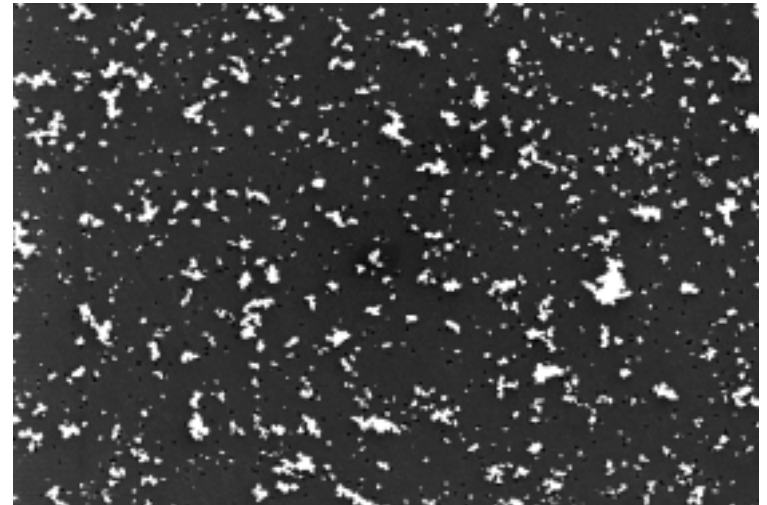
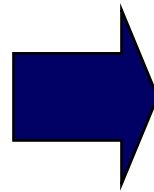
(1 nm =  $10^{-9}$  m)



