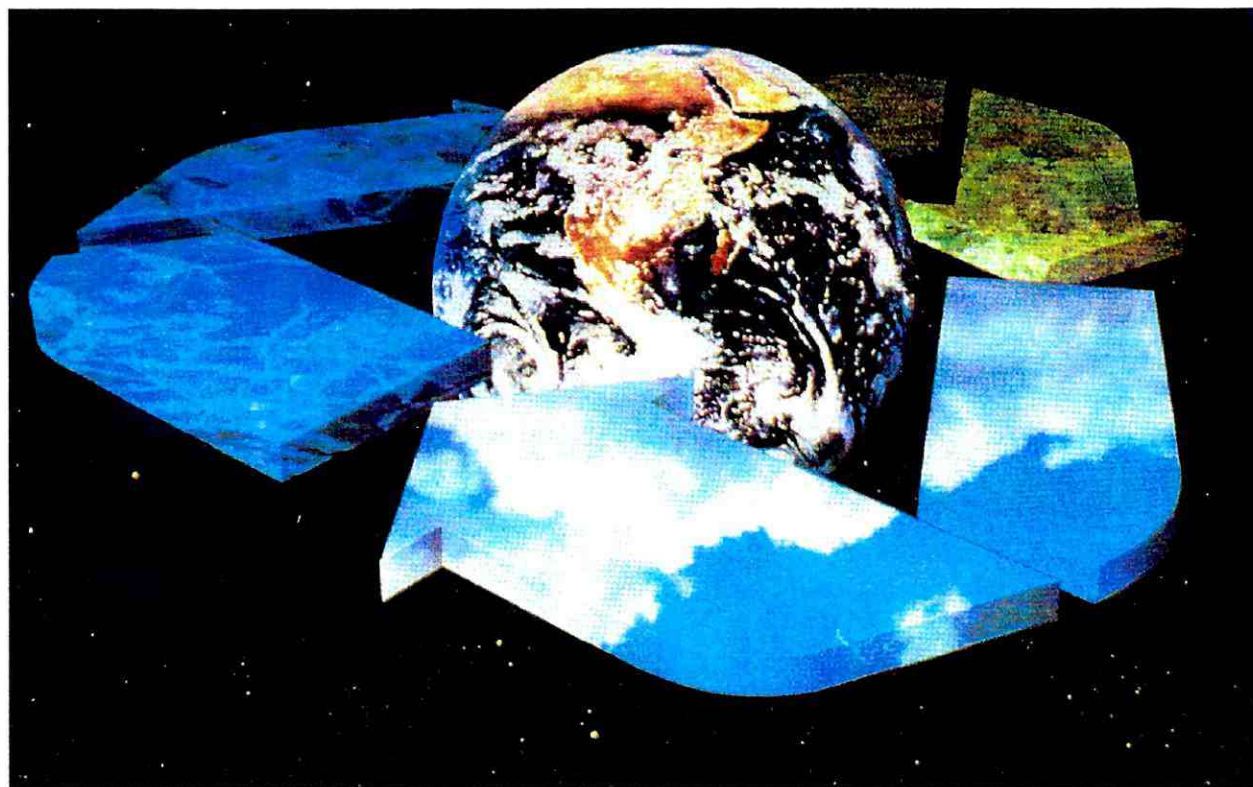




CAPoC6

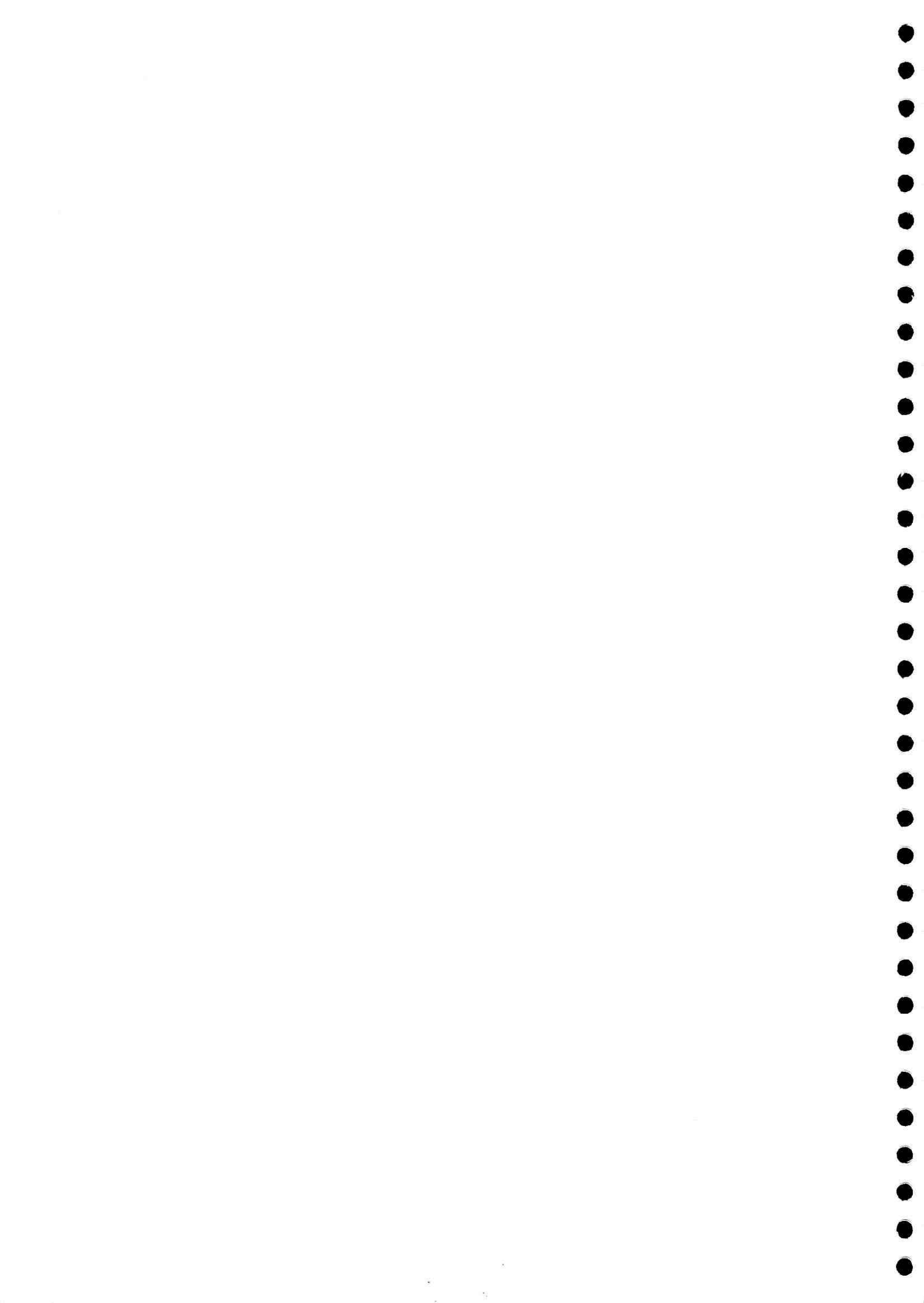
Sixth International Congress on Catalysis and Automotive Pollution Control

Bryssel 22 –24 oktober 2003

En rapport för Vägverket

Ecotraffic

ENERGY RESEARCH, DEVELOPMENT, DEMONSTRATION, AND DEPLOYMENT
ENVIRONMENTAL CONSULTANTS



Sammanfattning av

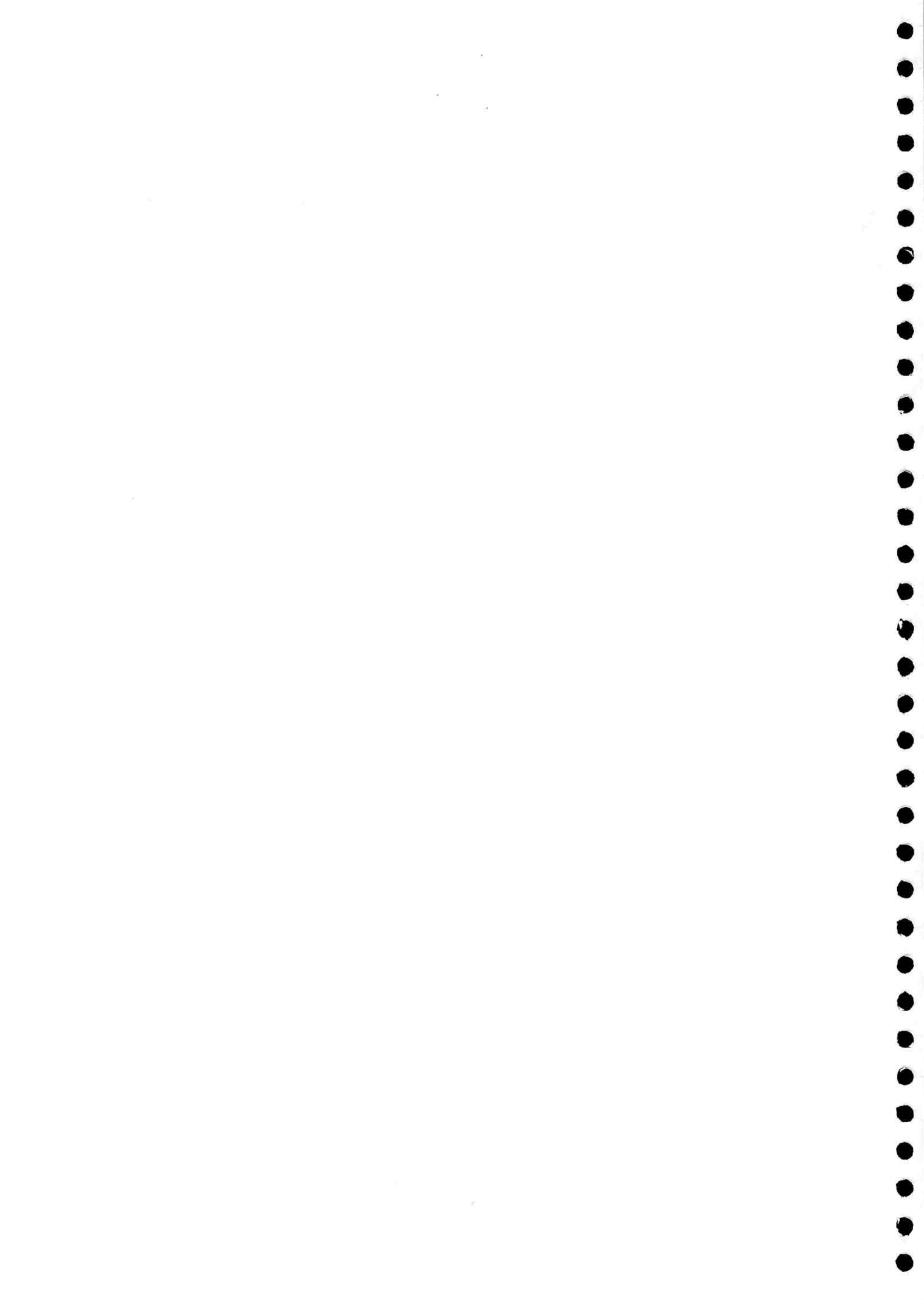
**Sixth International Congress on Catalysis and
Automotive Pollution Control**

