

SAE er forkortelsen for Society of Automotive Engineers, en verdens omspændende organisation fra starten af dette århundrede der nu består af 60.000 ingeniører og dermed er det betydeligste forum for præsentation af de meget kendte SAE Papers, der beskriver nyskabelser i motor- og automobilindustrien. SAE har publiceret mange tusinde artikler og bøger, der videnskabeligt beskriver et utal af detaljer, systemer og målinger på området emissioner fra motorer.

Saurer AG i byen Arbon, Schweiz var tidligt fremme med Diesel-motoren og kunne allerede i 1923.....

Scania AB startede sin karriere som producent af cykler og andre mekaniske artikler i udkanten af Malmø i år 1900. Året efter byggedes de første forsøgs automobiler. I 1902 kunne de købes med en eller to cylindrede motorer. Vabis Vognfabriks Aktiebolaget i Södertälje, som idag regnes for Scantias ældste del, startede allerede i 1891 med produktion af jernbanevogne. Vabis kunne allerede i 1902 tilbyde lastbiler med 2 cylindret motor og 1,5 ton lastevne. I 1911 blev de to virksomheder slået sammen til Scania Vabis, som siden har fremstillet over 3/4 mil køretøjer. Markedsandelen for lastbiler i Europa er steget fra 11 til 15% over de sidste 5 år, hvorimod markedsandelen i Danmark har holdt sig omkring 30-35% i mange år, svarende til ~1400 køretøjer i 1995.

Dansk A/S Scania-Vabis fremstillede køretøjer på Lyøvej, Frederiksberg fra 1913 indtil 1921. Det forbløffende er vel nok, at hele køretøjet blev fremstillet i Danmark, også motoren. Fabrikens chefkonstruktør Frederik C. Rasmussen designede en af verdens første V8 Otto motorer til automobiler i 1916-18. Den udviklede 37 kW ved 1900 o/m, men kunne løbe 3400. Volumen var på 4.825 ccm med boring på 80 mm og slaglængde på 120 mm. Motoren blev fabrikens stolthed og blev produceret i 25 eksemplarer, der blev monteret i politibiler, ambulancer og store personbiler. Efter 1921 og indtil krigen fremstillede Scania Vabis industri gearkasser. BILLED nr. ??

Så sent som i 1930'erne begyndte Scania-Vabis at eksperimentere med Diesel-motorer på basis af *Hesselman* licens. Den første rigtige Diesel-motor med forkommer så dagens lys i 1936. Det var en 6 cylindret forkommer med gløderør starthjælp på 7.755 ccm og 90 kW ved 2.000 o/m. I 1961 kom de første DS10 motorer med turbolader på 152 kW. I 1966 prøvekørte man den nye og siden meget populære DS14 V8 motor. Fra 1982 kom DSC11 med *ladeluftkøler*. FIGUR fra CD af V8 motor

Emissioner i g/kW/t - EC91	forbrug	kW/o/m	CO	HC	NOx	TPM
DS11-04-1978	210	198/2200	5	1,5	13,6	0,6
DSC11-04-1989	194	190/1800	0,6	0,3	8,8	0,25
DSC11-79-340 EU 2	201	250/1900	0,4	0,3	6,2	0,12
DS14-V8-1972	216	260/2300	>5	1,5	16	0,6
DS14-V8-1990 - EU 1	198	330/2000	0,6	1,3	12,9	0,2
DSC14-15-460 - EU 2	192	338/1900	0,4	0,6	6,6	0,09

Dansk importør er Scania Danmark, tlf: 42919211.

Schott Glaswerke AG i Tyskland har udviklet et ekstruderet WFFilter baseret på en keramik/glas til støv separation, der formodes at være brugbart som diesel partikel filter. Formentlig er de inspireret af *Asahi Glass Co.* i Japan, der i en årrække til forsøg har fremstillet filterblokke af sammenlignede plader baseret på en keramik/glas komposition. Materialevalget tyder dog på egenskaber svarende til *Cordierite* og den hermed forbundne risiko for smelteskader.

Scooter emissioner er for de fleste Italiens farer et reelt problem. Speceilt i Rom hvor nærmest millionvis forperster luften. Den store producent Vespa er på vej med en fire-takt motor hvorved emissions niveauet falder drastisk. I Danmark ses en opblomstring grundet lempelig

Dr. Enrico Piaggio opfandt ideen om et simpelt køretøj med to hjul i August 1945 som produktions erstatning til hans flyvemaskine reservedels fabrik der var bombet under krigen. Hans primære ingeniør var d'Ascanio designede det selv bærende stel i bedste flyvemaskine stil med en 150 cm³ to-takt Otto-motor. 10 år efter var der produceret >1 x10⁶ Vespaer til teenager i alle aldre. Siden har adskillige producenter fremstillet lignende køretøjer.

En Vespa årgang 1975 med typisk 200 cm³ karburator *to-takt-motor* uden nogen form for fin-tuning af udstødningsanlæg viser det tidlige stadie af motorteknologi. Forbrug mellem 400 og 650 g/kW/t, hvilket er ganske betydeligt, viser at motoren arbejder ved l/b forhold på 12-13.

Emissioner i g/kW/t -	forbrug	kW/o/m	CO %	HC ppm	NOx
Vespa ?????		??/4.500	2-6	1500-6000	lavt

FIGUR-tekst- Brændstofforbrug som funktion af belastning vist som BMEP.

FIGUR-tekst- Carbonmonoxid emission som funktion af belastning der svinger mellem 2 og 6%..

FIGUR-tekst- Hydrocarbon emission som funktion af belastning.

Aprilla scooter fremstilles i Italien af i 23.000 ?? eksemplarer i 1995 og solgtes i Danmark i ?? stk. Model serien 50 er udrustet med en to-takt motor på cm³ der udemærker sig ved ???

.....

.....

og ??? type karburator fås alle med oxidations katalysator af metallfolie typen med dimension Ø ?? mm og længde ?? mm Fås også med fire-takt motor med overliggende knaskaksel.

Køretøjs vægt på så lidt som ?? kg. FIGUR

Emissioner i g/kW/t - EC ??	forbrug	kW/o/m	CO	HC	NOx	partikler
Amico SR50 uden kat						
Amico SR50 med kat						

Scooteren er siden introduktionen i 1946 af Vespa på basis af reservedele fra gamle fly fremstillet i 15 x10⁶ eksemplarer. Dansk importør er og for den nye 45 scooter TMP på tlf: 97725117.

SCR - Selectiv Catalytic Reaction - se NOx reduction. For tunge køretøjer, så som lastbiler indbefatter det et anlæg på størrelse med en lydæmper indeholdende et katalytisk element, samt et doseringsanlæg og styringsenhed. Forbrug af reduktions middel i form af en 30-35% Urea opløsning ligger på 40-50 km/liter med en 60-75% reduktion af NOx.

Sekundær-luft-pumpe er for Otto-motore en mekanisk vingepumpe trukket med rem af motoren på et automobil for indblæsning af luft i manifolden som næring for oxidations, to-vejs-katalysatoren. Fremstillet i millionvis af Remy-Delco i USA fra midten af 70erne til midt i 80erne. Vingerne er af fiberarmeret plade der kan tåle at løbe tørt i et letmetallhus styret af 4 kuglelejer. Tryk indtil 30 kPa målt ved luftdysen. BILLED-tekst. Nippondenso pumpe fra en Porsche 911 årgang 1980 med K-jetronic, 2,6 liter motor uden katalysator. Det store styktal resulterede i anstændig pris der har lokket til anvendelse selv på Diesel-motoren. Firmaer som Deutz og Ernst har benyttet pumpen i forbindelse med partikelfiltre baseret på *regenerering med oliefyr*. Oliefyret er placeret på motorsiden af WFF filteret med de akkumulerede partikler. Kræver derfor et rimeligt tryk og volumen for at sikrer en stabil flamme fra en oliedyse der kan holdes, blæses ren.

Service af motorer, katalysatorer og partikelfiltre - se vedligeholdelse.

SHW Diesel-filtre fremstilles af en syd-tysk virksomhed (Schwäbische Hütten Werke ejet 50% af MAN) med speciale i højstyrke og tætte pulvermetaldeler som tandhjul til automobilindustrien. Derfor er rå-materialet i dette pladefilter også høj-legeret stålpulver i kvalitet f.eks. AISI 321 karakteriseret ved usædvanlig høj vægt (4 gange *Corning*, 2 gange *NoTox*), 100 ym pore størrelse og temperatur resistens til ~900°C. Da det modulære filter fremstilles ved aksial høj-tryks mekanisk presning af pulver omkring et centralt trådnæt i en stålform, der siden svejdes sammen i blokke, kan det kun fremstilles i retangulære moduler. Projektet startede i 1983 uden at have nået et kommercielt bæredygtigt niveau midt i 90erne.

% reduktion	Modtryk	CO	HC	NOx	Partikler
MB OM 364 - 66 kW	<15 kPa	0	0	ingen	<93

Der er i samarbejde med HJS markedsført et system, der baserer sig på "on board-of line" Cerium baseret doseringsapparat for *regenerering med additiver* for mindre køretøjer. Normalt kræver Cerium relativt høje koncentrationer på >120 ppm. De regenererings temperaturer der fremføres på 200°C ligger væsentligt under videnskabelige erfaringer og test. Det væsentligste marked har været gaffeltrucks og som reklame en enkelt såkaldt "traktor puller". FIGUR nr. ??

SI-enheder omregning mellem - Se Mål & Vægt.

Siemens AG har reklameret kraftigt for et NO_x katalysator system til Diesel-motorer kaldet SINOx. Forsøgsvis er det afprøvet på *Generatoranlæg* i effektenklassen 200-500 kW og en enkelt lastbil i Tyskland, men forventes først på markedet om 3-5 år. Helt konventionelt SCR anlæg for en *NO_x selektiv katalytisk reduktion for køretøjer (der mangler et verbum)*, der foregår med anvendelse af Urea. Det nye er en avanceret styring, der kan kompensere for den dynamiske og dermed kompliceret driftcyklus. BILLED

Silentor Novum A/S er en dansk specialist i lydæmpning af afgangsgasser fra forbrændingsmotorer. Baseret på principper udviklet af prof. E. Frederiksen først i 70'erne på Danmarks Tekniske Højskole. Virksomheden har udviklet computer simulationsprogram for tilpasning af absorptions- og/eller refleksdæmpning i klasser med 25 til 65 dBa dæmpning. Gik desværre på røven i 2002 grundet yderst kompliceret ejerstruktur. Se desuden lydæmpning. BILLED-tekst- For hurtigfærger

BILLED-tekst- Eksempel hvorledes lav-frekvent støj dæmpes bedre med en Silentor baseret på Samtidigt sænkes modtrykket ofte med >50% vigtigt for motorens brændstofforbrug.