# SEM bilder till Bildanalys

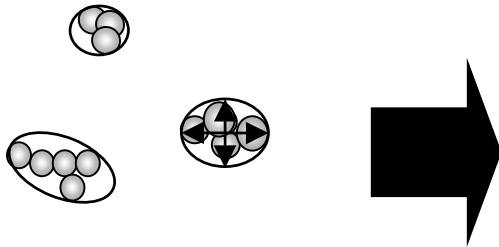


Sembild av fasta  
diesel-partiklar i hög  
förstoring

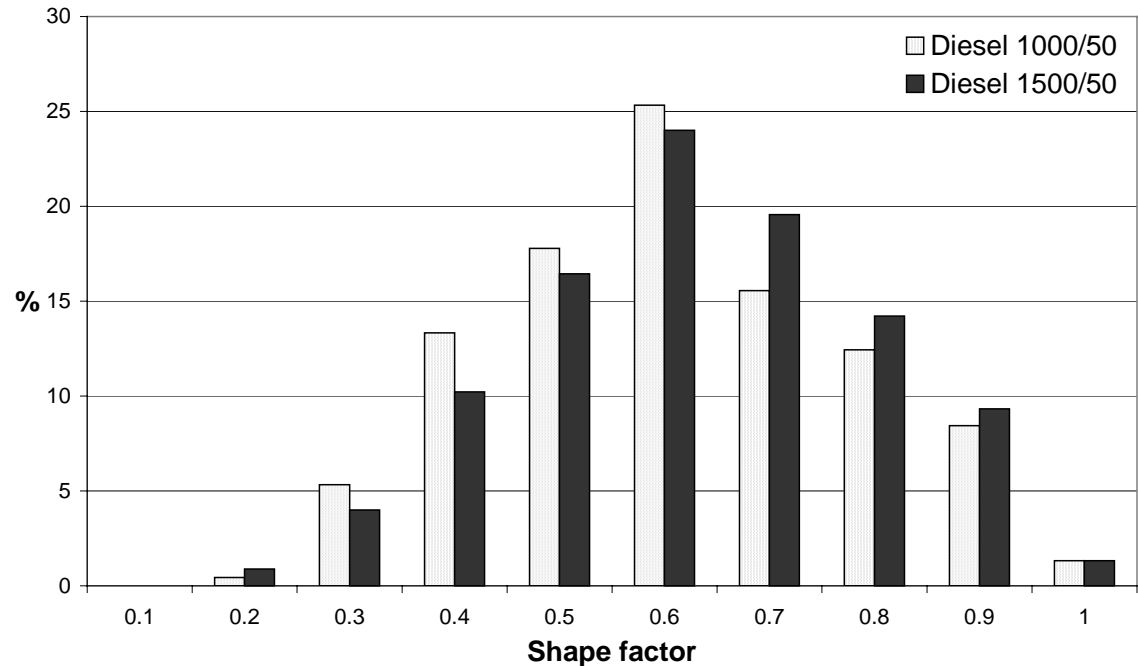


Samma bild efter  
behandling i  
bildanalysprogram

# Partikelanalys och formfaktor



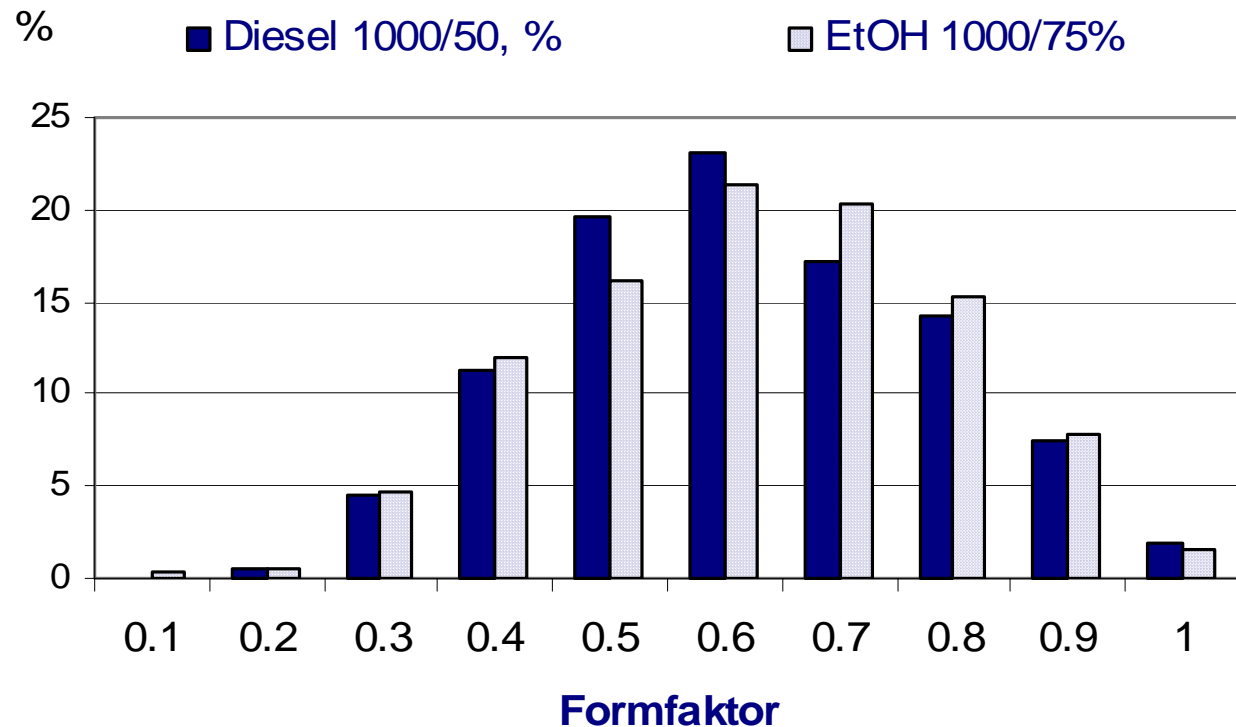
En elips anpassas till partiklarna. Kvoten mellan radierna ger ett mått på formen en "formfaktor"



Formfaktorns procentulla fördelning vid två olika körförhållanden

# Partikelform, etanol-och dieselpartiklar

Fasta etanolpartiklar har i regel, procentuellt, sett, rundare partiklar/ partikelagglomerat än fasta dieselpartiklar

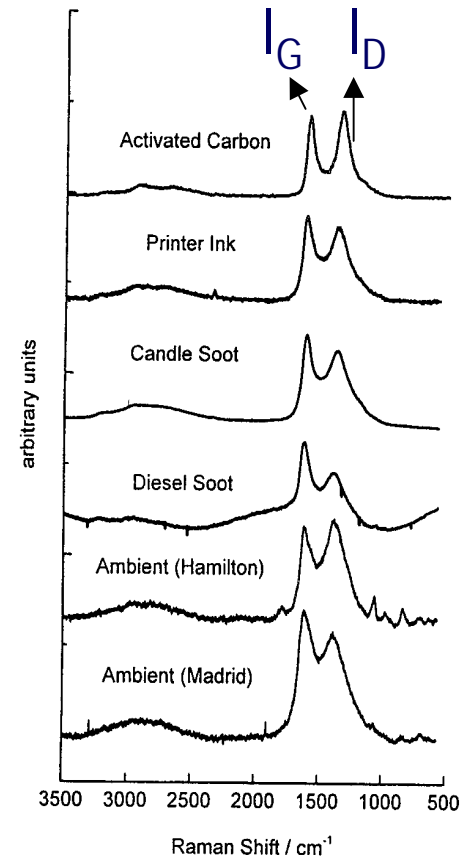
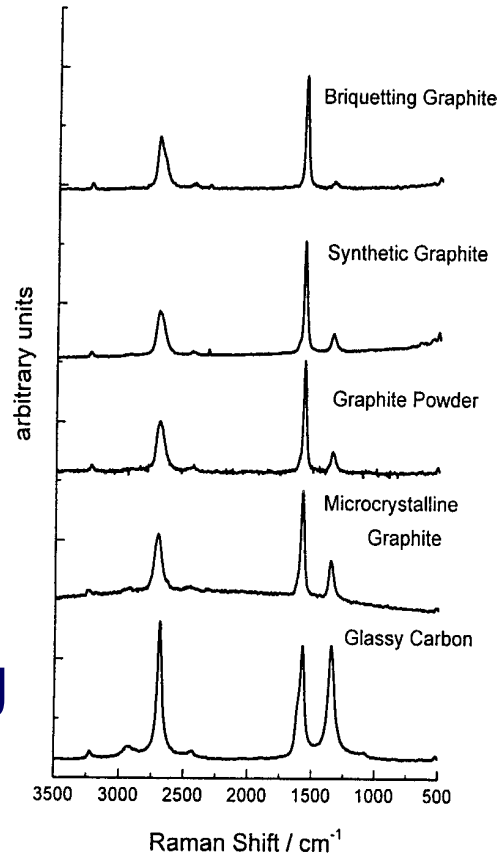