CAPoC6
Brussels, October 2003

Ecotraffic ERD³ AB

Lars Eriksson

November 2003



INLEDNING & SAMMANFATTNING

CAPoC är en förkortning av "Catalysis and Automotive Pollution Control" och är en konferens som hålls i Bryssel vart tredje år. Årets konferens var den 6:e i ordningen och sträckte sig över tre dagar i september. Som titeln antyder så är huvudtemat för konferensen avgasrenings- och katalysatorteknik för fordon. Konferensbidragen täcker in ett stort område både med avseende på spridning och djup. Vissa bidrag är mer av översiktlig karaktär medan andra är djupt akademiska. Vid sammanställningen av denna rapport har försök gjorts att beskriva allmänna trender och inte göra allt för detaljerade djupdykningar.

Konferensen omfattade totalt 22 föreläsningar och 78 posterpresentationer uppdelade i 7 olika huvudteman:

- Introduktion – Översikt
- Mager DENO_x – SCR
- NO_x-Lagring
- Dieselpartiklar
- Sot – NO_x
- TWC – Modellering
- Åldring – Förgiftning – Alternativa drivmedel

I denna rapport finns för vart och ett av varje huvudtema en inledande förklaring följt av intressanta iakttagelser från presentationerna. Avsnitten avslutas med summering och kommentarer. Att skriva en sammanfattning på konferens med denna bredd är mycket svårt men några viktiga iakttagelser kan var värda att nämna:

Vad gäller bensindrivna fordon (otto) så är ett problem att det tar lång tid innan katalysatorn tänder (kallstartsproblematiken).

I och med att allt fler motorer rustas med kompressorladdning så ökar den specifika effekten (kW/liter motor) och därmed också avgastemperaturen. Detta kan leda till problem med katalysatorns hållbarhet (högtemperaturstabilitet).

För dieselmotorer så är fortfarande utsläppen av NO_x och partiklar den stora utmaningen. Problemet med partiklar är inte att filtrera bort partiklarna (finns bra filter) utan att regenerera filtren från ackumulerad sot. För NO_x presenteras en rad olika tänkbara lösningar såsom SCR med urea som reduktionsmedel, NO_x-lagrare (även för bensen GDI). Många visade på arbeten med silverkatalysatorer för NO_x-reduktion med kolväten som reduktionsmedel. Silver verkar vara ett aktivt ämne för detta ändamål. För att tekniken skall kunna slå igenom (och konkurrera ut de andra) så måste dock åldringsegenskaperna förbättras högst avsevärt.

En intressant iakttagelse under konferensen var att många pratade om vikten av att kunna tillverka vätgas ombord på fordon. Detta är viktigt av flera skäl, vid kallstart av bensenmotorer (starta på reformatet kan ge mycket snabb katalysatortändning), driva

bränsleceller för att försörja strömförbrukare ombord med el samt för att använda vid regenerering av NO_x-fällor och som reduktionsmedel för NO_x vid deNO_x-system.

För att katalysatorer skall kunna fungera krävs relativt ”rena bränslen” med avseende på främst svavel. Låg svavelhalt är en förutsättning för att kunna introducera NO_x-lagrande katalysatorer. Inom området simulering och modellering har framsteg gjorts och flera intressanta arbeten presenterades. Detta är ett område som i och med allt kraftfullare datorer kommer att få en allt större betydelse i framtiden. I många av föreläsningarna framgick att det kan bildas N₂O vid användning av NO_x-fällor.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INTRODUKTION – ÖVERSIKT	1
1.1 Bakgrund och förklaringar till temat	1
1.2 Noteringar från konferensen	1
1.3 Slutsatser och kommentarer	4
2. MAGER DeNO _x - Lean NO _x Catalyst & SCR	7
2.1 Bakgrund och förklaringar till temat	7
2.2 Noteringar från konferensen	8
2.3 Slutsatser och kommentarer	11
3. NO _x - LAGRING	13
3.1 Bakgrund och förklaringar till temat	13
3.2 Noteringar från konferensen	14
3.3 Slutsatser och kommentarer	16
4. DIESELPARTIKLAR	17
4.1 Bakgrund och förklaringar till temat	17
4.2 Noteringar från konferensen	17
4.3 Slutsatser och kommentarer	20
5. SOT – NO _x	21
5.1 Bakgrund och förklaringar till temat	21
5.2 Noteringar från konferensen	21
5.3 Slutsatser och kommentarer	23
6. TWC – MODELLERING	25
6.1 Bakgrund och förklaringar till temat	25
6.2 Noteringar från konferensen	25
6.3 Slutsatser och kommentarer	27
7. ÅLDRING – FÖRGIFTNING – ALTERNATIVA DRIVMEDEL	29
7.1 Bakgrund och förklaringar till temat	29
7.2 Noteringar från konferensen	29
7.3 Slutsatser och kommentarer	33

1. INTRODUKTION – ÖVERSIKT

1.1 Bakgrund och förklaringar till temat

I denna inledande session hölls tre föreläsningar

1. Kampen mot emissioner från IC-motorer ur Europeiska kommissionens perspektiv
2. Framtida fordonsdrift – förbränningsmotorer och alternativ
3. "State of the art" metoder för att utveckla fordonskatalysatorer

1.2 Noteringar från konferensen

Kampen mot emissioner från IC-motorer ur Europeiska kommissionens perspektiv.

M. Maggiore, DG RTD, Europeiska Kommissionen, Bryssel

Maggiore berättade att DG – Research står för en stor del av EU:s totala R&D-budget. Sedan 1988 har forskning inom området "fordon" ökat med en faktor 7. Han berättar om en rad EU – finansierade succéprojekt. Ett av dessa var när Fiat inom ett EU-projekt utvecklade "common-rail" tekniken för dieselmotorer¹. Andra lyckade projekt inom avgasreningsområdet är:

- LOTUS [utveckling av NH₃ och NO_x – sensorer]
- NANOSTRAP [Svaveltåliga NO_x – fällor]
- KNOWNOX [NO_x – reduktion med diesel som reduktionsmedel]
- DIEXFIL [Retrofitutrustning för bussar]
- MICROCAT [Lågeffektplasma för NO_x – reduktion]

GETDRIVE, VCR, BELTLESS och SUVA presenteras som framgångsrika projekt utan att någon beskrivning av dessa projekten redovisades. I något som Maggiore kallar för andra vågen av projekt pratar han om projekt som ligger utanför klassisk katalysator- och avgasreningsforskning. Ämnen som han beskriver som intressanta är:

- Teknik för att göra lätta kolvar ["Carbon - Pistons] ~30 % lägre bränsleförbrukning väntas denna teknik ge.
- Motorer som klarar sig utan oljesmörjning
- Nerskalning av motorstorleken [downsizing]

¹ Utvecklingen skedde initialt i Fiats dotterföretaget Elasis och tekniken "såldes" senare till Bosch.

Maggiore avslutar sin föreläsning med att prata om 6:e ramprogrammet och tar upp några projekt inom detta område.

- ECO – ENGINES [uppbyggnad av nätverk och emissionsdatabaser]
- NICE [rena motorer med fokus på HCCI och CNG]
- HYICE [avancerade vätgasmotorer]
- OPTOEMISENSE [fiberbaserade sensorer]
- IMPECC2 [lågprisspektroskopiska sensorer]

Inför nästa "call" som kommer i december så förordar han (kommissionen) projekt inom:

- Ecologic HDE [tunga motorer]
- Ultralätta fordon
- Bränsleceller [hela system – inte bara "cellen"]

Liksom att USA:s president uttalat ett starkt stöd för vätgas så berättade Maggiore att vätgas förordas och har ett mycket starkt stöd inom EU-kommissionen.

Framtida fordonsdrift – förbränningsmotorer och alternativ

S. Pischinger, RWTH Aachen, Germany

I denna inledande föreläsning berättade Pischinger om allmänna trender och vad som kommer att krävas av framtidens motorer. För att nå ställda krav på minskade CO₂ – utsläpp så krävs att fordonens bränsleförbrukning minskas med åtminstone 25 %. Han nämner att CO₂ inte räknas som en förorening utan som en emissionskomponent. Att CO₂ – utsläppen är på väg ner har att göra med att andelen dieslbilar ökar på bekostnad av bensinbilar (högre verkningsgrad och lägre bränsleförbrukning än för motsvarande bensinbil). Denna minskning kommer dock att plana ut om inget görs åt bensinbilarnas bränsleförbrukning.

Bensinmotorer

Tekniker för att nå ner till SULEV – nivåer kan vara:

- EHC (Electrically Heated Catalyst)
- CCC (Closed Coupled Catalyst)

Detta är alltså tekniker som är fokuserade på att snabbt få katalysatorn att börja fungera. Vidare är det möjligt att genom att starta motorn med en mager bränsleblandning (lean – up – start) att sänka katalysatorns tändtemperatur (light-off). Genom att på ett intelligent sätt använda variabla ventiler kan man också sänka tändtemperaturen.

I framtidens bensinfordon kommer OBD (On Board Diagnosis) att vara en mycket viktig sak. Metoder för att sänka bränsleförbrukningen för bensinbilar delade Pischinger grovt upp enligt



BF	Teknisk metod
~ 10 %	Direktinsprutning (Leanburn)
~ 15 %	Fullt styrbara och variabla ventiler
~ 20 %	"downsizing", "högt boost-tryck", Variabel kompression
~ 30 %	HCCI – mager förbränning. Fullt styrbar motor

Andelen turboladdade bilar ökar drastiskt vilket gör att specifika effekten (kW/liter) ökar. Detta leder i sin tur till ökade avgastemperaturer och på sikt kommer detta att bli en utmaning för katalysatortillverkarna (högtemperaturstabilitet).

