

## Forslag til indlæg på Trafikdagene 2005

---

<b>Indlæggets titel:</b>	Demonstration af deNOx-teknologier på busser
<b>Forslag til emneindplacering:</b>	Køretøjsteknologi, støj og luftforurening
<b>Forslagsstiller:</b>	<a href="#">Ken Friis Hansen</a> , Teknologisk Institut
<b>Har paperet været præsenteret på andre konferencer?</b>	nej
<b>Hvis ja, hvilke:</b>	
<b>Omhandler paperet et projekt, som tidligere har været præsenteret på Trafikdagene?</b>	nej
<b>Hvis ja, hvilket år:</b>	
<b>Teoretisk eller praktisk</b>	Praktisk

### Formål:

Paperet beskriver et demonstrationsprojekt, som Teknologisk Institut udfører for Færdselsstyrelsen og Miljøstyrelsen for at demonstrere anvendelse af NOx-reducerende udstyr på busser. Formålet med paperet er at orientere om erfaringer og resultater opnået i projektet.

### Metode:

I løbet af projektperioden udføres med jævne mellemrum målinger på busserne. Der laves Miljøsyn på alle busser hvert halve år, og én gang gennemføres en komplet emissionsmåling på fire udvalgte busser. Hver måned indsamles driftserfaringer i et standardiseret skema.

### Empiri

Der kører i alt 27 busser med fire forskellige typer deNOx-udstyr fordelt hos tre entreprenører. Busserne skal køre med systemerne i ca. halvandet år, hvor der udføres målinger som beskrevet ovenfor.

### Resultater

De foreløbige erfaringer og resultater har været skuffende. Kun ét af de fire systemer har i de gennemførte målinger vist tilfredsstillende resultater. De øvrige har udvist meget forskelligartede, men overvejende dårlige resultater. Årsagerne er forskellige, men generelt skyldes problemerne tilstoppede dyser, tilstoppede filtre, smeltede ledninger osv. Leverandørerne arbejder hårdt for at udbedre fejlene, og resultaterne bliver da også bedre. Det er fortsat håbet, at systemerne kan komme til at virke tilfredsstillende, inden projektet afsluttes.

---

	Korresponderende forfatter	Foredragsholder
<a href="#">Ken Friis Hansen</a>	Ja	Ja

## **Abstract Trafikdage 2004**

**Lars Chr. Larsen  
Dinex A/S**

### **DiNOx systemer monteret ved Arriva Danmark**

#### **Indledning:**

Dinex A/S, Fynsvej 39, 5500 Middelfart, udvikler, fremstiller og sælger komplette udstødningsanlæg til lastbiler, varebiler, busser og industrimaskiner. Virksomheden, der blev etableret i 1982, er en dansk familieejet koncern bestående af datterselskaber i mere end 8 lande. Virksomheden beskæftiger omkring 400 medarbejdere. Hovedkontoret i Middelfart beskæftiger omkring 165 medarbejdere.

#### **Baggrund**

Den stærkt forøgede anvendelse af dieselmotorer som drivkraft begrundes i teknologiens lavere brændstofforbrug, styrke og pålidelighed. Lavere brændstofforbrug bidrager til mindre CO<sub>2</sub> udledning. Dog har dieselteknologien den uheldige side-effekt at den udleder partikler og kvælstofoxider<sup>1</sup>.

I erkendelse af, at den stigende trafikintensitet, specielt drevet af dieselmotorer, samfundets krav til mere effektiv transport samt ønsket om renere luft i specielt de store byer, fastsætter EU kommissionen grænseværdier for udledning af udstødningsgasser og partikler. Disse defineres som de såkaldte Euronormer.

Den gældende Euronorm er EURO 3 og Euro 4 forventes indført for nye køretøjer pr. 1 oktober 2005 og Euro 5 i 2008.

---

<sup>1</sup> Forureningskomponenter specificeres efterfølgende

Samtidig foreligger eksplicit politisk ønske om at mindske luftforureningen i de store europæiske byer. Herudover foregår der et stort antal lokale og regionale programmer der tilsigter at skærpe kravene, ikke alene for nye køretøjer, men også den eksisterende bilpark med henblik på at mindske luftforureningen yderligere og tidligere.

Med dette in mente er det klart at Dinex, som producent af udstødningssystemer, står overfor nogle store produkt- og markedsræssige udfordringer. Kravene til fremtidens udstødningssystem er derfor helt klare. Udstødningssystemerne skal ikke blot reducere støjen og lede røgen væk, men også fjerne røgen, lugten og de sundhedsskadelige komponenter.

#### **Teknologierne**

Begrebet komplette udstødningssystemer indeholder derfor ikke blot almindelige rør og lyddæmpere, men også i større omfang mere komplekse emissionsteknologier til reduktion af dieseludstødningens skadelige stoffer.