Silicium Carbid (SiC) er et kunstigt fremstillet keramisk materiale opfundet af Mr. Acheson i forrige århundrede i England. Da SiC er det næst hårdeste materiale efter Diamant, anvendes det i stor stil til fremstilling af slibemateriale. Keramiske ovne benytter SiC hylder, plader og stænger på grund af den store styrke ved høje temperaturer for brænding af f. eks. porcelain. Verdens største producent af SiC rå-pulver er Norton Company med >250.000 ton om året. Norton med 13.000 ansatte blev i 1992 købt af den franske industri koncern Saint-Gobain. FIGUR

Acheson, E.G. opfandt Silicium Carbid, SiC, fremstillingsmetoden i 1891. Den er baseret på en kemisk reaktion mellem Silica (strandsand, kvartz) og Carbon (petroleum coke) ved temperatur op mod 3000°C. SiC findes ikke frit i naturen og er blandt andet kendetegnet ved hårdhed meget tæt på Diamant. De første år blev der kun fremstillet 250 gram om dagen, der blev anvendt i smykkeindustrien og til præcisionsslibning. Norton startede først i vort århundre. I foråret 1996 blev Carborondum med 2.000 ansatte opkøbt af Saint-Gobain/Norton, der i forvejen er verdens største producent af SiC pulver og færdige artikler.

Silicium Carbid - fremstilling af foregår f.eks i Ardendal og Lillesand i Norge. SiC er et i naturen ikke forekommende ikke-oxid keramik med usædvanlige egenskaber. Såsom hårdhed kun overgået af diamant. Mekanisk stabilitet i luft indtil 1600°C og i beskyttelsesgas indtil 2500°C. En for keramik usædvanlig stor varmeledningsevne og korrosionsbestandighed. Fremstillings processen er opfundet af englænderen Edward Acheson (1856-1931) i 1891 og ganske interessant ikke siden været mulig at forbedre. Verdens årsproduktionen er nu på 850.000 ton i stærkt svingende kvaliteter for en stadig bredere anvendelse.

På et område svarende til en fodboldbane fremstiller 36 miles i to rum på basis af Kvartz og Californisk Petroleum Coke produktet Silicium Carbid. Hver 12 meter lang, 2 meter høj, 3 meter bred mile opbygges omkring en 65 mm tyk massiv centralt placeret grafit kerne. Dette varmelegeme påtrykkes 400 VAC mellem de to støbte beton med tegl isolerede gavle.

Der medgår til fremstilling af SiC store mængder elektricitet - 7 kW/kg der købes hovedsageligt på kontrakt til vist nok 12-15 øre/kWh. Hvilket iøvrigt er mindre end til Aluminium produktionen der kræver 12 kWh/kg. Herfor har fabrikken egen 50 kV forsyningsledning med mere end 30 MW effekt installeret. Hver af de 8 transformatorer på 3,5 MW kobles over en 25 trins mekanisk 12 kV primær regulerings omskifter til en af de 36 miles. Der deles om de 8 meget store transformatorer. Der reguleres på primær strøm indtil 300 amp strøm og slukkes efter 120 MW/h forbrug der typisk tager 40-60 timer. Herefter afkøles milen og som håndarbejde brydes skallen af med luftværktøj og med loftkran udtages den brugbare kerne i store klumper. Der siden knuses ned og sigte.

Det var ganske interessant, at studerer produktionsudstyr og metoder. Blandt andet passerer alt pulver en af kun 8 mekaniske nedknuise maskiner hvor et med udskiftelige tænder 4 tands roterende 300 mm diameter hoved slynger pulveret ud mod en tilsvarende stator. Heri skabes alle pulvere indtil korn F-320 der siden sigtes mekanisk. Yderligere nedknusning til korn F-400, F-500 og F-600 foregår alene med et arrangement (300 kg/time kapacitet) hvor pneumatisk dyser knuser pulveret med anslagsenergien mod en pulver strøm fra 2 sæt parvis modsat rettede dyser. Lufttryk henholdsvis hastighed bestemmer partikel størrelsen. Dette sigtes efter princippet Stokes lov (George G. Stokes, 1819-1903) om partiklers adfærd i en væske opslemning. Sidste nedknusning for pulver over F-800 foregår med F-16 pulver malelegemer i en polyurethane beklædt cylinder hvor en stak af 8 massive polyurethan skiver med 400 mm diameter slynger en væske opslemning i en recirkulerende process hvor der faktisk indgår 2 keramiske filtre fra franske SCT. Efter karakterisering pakning i papirsække, på paller til kunder over hele kloden.

Der opereres med 4 kvaliteter:

- SIKA 1 = grøn, kemisk vasket
- SIKA 2 = grøn, vand vasket
- SIKA 3 = sort, kemisk vasket
- SIKA 4 = sort, vand vasket

Den grønne mile opbygges af: 95 ton rene råmaterialer (i forholdet: 1,5 kg SiO² + 1,2 kg Coke) og reagerer til 9,5 ton brugbar SiC, 21 ton CO gas og 55 ton ikke umiddelbar brugbare materialer, der genbruges i en anden mile for sort pulver. Svarende til en reaktionsligning: SiO²+3C=SiC+2CO

Skibby projektet har sin oprindelse hos et busselskab i byen Skibby i nord-Sjælland, der havde til hensigt at konvertere ældre Diesel-motorer i busser til drift på LPG. Det var hensigten blot at erstatte Diesel-motorens brændstoffdyser med tændrør og montere en *LPG karburator* på motorens indsugningsmanifold. Konceptet viste sig uventet ved motorer med lille effekt pr liter slagvolumen men var uanvendeligt i forbindelse med turboladet motorer. Yderligere udviklingsarbejder har ikke kunnet løse dette problem. BILLED nr ??

.....
.....

Skorsten på lastbiler - opadført udstødning - i glansfyldte rør har, ud over at det i en periode var meget amerikansk og dermed smart, den egenskab at fortynding af udstødningsgassen foregår noget hævet over vejbanen. Der er imidlertid blandt køretøjsproducenterne og de lovgivende myndigheder enighed om, at det ikke er løsningen at øge fortyndingen af udstødningsgassen højt over vejbanen. Desuden er der udbredt enighed om en reduktion af *diesel-motor-emission*, før gassen lukkes ud i miljøet.

Peugeot udviklede og fremstillede for Sicilien racerløb i 1910 en V2 Otto-motor med 2,8

liter slagvolumen under betegnelsen XV5. Konstruktøren Michaux anså åbenbart ikke udstødningsgassen for et problem da de 4 udblæsningsrør pegede direkte bagud oven på motorhjælmen ind over kabinen. Det må formodes at den pågældende chauffør i et vist omfang har udført *miljørigtig kørsel* for alene at kunne overleve løbet.

Dog har skorsten på mange køretøjer, især de generelt fejldesignede *krandrift på lastbiler* stor betydning for chaufføren, der kan undgå at stå direkte ud for den originale udstødning. Yderligere ses der på lastbiler hos el-selskaber medbragt en 5 meter lang gummislange for at lede gasserne væk fra arbejdsområdet. Den absolut længste skorsten er havnekraner. BILLED

Skovdød er et emne, der med rimelighed optager lande som Polen, Tjekkiet, ex DDR, Østrig og Schweiz. Her er der seriøse overvejelser omkring forbud mod transit, export-lastbiler, mellem Italien og Europa. EU-rapport 1996 viser, at et træ ud af fem var sygt i 1995. Hvilket er 2,6% flere end i 1994. I alt blev over 600.000 træer undersøgt hvor det står værst til i Centraleuropa. Årsagerne er både forurening, tørke og insektangreb. EU-Kommisionen har arrangeret intensiveret måle-programmer for at finde årsagerne og få den bremsset. Senest har den danske Skov&Naturstyrelse offentliggjort en rapport, der beskriver generelt faldende problemer her i Danmark.

Skov-industri-maskiner er en serie af specialmaskiner til effektiv moderne skovdrift blandt andet den fuldt hydrauliske *Skovningsmaskinen*, der med et uhyre avanceret skærehoved fælder, afkvister og dagligt skærer op til 100 m³ stammer op i pre-definerede længder og lægger dem i små bunker. Disse små bunker samles af en udkørselsmaskine, der stakker dem ved en grusvej for afhentning med lastvogn.

Denne slags stærkt specialiserede maskiner produceres af Valmet, Gremo, FMG og i Danmark alene af Silvatec A/S, tlf: 98632411, der i en årrække har monteret katalysatorer på alle maskiner. Mere end halvdelen af 1995 produktionen på 23 maskiner blev eksporteret til hele verden. De på billederne viste Volvo TD71 og Perkins 1006.6 TW Diesel-motorer er monteret med Engelhard type PTX DVC-10 katalysator og ????. lyddæmper modul. Perkins motoren er helt korrekt udrustet med alu-folie beskyttet fiber *isolering* af udstødningsrør mellem turbine og katalysator. Katalysatoren efter Volvo motoren er monteret alt for langt væk eller mellemrøret bør isoleres. BILLED nr. ?? BILLED nr. ??

Totalt er der i Danmark ??? skovningsmaskiner. Skovbruget under Skov & Naturstyrelsen har ca. 160 traktorer, og under betegnelsen specialmaskiner er der yderligere: 7 skovningsmaskiner, 2 fældemaskiner, 4 flishuggere og 20 udkørselsmaskiner.

En anden væsentlig bruger af skovningsmaskiner er Det Danske Hedeselskab med ... ?? skovningsmaskiner, ?? fældemaskiner, 7 *skov-flishuggere* og ?? *skov-udkørselsmaskiner*. Hedeselskabet står iøvrigt for 80% af produktionen af de i 1995 totalt leverede 161,8x10³ KFM skovflis til de danske Krafvarmeværker. BILLED nr. Andre brugere er endnu kun i ringe omfang organiseret i Dansk Skoventreprenør Forening (tlf: 86870982) men har i området af 70 skovningsmaskiner, 100 skov-udkørselsmaskiner og 10 flishuggere.