Diesel

Andelen dieslbilar ökar stadigt i Västeuropa och är nu uppe i ~40 %. Hur stor andelen kommer att bli beror i stor utsträckning på hur väl bensinmotorerna kommer att klara konkurrensen från dieselmotorer med avseende på bränsleförbrukning. Raffinaderierna sätter på sätt och vis också en gräns för fördelningen mellan bensin och diesel. Tekniker och framtida utvecklingsområden för att förbättra dieselmotorn delar Pischinger in enligt följande:

- Nerskalning (downsizing)
- Friktion (allmänt minska friktion)
- Förbättrade turbiner / kompressorer
- Förbättrade insprutningssystem
- Förbättrade förbränningssystem
- Variabelt styrbara ventiler

HCCI beskrivs som ett framtida förbränningskoncept med potential att drastiskt minska NO_x och partikelemissioner. HC och CO emissionerna ökar emellertid med ökad HCCI – förbränning. Detta i kombination med låga avgastemperaturer komplicerar införandet av denna teknik. De stora problemen med dieselmotorn är utsläppen av NO_x och partiklar. Tekniker för att sänka NO_x-emissioner kan vara:

- HC – Lean NO_x (aktiva och passiva system)
- Urea SCR
- NO_x – fällor

Någon av ovanstående tekniker i kombination med partikelfilter kommer att vara nödvändig i framtiden. Som problemområden med NO_x – fällor nämndes dess dåliga hållbarhet med avseende på avsvavling. Med urea är ett av problemen att man under ett standardiserat certifieringsprov (EU) inte kan börja injicera urea förrän efter ca 400 s (p.g.a. låg avgastemperatur). Vad gäller partiklar är problemet inte att filtrera bort partiklar utan att regenerera filtren från sot och aska. Tekniker för regenerering av sot delar han upp enligt:

Aktiva system	Passiva system
Plasma	CRT (oxidera med NO ₂)
Brännare	Additiv

Typiska regenereringstider är då additiv används ca 5 – 10 minuter och för system utan additiv kan regenereringen ta upp mot 40 minuter beroende på temperatur. Tillsats av additiv möjliggör regenerering (sotoxidation) vid en lägre temperatur.

Gasmotorer

H₂ som bränsle kommer inte att bli av betydelse på mycket länge eftersom det inte finns att tillgå och är dyrt att framställa. Stora förbättringar krävs innan en storskalig introduktion kan äga rum. CNG föreslås bli nästa stora bränsle inom EU.

Övrigt

En sak som man måste arbeta aktivt med är att sänka elförbrukningen ombord fordonen. Alltmer av energin går åt till annat än att förflytta fordonet.

”State of the art” metoder för att utveckla fordonskatalysatorer

- *Egbert S.J. Lox, Umicore*

Lox började sitt anförande med att berätta att Umicore är det företag som förut hette Degussa. Föredraget innehöll många och detaljerade avsnitt om olika mätinstrument som används vid framtagning av fordonskatalysatorer. Lox fastslog att fordonskatalys numera är en ”high tech” komponent som ingår som en delenhets i drivlinepaketet. Inom området katalys är delområdet fordonskatalys det som är mest krävande och står inför flest utmaningar. Fordonskatalys har lämnat metoden ”trial and error” bakom sig och är numera en avancerad ingenjörskonst. Utvecklingen av katalysatorer kräver ett stort utbud av avancerade analysinstrument. Förståelsen om vad som händer på det mikroskopiska (på atomnivå) planet är nyckeln till att kunna bygga framtidens katalysatorer med ökad funktion, hållbarhet och till ett rimligt pris.

1.3 Slutsatser och kommentarer

I det stora hela har utvecklingen av motorer och katalysatorer varit lyckad med ett undantag nämligen vad gäller reduktion av NO_x i dieselavgaser (oxiderande miljö). Mycket arbete har lagts ner på att ta fram katalysatorer för NO_x – reduktion i

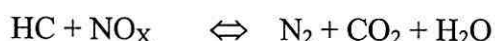
dieselavgaser. Det som nu står för dörren att introduceras är SCR med urea och EGR. Man tar alltså ett långt kliv bakåt i teknikhistorien ty både EGR och SCR har funnits som ett alternativ sedan mycket lång tid tillbaks. Skall man vara kritisk så har 10 – 15 år av katalysatorforskningen inom NO_x – problematiken inte gett någonting. För att höja tekniknivån är Ecotraffics bedömning att någon form av genombrott (något oväntat) måste ske.

2. MAGER DeNO_x - Lean NO_x Catalyst & SCR

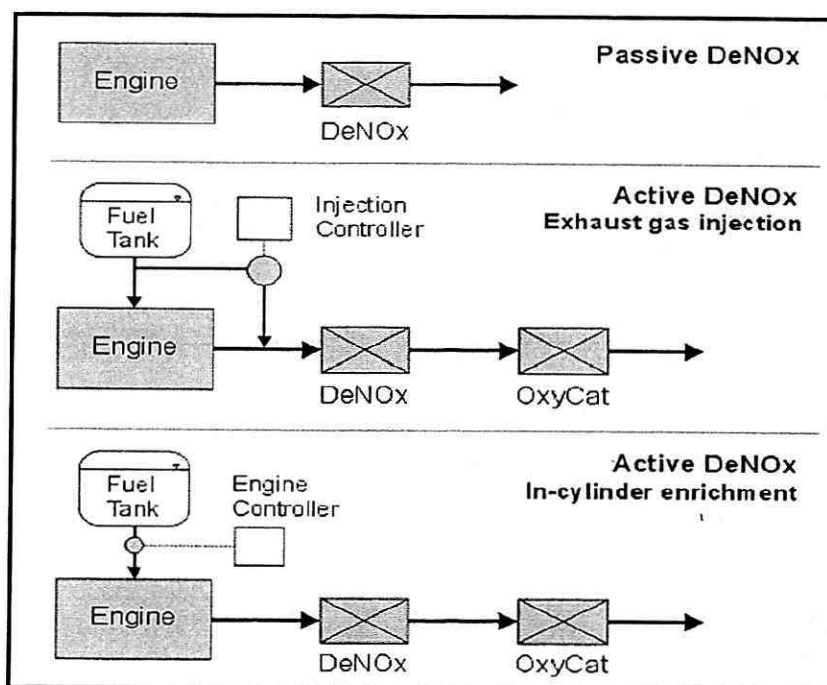
2.1 Bakgrund och förklaringar till temat

DeNO_x – Lean NO_x Catalyst

Selektiv reduktion av NO_x med (kolväten) HC som reduktionsmedel kallas ofta för Lean NO_x Catalyst eller deNO_x Catalyst. Generellt kan Lean NO_x reaktionerna sammanfattas med följande formel:



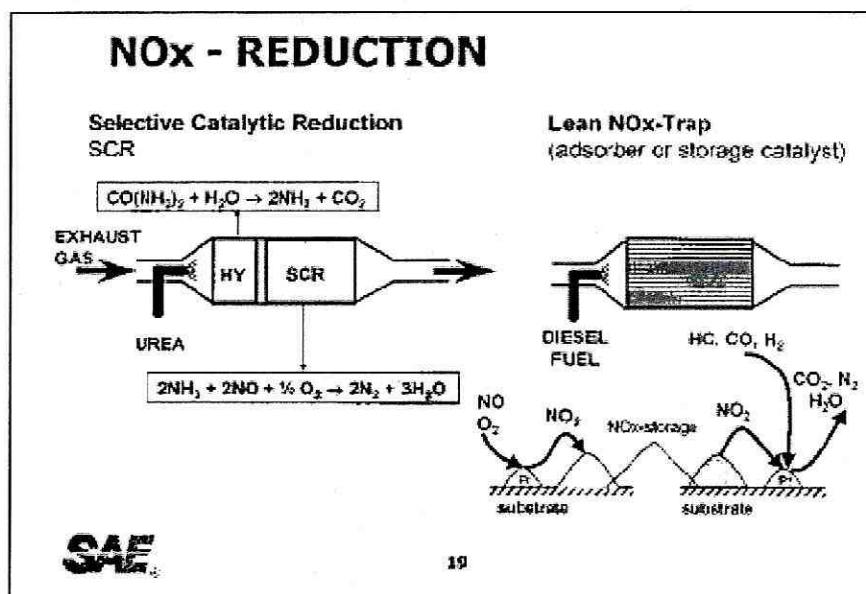
Den mest önskvärda HC-källan för detta ändamål är att använda det HC som redan finns tillgänglig i dieselavgaserna. Denna metod kallas för passiv deNO_x. Passiva system är på grund av deras enkelhet och låga kostnad de mest önskvärda efterbehandlingssystemen för NO_x-reduktion under förutsättning att de kunde ge tillräcklig NO_x reduktion. Eftersom tillgången på HC (i förhållande till mängden NO_x) är låg så begränsas givetvis hur mycket NO_x som kan reduceras. För att höja NO_x-omsättningen ytterligare så behöver man således höja halten HC i avgasflödet (aktiv deNO_x). Extra HC kan endera sprutas direkt in i avgasflödet eller genom en sen insprutning i förbränningsrummet.



Rapporterade problem med ovan nämnda teknik är relativt hög ökning av bränsleförbrukningen (diesel tillsätts till avgasflödet och bidrar inte till transportarbetet) samt bildning av oönskade biprodukter såsom N_2O (Ofta tittar man bara på omsättningen av NO_x och inte vad det omvandlas till). Ecotraffics bedömning är att tekniken, såvida inte ett genombrott görs, inte klarar tillräckligt hög reduktion av NO_x för att vara intressant på lång sikt.