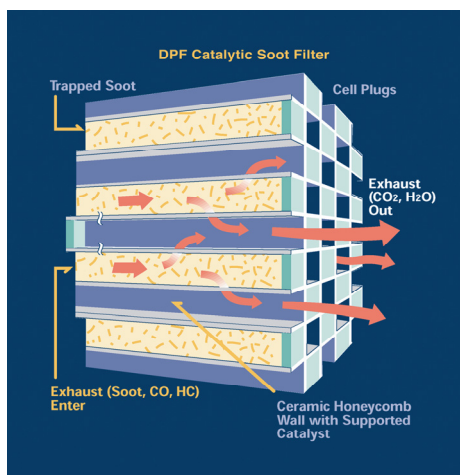
Emissionsteknologier indeholder diesel oxidationskatalysatorer (DOC), diverse partikelfilter systemer (DPF), recirkulering af udstødningsgasser (EGR) og selektive katalytiske systemer (SCR).

Ovenstående teknologier tjener formålet at reducere eller helt fjerne de 4 hovedgrupper af forureningskomponenter i en dieseludstødning nemlig, kulmonoxid (CO), uforbrændte kulbrinter (CH), Partikler (PM) og kvælstofoxider (NOx).

CO en farveløs & akut giftig luftart, CH er mængde af giftige gasser der bidrager til den karakteristiske lugt af dieseludstødning. De bidrager til smog effekterne i byerne og er akut giftige i større koncentrationer. Begge gasser er et resultat af en ufuldstændig forbrænding i selve motorens forbrændingskammer. CO og CH har i mange år kunnet fjernes/oxideres af en oxidationskatalysator og omdanne begge gasser til harmløs CO<sub>2</sub> og vand.

Partiklerne er ligeledes et resultat af en ufuldstændig forbrænding. Partiklerne indeholder en ganske stor mængde forskellige stoffer, men fælles for dem alle er at de er meget små, oftest giftige, giver sort røg, dårlig luftkvalitet i byrummet og er med meget stor sandsynlighed årsag til både hjerte - kar sygdomme og kræft.

Partiklerne kan fjernes fra en dieseludstødning ved at montere et partikelfilter. Et partikelfilter er, modsat forskellige katalysator teknologier med direkte gas gennemstrømning, et mekanisk filter, der tilbageholder partiklerne i en porøs cellestruktur. Porestørrelsen tillader kun gasformige komponenter at passere. Udfordringen består herefter at omdanne de opsamlede partikler til harmløse gasfaser ved at det keramiske filtersubstrat er belagt med en katalytisk aktiv wash coat der via NO konversion til NO<sub>2</sub> oxider den akkumulerede partikelmængde til CO<sub>2</sub> og vand. Eksempel på et katalytisk belagt partikelfilter nedenfor



Kvælstofoxiderne er, ikke som de førnævnte forureningskomponenter et resultat af ufuldstændig forbrænding, men et resultat af at atmosfærisk luft under høj temperatur i motorens orbrændingskammer danner NO og NO<sub>2</sub> fordi atmosfærisk luft både indeholder ren ilt og kvælstof. De to forskellige luftarter reager kort sagt med hinanden og danner de meget giftige NO<sub>x</sub> er.

NO<sub>x</sub> er, kan i en dieseludstødning, ikke fjernes så let som i f.eks. udstødningen fra en benzin motor fordi dieseludstødningen indeholder en stor mængde ren ilt. At fjerne eller omdanne NO<sub>x</sub> til ren ilt og frit kvælstof er en kemisk reduktionsproces modsat fjernelse/konvertering af CO, CH & PM der begge er en oxidationsprocesser.

Til reduktion af NO<sub>x</sub> kan anvendes et såkaldt SCR system. Dvs. et katalytisk system der kan reducere NO<sub>x</sub> i en atmosfære der indeholder ren ilt. Dog behøves tilsætning af et såkaldt reduktionsmiddel. Reduktionsmidlet er ammoniak som enten tilføres i ren form, opløst i vand eller som indeholdt i urea.

### Nyheden & Bidraget

Dinex har gennem intensiv applikationsudvikling formået at skabe et helt unikt udstødningssystem der kombinerer den såkaldte katalytiske wall flow teknologi med førnævnte SCR teknologi.

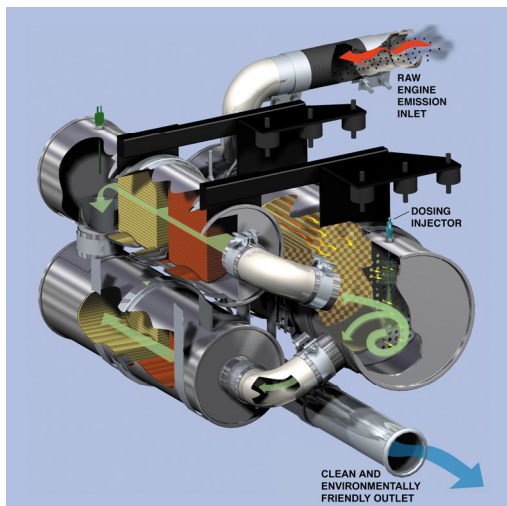
Resultatet er blevet et komplet og ultimativt udstødningssystem der oxiderer/fjerner CO og CH med over 80%, fjerner & regenererer partikler med op til 99% og reducerer NO<sub>x</sub> er med helt op til 85%.