Skovningsmaskiner giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfilre. Med *måleudstyr til driftbetingelse bestemmelse* forbundet til en Intab AAC-2 data-logger uge 32/96 blev der målt på den 15 ton tunge svensk byggede FMG 746/250 (Perkins 6.354T 6 cyl 5,8 liter på ~100 kW), der arbejdede i Nødebo plantage med skovning af gran. Over en 8 timers periode målt følgende:

Udstødningsgas °C	150	200	250	300	350	400	450
% drifts tid over			80	78	73	68	3

Det ses, at denne maskine med 8.000 driftstimer har meget fine driftsbetingelser for *montering af katalysator* eller partikelfilter baseret på *regenerering med additiv*, og formentlig går den også med filter baseret på *regenerering med katalytisk coating*, blandt andet fordi motoren er for lille til en så stor maskine og derfor må levere absolut fuld effekt. Maksimal udstødningsgas temperatur var 460°C med >90°C temperatur drop over 1 meter udstødningsrør og dæmperen. Modtrykket blev målt til 3 kPa. Maskinen er desuden udrustet med et 9,5 kW Eberspächer *motorvarmer* oliefyrd, der på godt en times tid kan opvarme motor, kabine og 200 liter hydrauliktank for øjeblikkelig opstart, når temperaturen falder mod frysepunktet. Brændstofforbruget ligger på omkring 30 liter i timen. BILLED nr ??

Med Intab AAC-2 data-logger blev der uge 32/96 målt på den dansk byggede 9 ton tunge Silvatec 454 TH (Volvo TD 45B 4 cyl turboladet på 83 kW/2400) årgang 1990, der arbejdede i Hornbæk plantage med skovning af gran. Over en 3 timers periode målt følgende:

Udstødningsgas °C	150	200	250	300	350	400
% drifts tid over	91	86	84	79	71	10

Det ses, at denne maskine med >10.000 timer på bagen arbejder fint ved 1.800 o/m og enkelt kan monteres med en *diesel-motor-katalysator* eller et partikelfilter baseret på *regenerering med additiv*.

Udstødningsgastemperaturen var maksimalt 418°C. Der blev ikke målt modtryk, idet lyddæmperen manglede totalt. Forbruger over en 12 timers arbejdsdag 130-140 liter brændstof. BILLED nr ??

Skovtraktorer giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfilre. *Måleudstyr til driftbetingelse bestemmelse* blev forbundet til en Intab AAC-2 data-logger uge 31/96 på en 4,5 ton Valmet 6300 traktor, der arbejder i Jægersborg Skovdistrikt. Motoren er en turboladet Valmet 420DS på 4,4 liter med 62

kW/2225 o/m. Over en 6 timers periode med klipning af højt græs i Søllerød blev der målt følgende temperatur mellem turbolader og den originale dæmper. Maksimum temperaturen var meget kortvarigt 327°C. Den gennemsnitlige temperatur i katalysatoren er ~240°C, hvilket er i underkanten for vellykket *montering af katalysator*. BILLED

Udstødningsgas °C	150	200	250	300
% drifts tid over	76	70	50	2

Da der over katalysatoren kun er 2 kPa tryktab, må det antages, at den fungerer rimeligt på trods af, at røret mellem motor og katalysator ikke er forsynet med *isolering*, alligevel afkøles gassen i denne installation >30°C på den halve meter. Ellers er det et typisk eksempel på *montering af en Diesel-motor-katalysator* for langt væk fra motoren, som det desværre ses i mange installationer. Det er en relativt lille metalfolie enhed, formentlig fra *Kemira*, der ikke kan skilles ad, og derved udelukkes enhver form for *vedligeholdelse af katalysatoren*. BILLED nr ??

Skov-udkørselsmaskiner giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfiltre. *Måleudstyr til driftbetingelse bestemmelse* forbundet til en Intab AAC-2 data-logger uge 45/96 på en Silvatec 828 med 4 cyl Perkins 1.004T turboladet Diesel-motor på 85 kW. Maskinen arbejdede med udkørsel af flis i Lystrup skov over en 2 timers periode. Således er der 10 minutter ventetid mellem hver kørsel da udkørselsmaskinen men denne kørselsafstand har større kapacitet end flishuggeren. I denne situation er forbruget på ~30 liter om dagen.

Udstødningsgas °C	150	200	250	300	350	400	450
% drifts tid over	83	66	48	29	17	10	6

Maskinen arbejder i Frederiksborg Statsskovdistrikt og viser kortvarig 525°C udstødnings temperatur under stigning i terræn. Som opbygning og kørselsforhold er den velegnet at monteres med katalysator eller partikelfilter baseret på *regenerering med additiv*. Maskinen emitterer partikler i området Bosch 2-3 under fuld last. BILLED nr ??

Skov-flishugger giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfiltre. *Måleudstyr til driftbetingelse bestemmelse* forbundet til en Intab AAC-2 data-logger på en 2 akslet Silvatec 478CH der arbejder i Lystrup skov med flisning af gran. Maskinen er udrustet med Deutz V8 F8L NA Diesel-motor der yder 159 kW/2.300 o/m og direkte koblet driver en 1 ton tung, Ø1,5 meter skive med 2 radialt placeret knive. Meget avanceret køretøj med endnu kun 1.000 driftstimer på bagen. Brændstof forbruget ligger på 200 liter om dagen med et smøreolie forbrug på 0,6%.

Udstødningsgas °C	350	400	450	500
% drifts tid over		90	80	70

Maskinen, der arbejder under Frederiksborg Statsskovdistrikt, hugger 5% af distriktets samlede hugst til flis. Dette 14 ton tunge køretøj, der kan hugge 60 m³ flis i timen, har helt usædvanlige driftsbetingelser for *montering af katalysator* eller partikelfilter grundet meget høj belastning.

De to ECS DZ-7 metalfolie katalysatorer er placeret ~1,5 meter væk fra stålplademansifolden på hver side af motoren og burde være et nummer større. Mellemrør mellem manifold og katalysator er isoleret med 50 mm bredt glasbændel og på udsatte stedet mekanisk beskyttet. Temperaturtab over den luftkølede manifold og Ø65 mm mellemrør er 80°C. Normalt skal manifolden på en *luftkølet Diesel-motor*, hvor køleluften går direkte ud forbi manifolden, altid afskærms. BILLED nr ??

Ved fulde o/mejninger UDEN indfødning af træ er udstødningsgas temperaturen målt i manifolden 380°C og stiger til >650°C MED indfødning af en Ø200 mm stamme. Motoren er i længere tid belastet >100% hvorfor den ryger i området 2-3 Bosch enheder. Topstykke temperatur målt mellem kølelameller er pænt over 200°C og motoren har svært ved at undgå overhedning.

Katalysatorer monteret på motorer der arbejder under så hård belastning kræver Let-diesel olie for at undgå formation af SOx grundet den meget høje arbejdstemperatur. Det bør overvejes om isolering i dette enestående tilfælde burde fjernes for at sikre lavere arbejdstemperatur mellem 350-400°C.

Regenerering med fuld last lader sig sjældent gøre, men fungerer aldeles udmærket på dette køretøj og vil derfor kunne eliminere den betydelige partikel emission.

Sky-lifts - hydrauliske mandskabslifte giver det samme problem som *krandrift på lastbiler*, nemlig stor eksponering af udstødningsgasser for mandskabet. Problemet bør løses med lille ekstra motor til drift af hydraulikanlæg.

For at forbedre såvel arbejdsmiljøet som bymiljøet blev 10 af de røde Sky-Lift køretøjer hos Københavns Belysningsvæsen i 1990 udrustet med Unikats Combi-Filter af Stobbe Engineering. Da alle køretøjerne er opstallet indendørs om natten på Hulgårdsvej, er installation og daglig tilslutning til 230 volt ret enkelt. Billedet viser en *Honda* motor, der driver en hydraulikpumpe til drift af en flyttemands-lift og meget enkelt kunne være udrustet med en *små-motor-katalysator* for i væsentligt omfang at reducere *små-motor-emissionen*.

Skylleluft-pumpe til stempelmotoren er en nødvendighed på *to-takt motorer* og benyttes som effektforøger på

fire-takt motoren.

Turboladeren er termisk koblet til motoren og opbygget med 2 rotor på samme aksel. En radialturbine udnytter/optager overskudsenergi fra motorens udstødningsgas til at drive et radialkompressor pumpehjul, der med meget stort omdrejningstal pumper atmosfærisk luft til motorens indsugningssystem ved et overtryk på 70-250 kPa. Virkningsgraden er på 65% for de helt små auto-motorer stigende til 85% for turboladere til store *marine Diesel-motorer*.

Roots-blæser er en til motorens krumtap mekanisk koblet konstant volumen pumpe, der gennem udveksling løber med en faktor 1-3 gange omdrejningstallet og komprimerer atmosfærisk luft med 50-150 kPa og 45-55% virkningsgrad faldende ved stigende tryk. Opfundet af Jones i 1859 til ventilation af miner.

Skrue-kompressor er en til motorens krumtap mekanisk koblet konstant volumen pumpe, der gennem udveksling løber med en faktor 3-6 gange krumtap omdrejningstal og komprimerer atmosfærisk luft med 50-250 kPa og >75% virkningsgrad.

Stempelluftpumpe til udskiftning af forbrændingsprodukterne som separat stempel koblet direkte på krumtappen er ikke mere i produktion (Alpha Diesel i 40'erne).

Turbo-kompressoren er mekanisk koblet til krumtapakslen med et gear, der løfter omdrejningstallet på en radialkompressor/centrifugalkompressor med en faktor 8-12 for ladetryk på 70-250 kPa. Virkningsgraden er omkring 60-80%.

Stempel (-undersiden) i kombination med krumtap og gennem bladventiler agere som skylleluftpumpe og benyttes i udstrakt grad på alle små-motorer i to-takt gnisttændingsudførelse f.eks. til knallerter, scootere, *kædesave* og motorcykler.

G-laderen er udviklet af VW og finder

.....

Slagvolumen af en stempelmotor måles og udtrykkes enten i liter eller i cubic cm, ccm, cm³ i Europa og det meste af vores verden. I USA måles der selvsagt stadig i Imperial Units, hvor en cubic tomme er 16,3 cm³, hvorfor en Chevy 454 Otto-motor slagvolumen er på 454 cu inch, der svarer til 16,3 x 454 = 7.400 cm³.

Slam-lastbiler har i forbindelse med emissions udslippet, samme problem som lastbiler for *Krandrift*, nogen lav last for at trække pumper til fyldning/tømning af tankbeholdere.

Slam-lastbilerMed Intab AAC-2 data-logger blev der uge 46/96 målt på den dansk opbyggede 23 ton tunge) årgang 1990, der arbejdede i Over en 6 timers periode målt følgende:

Udstødningsgas °C	150	200	250	300	350	400	450	500
% drifts tid over								

Det ses, at denne maskine med >10.000 timer på bagen arbejder fint ved 1.800 o/m og enkelt kan monteres med en *diesel-motor-katalysator* eller et partikelfilter baseret på *regenerering med additiv*. Udstødningsgas temperaturen var maksimalt 418°C. Der blev ikke målt modtryk, idet lyd-dæmperen manglede totalt. BILLED nr ??