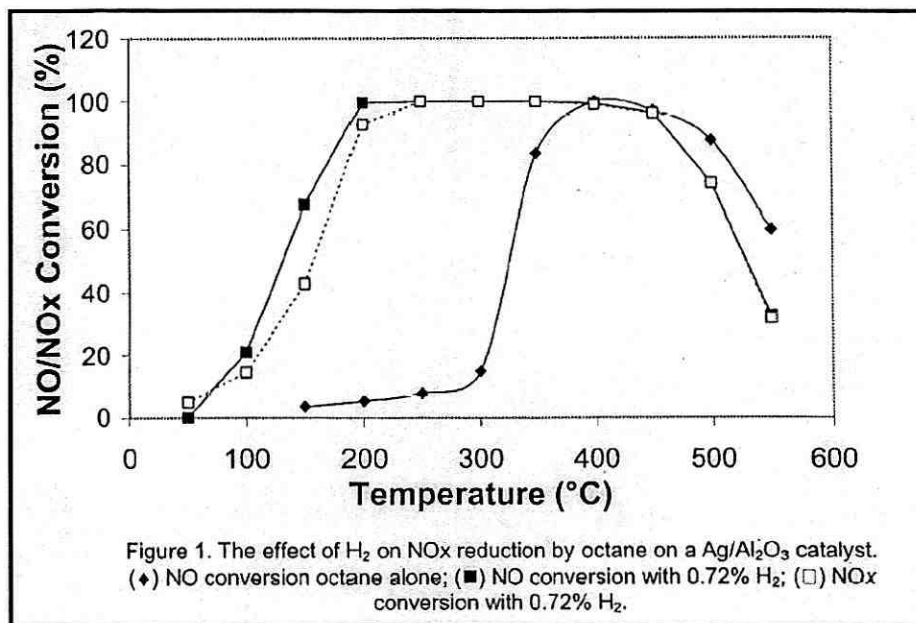
SCR

Med SCR (Selectiv Catalytic Reduction) menas ofta en metod där NO_x reduceras över en katalysator med ammoniak som reduktionsmedel. I praktiken används en blandning av urea och vatten där urean omvandlas till ammoniak via hydrolys i det varma avgasflödet. Detta är en gammal metod för att reducera kväveoxider i magra avgaser. Tekniken är beprövad och har använts på stationära och semistationära förbränningsanläggningar och motorer under många år (e.x.v. inom sjöfart). Vanligtvis används en katalysator bestående av vanadinpentaoxid



2.2 Noteringar från konferensen

Professor R. Burch, Queens University Belfast, visade att det gick att nå exceptionellt hög NO_x -reduktion vid låga temperaturer genom att använda en kombination av tunga kolväten och vätgas över en katalysator bestående av Ag/Al_2O_3 . Han visade att vätgas öppnade ett mycket stort temperaturfönster i vilket NO_x kunde reduceras. > 95 % NO_x -reduktion uppvisades i ett område mellan 200 – 450 °C.

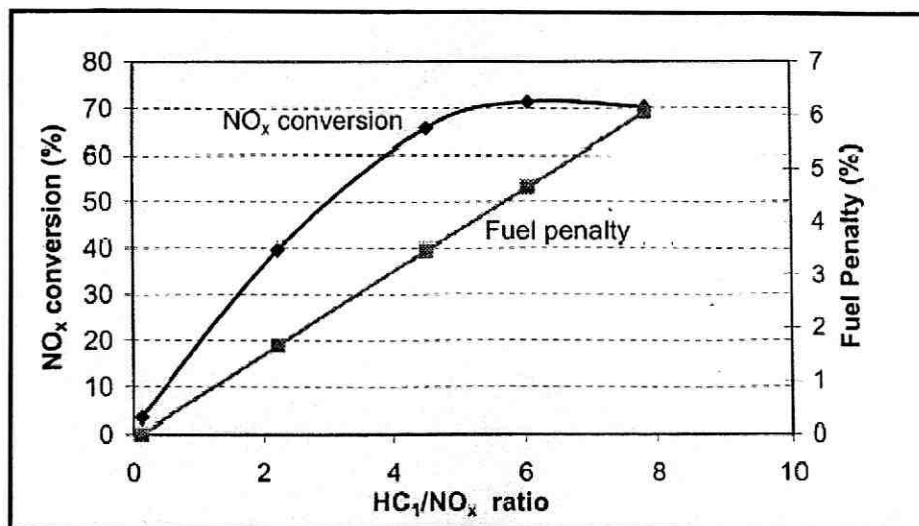


- H₂ sänker light-off högst dramatiskt
- H₂O höjer förmågan att reducera NO_x även utan H₂ närvarande
- H₂ har en unik förmåga att hjälpa andra reduktanter att reducera NO_x
- Burch tror att H₂ kommer att tillverkas ombord fordonet i framtiden (som reduktionsmedel)

Fredrik Klingstedt från Åbo Akademi berättade om ett EU – projekt (KNOWNOX) där en katalysator tagits fram och även provats i fullskala. Projektledare var Volvo Technology och projektet hade totalt 13 deltagare. Målsättningen med projektet var att ta fram ett efterbehandlingssystem som förflyttade en diesebil från EU III till EU IV.

I projektet tog ÅBO Akademi fram en silverbaserad (Ag/Al₂O₃) katalysator och gjorde en rad tester i labbskala. Johnson Matthey skalade upp katalysatorn och Volvo monterade den slutligen på en S80 diesebil. Katalysatorn var mycket stor (eller lång) och diesel (HC) sprutades in innan katalysatorn och som sista steg användes en clean-up-katalysator (en vanlig platinabaserad trevägskatalysator).

Försöken visade att ett HC/NO_x förhållande på ~ 6 var optimalt. Detta förhållande motsvarar ett bränslestraff på ~ 4.5 %.



Projektet visade på en NO_x-omsättning runt 60 % med diesel som reduktionsmedel.

J.H. Baik, Pohang University, Korea, visade att en katalysator av kopparjonbytt zeolit ZSM-5 har mycket goda egenskaper vad gäller NO_x-reduktion med urea som reduktionsmedel. Han föreslog detta system som en kandidat för NO_x-reduktion från dieslbilar (i stället för vanadinpentaoxid).

M. Koebel, Paul Scherrer Institute, Switzerland. Ett SCR demonstrationssystem för en dieseldriven arbetsmaskin (mobilkran) byggdes i detta projekt. Ett flertal olika katalysatorer undersöktes. Ur erhållna mätdata togs en modell för injicering (dosering) av urea fram. Försök med ETC- och ESC – körcyklarna visade på NO_x-omsättningar > 93 % med ett "ammoniakslip" under 10 ppm. För att det hela skulle fungera så krävdes en avancerade styrstrategi innehållande både "feedforward" och "feedback-information". Katalysatorns storlek var som en normalstor ljuddämpare.

P.Gilot, University de Haute Alsace, France. I denna föreläsning beskrevs mycket avancerade tester och beräkningar angående ett så kallat "Dual Pore Size System". Förutom de avancerade beräkningar så beskrevs funktionen av ett dylikt NO_x-reduktionssystem (och hur man kan skräddarsy katalysatorfunktion). Ett Dual Pore Size System består av två typer av zeoliter. I den ena (1:a) är grottorna/porerna så små att NO molekyler kan komma in. De är dock för små för att släppa in kolväten. I dessa porer oxideras NO till NO₂. I den andra typen av zeolit är porerna så stora att både NO₂ och HC kan komma in. I dessa porer kan man alltså uppnå en lokalt stökiometrisk miljö varför NO₂ kan reduceras av HC och bilda N₂, CO₂ och H₂O. Kommersialisering av denna teknik ligger antagligen långt fram i tiden.

2.3 Slutsatser och kommentarer

Många frågor från publiken behandlade statusen för silverkatalysatorer. I många föreläsningar och i många posterpresentationer visades hög NO_x-omsättning med silverkatalysatorer och med HC som reduktionsmedel. Är detta något som kan kommersialiseras? Det framkom att tekniken är behäftad med en rad problem såsom hållbarhet, svaveltålighet, låg resistens mot höga temperaturer med mera. Volvo sa att det mesta talar emot silverkatalysatorer men garderade sig med att säga att man aldrig kan veta. DaimlerChrysler trodde att tekniken kan vara av intresse vid rena lågtemperaturapplikationer. Mycket akademiskt jobb återstår att göra inom området. Försök har visat på dåliga åldringsegenskaper. Professor Burch sa att om något visar sig vara katalytiskt aktivt så kan man försöka stabilisera det. Under senare år har man "kopplat ihop" motoråtgärder och efterbehandling. Denna utveckling möjliggör att ny krävande teknik kan introduceras. Man kan exempelvis oxidera/reducera efter ett visst antal mil osv. (med avancerad motorstyrning påverka katalysatorns miljö).

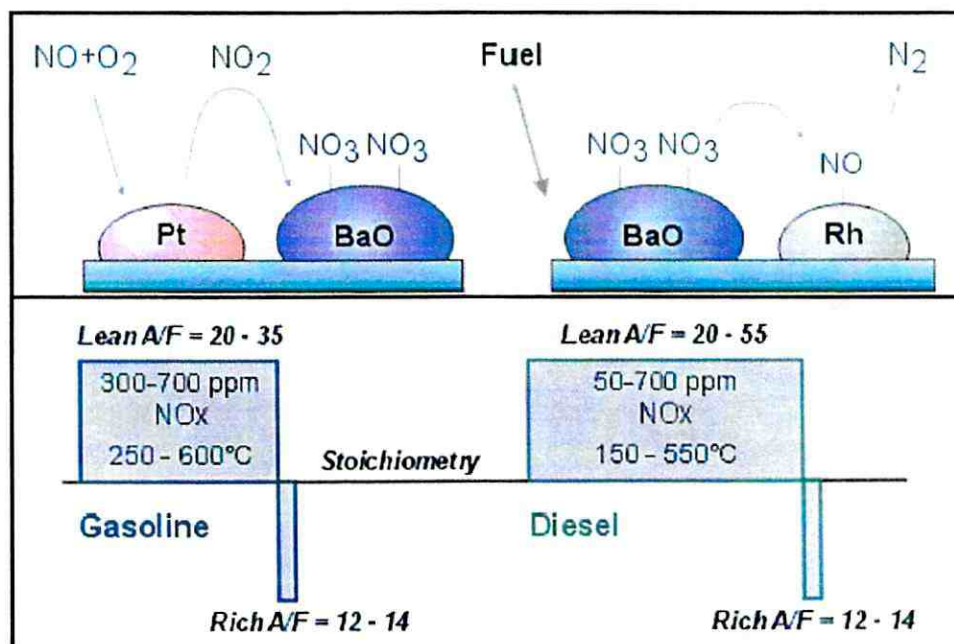
1

3. NO_x - LAGRING

3.1 Bakgrund och förklaringar till temat

NO_x - lagring är den nyaste emissionskontrolltekniken som utvecklats för leanburn- (bensin) och dieselfordon. Adsorbenten (oftast BaO) är inbyggd i katalysatorns "wash coat". NO_x binds kemiskt (bildar nitrater, bariumnitrat) under magra förhållanden. Systemet regenereras när det mättats på nitrat genom att avgasflödet växlas till att bli fett. Under den feta fasen sönderfaller nitraterna och NO_x återbildas. Återbildat NO_x reduceras nu på samma sätt som i TWC (trevägs-katalysator för bensinbilar) till N₂.