# Raman Spectra av olika koltyper/grafit

Raman spectra på olika kol/grafit typer

Spectra till vänster, längst upp har den största kristallstrukturen

Det är förhållandet mellan  $I_G$  och  $I_D$  som används för bestämning av kristallstrukturen



Escrignano et al. 2001

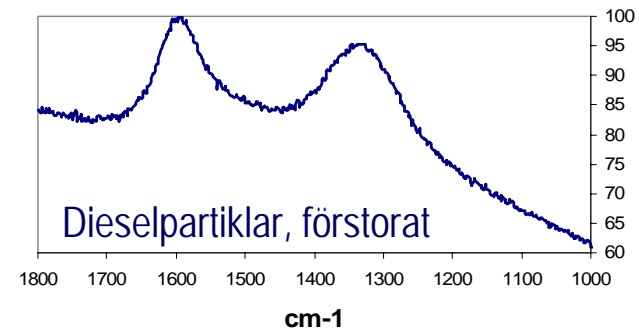
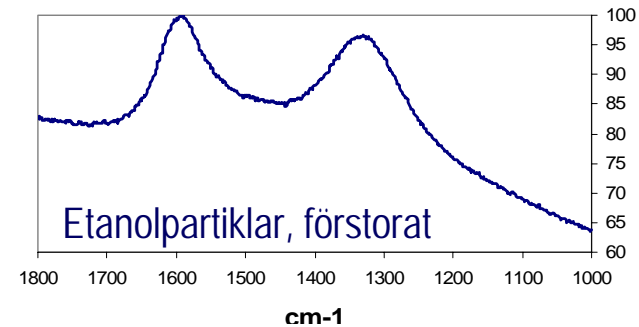
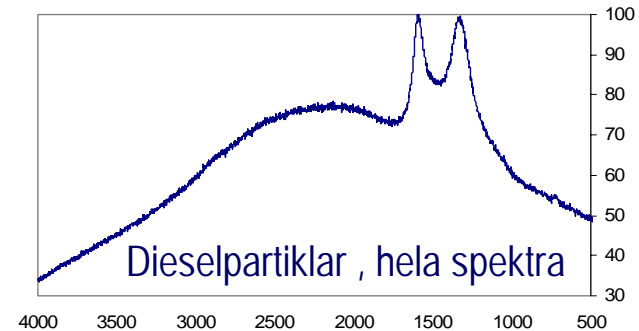


# Raman spektra av etanolpartiklar och dieselpartiklar

Överst, ett helt spektra

Övriga spektra, fasta etanol- och diesel partiklar förstorat.

Minimala skillnader mellan spektra



# Sammanfattning

- Etanolpartiklar är i regel mindre och har en medelstorlek på ca 30 nm jämfört med dieselpartiklars medelstorlek på ca 50-60nm. (ESC)
- Etanolpartiklar utgörs i huvudsak av ultrafina partiklar <100nm medan storlekar uppåt ca 300nm är vanligt förekommande för dieselpartiklar
- Antalet partiklar från en etanolmotor är ungefär detsamma som från en dieselmotor, men massan är bara ca 1/10
- Fasta etanol- liksom dieselpartiklar består i huvudsak av kol, med jämförbara kristallstrukturer



# SAE Spring Fuels Lubricants 8-10/6 i Toulouse (preliminärt)

- Investigating the potential to obtain low emissions from a diesel engine running on ethanol and equipped with EGR, catalyst and DPF: Regulated emissions
- Hydrocarbons and aldehydes from a diesel engine running on ethanol and equipped with EGR, catalyst and DPF
- Particulate emissions from an ethanol fueled heavy-duty diesel engine equipped with EGR, catalyst and DPF



FRÅGOR?