Smog er et udtryk især kendt fra 1960'ernes Californien hvor byen Los Angeles på grund af uheldig køretøjs emission blev indhyllet i en brun sky af NO_x og Ozon begge i niveauer langt større end 500 ppb. Smog dannes ved mange og komplicerede kemiske reaktioner i atmosfæren bestemt at især de menneskeskabte emissionsudslip, den aktuelle Ozon koncentration og de meteorologiske forhold så som vindretning, hastighed, barometertryk og solindstråling.

Californien var midt i dette århundrede præget af stor tilstrømning af mennesker der koncentrerede sig i byen LA med maksimalt solindstråling på op mod 1.400 W/m² jordoverflade. Overdrevent energiforbrug skabte stor VOC og NO_x emission der sammen med de geografiske forhold skabte gode betingelser for den fotokemisk betingede Smog. Der opstod betydeligt åndedrætsbesvær og sviden i øjnene.

Smogvarsling foregår i de fleste stor-byer i den industrialiserede verden. I Danmark, der ser betydeligt mindre koncentrationer af stoffer end i Central-Europa, lokalt gennem Miljøkontrollen i København. I Los Angeles gennem daglig information i dagspressen og TV. Det danske varslingssystem blev startet i 1987 og er blevet permanent siden 1994 som følge af EU direktiv. Danske smog episoder er baseret på følgende værdier.

Koncentration af stoffer i mg/m ³	Ozon	NO	NOx	SO2	TPS
Varsling ved timemiddelværdier over	180				
Alarmgrænse ved timemiddelværdier over	360				

Meldingen i tilfælde af overskridelse vil blive suppleret med en mere detaljeret beskrivelse af de symptomer forureningen kan forårsage og beskyttelse herimod.

Den klassiske Smog i London fra starten af forrige århundrede til vore dages 60'er er baseret på udbredt fyring med nationalt producerede kul der gav store mængde Svovloxider og partikler. I 1952 døde der 4.000 mennesker i London i byens værste Smog episode.

Smøreolie emission - Det er påvist på DTU-ET, at 10-20% af den u-organiske partikelemissionen stammer fra smøreolien fra typiske danske lastbiler. For Diesel-motorer produceret sidst i 1980'erne vurderes det internationalt at smøreolien bidrager med 25% og brændstoffet med 75% af de u-organiske partikler.

Nyt er det at smøreolie SOF andelen accelerere sammen med smøreolie forbruget for alle type stempelmotorer. Det er oplagt at vedligeholdelses tilstanden på indsprøjtningens dyser har stor betydning for Diesel-motorens emission af Carbon partikler. Med faldende partikel emission fra selve forbrændings processen i moderne Diesel-motore stiger smøreolie andelen derfor af de med en *Fortyndingstunnel* målbare partikler. Forholdet mellem denne andel af u-organisk materiale og tungt oxiderbare HC'er der ses som SOF er

..... HOS SCS

Smøreolie forbruget omsættes direkte til emission af type HC'er

.....FIGUR.

Gennem forkert udluftning af motoren bidrager smøreolien yderligere gennem en forøget *krumtapshus emission* af lettere Hydrocarboner.

Smøreolie emission - Reduktion af smøreolie emission kom i flere tempi. Øgning af kompressions forholdet fordrede 2-3 kompressionsringe placeret øverst tæt på stempelkronen og blev benyttet af *Daimler, Maybach, Benz* m.fl. meget tidligt. Stempler var stort set alle fremstillet af støbejern der med relativ lille ekspansion giver mulighed for at holde et minimum af afstand mellem stempel og cylinder. Med overgang til Aluminium stempler, for at øge omdrejningstallet og afbalancere motoren bedre, øges krav til spillerum med en faktor 3. Herfor ses mange tidlige racerbiler at ryge voldsomt modsat automobiler for den almindelige forbruger der klarede sig fint med støbejerns stempler.

Benz racermotor på 147 kW (200 HK) oprindeligt fra Blitzen Benz 1909 uden olieskraberinge på stemplet fremstillet i stål. En helt usædvanlig motor der blev produceret i over 15 år med boring på 185 mm og slag på 200 mm der gav volumen på hele 21,5 liter. Prisen for et komplet chassis med motor, gearkasse dog uden karos var ~30.000 Mark. BILLED af BenZ RACERMOTOR

Harry Ricardo udførte forsøg i 1915 med at adskille det oliefyldte krumtapshus fra cylinder på en forsøgsmotor. Ricardo brugte et stempel som skylleluftpumpe og ville undgå smøreolie i skylleluften og koksdannelse i forbrændingskammeret. Han opdagede til sin overraskelse at emissions niveauet blev væsentligt reduceret. Ford A og Chevrolet gik ~1928 over til at benytte Aluminium stempler dog stadig med glatte ringe, d.v.s. ingen olieskrabering. Under senere renovering af disse motorer blev den nederste glatte ring gerne erstattet af enten CORD stålplade skraberingsæt eller en Simplex støbejernsring. Rolls Royce benyttede som en del andre fornemme mærker allerede før krigen Aluminium stempler med CORD system med fire stålringer samlet som i et W. Et andet produkt var Duaflex med to pænt på kanten afrundede stålringer adskilt af en fjeder. Olieskrabe ringen som vi kender den i dag for at skraber olien af cylindervæggen for at reducerer olieforbrug, emissionsudslip, blå røg blev først original monteret langt op i 1930'erne på almindelige automobiler. BILLED-tekst- En SIMPLEX olieskrabering til eftermontering der var meget populær langt op i 30'erne. Formålet var primært at forlænge motorens liv, uden en cylinderudboring, med et acceptabelt smøreolie forbrug. En ikke uvæsentlig bi-effekt var det stærkt reducerede emissions udslip. BILLED-tekst- Et Hepolite lav-expansion Aluminium stempel fra en Otto-motor med olieskraberingen placeret som normalt under de to glatte kompressionsringe. BILLED-tekst- Et udvalg af de i 1914 tilgængelige stempelringe

Smøreolie-forbruget (mineralske olier) for Diesel-motorer ligger sidst i dette århundred i området 0,2-1% af brændstofforbruget. Størst for luftkølede motorer der arbejder under fuld last. For den nye Mercedes OM 904LA er forbruget bragt ned på <0,3 g/kW/t svarende til ~0,15% af brændstof forbrug. Med et brændstof forbrug på i bedste fald på 25 l/80km fås der herved et forbrug på ~150 kW x 0,3 = 50 gram i timen. For luftkølede Diesel-motorer der arbejder ved maksimale omdrejninger og fuld last er det ikke ualmindeligt med smøreolie forbrug på indtil 0,5%. Svarer til 1 liters forbrug ved 2.000 liter brændstof forbrug.

I 1931 viste logistik i Manchester at den lokale busflåde med Gardner Diesel-motore havde et smøreolieforbrug på 15 liter/1.000 km (~2% af brændstofforbrug) hvor tilsvarende Otto-motor drevne busser klarede sig med 6,25 liter/1.000 km (~1%). Problemet skal ses i motore af meget tidligt design i nogle tilfælde uden olie-skraber-ringe på stemplerne. Nogle år senere kom Diesel-motor drevne busser, med de mange start og stop, op på samme økonomi som Otto-motor drevne.

Der ses CAT 320/325 i Danmark udrustet med partikelfilter hvor smøreolie forbruget ligger på ~1 liter/2000 liter dieselolie ~0,05 %vol. VW 1,9 NA industrimotorer, som monteret i *fejmaskiner*, har et forbrug, accepterer af fabrikken, ved fuld last og 4.000 o/m på indtil 0,05-0,1 liter/time svarende til op mod en procent. Deutz luftkølede motorer har typisk et højere forbrug generelt 1 liter smøreolie per 2.000 liter brændstof.

Automobil Otto-motorer før 1930 benyttede sig generelt ikke af olieskrabe stempelringe. Krumtappen der forårsagede et voldsomt blæsevejr i krumtaphuset plaskede olie op på cylindervæggen hvor den passerede forbi stempel- og kompressionsringene. Voldsom røgdudvikling fulgte. Forbruget af smøreolie var derfor betydeligt og i området een liter for 100-1.000 km kørsel. Omsat (16-160 liter Brændstof forbrug) bliver det til 0,5-5% olie / brændstof. Flere motorer benyttede sig af glatte ringe monteret under pinden på stemplet som f.eks Ford T op i 20'erne. Mekanikere op i 80'erne husker fra deres læretid at man borede huller i stemplet over den nederste ring for at dræne olien tilbage for at forlænge levetiden for en slidt motor uden overdreven røgdudvikling. Rolls Royce benyttede før 1. Verdenskrig laminerede stempelringe under pinden for at reducerer olieforbruget. På ældgamle motorer som Daimlers med drypsmøring hændte det at olien rendte ned i

krumtaphuset under længere tids stilstand. Hvis chaufføren glemte at tappe olie af bundkaret før opstart udsendte motoren klart nok et kolossal røgsky der sikrede han var helt alene om opgaven.

Fuld syntetiske smøreolier, der er opbygget lange molekyle kædelængder og højere kogepunkt, tillader bedre at stempelringene trækker smørefilmen med tilbage i sumpen. Herved forbruget typisk reduceres til det halve af mineralske olier.....Hvis der monteres partikelfilter må det på det kraftigste anbefales at benytte olier med lavt rest *aske-indhold* ..

Smøreolie for racermotorer var i starten af vores århundrede hovedsageligt Castor, Ricinusolie, kendt på vores breddegrad som Amerikansk Olie. Mineralsk baserede olier kunne dengang indtil langt op i 1930erne slet ikke klarer en motor der løb så hurtigt som 3.000 o/m ved 140°C smøreolie temperatur. Hvert race for motorcykler, automobiler og flyvemaskiner lugtede derfor ganske forfærdeligt. Bredt anvendt på flyvemaskine motorer. BILLED-tekst- Rolls-Royce R-motor brugte til Schneider Trophy i 1931 så meget som 105 liter Castor i dynorummets på kun 25 minutter ved 1.925 kW/3.200 o/m. Omfattende modifikation måtte til for ikke at løbe tør for olie under det 38 min lange race. Nye olieskraberinge blev designet, krumtaphus udluftning opgraderet, ny større sump med bedre dræn. Forbruget faldt nu til akseptable 55 liter i timen! Hvorfor flyet også trak en lang sort røgfane efter sig.