Detta system (tekniken) har många namn, LNT (Lean NO_x Trap), NSRS (NO_x Storage Reduction System), NAC (NO_x Adsorption Catalyst), är vanligt



förekommande. På svenska är det vanligaste NO_x-fälla eller NO_x-lagrare. Tekniken går grovt ut på att man växlar mellan feta och magra avgaser och är synnerligen lämpad för GDI - motorer där man på ett enkelt sätt kan växla mellan fet och mager förbränning. Även dieselmotorer kan köras fett under korta perioder.

	GDI	Diesel	Kommentar
A/F – förhållande	20 – 40 (delvis)	20 – 50 (kontinuerligt)	GDI körs stökiometriskt vid höga laster
Katlysator. Funk	NO _x -lagrare + TWC	NO _x -lagrare	Pga att GDI ibland körs stökiometriskt måste TWC- katalysatorn fungera i ett stort A/F-förhållande
Fet regenerering	Lätt	Svårt	Svårt att få dieselmotor att gå fett. Kan ge höga partikelemissioner
Bränslestraff	Låga	Höga	
Driftstemperatur	250 – 600 °C	150 – 550 °C	Dieselvavgaser är ”kalla” vilket kräver andra ”katalysatorer” än för GDI - motorer
Reduktanter	CO, HC, H ₂	CO, HC, H ₂	
Hållbarhetskrav	800 – 850 °C	650 – 700 °C	

Ett av de största hoten mot denna teknik är att svavel binds till bariumoxid på samma sätt som NO_x gör. Bildade sulfater är dock betydligt stabilare än motsvarande nitrater. Genom att köra motorn något fett ($\sim \lambda 0.98$) och vid hög temperatur kan man ”avsvavla” katalysatorn. En ytterligare komplikation är att vid dessa förhållanden, så kan de oönskade komponenterna N₂O och H₂S bildas. Bland övriga nackdelar kan nämnas:

- Eventuella problem med körbarhet
- Höjd bränsleförbrukning
- Dyrbar utrustning

Tekniken fungerar bara med låga svavelhalter i bränslet. (Om detta är en nackdel eller ej är svårt att bedöma eftersom dylik teknik även påskyndar framtagning av bättre bränslen.)

3.2 Noteringar från konferensen

M. Eberhardt, Darmstadt University, Germany har gjort ett arbete angående åldringsfenomen i NO_x-lagringskatalysatorer. Ett av de fenomen som sker är att bariumoxid vid hög temperatur kan reagera med Al₂O₃ (wash coat) varvid NO_x-lagringskapacitet går förlorad. Nya generationens NO_x-lagrare har blivit mycket bättre än sina föregångare. I området 200 – 500 °C har man i princip en 100 %-ig

sorption av NO_x (från vad som inlagrats). Under normal regenereringen frigörs inte inlagrade sulfater. Man har dock lärt sig hur man skall "desulfra" fullt ut, d.v.s. bli av med all inlagrad sulfat. Systemet med NO_x -lagring föreslås vara bästa kandidaten för dieslbilar (personbilar, EU IV) eftersom:

- Ingen urea (eller NH_3) behövs
- Hög NO_x -omsättning i ett stort temperaturområde

Erik Fridell, Kompetenscentrum katalys, Göteborg höll ett föredrag om hur svavel deaktiverar NO_x -lagrande katalysatorer och hur platinats oxidationsförmåga påverkas. Ett av resultaten av denna studie är att inte bara den NO_x -lagrande delen av katalysatorn deaktiveras av svavel utan att även ädelmetallerna (platina) deaktiveras. Svavel binds till platina och blockerar på så sätt aktiva säten (säten där katalytiska reaktioner skall ske). Många frågor är fortfarande obesvarade, exempelvis vattnets effekt, katalysatorns ceriuminnehåll, regenereringstemperatur mm.

I en studie gjord av G.E.Arena, University of Messina, Italy visades förslag på vilka reaktionsmekanismer som sker in en NO_x -lagrande katalysator. Intressant att notera är att i ett av reaktionsstegen bildas atomärt kväve vilket senare kan reagera med CO och bilda isocyanat. När i nästa steg isocyanat reagerar med NO_x kan endera N_2 (önskvärt) eller N_2O bildas.

I en poster från Volvo Technology visades att H_2 var ett mycket bra reduktionsmedel för att reducera NO_x i en NO_x -lagrande katalysator. H_2 visade sig ha goda egenskaper vid låg temperatur. Enligt dessa studier så kan grovt sett 8 g NO_2 lagras per liter katalysator.

B. Krutzsch, DaimlerChrysler, berättade om ett patent som de har. NO_x skall lagras i en NO_x -lagrare och sedan återföras till motorn. Detta fungerar perfekt i teorin men i praktiken kunde de inte få det att fungera. Detta hade varit en elegant lösning om det hade fungerat. Daimler Chrysler föreslår att bildningen av N_2O har att göra med att det finns svavel i bränslet och att just svavlet är det största hotet mot tekniken.

Vid diskussionen efter presentationen kom återigen frågan om regenerering (reducering av NO_x) med H_2 upp. Vätgas möjliggör en snabbare regenerering av NO_x -fällan än vad som är fallet med HC-regenerering. Dessutom vidgas temperaturintervallet. Någon av katalysatortillverkarna kontrade med att de kunde ta fram en reformer i storlek som en "Coca Cola" burk. Denna burk skulle kunna producera H_2 ur bränslet, tillräckligt för att regenerera NO_x -lagraren. Någon annan kontrade med att vid reduktion av NO_x med H_2 så bildas inte bara N_2 utan också NH_3 .

3.3 Slutsatser och kommentarer

I många föreläsningar, postervisningar och samtal och frågor återkommer hela tiden frågan om N_2O . Bildningen av N_2O kan vara ett allvarligt hot mot tekniken med NO_x -lagrare. Tekniken är mycket intressant (speciellt för GDI) men är också behäftad med en rad problem.

Ett av de större hoten är att även små svavelmängder påverkar systemet på ett negativt sätt.

4. DIESELPARTIKLAR

4.1 Bakgrund och förklaringar till temat

Dieselvagaser är förknippade med utsläpp av partiklar. För att minska dessa utsläpp kan man endera försöka minska partikelbildningen i motorn genom optimeringar mot låga partikelnivåer eller så kan man försöka ta bort de partiklar som lämnat motor. Under denna konferens så fokuserades på det senare. Med olika typer av filter kan man filtrera bort partiklar. Det finns olika typer av både filter och filtermaterial där det vanligaste är keramiska filter av monolitttyp. I dessa filter så är varannan kanal tilltäpps i vardera änden varför gasflödet tvingar att ta vägen via filtrets porsystem för att ta sig igenom filtret. I dessa porer fastnar partiklar och aska.

Det svåra är inte att filtrera bort partiklarna utan att regenerera filtret från infångat sot. Ofta är avgastemperaturen från moderna dieselmotorer för låg för att sotet spontant skall kunna oxideras. För att komma runt detta så kan man vidta en rad åtgärder.

- Sänka aktiveringsenergin (få det att brinna vid lägre temperatur)
 - CRT (genom att bilda NO₂)
 - Additiv (dosera katalytisk aktiva ämnen i bränslet, typ PSA)
 - Katalytiskt aktiva filter (belagda med e.x.v. platina)
- Höja avgastemperaturen (här finns många varianter)
 - Trottna (strypa) luftflödet genom motorn
 - Extra (sen insprutning) insprutning av diesel
 - Spruta in diesel i avgasröret
 - Brännare före filtret (typ villaoljebrännare)

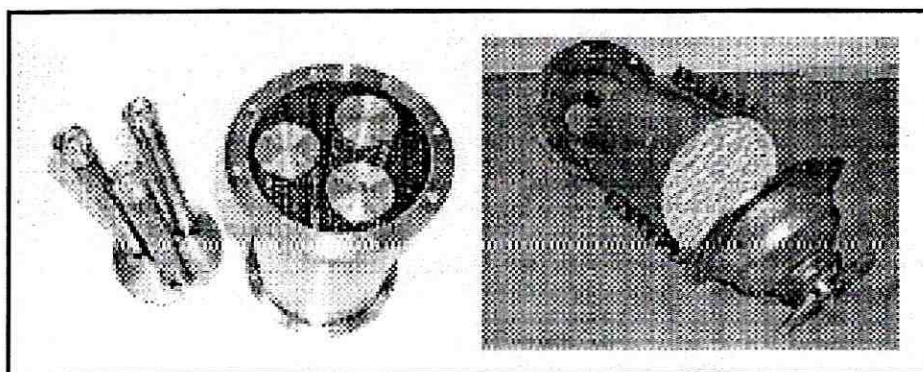
Det mest kända exemplet på regenerering är det av Johnson Matthey patenterade CRT-systemet där man monterat en oxidationskatalysator uppströms filtret. I katalysatorn oxideras NO till NO₂. Med NO₂ sänks oxidationstemperaturen för sotreaktionerna. För att detta skall kunna fungera så krävs relativt god tillgång på NO ut från motorn (ett minsta NO_x till PM – förhållande krävs). I och med allt renare motorer och införande av EGR (sänker NO_x och höjer partiklutsläppen) så minskar utrymmet där CRT tekniken kan användas. Att NO₂ är mycket giftigt är också ett argument till att denna teknik kan komma att fasas ut.

4.2 Noteringar från konferensen

S. Skopa, Thessaloniki, Greece pratar ganska allmänt om (DPF, Diesel Particle Filter), storlek, filtrering, tryckfall, lagringskapacitet och regenerering (i detta fall genom katalytisk oxidation av insamlade partiklar). Filtermaterial kan delas upp enligt:

- Keramiska filter
 - Cordierit
 - Siliconkarbid (kiselkarbid)
 - Tialite
 - Mullite
- Metallfilter
 - Sintrad metall
 - Metallnät
 - Metallsaum

I deras experiment har små prover av olika filter utsatts för riktiga avgaser genom att de monterats i en speciell anordning.