Partikelfiltret regenererer sig selv, dvs. oxiderer de opsamlede partikler til CO<sub>2</sub> & vand og NO<sub>x</sub> erne reduceres ved tilsætning af en ammoniak opløsning til frit kvælstof (N) og vand.

Kombinationen mellem et katalytisk partikelfilter og et SCR system giver en effektivitetsmæssig fordel idet wash coatens platin netop øger andelen af NO<sub>2</sub> i den samlede Nox mængde.

Normal vil andelen af NO/NOP<sub>2</sub> være ca. 90/10 men efter filtret vil andelen være ændret til ca. 50/50. Den øgede koncentration af NO<sub>2</sub> giver en ikke uvæsentligt bidrag til SCR effektiviteten. Dvs. at systemet opnår en højere reduktion med en given mængde tilført reduktionsmiddel.

Systemet har fået navnet DiNOx og er specielt udviklet til montering på bybusser og andre dieseldrevne køretøjer, der behøver maksimal rensning ud fra ønsket om optimal luftkvalitet i det bymæssige rum.



Under optimale forhold vil bussens udstødning kunne defineres som renere end den luft der suges ind i motoren.

Teknologien er testet af både Millbrook Proving Ground i England og Teknologisk Institut i Danmark.

### Praktiske erfaringer

Arriva & Dinex tester i øjeblikket 18 DiNOx systemer på busser i drift i hovedstadsområdet.

Erfaringerne må siges at være yderst positive både mht. funktionalitet og med hensyn til levetid. 8 busser er gennem 12 måneder løbende blevet Miljøsynet af Teknologisk Institut.

Der har været flere praktiske problemstillinger forbundet med drift af systemerne, men alle disse synes pt. at være løst. Forsøget blev indledt med en rullefelt test ved Teknologisk i Århus der viste en reduktion af NOx med op til 80%. Samme bus er planlagt til at blive testes under samme forhold igen i juni 2004 Resultaterne herfra forligger derfor ikke i skrivende stund.

### Fremtidsperspektiver



Test ved Teknologisk, Århus 12 juni 2003

Det der gør kombinationen mellem et katalytisk partikelfilter og et SCR system, som omtalt ovenfor, yderligere attraktiv er, at qua, det høje reduktions potentiale i SCR teknologien, gives der mulighed for at dieselmotoren kan justeres til at arbejde mere "magert".

At motoren indstilles til mager forbrænding defineres i fagsproget som Lean Burn. Lean Burn betyder i al sin enkelhed at motoren tilføres mindre brændstof til uændret luftmængde hvorved der kan opnås en brændstof besparelse på helt op til 10%. En besparelse på 6-10% giver automatisk en reduktion af CO<sub>2</sub> udledning på 6-10%. Herved har systemet ikke alene reduceret forureningskomponenterne til et absolut minimum men også givet mulighed for en væsentligt nedsættelse af CO<sub>2</sub> udledningen<sup>2</sup>.

Baggrunden for at motorerne ikke umiddelbart kan indstilles til Lean Burn uden SCR teknologien er at NOx udledningen stiger voldsomt og i øvrigt overstiger Euronormens grænseværdier, mens partikeludledningen falder. Når Lean Burn scenariet kombineres med både partikelfilter og SCR kan denne forskydning ikke måles. Økonomisk bliver brændstofbesparelse dog delvist spist op at

<sup>2</sup> Bemærk at CO<sub>2</sub> ikke defineres som forureningskomponent, men som en både naturlig og uundgåelig konsekvens af afbrænding af fossilt brændstof.

indkøb til reduktionsmiddel, men miljømæssigt er scenariet fuldendt.

### **Valg af reduktionsmiddel**

I ovennævnte forsøg er der anvendt ren ammoniak (NH<sub>3</sub>) som reduktionsmiddel. Baggrunden for dette er at den ren ammoniak alt an det lige giver de bedste reduktionsrater sammenholdt med mængden af anvendt reduktionsmiddel. Der er selvfølgelig flere forholdsregler at tage end ved f.eks. anvendelse af urea. Disse er dog både afklaret og løst i forbindelse med projektet.

DiNOx systemet er dog også designet til at kunne anvende både vandholdig ammoniakopløsning og urea som reduktionsmiddel.

### **Afslutning:**

Dinex forventer at testresultaterne fra Teknologisk og de praktiske erfaringer ved Arriva kan bidrage til at SCR systemer kombineres med forskellige Diesel partikelfilter løsninger der er i stand til at opfylde selv yderligere skærpede krav til Euro 5 i 2008.

Forsøget i København er stadig en del af Odense 2 forsøget og resultaterne herfra kan findes på Færdselsstyrelsens hjemmeside.

Yderligere spørgsmål kan rettes til undertegnede på tlf. 63412526 eller Email lcl@dinex.dk

Middelfart den 10 April 2004

Lars Chr. Larsen,  
Direktør OEM/R&D

Dinex DiNOx præsentationsmateriale vedlagt