Smøreolie kvalitet er som regel foreskrevet af motorproducenten, i henhold til API CE, men til en hvis grad valgfri. Såfremt motoren er forsynet med en katalysator eller især et partikelfilter, anbefales det at benytte olier med et så lille rest *aske-indhold* som muligt, helst i henhold til specifikation API CF-4 (API = American Petroleum Institute) de foreskriver <1.4 wt%. Årsagen er særlig vigtig for partikelfilteret der opsamler samtlige partikler som kommer fra motoren. *Aske ophobning* i filteret af de u-organiske additiver fra smøreolieforbruget og brændstoffet vil langsomt øge tryktabet over filteret og hermed bestemme graden af *vedligeholdelse af partikelfilteret*. X-ray undersøgelse foretaget på DTU-IMI i 1992 af aske opsamlet på et Corning partikelfilter efter 2.000 timers drift på en MB OM616 motor viser sammensætningen af Jern, Mangan, Fosfor, Calcium og Svovl. For år tilbage, da indholdet af Svovl i brændstoffet er <0,2%, og Calcium indholdet i visse smøreolier var ??%, skete der det højst uheldige, at Svovl og Calcium reagerede i de varme udstødningssasser og dannede Calciumsulfat eller sagt på dansk, Gips, som meget hurtigt lukkede filteret og reducerede dets levetid.

Motorolie additiver		
Additiv typer	Eksempel	Funktion
Basisk rensende	Calcium, Barium eller Magnesium-sulfonater, Phenalater eller salicylater	Neutraliserer syrer - såkaldte TBN additiver
Askefri dispergenter og detergenter	Polysobuten-Succinimide, PIB-Mala-Penta	Oliens evne til at holde partikler svævende og undgå aflejninger, slamdannelse i motoren
anti-oxydanter	Zinkdithiofosfat, fenoler, Fosfor-sulfurerede olefiner, metal-sale-cylater og Kobber forbindelser	Øger oliens modstand mod oxidation. Kontrolleret smøreolie temperatur hjælper desuden med til at reducerer oxidations hastigheden
Højtryks - Kendt som EP-additiver , extreme pressure additiver	Zinkdithiofasfat, Fosfor, Klor, Svovl, Calcium forbindelse	Forhindrer slid og rivninger hvis oliefilmen gennembrydes
Anti korrosion	Basiske additiver er Calcium, Barium, eller Natrium-sulfonater	Oliens evne til på især Diesel-motorer at neutraliserer effekten af Svovl i brændstoffet. Evnen til at danne en beskyttende film på motorens mekaniske dele for at reducerer korrosions effekten af det under forbrændings processen producerede vand.
Flydepunkt nedsættende	Polymere Methacrylater.	Forbedrer flydeegenskaber ved lave temperaturer, paraffin udfældning sker i form af små krystaller
Skumdæmper	Silicone forbindelse	Nedbryder skum på oliens overflade hvorved oxidation af olien reduceres. Kan ikke hindre boble dannelse i olien.
Frinktionsnedsætter	Fedtsyrer, Calcium forbindelser, organiske aminer, amin-fosfater, dvs. milde EP-additiver	Reducerer friktionstab
Viskositetsindex	Polymere forbindelse af Ester	Reducerer viskositets faldet som optræder ved

forbedrer	typen (polymeta-crylat) hhv. co-polymerer.	stigende temperatur. Giver multigrade- helårs- olier større tolerance overfor temperatur sving.
-----------	--	---

Smøreoliens levetid bestemmes af additivernes levetid hvorfor smøreolieskift anbefalet eller foreskrevet af producent skal overholdes. Faldende smøreolie tilstand resulterer i stigende partikel emission dels på grund af stigende afsætninger i motoren og på grund af stigende brændstofforbrug som følge af stigende viskositet.

Smøreolieskift betyder udskiftning af den samlede mængde smøreolie. Ikke en påfyldning for at holde niveauet. Før 2. Verdenskrig var det normalt med levetid for Diesel-motore på op til 200.000 km. Når vi i 90erne ser levetid på over en million kilometer skyldes det vedligeholdelse af en motor med fornem bearbejdning af de fineste materiale gennem anbefalet olieskift med avancerede smøreolier.

Under test af partikelfiltre i USA i sidst i 1980erne hos Lubrizol, USA skete der det at Cordierite WFFiltrene testet på en Detroit Diesel 6V-92 motor så modtryks stigning >10 gange hurtigere end erfaringen siger normalt vil ske. Levetiden på filtrene var kun 100 timer, 4 dages konstant kørsel, mod normalt 2.000 timer. En undersøgelse af filtrene viste en kollosale *aske-ophobning*, dog uden der umiddelbart var en årsag. Det var umuligt at finde årsagen indtil at en videnskabelig ansat deltog i vedligeholdelse sammen med mekanikeren der styrede motorlaboratoriet med *dynamometeret* og servicerede motoren. Ved olieskift hældte mekanikeren den brugte smøreolie op i tromlerne med brændstof hvorved han helt undgik et deponeringsproblem!! Fejlen var fundet; den betydelige mængde aske og alle additiver i smøreolien passerede motoren og endte i partikelfilteret.

BILLEDETEKST - I 1929 Memphis, USA kunne den seriøse motorejere købe 39 forskellige motorolier designet for sin specifikke motor.

Små-motorer i fire-takt industri diesel udførelse med effekter indtil 75 kW er i tilfældig rækkefølge: Lister-Petter, Lombardini, Yanmar, Kubota, Ford, VW, Perkins, Farymann, Deutz, Pedershåb, Kohler, Nissan, Mercedes, Peugeot, Bukh, Wisconsin, Hatz, Isuzu, Honda, Ruggerini, VM, m.fl.

Små-motorer i fire-takt industri Otto udførelse med gnisttænding til Benzin eller LPG drift med effekter indtil 50 kW er: Ford, Peugeot, Perkins, Honda, m.fl.

Små-motor emission - med indtil 18,3 kW (25 HK) for industriel brug og uhyre kompakt dimension. I USA var der i 1970 ~70 x10⁶ motore, i 1995 Der er generelt 3 grupper; Heavy-Duty industrimotorer med lang levetid, Medium-Duty inustrimotorer med rimelig levetid og Light-Duty hobbymotorer med indtil 200 timers levetid.

Typisk emission g/kW/t	CO	HC	NOx	TPM
Plæneklipper to-takt	490	210	1,6	<9
Plæneklipper fire-takt	290	20	4	
Kædesav to-takt				
Have fræser	290	20	4	
Sne-scooter to-takt	1.000	640	10	
Påhængsmotor fire-takt	70	27	0,2	

To-takt motorer emitterer en del partikler, TPM i form af HC areosoler fra den smøreolie der opblandes i Benzin. NOx emission er meget lavt da Lambdatallet lavt.

Der ses i USA øgede krav, *ULGE*, om endnu lavere emissioner fra denne gruppe motorer, og flere parallelle udviklingsarbejder er i gang. Dette har især ført til forbedret karburering og indførelse af katalysatorer.

..... For sammenligning blev nogle motorer monteret i forfatterens mini-dynamometer sommeren 1997.

Motorerne blev testet ved det foreskrevne omdrejningstal, effekt blev målt samt forbrug ved målekolonne tilslutning direkte til karburator over 600 sekunder. Emissionsudslip blev målt som gennemsnit ved 300 og 500 sekunder under forbrugstest med en ??? 4-gas tester.....

..... Se de respektive mærker for mere information. Proceduren er opvarmning ved 2.500 o/m og 50% last for 5 min. Derefter hæves o/m og last til foreskrevet maksimum. Brændstoffet er oktane 95 blyfri for fire-takt motorerne.

Målinger for motorer på <225 ccm - g/kW/t	kW/o/m	Benzin	Støj dB(A)	CO	HC	NOx	TPM	A/F ratio
Honda G200 SV	3,7/3600	460						
Honda GX160 OHV	4/3600	320		315	10,5	3,4		
Robin EY15D - SV	2,6/4000	378						

B&S - SV - ældre				646	68	1,6	1,2	11,6
Trimmer - to-takt - 24 ccm	0,5/4000			386	230	1,3	6,1	11,7

(SV = sideventileret, OHV = topventileret, A/F ratio = luft/brændstofforhold) to-takt motorer har en betydelig partikelemission, i gennemsnit 10 gange højere end fire-takt motorerne, der hovedsageligt stammer fra smøreolien. NOx emissionen fra to-takt motorer ligger i gennemsnit på noget mindre end det halve i forhold til fire-takt motorerne. af CO indholdet er altid højt for at opnå indvendig køling med brændstoffet og mere rolig gang med simpel karburering. Springet fra SV til OHV giver en langt bedre forbrændingskammer udformning uden døde områder, der reducerer HC emissionen betydeligt. ... Det kan også her konkluderes, at med stigende størrelse og pris falder emissionsniveauet tilsvarende.

Små-motor katalysatorer - Afhængig af lovgivningen må det antages, at et stigende antal mini Otto-motorer monteres med metal-monoliter som f.eks på *plæneklippere*. Metal-monoliten er velegnet til dette brug, hvor voldsomme rystelser og stærkt varierende brændstof/luft blandingsforhold kan være for hård kost for keramik-kat'en. Otto-motorer producerer for <18,3 kW motorer er f.eks. *Briggs & Stratton, Honda, Tecumseh, Robin, Yanmar*, Acme Motori, m.fl. Mini-Diesel-motor producerer er Hatz og Deutz. ?? BILLED nr. ?? Af opsætning. Katalysatorer til små uregulerede motorer (med $l = <0,9$) lider altid under mangel på Oxygen i udstødningsskeden til at sørge for en fornuftig konverteringsgrad af CO og HC. *Kædesaven* er formentlig det væste eksempel på hård last og ekstrem høj *små-motor-emission*. For maksimal reduktion skal der indbygges en relativt kompliceret *venturi* (passiv luftpumpe) mellem motor og monolith til at tilføre Oxygen for at maximere konverteringsgraden og for at øge masseflowet gennem opblanding med atmosfærisk luft, der virker kølende på monolithen. BILLED fra HSDD

Sod fra Diesel-motoreSod er opført på Arbejdstilsynets liste over kræftfremkaldende stoffer sammen med mineralfibre og syntetisk fremstillede mineralfibre.

Sod mængden, der emitteres fra en Diesel-motor, afhænger voldsomt af motorens alder, vedligeholdelsesgrad og driftsbetingelser. Den er stærkt stigende med alderen på motoren. Motorer udviklet i 60'erne og stadig i brug sidst i 80'erne på busser og lastbiler udsender omkring 1-2 gram per kørt kilometer typisk svarende til >1 gram per liter brændstof. De nyeste EU II motorer udsender omkring 0,2 - 0,5 gram / km. En typisk *partikel emission* er således en kombination af erfaring og lidt beregning.