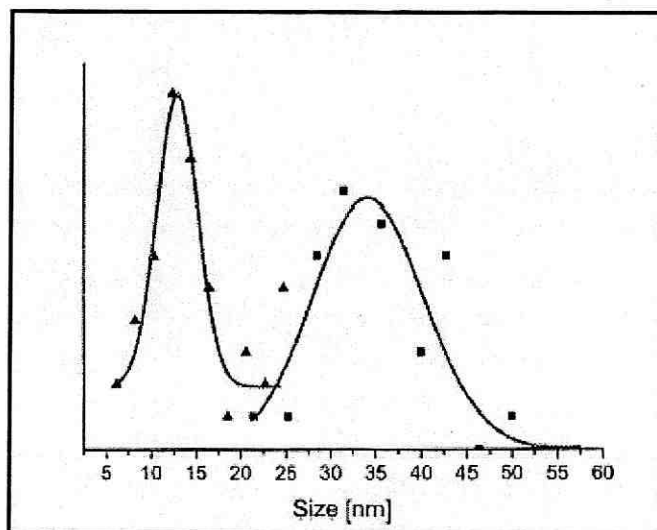


Genom detta arrangemang gjordes många olika typer av experiment ur vilka en beräkningsmodell extraherades fram. Ett av resultaten från denna studie var att det är svårt att regenerera fullt ut i cylinderformat filter. Regenereringen fungerar bäst i mitten och försämras ju längre ut från centrum man kommer. Nästa generation av filter kommer att vara en del av hela powertrain-kedjan och inte en burk man bara hänger på. Detta därför att regenereringen kräver avancerade styr och reglerfunktioner. Största problemet med filter är inte att filtrera bort sot eller att bränna upp detta under regenereringen. Det största problemet är att filtren fylls med aska.

G.A. Merkel, Corning pratar om vikten att ta fram filter som ger med låga tryckfall. Det är allmänt känt att tryckfallet över ett filter ökar med mängden ackumulerad sot. Filtren kan behöva beläggas med katalytiskt aktiva ämnen för att kunna regenereras vid låga temperaturer och ha förmåga att samtidigt reducera emissioner av CO, HC och NO_x. Corning som är en tillverkare försöker optimera filtrens för att få så lågt tryckfall som möjligt. I ett arbete har de kvantifierat värden för optimal porstorlek, porositet, porstorleksfördelning mm. Dessa nya kunskaper har använts för att ta fram ett flertal dieselfilter med god filtreringsförmåga, hög hållfasthet och låga tryckfall både för rena och sotbelagda filter. I runda tal kan man lagra 5 g sot per liter filter.

D.S. Su, Max-Planck-Gesellschaft, Berlin berättar att sedan 1988 så har sotmängderna från tunga dieselmotorer minskat drastiskt. Han ställer sig dock frågan om det är "samma" sot nu som för 17 år sedan. Han berättar vidare att EPA definierar sot som en mix av sot, aska, HC och H_2SO_4 . Primärpartiklarna är i storleksordningen 20 – 30 nm och när 10 – 100 sådana partiklar slås samman bildas något som kallas för sekundärpartiklar. Enligt deras experiment så emitterar framtidens motorer (Euro IV) visserligen mindre partiklar räknat i massa partiklar. De partiklar som trots allt bildas är numera mycket mindre. Bilder av sotet visar att utseendet ser ut som något som kan liknas vid fullerener. Dessa partiklar är lättare att oxidera än sot från äldre typer av dieselmotorer.

Vänstra kurvan = Euro IV- och Högra = Euro III-motor (storleksfördelning av primärpartiklar). Euro IV är körd med 25 % last och Euro III under fullast (black smoke condition).



I en poster från University of Amsterdam, Holland visades ett system med mikrovågsassisterad regenerering av filter. Det visade sig att denna teknik var en snabb och effektiv teknik för oxidation av partiklar och krävde dessutom låg energi. En nackdel var att det bildades mycket CO under regenereringen. Den stora fördelen var att man snabbt kunde nå sotantändningstemperaturen.

En poster från University of Salerno, Italy. Visade att det var möjligt att på ett effektivt sätt regenerera filter från sot genom att värma filtret med mikrovågor. Filter belagt med järn har mycket dåliga regenereringsegenskaper. Genom assistans av mikrovågor så fungerar filtret dock mycket bra och med låg tändtemperatur och en snabb sotoxidation.

Ett arbete gjort av VITO, Belgium presenterades på en poster. Förmågan och hållbarheten hos ett CRT-system utvärderades i ett fältprov. Emissionsprov utfördes

på en Van Hool stadsbuss före och efter montering av CRT-filtret. Studien visade på en minskning av partiklar med > 90 % och med > 65 % för HC och CO. Vad gäller NO_x och bränsleförbrukning så uppmättes inga större skillnader. Avgastemperaturen var > 250 °C under mer än 70 % av tiden och NO_x/PM-förhållandet var > 15 under mer än 70 % av drifttiden. En uppföljning är planerad att genomföras under hösten 2003 (efter två år fältprov).

4.3 Slutsatser och kommentarer

Regenerering av filter är och kommer att bli ett framtida problem. Grundproblemet är att dieselavgaserna är relativt kalla och att det av den anledningen är svårt att åstadkomma en regenerering. Om man väljer strategin att på något sätt höja avgastemperaturen så höjer man även bränsleförbrukningen. Genom att använda additiv införs en komplikation och risk för bildning och utsläpp av oönskade komponenter (additiven kan om filtret skadas passera ut ur avgasröret). Även om man löser problemet med regenerering (oxidation av sot) så återstår problemet med aska. Helst vill man få fram ett filter som håller hela fordonets livslängd. Detta kan ur asksynpunkt bli svårt.

5. SOT – NO_x

5.1 Bakgrund och förklaringar till temat

I stort så handlade denna del om NO-lagring och filter vilket har beskrivits tidigare. Därför är bedömningen att ingen ytterligare förklaring behövs.

5.2 Noteringar från konferensen

A. Sassi, PSA Peugeot Citroen, France, Har studerat betydelsen av monolitens geometri med avseende på NO_x-reduktion. Många parametrar påverkar funktionen hos en NO_x-lagringskatalysator. En av dessa parametrar är kanalernas geometri. Genom att använda monoliter med hexagonala kanaler i en NO_x-lagrande katalysator erhöles:

- Något förbättrad NO_x-omsättning
- Ingen effekt på tändtemperatur
- 30 % högre NO_x-lagringskapacitet
- Bättre motståndskraft mot svavelförgiftning
- Lättare att regenerera med avseende på svavel
- Mindre H₂S bildas

Genom en kombination av "wobbling" mellan feta och magra avgaser och hexagonala kanaler så ökade förmågan att avsvavla högst avsevärt. Han avslutar med att berätta om målet att minska CO₂-utsläppen till 140 g/km. En möjlig väg är att anamma GDI-tekniken. Detta utesluter användning av trevägskatalysator (TWC). Två vägar återstår:

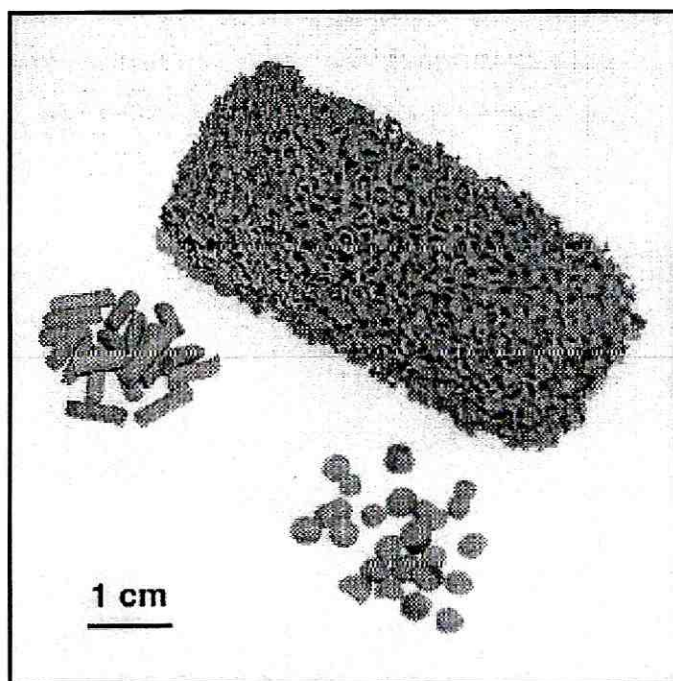
- NO_x-lagringskatalysator
- EGR

Det som begränsar införandet av NO_x-lagringskatalysator är temperaturlåghet, motståndskraft mot svavel, förmågan att avsvavlas, kostnad (eventuellt behövs NO_x-sensorer).

G. Pattrick, Mintek, South Africa höll en föreläsning om vad guld kan användas till. Man har länge vetat att guld är mycket aktiv som katalysator vid låga temperaturer. Problemet med guld är att det har en förmåga att sintra ihop (i katalyssammanhang vill man sprida ut ädelmetallerna så mycket som möjligt för att erhålla många aktiva säten. Reaktioner sker på ytan av ädelmetallerna). Försök har visat att det är möjligt att stabilisera guldparklarna så att de kan användas i fordonskatalysatorer. Mycket återstår dock att göra innan guld kan bli ett alternativ för detta ändamål. Guld har

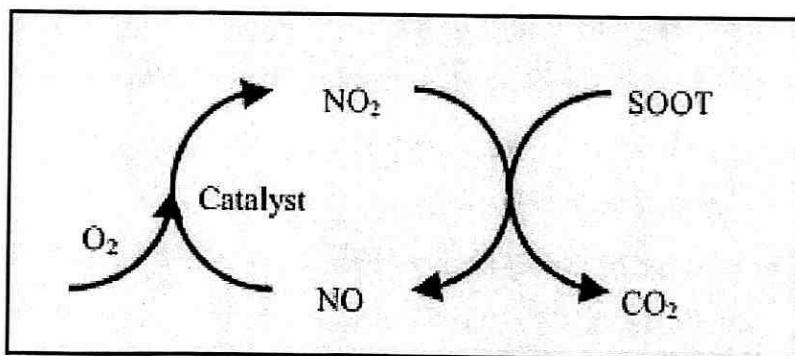
visat sig fungera bra som katalysator i bränsleceller och för ombordtillverkning av vätgas.

L. Pesant, University Louis Pasteur, France visade ett patent som gått igenom så sent som i september i år. Tekniken går ut på att i stället för konventionella filter använda något som ser ut som en tvättsvamp. Svampen är tillverkad av SiC (kiselkarbid).



Fördelen med detta är enligt Pesant att det är:

- Billigt
- Lätt
- Tål höga temperaturer
- Resistent mot oxidation
- Mekaniskt mycket tåligt mot exempelvis vibrationer
- Hög ytareal (wash coat behövs inte). Materialet i sig har en yta på ca 25 m²/g. (normalt är ca 1 m²/g)



Genom att ha platina närvarande i "svampen" fås en kontinuerlig oxidation av NO till NO₂. Systemet är enligt upphovsmännen självregenererande eftersom bildad NO₂ återbildas till NO efter att det reagerat med sot:

Ovanstående fördelar i kombination med extremt låga tryckfall gör att systemet kan bli mycket väl mottaget på marknaden.

Under den avslutande diskussionen framgick att många tillverkare står redo att introducera PSA-systemet på bred front. I en fråga som gällde filter så svarade MAN:s representant att det räckte gott om filtren tog ca 70 % av partiklarna för att möta kommande krav. Filter med viss genomsläpplighet var ur deras synvinkel att föredra eftersom man då får mindre problem med igensättningar av aska mm. Att nya typer av dieselmotorer producerar små partiklar tyckte MAN var bra eftersom dessa är lätta att elda upp katalytiskt. På frågan om mikrovågsregenerering så svarade DaimlerChrysler att mycket är gjort inom detta område och en eventuell introduktion måste konkurrera med motortekniker för att åstadkomma en regenerering. En teknik som EU stödjer starkt är framtagning av "mikrovågstransparenta" filter. Fordonstillverkare menade att om oljebolagen kan göra oljor utan aska så är mycket av problemen lösta. Oljeindustrin å sin sida hävdar att motortillverkarna kan se till att oljorna hålls kvar i motorn. Att blanda in katalytiskt aktiva ämnen i filter är en bra teknik eftersom bildad NO₂ återbildas till NO när den reagerat med sot. Då NO åter kommer i kontakt med ett katalytiskt aktivt säte bildas åter NO₂. Är systemet bara tillräckligt långt så räcker även små mängder NO till för regenerera filtret.

5.3 Slutsatser och kommentarer

Intressant att notera är att PSA-systemet verkar komma på bred front. Många har tidigare tydligt deklarerat en negativ inställning till ett system där man är beroende av ett additiv. Dylika system skall efter ca 8.000 mil att bytas ut. Filtren skickas på regenerering och tvättas rena från aska och får därefter ett nytt liv på en annan bil. Enligt Ny Teknik så kommer Volvo att införa detta system. Detta är kanske inte så konstigt eftersom exempelvis Ford har samarbete med PSA för utveckling av nya dieselmotorgenerationer².

² Motorfamiljen med 1,4-1,6 liter finns redan i produktion. Den nya 2-litersmotorn introduceras nu och en bit in på 2004 kommer V6-motor på 2,7 liter. De två förstnämnda motorena utvecklas och tillverkas av PSA medan Ford gör detsamma med den sistnämnda.

Att ha regenereringstekniker som använder NO_2 som oxidationsmedel är något som börjat debatteras alltmer eftersom NO_2 är en giftig gas. I slutna utrymmen såsom garage, tunnlar ombord färjors bildäck mm kan det tyckas vara olämpligt med sådana lösningar.

Det skall bli intressant att se vad som kommer att hända med patentet om det svampliknande filtret. Så som det presenterades så verkade det vara en mycket intressant lösning.

6. TWC – MODELLERING

6.1 Bakgrund och förklaringar till temat

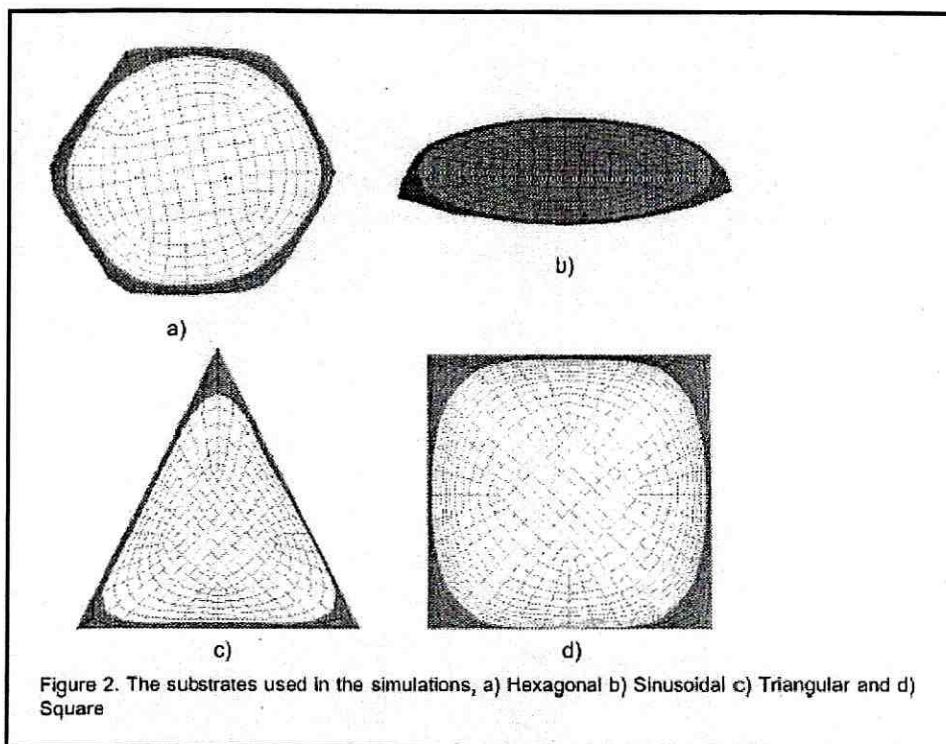
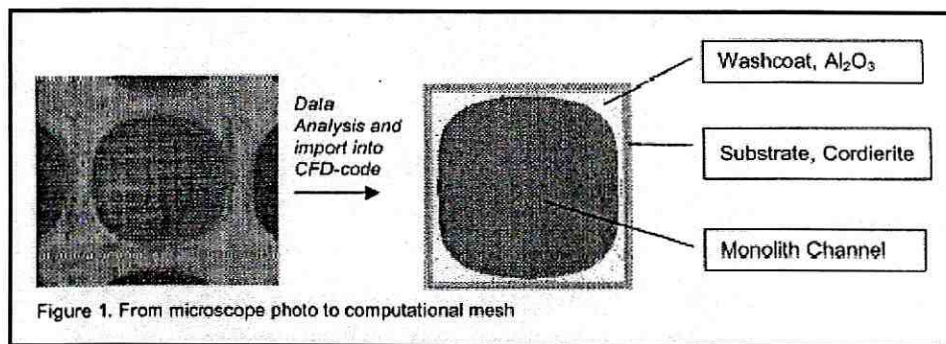
Denna avdelning av konferensen innehöll de mest akademiska föreläsningarna och posterpresentationerna. Ämnet modellering (eller beräkningar) är mycket intressant ty ju bättre man kan simulera verkligheten desto bättre beslut kommer att kunna tas. Ur industrins synvinkel är det givetvis mycket viktigt att få fram bra beräkningsprogram. Om man kan ersätta traditionell provning med beräkningsmodeller finns stora tid- och ekonomiska vinster att hämta.

6.2 Noteringar från konferensen

I. Manuel, University Pierre et Marie Curie, France beskrev en beräkningsmodell som de tagit fram (förbättrat) åt PSA för trevägskatalysatorer (TWC). Input i modellen är avgastemperatur, avgasflöde samt koncentrationer av de olika emissionskomponenterna. Ut ur modellen kommer samma sak, dvs flöde, temperatur och halter. Överensstämmelsen mellan experiment och modell är mycket god. Exempelvis kunde modellen (förutspå) att det skulle bildas N_2O vid låga temperaturer. Modellen har gjort att förståelsen för vad som händer i katalysatorn ökat högst dramatiskt.

H. Shinjoh, Toyota, Japan beskrev en studie där man gjort experiment för att undersöka NO_x -reduktion över Pt, Pd och Rh som funktion av syrekoncentrationen. Modellen (resultaten) som visades förklarar skillnaden i hur NO_x reduceras på de olika ädelmetallerna. Modellen torde kunna användas för att skraddarsy (optimera mängden ädelmetaller) katalysatorer för olika ändamål.

Fredrik Ekström från Saab Automobil Powertrain, visade en modell som tagits fram tillsammans med institutionen för Kemisk Reaktionsteknik på Chalmers Tekniska Högskola. I arbetet har en ny matematisk metod för att simulera vad som händer i en kanal i en monolit utvecklats. Modellen baseras på ett kommersiellt CFD – program (Computational Fluid Dynamic). Som bas för beräkningarna används ett mikroskopiskt foto med en exakt geometrisk beskrivning av kanalen.



Studien visade att kanaler av "sinusoidal" form gav högst katalytisk omsättning. Tändtemperatur och uppvärmningsförlopp kan också simuleras med denna modell. Fredrik kallar tekniken för virtual prototyping. Tekniken används förutom till efterbehandlingssystem även för att beräkna och simulera luftmotstånd. Anledningen till att använda detta är att man spar både tid och pengar.

6.3 Slutsatser och kommentarer

Ämnet är svårt och väldigt akademiskt. Hur som helst så kan när modellerna är färdigutvecklade "även lekmän" få glädje av dessa modeller. På sikt kommer antagligen väldigt kraftfulla simuleringsprogram (i kombination med snabba och kraftfulla datorer) att kunna ersätta en stor del av den provning som görs i dag. (Detta gäller givetvis även andra områden än avgasrening.)

7. ÅLDRING – FÖRGIFTNING – ALTERNATIVA DRIVMEDEL

7.1 Bakgrund och förklaringar till temat

Av olika anledningar åldras katalysatorer. Eftersom den katalytiska aktiviteten avtar med tiden så måste man göra katalysatorn "onödigt" bra från början så att den uppfyller avgaskraven även efter ett visst antal mil (skall ju helst hålla lika länge som bilen). För att främst begränsa mängden ädelmetaller i katalysatorn forskas det mycket på hur man kan förhindra att katalysatorerna deaktiveras och att bli mer tålig mot katalysatorgifter såsom svavel och bly. Att bränslena blir allt bättre (mindre svavel och blyfria) är antagligen den enskilt största faktorn som gjort att katalysatorernas livslängd och hållbarhet ökat. Bränslen med låg svavelhalt är också viktigt för att kunna introducera exempelvis NO_x-lagrande katalysatorer.