Med hensyn til måling af den emitterede sodmængde havde det været smart, om der var en enkel sammenhæng mellem de forskellige målemetoder. Desværre er de udviklet nationalt og firmarelateret, hvilket gør det vanskeligt at omregne præcist mellem metoderne. Se Opacitet, Bosch, Fortyndingstunnel og Partikel-emission omregningstabel. SKEMA

Sod-lag tykkelsen på WFF er ganske svær at måle, men nødvendig for dimensionering af partikelfilteret. Lag tykkelsen beregnes derfor ud fra estimeret *sod mængde* i filteret i henhold til motortype, i dette eksempel estimeret til 30 gram.

$$\Delta P = \frac{\frac{\text{Flowrate}(m^3 / s)}{\text{SootArea}(m^2)} \times \text{Sootlayerthickness}(m) \times \text{Gasviscosity}(Pa * s)}{\text{SootPermeability}(m^2)}$$

Efter mange eksperimentale forsøg har udviklingsgruppen i *NoTox Corp* målt, at produktet af sod vægtykden og permeabiliteten i soden er 1×10^{-12} g/m. Når sodlag tykkelsen herefter er beregnet, kan tryktabet over selve sodlaget beregnes således:

$$\Delta P = \frac{\text{Flowrate}(m^3 / s)}{(\text{FiltrationArea}(m^2))^2} \times \text{Sootmass}(kg) \times \text{Gasviscosity}(Pa * s)$$

$$\Delta P = \frac{\text{SootPermeability} \times \text{density}(kg / m)}{\text{SootPermeability} \times \text{density}(kg / m)}$$

Sodlag tryktabet lægges herefter til filtervæg tryktabet, som beskrevet under *dimensionering af partikelfilter*, hvorved det samlede system tryktab kendes.

Eksempel: En Deutz F10L 413 FW - 16 litre NA motor 210 kW/ 2300 o/m og et 20 liters NoTox F-820 filter med 9.5 m² filter areal og 0.8 mm vægtykkelse. Den volumetriske effektivitet for denne motor antages at være 0.9 og indsugningsluft temperaturen 25 °C. Mængden af sod i filteret antages at være 30 gram. Udstødningsgas temperaturen er da: 331 + 0,7*685 = 810 °K = 538 °C. Det volumetriske flow er da: (16*10⁻³*2300*0.9*810)/(120*293) = 0.76 m³/s Gas viskositeten er da: 1.38*10⁻⁵ + 2.73*10⁻⁸*810 = 3.6*10⁻⁵ Pa*s Tryktabet over sodlaget er da: (0.76/9.5^2)*30*3.6*10⁻⁵/1*10⁻¹² = 9.1 kPa

Sod Filter - På tysk og engelsk benyttes betegnelsen Soot Filter eller Soot Trap. Her i bogen benyttes betegnelsen *Partikel Filter*.

Sod-katalysator er en betegnelse for en katalytisk aktiv coating eller belægning, der på *WFF* indgangssiden reducerer den nødvendige temperatur, der sikrer, at soden oxidere ved en lavere temperatur end normalt og ikke stopper filteret. Denne *regenerering med katalytisk coating* har ikke den store udbredelse udenfor mineindustrien for tiden. En sod katalysator kan også betegnes som en fast-stof-katalysator. Producenter er *Degussa, Engine Control Systems* og *Engelhard*.

Sod-oxidation - Antænding af Carbon sodpartiklerne afhænger af en række faktorer. Hvis der er tale om en katalytisk aktiveret proces, vil kontakten mellem sod og katalysator spille en afgørende rolle. Desuden spiller koncentrationen af Oxygen, NO_x og vanddamp en rolle. Generelt gælder det, at jo højere koncentration af disse i udstødningsgassen, jo lettere vil oxidationen forløbe. Oxygen koncentrationen er desværre fladende med stigende belastning og udstødningsgas temperatur.

.....

Sod-partikler består typisk af 70-90% af *Carbon* (kulstof). Partiklen skabes under forbrændingen og er mindre end 0,01 mm men agglomererer straks til 100 gange større klumper sammen med SO_x, vand, 10-50% *SOF* og <2% aske partikler. CIRKULÆR FIGUR Disse store klumper er <1mm, hvorfor de opfattes som "ikke respirable". Det vil sige, at vores åndedrætssystem ikke ved hjælp af de mange små fimrehår i luftvejene kan transportere støvet op igen, blande det med slim for derefter at udstøde det. FIGUR Mange partikler vil derfor trænge helt ud i hjørnerne af lungerne og alviolerne, som er de dele i lungerne, der lader Oxygen og CO₂ passere ind i/ud af vores blodbane. Soden er i sig selv ikke det farligste, men da partiklerne er meget porøse, opsuger eller agglomererer de forskellige slags Hydrocarboner, som er ekstremt farlige. Mange tilfælde af kræft forskellige steder i kroppen og alvorligt hukommelses besvær for mennesker, der igennem en længere periode har været udsat for diesel-os, er vanskeligt at forklare på anden måde. BILLED nr ??

Af stor betydning er også den meget lave vægtfylde, under 0,1 g/cm³, som på almindeligt dansk betyder, at en 1 liters mælkekarton fyldt med sod vejer omkring 50-100 gram. Denne lave vægtfylde betyder, at soden også karakteriseres som svævestøv. Hvis en enkelt sodpartikel slippes løs i 2 meters højde, tager det ~4 dage, før den rammer underlaget !!! Vel og mærke hvis der er absolut vindstille. Med andre ord spredes de meget let. Se også TPM. FIGUR

Sod-tændings-temperaturen er den temperatur, hvorved *sod-partikler* fra Diesel-motoren begynder at *oxidere*. I atmosfærisk luft starter oxidering af rent *Carbon* ved ~400°C, men da disse specielle sod partikler kun har en overflade på 100 m²/g og indeholder en del *SOF*, starter oxidationen først ved omkring 550°C. Jo lavere en oxidationstemperatur for soden dets lettere er det at konstruere et velfungerende partikelfilter system for en bred anvendelse. Principielt er der 3 grupper med reduceret sod-tændings-temperatur:

1. I kontakt med en katalytisk coating på et *WFF* eller en gennemstrømnings monolith sker oxidationen i bedste fald ved temperaturer højere end 375°C og ved 10-12% Oxygen indhold. Se regenerering ved katalytisk coating.
2. Når soden har omsluttet en katalytisk aktiv metaloxid partikel fra et *dieselolie additiv* kan det ske mellem 300 og 450°C afhængig af additivet. Der er for tiden 3 på markedet: Kobber der har den største aktivitet, Jern der ligger meget tæt på og Cerium med en noget ringere effekt.
3. Såfremt soden møder en reaktiv gasart som NO₂, kan det ske ved en temperatur så lav som 275-300°C, hvilket ses i *CRT*.

SOF er en forkortelse for Soluable Organic Fraction og den del af dieselpartiklerne der kan opløses ved hjælp af organiske opløsningsmidler. Efter selve forbrændingsprocessen, i udstødningsfasen og ved atmosfærisk fortynding absorberes disse HCér, SOFerne på selve partikel Carbon skelettet. SOF HCér stammer fra

uforbrændt eller delvis forbrændt brændstof og i mindre grad fra smøreolien. En diesel-motor-katalysator kan fjerne en del SOF og derved reducerer den målte *TPM* partikel emission, typisk med 20-30%. SOF kan ikke måles ved hjælp af *Opacitet* eller *Bosch Sod Tal* målemetoden, men alene ved hjælp af *fortyndingstunnel* der benytter vejning som målemetode. SOF er meget kompleks sammensat af til væskefase kondenserede Hydrocarboner af stor variation og omfatter både kræftfremkaldende og mutagene stoffer som *PAH*.

SO_x er et udtryk for de potentielle Svovloxid forbindelser, Sulfater, som en forbrændingsmotor udsender, når der forbruges fossilt brændstof der indeholder selv meget små mængder Svovl. Det meste Svovl formeres under forbrændingsprocessen i stempelmotoren til SO₂ og kun få procent til SO₃. I Diesel-motor udstødningsgas der passere en oxidation katalysator vil den resterende mængde Svovl stærkt afhængig af katalysatoren oxideres til SO₂ og en væsentlig mængde til SO₃ efter følgende reaktion: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$. Katalysatoren gør kun "sin pligt" og oxidere en variation af komponenter der passerer den. Det er muligt, og her ligger der fortsat store udviklingsarbejder, at reducere oxidation katalysatorers villighed til oxidation af Svovl. Som regel er der både ulemper og fordele hermed. *CRT* er et eksempel på en meget aktiv katalysator, der for at producere NO_x ikke kan undgå at formere Svovl i et vist omfang til SO₂ og SO₃. Derfor har CRT krav om brændstof med meget lavt Svovl indhold. SO_x er i et vist omfang på gasfase ved passage gennem udstødningsgas anlægget, men opløses i kondensere H₂O for således at måles med under *TPM*. Med andre ord er der risiko for, at aktive katalysatorer på basis af Svovl i brændstoffet forårsager en voldsom øgning af partikel emissionen.

Svovltrioxid, SO₃ i udstødningsgassen opblandes med kondenseret vand og danner Svovlsyre (H₂SO₄), der er giftigt for mennesker og miljø samt korrodere køretøjet.

Fra 1990 til 1994 er udledningen af Svovldioxid, SO₂ i de 15 EU lande faldet fra 16,5x10⁶ ton til 12,1x10⁶ ton. Faldet på 27% skyldes alene omlægning fra kul til naturgas i elsektoren samt udbredelse af afsvovlningsanlæg og kommer ikke fra andre emissionskilder.

SO₂ emissionen fra danske kraftværker er faldet markant fra 215 x10³ ton i 1977 til 97 x10³ i 1995. Reduktionen er sket på trods af stigende energiforbrug og skyldes en kombination af øget anvendelse af Naturgas og effektiv røggasrensning. Kraftværkernes evne til at reducere SO₂ udslippet har vist sig at være dobbelt så effektivt som resten af SO₂ emissions kilderne i Danmark.

Space Velocity - (forkortet til SV) er et udtryk for den relative mængde gas der passerer en katalysator udtrykt i Nm³/t per m³ katalysator volumen. Generelt vil en højere SV give lavere konvertering. Gennem korrekt *dimensionering af katalysatoren* og derved SV opnås den ønskede kontakt tid mellem gas og det katalytisk aktive materiale for bedst mulig konvertering.

Sportsvogne med Otto-motor der i sammenhæng bør nævnes er:

BILLED-tekst- McLaren F1 i øvrigt udrustet med 4 metalfolie katalysatorer og ekstra luft injection. Prisen i England er ~540.000 UKP og den vil derfor aldrig blive set med hvide danske nummerplader.

BILLED-tekst- Formentlig verdens hurtigste serieproducerede sportsvogn 1995 er McLaren F1 med karros i 100% Carbon-fiber. Motoren er en all-Aluminum 48 ventilet 60° V12 special bygget BMW motor på 6.064 cm³ der yder 475 kW/7.500 o/m. Akseleration til 220 km/t på 11,1 sekund og tophastigheden for den 1138 kg tunge bil er >350 km/t. Med Cw på 0,32 nås bedste og værste økonomi mellem 3,5 og 9 km/liter på 98 Oktan Benzin.

Sportsvogne med Diesel-motor der i sammenhæng bør nævnes er:

BILLED-tekst- VW Golf TDI 1,9 liter 4 cyl fabriks tunet bil der opfylder gruppe A betingelserne. Fabrikken har blandt andet tilføjet en større variabel geometri Garret turbolader, optimeret indsprøjtning, bedre *volumetrisk effektivitet* gennem bedre tilpasset indsugningskanaler, forbedret knastaksel, lagt yderligere justering i den originale EDC 15 pumpe. Drejningsmoment er dermed øget fra 235 Nm ved 1.900 o/m og 81 kW til 300 Nm i området fra 2.000 til 3.900 o/m svarende til 125 kW. BMEP er steget fra i standard version 1.560 til 2.000 kPa og det specifikke forbrug er faldet fra 197 til 195 g/kW/t svarende til en virkningsgrad på fantastiske 43%.

Sporvedligeholdesudstyr er generelt af fabrikatet Plasser og i Danmark lejet ud af DSB Maskinstation i Langå eller Per Aarsleff. Under SOK, Spor-Ombygnings-Kolonnen lejer en Maskinenhed med dertil uddannede specialister udstyret og udfører opgaven for DSB Entreprise i Århus. Ganske enkelt arrangement! Alle 1600 km spor i Danmark skal efterses og rettes ind to gange årligt. Under daglig brug slides ballasten, sporet sætter sig og bliver skævt, hvilket reducerer maksimum hastighed og øger slinger og uro i vognstammen.

DSB Entreprise fik opgaven at lægge spor i de to 8 km lange tunnelrør mellem Fyn og Sjælland. 10 køretøjer blev udrustet med partikelfiltre fra *Deutz* og et enkelt fra *Stobbe Engineering* for at overholde Arbejdstilsynets krav. 4 stk 40 ton troljer med *Deutz V12* blev foråret 1996 udrustet med *Deutz Patron* udskiftningssystem. De 4 patroner med 6 liters (hver patron 60 kW) *Corning WFF* filtre har tilsammen en driftstid på 8 timer, hvorefter de skal afmonteres og afbrændes med en elektrisk varmekanon. Der medbringes på køretøjet et ekstra sæt patroner. BILLED nr.

Plasser & Theurer AG i Schweiz er storleverandør af specialbyggede maskine til udlægning, opretning og pakning af skærver omkring sveller. Stort set alle maskiner her i landet er udrustet med *Deutz* motorer i henhold til DSB strategi.

3 stk ledningsmaskiner med V12-F-?? type hovedmotor og 4 cyl F-?? type som bi-motor er udrustet med Deutz systemer. Køretøjerne er meget interessant og helt korrekt ombygget med en dertil dimensioneret motor til at foretage de nødvendige arbejdsoperationer. Den ?? kW store hovedmotor til strækingskørsel er udrustet med 4 stk 100 kW patroner hver indeholdende et 10 liters WFF. Den lille 55 kW bi-motor er udrustet med et enkelt 6 liters WFF. BILLED nr.

Det kan overraske noget, at Arbejdstilsynet og DSB netop som sagen skred frem forlangte partikelfiltre uden indbygget katalysator. Da medium last og kranarbejde giver ganske stort gasfase emissionsudslip helt identisk med *Krandrift for lastbiler*.

en ?? skærveplov ?? og 2 stoppemaskiner hver med henholdsvis en Deutz BF12L513C motor og en ?? motor er udrustet med filter systemer, der baserer sig på, at partiklerne opsamles under drift og udsættes for *regenerering med oliefyrr*, når køretøjet er uden for drift med motoren i tomgang. Denne operation tager omkring 30 minutter. Ingen af de dobbelte Deutz type D systemer med hver en 20 liters WFF monolith uden oxidation katalysator har voldt nogen lugt problemer. Systemet fra Stobbe Engineering, baserer sig på et dobbelt sæt NoTox WFF monolith på hver 24 liter for oliefyrr regenerering med indbygget oxidation katalysator, der helt har elimineret lugt problemer. Den meget komplekse styring har voldt begge leverandører en del problemer. BILLED nr.

Følgende partikelfilter leverandører er relevante:

Deuts system baseret på Corning WFF eller en 3M Cartridge med oliefyrr regenerering. Indeholder ingen katalysator men separerer sod med <90%.

Stobbe Engineering fremstiller komplette systemer baseret på en NoTox monolith med indbygget oxidation katalysator og *dieselolie additiv*. Totalt reducerer systemet CO med <90%, HC med <80% og partikler med >95%. *Combi-filter* kan kombineres med en katalysator for reduktion af CO med <90%, HC med <80% og partikler med >90%.

Sporvedligeholdelses udstyr kørselsforhold giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfiltre. *Måleudstyr til driftbetingelse bestemmelse* på Intab data-logger blrv i sommeren 1994 påsat stoppemaskine SR-512 målt 450 mm efter turbolader på Deutz BF12L513C. Tomgangstemperatur er 100°C

°C	150	200	250	300	350	400	450	500
% drifts tid over	30	20	40	10				

Det ses, at udstødningsgas temperaturen er på kanten af, at et partikelfilter baseret på *regenerering med additiv* kan fungere. Med omhyggelig isolering af især den luftkølede manifold kan der opnås en temperatur øgning på 100°C for tilfredsstillende funktion af både *Diesel-motor-katalysator* og partikelfilter. BILLED nr??

Sporvogne med forbrændingsmotor hører til sjældenhederne, men i København afprøvedes i 1896 en sådan med Otto-motor drevet på gas....

Starthjælp - se Koldstartsemissioner for Diesel-motorer

Starthjælp-gas til hjælp for at lokke både gnisttændings og kompressions tændingsmotorer i gang med er typisk sammensat af:

30-10% Diethylether (Æter)
10-30% Heptan
5-10% Acetone

Start-up katalysator (*Katalysator - EHC*) er sidste skrig i, hvordan man med størst muligt antal komponenter kan reducere de *koldstartemissioner* en Otto-motor udsender, når motoren er kold eller skal starte i udendørs temperaturer under 7°C. FIGUR nr. ??

Statens Bilinspektion hører under *Færdselsstyrelsen* og er den offentlige instans, der kontrollerer, at den danske bilpark på 1,5 mio registrerede køretøjer overholder lovens krav. Landet over er der 71 synsanlæg til at udføre denne opgave.

Diesel-motorer - Fra den 1. Januar, 1996, skal der ved det tvungne periodiske og desuden ved frivillige syn i henhold til "Detailforskrifter for Køretøjer 1993" foretages en såkaldt "røgtæthedskontrol" (lysabsorptionskoefficient) af dieseldrevne person- vare- og lastbiler indregistreret første gang efter 1. Januar, 1980. Den driftsvarme motor speedes kraftigt op to gange (fri acceleration), og der måles på anden acceleration. Maksimalværdierne er 2,5 m⁻¹ for sugemotorer og 3,0 m⁻¹ for turboladede motorer. I de tilfælde hvor måleværdien overstiger en nærmere fastsat reduceret grænseværdi, bliver der gennemført yderligere to accelerationer, så der herefter foreligger tre betydende målinger, som da udgør grundlaget for beregning af en gennemsnitsværdi. Se desuden *Partikel-emission omregningstabel* mellem lysabsorptionskoefficient, *Bosch*, Hartridge, gm/m³ og *Opacitet*. FIGUR. Udskriften viser omdrejningstal fra 560 til 4650 samt den nok så interessante røgværdi på 1,48 m⁻¹. FIGUR

En Diesel-motor er i den mekaniske indsprøjtningpumpen udrustet med en maksimal omdrejningstal begrænser, der hindre overdrejning. Alligevel bør motoren absolut være i god vedligeholdelsesstand og udstødningsanlægget

helt tæt. Motorer med tandremstrukne knastaksler har i ganske få tilfælde under disse frie accelerationer udgjort et problem. Dette skyldes altid, at tandremmens status ikke følger motorproducentens specifikation, som det anbefales at følge.

Ved vej-test (lukket acceleration = i gear) af dieseldrevne indregistrerede køretøjer må røggastætheden ikke overstige 3,5 Bosch enheder \pm 0,3 enheder omregnet til en røgværdi på $\sim 1,3 \text{ m}^{-1}$ svarende til svag røgdudvikling målt med Færdselspolitiet's bærbare anlæg.

Otto-motorer - Kontrol af alle automobiler udrustet med *Lambda-sonde* styret tænding (men ikke nødvendigvis med benzinindsprøjtning) og originalt monteret 3-vejs katalysator vil blive CO testet med forhøjet tomgang fra 1. januar 1997. Målemetode: ved tomgang maksimum 0,5% vol., ved 2.000 o/m \pm 100 o/m må CO indholdet ikke overstige 0,3% vol.. Samtidig må Lambda tal tolerancen ikke overstige \pm 0,03l. I praksis placeres der en sonde i udstødningsrøret, der på basis af målte værdier beregner Lambda tallet.

Fra den 1. januar 1997 skal alle automobiler med styret tænding uden 3-vejs katalysator ligeledes underkastes samme kontrol. Her måles med motoren i tomgang med vide krav på 3,5 til 4,5% vol. CO er afhængig af første registreringsdato.

Udstyr - Udstødningsgastestene MDO2 på alle synsanlæg er af fabrikatet MAHA og leveret af Ketner. BILLED nr ??

Det kan perifert nævnes, at CARB allerede i 1991 indførte 9 CHP team (California Highway Patrols) med transportabelt sodmåleudstyr (Opacitet). Formålet var under daglige patruljer at teste flere hundrede lastbiler og busser for at luge ud blandt de værste forureningssyndere. Første bøde for at ose for meget var på 300 US\$ og den næste på 1.800 US\$.