7.2 Noteringar från konferensen

G. B. Fisher, Delphi, USA pratade om ombordtillverkning av H₂ (reforming) för att erhålla låga emissioner från tändstiftsmotorer. Han inledde sin föreläsning med att berätta att i framtiden så kommer emissionsgränsvärdena att vara bränsleneutrala. Flertalet av de stora tillverkarna tittar på möjligheten med bränsleceller men hans bedömning är att det kommer att dröja ytterligare ett tag innan någon introduktion kommer att ske. Andra generationens bränsleceller är upp emot 75 % lättare än första generationens celler. Han berättar lite om två hybridbilar som klarar SULEV-kraven, Toyota Prius och Honda Insight.

Att kunna tillverka vätgas ombord fordonet är mycket viktigt av flera anledningar:

- Bensinfordon – kallstartsegenskaperna förbättras
- Dieselfordon – för efterbehandlingssystemen
- För att driva hjälpsystem ombord (belysning, AC, samt övriga strömförbrukare)

Från en Nissanbil som uppfyller SULEV-kraven så härstammar 97 % av HC-utsläppen och 83 % av NO_x-utsläppen från kallstarten. Med hjälp av att använda en reformer (motorn körs på en blandning av CO och H₂ under uppstart) kan man få till en extremt snabb katalysatorvärmning. Genom att köra på ett reformat av denna typ uppnås i princip 0-utsläpp av HC och NO_x. Han visade en videosnutt där man får följa en kallstart. På bara ett par sekunder var avgastemperaturen uppe i ca 900 °C.

Henrik Birgersson, KTH, Stockholm berättade om ett EU-projekt som går under namnet REGENCATS. Projektet löper på tre år och kommer att avslutas i februari 2004. Syftet med projektet är att ta fram metoder för att kunna regenerera använda katalysatorer (katalysatorns funktion skall genom en regenerering kunna återfås). Författaren har tidigare medverkat i projektet som representant för AVL MTC.

En katalysator kan deaktiveras på tre olika sätt:

- Termisk deaktivering
 - Ädelmetallerna sintrar ihop till kluster
 - Förlust av ytareal (porer sätts igen mm)
- Kemisk deaktivering
 - Förgiftning (aktiva säten blockeras)
 - "Nersmutsning"
- Mekanisk deaktivering
 - Spricker

Katalysatorerna i detta projekt har erhållits från Ford i Spanien och försök har gjorts före och efter regenerering. I projektet har olika regenereringsmetoder undersökts (kemiska och termiska). En mängd analyser av katalysatorerna har också gjorts både före och efter regenereringarna. Den bästa metoden verkar vara att "tvätta" katalysatorn med klorgas eller svag saltsyra (vid olika temperaturer). Emissionstester har visat att man kan återfå aktiviteten i använda katalysatorer. Dock har inga långtids eller hållbarhetstester utförts.

Detta kan vara en framkomlig väg för att ta hand om katalysatorer som inte fungerar. En annan tanke som funnits inom projektet är att man "från början" skulle kunna använda mindre mängd ädelmetaller i katalysatorerna och vid service regenerera sin katalysator (tvätta den på plats alt. byta mot en regenererad).

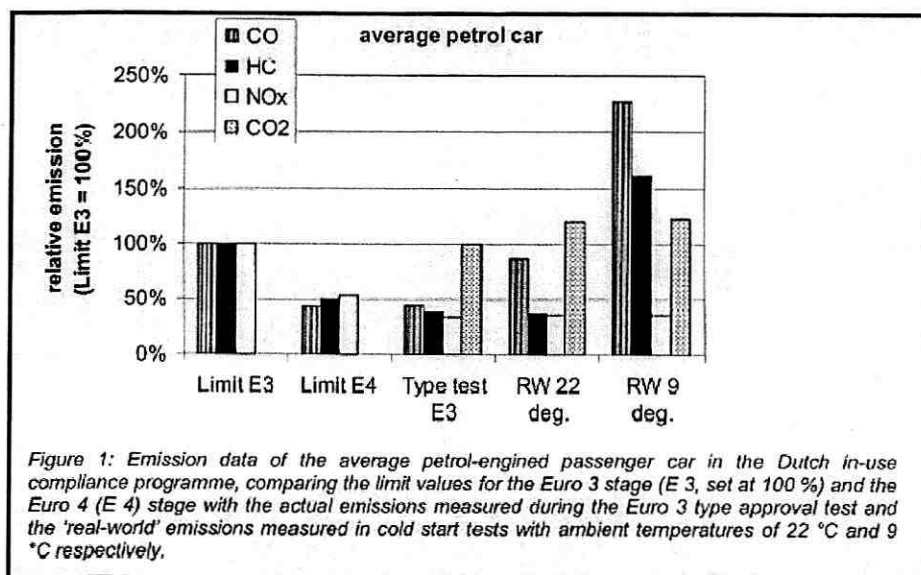
R. Smokers, TNO, Holland presenterade ett arbete där man försökt kvantifiera framtida emissionsminskningar från personbilar med otto och dieselmotorer. Även avancerade förbränningskoncept och bilar av hybridtyp ingick i studien. TNO har identifierat varför utsläppen i en "verklig körcykel" är högre än vid certifiering:

- Lambdavariationer. Under korta perioder hamnar man utanför motorns kalibrering. Speciellt när det rör sig om dynamiska förlopp.
- "Off-Cycle operation" Vid körning utanför kalibrerat område (i praktiken utanför körcykeln mot vilken bilen optimerats, cycle beating).

Återstående problem enligt TNO är:

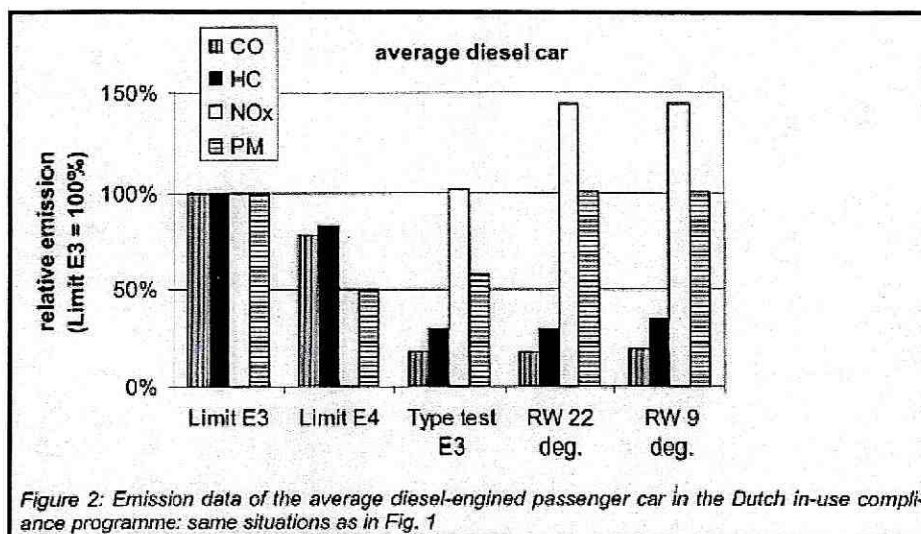
- Kallstartsproblematiken
- Orealistisk att använda 20 °C som omgivningstemperatur. I Holland är medeltemperaturen + 9 °C³.

Vid tester med vad TNO kallar real world tester (RW) erhöles följande resultat. Limit E3 = gränsvärden för Euro III. Limit Euro IV = gränsvärden för Euro IV. Euro III fordonen uppfyller redan Euro IV kraven i certifieringsprov. Vid prov med RW-körcykeln försämrades resultaten kraftigt.



I figuren på nästa sida har motsvarande tester gjorts med en diesebil.

³ Den viktade medeltemperaturen i Sverige är (enligt VTI) ca +7°C, förf. anm.



NO_x och partiklar har här identifierats som problemområden. I tabellen nedan har resultaten från både bensin- och dieslbilar sammanfattats (körda med Real Word-körcykel vid 9 °C).

	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)	PM (mg/km)	CO ₂ (g/km)
Bensin Euro III	5.24	0.32	0.054	5	210-235
Diesel Euro III	0.12	0.02	0.720	50	145-160

I detta fall vägde bensinbilen 1100 kg och dieslbilen 1300 kg.

I diskussionerna under denna avdelning kom frågor om återvinning upp. En katalysatorfirma sa att hur mycket av ädelmetallerna som återvinns är en funktion av gällande lagkrav och efterfrågan (priset för ädelmetallerna). Just nu återvinns ca 60 % men inom några få år kommer siffran att vara uppe i 90 %. Ett av problemen med återvinning är att man inte hittar så många bilar som är i slutet av sitt liv i exempelvis Tyskland. En mycket stor del av de begagnade bilarna exporteras till främst östra Europa. I Italien och Spanien går motsvarande bilar till Afrika. Med andra ord så slutar ofta bilarna sitt liv utanför EU.

7.3 Slutsatser och kommentarer

Ytterligare ett föredrag som visar på vikten av att kunna tillverka vätgas ombord fordonet med hjälp av en reformer. Inte mycket av denna avdelning behandlade alternativa drivmedel. På en poster så föreslogs ammoniak som bränsle. Detta avfärdades av Volvo med att NH_3 bär tre väteatomer medan exempelvis CH_4 bär fyra väteatomer. (Eller varför inte reformering av metanol eller DME, som är ännu bättre vätebärare än NH_3 och CH_4 ?)

TNO visar på ett tydligt sätt att certifiering enligt nuvarande modell inte är lämpligt. Körcykel och omgivningstemperaturer bör vara realistiska för att ge en riktig bild av fordonens avgasutsläpp. (För dieselfordon är dock den snälla EU-cykeln ett besvär eftersom avgastemperaturen blir mycket låg. En verklig körcykel skulle här vara en "fördel" för framtida avgasreningsteknik.)

Återvinning av ädelmetallerna ur begagnade katalysatorer ter sig som mer rationellt än att försöka regenerera dem. Om en katalysator inte fungerar så vet man ju oftast inte vad det är för fel på den eller om felet kanhända är ett följdfel orsakat av ett fel hos motorn (t.ex. styrsystemet). Att först göra en felanalys följt av en regenerering följt av en funktionskontroll (lyckades regenereringen) är inte en framkomlig väg.