Stempel-rækkepumpen er den første auto Diesel-motor brændstof indsprøjtningpumpe konstruktion fra 1920'erne af Franz Lang som ansat hos firma Arco i Tyskland. Men baseret på McKetchnie design fra 1910 der var direktør hos Vickers i England. Robert Bosch overtog omkring 1925 alle Lang-Arco rettigheder der lagde basis for det senere betydelige produkt forspring. Bens & Co arbejdede samtidigt på udvikling af en pumpe med nedlagde omkring 1926 dette udviklings arbejde for at satse på køb af Bosch anlæg.

De bedste Bosch rækkepumper til industrimotorer arbejder med indtil 1200 Bar tryk og de seneste kan delvis reguleres elektronisk. FIGUR.

Stempel-rotorpumpen (Distributor pump), fordelepumpe med aksialt placeret stempel er meget populær på små-motorer.

BILLEDTEKST - Bosch har netop lanceret en 1000 Bar pumpe.

.....

BILLEDTEKST - De af forfatteren testede Bosch typer, som de ses på blandt andet VW motorer, er udrustet med glidelejer smurt af brændstoffet og tåler derfor ikke avancerede brændstoffer som Ultra-Let dieselolie, Benzin, Mineralsk Terpentin eller Alkoholer. Lejerne nedslides på få timer hvorfor forsigtighed med brændstof forsøg bør iagttages.

Stenkul er det vigtigste faste brændsel og af udseende sort, glinsende struktur. Indholdet af *Carbon* for de til Danmark importerede svinger typisk mellem 87 og 96%. Basis for en i central Europa ganske omfattende produktion af *Benzol* for Otto-motorer i tiden fra 1890 til efter 2. Verdenskrig. Ligeledes stor betydning for produktion af *kulgas* til elektricitetsværker indtil 20'erne.

Sir Dugald Clerk regnede i 1910 på om det var muligt at erstatte verdens kulforbruget med olie. Det var før Selandia fra B&W og stort et alle marine-, jernbane- og industrimotorer arbejdede på damp. Når Diesel-motoren beregnes at have fire gange bedre virkningsgrad end *dampmaskinen* opnås følgende tal.

237×10^6 metric ton kul modsvarende et forbrug på $51,5 \times 10^6$ metric ton olie.

Svarende til cirka 25% af verdens kulproduktionen, men 125% af rå-olie produktionen. Konklusionen var ganske klar at den industrialiserede verden fortsat måtte satse på kul til drift af 22.000 merkantile og \sim 5.000 krigs dampskibe, jernbane- og industrimotorer. Siden har billedet ændret sig radikalt.

Stenkul-tjære er en mørk tyktflydende, ildelugtende væske med vægtfylde 1,1-1,3. Tjæren udgør 4-5 wt% af kullenes vægt, videre behandles og separeres ned til 2-5% vandindhold i en centrifuge før levering fra Kulgasværket. Tjæren afgiver ved efterfølgende destillation indtil 250°C såkaldt 2-7 wt% Letolie, 10-30% Mellemolie, 10-30% tungolie, 20-30% Anthraceneolie og resten beg. Letolien afgiver ved yderligere destillation yderligere 5-10% *Benzen* udover Toluen, Xylol og Nafta. Fra mellemolie udskilles Kreosol til desinfektion og Fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) til Bakelit fremstilling. Tungolien anvendes som impreneringsolie til jernbanesveller og beg-resten som vejttjære og tagpaptjære. Tjæren har lavere oxidations resistens end råolie asfalt hvorfor holdbarheden er mindre. Se desuden Brunkultjære.

De fra gassen og tjæren udvundne opløsningsmidler anvendes desuden til fremstilling af farver, lægemidler og et motorbrændstof kendt som *Benzol*. Kendt som drivmiddel til de første gnisttændingsmotorer i forrige århundredes Europa som Otto arbejdede med ved overgang fra kulgas til flydende brændstoffer. Otto benyttede rå-Benzol hovedsagelig fordi importen af rå-olie destilater fra Standard Oil i USA eller Baku i Rusland var meget begrænset indtil perioden omkring 1. Verdenskrig. For automobilet i Europa var emissions udslippet således i en periode i

store træk bestemt af alene rå-Benzol og ikke Benzin sammensætningen.

Tjæren fra kul-gasværkerne voldte før århundred skiftet betydelige afsætnings problemer hvorfor næsten alle landets kommunale værker enedes om at starte Danske Gasværkers Tjærekompani i 1919 med fabrik i Nyborg, siden 1988 kendt som Tarco.

De Københavnske Gasværker producerede i perioder <10.000 ton stenkul-tjære om året, men totalt kun 900 ton rå-Benzol i perioden 1916-1919. Fra Tjærekompaniet blev der ikke fremstillet rå-Benzol til motorbrændstof.

Kul-tjæren i de gamle gasværks grunde giver desværre stadig lang tid efter nedlæggelse alvorlige miljø problemer også på den anden side af årtusindskiftet.

Still GmbH er en større tysk producent af 1-8 ton gaffeltrucks, der konsekvent anvender et interessant traktionsprincip. Virksomheden blev grundlagt af Hans Still i 1920 for produktion af elektriske motorer og ejes nu af Linde AG. Produktions kapaciteten er på 22.000 gaffeltrucks om året. Der fremstilles også et betydeligt antal batteri trucks. Still har prøvet flere underleverandører af partikelfiltre og katalysatorer. der kommer mere info... fra Per Nielsen....

.....
Diesel-motoren i gaffeltrucken driver en generator, og fremdriften sker fra en el-motor koblet direkte på gearkassen. Der opnås overraskende styring, da hastigheden kan holdes konstant uanset stigning med fast speed-control pedal stilling. Motoren i den meget populære R70 var for en tid MB OM601, men er nu den nye vandkølede Deutz BF4M. Model R50 er udrustet med VW motor for Benzin, LPG eller Diesel drift.

Transmissionseffektiviteten for gaffeltrucks med automatisk gearkasse er 45%, med hydrostatisk drift 60-65% og med elektrisk drift 70-75%. Faktisk opnås op til 30% mindre brændstofforbrug med diesel/elektrisk drift. Importør tlf: 75567800. FIGUR ??

Stirling motoren ... udmærker sig ved blandt andet adskiller sig fra damp-motoren ved at arbejdsmediet under højt tryk forekommer inden i motoren og ikke i en kedel . Kort før 2.Verdenskrig gjorde Phillips et stort arbejder de forberedte resten af dette århundreds General Motors byggede i 60'erne en række 1-4 cyl motorer med effekter indtil 300 kW.....

.....
..... BILLED-tekst -

Stobbe® Engineering A/S i Gentofte har i perioden 1983-96 rådgivet omkring, udviklet, fremstillet, importeret, exporteret og solgt flere hundrede katalysatorer og partikelfiltre til et utal af forskellige køretøjer. Over halvdelen af omsætninger blev i perioden 1989 til 1995 brugt på udviklings opgaver i et meget innovativt team. Som frembragte adskillige væsentlige nye opfindelser og produkter som *NevPack*, *Friction*, *kanallukning* (capping), *SootTrap*,

R&D team - Jakob W. Høj Henrik Guldborg Petersen Per Stobbe
--

På området keramisk formgivning:

- Det keramiske varmelegemer (Vari-U-Bar) formgivet med varierende diameter og bøjninger under ekstrudering.
- *Cera-Trap* - tyndvæggede såkaldt candle-filters til rensning af varme industri røggasser sammen med FLS Miljø sponceret af Energiministeriet.

- *Dust-Trap* - tyndvæggede såkaldt giant-honeycomb filter til røggasrensning

På energi siden, med klare miljøfordele:

- LowNOx keramiske naturgas brænder hoved der i forhold til hul-brænderhovedet reducerer NOx udslippet med >90%.

- Den keramiske solfanger der konvertere heliostat koncentreret kortbølget solenergi over et 1MW/m² "volumetriske reciever" legeme til langbølget energi der over en varmeveksler producere højtryks damp til turbine/generator drift. Udført for det Tyske Rumforsknings Institut

Virksomheden var importør af Unikat produkter fra 1983 til 1996 og producerede først i 90'erne en betydelig serie af filter systemer til *fejmaskiner*. Alle aktiviteter blev 1997 til *NoTox International* der herefter optræder mere synligt blandt de *System Producenter*, der på basis af de på markedet tilgængelige katalysator monolither og filter monolither udvikler og fremstiller komplette systemer til køretøjer med Diesel-motorer. Der er især opnået stor succes med partikelfilter (*StobbeDPF*) systemer i kombination af *dieselolie additivet* Ferrocene til gaffeltrucks, lastbiler, busser m. m., der giver fordele som lav pris, høj virkningsgrad og lang levetid.

StobbeDPF-EI - Omkring 20% af de driftsbetingelser, som gaffeltrucks arbejder under, kræver komplicerede partikelfilter systemer. Der i praksis for lav temperatur til stede for at sikre regenerering af filteret, uanset om der benyttes et *dieselolie additiv* eller en coating. Opsamling og akkumulering af partiklerne under drift for kontrolleret og manuel *regenerering med elektricitet* udenfor driftscyklus er en løsning (alternativt med oliefor).

En Mitsubishi truck med 6 cyl 6 liter NA Diesel-motor blev som demonstration over en periode på 6 måneder udrustet med et StobbeDPF-EI-2xL8 system med SiC WFF monolither med indbyggede rør-varmelegemer på 3,6 kW, der regenererede ved tilslutning til 380 volt og trykluft. Et specielt krav til systemet var, at regenerering tog mindre end 30 minutter svarende til en middagspause og især, at trucken kunne benyttes og startes, mens regenereringen var i gang, uden at WFF monolitherne smeltede ned, samt at arbejdet foregik i 3 hold skift.

Systemet er ikke i produktion for tiden. BILLED

På basis af studietid på Laboratoriet for Energiteknik på Danmarks Tekniske Højskole under Docent Spencer C. Sorenson (1943-), i perioden 1984-87, startede Per Stobbe (1953-) et projekt til udvikling af keramikfiltre med egenskaber velegnede til separering af støv fra varme gasser. Fra 1988 deltog Institut for Mineralindustri ligeledes fra DTU med lektor Jakob W. Høj (1956-) som drivende kræfter i udviklingsfirmaet Stobbe Engineering A/S. I 1995 overgik prototypeproduktionen til pilotskala-produktion i NoTox Corp. med 8 ansatte og sommeren 1996 til almindelig produktion. Ud af de samlede udviklingsomkostninger på 20×10^6 kroner sponcerede Udviklingsfondet og Energiministeriet de 10×10^6 kroner. Produktet opnåede betydelig anvendelse og interesse i den automotive verden.

Den 27. August 1996 slog Jyske Bank og UniBank styret af Dansk Udviklings Finansiering A/S noget overraskende benene væk under projektet, som herved mistede værdifuldt fodfæste på markedet, som følge af den planlagte konkurs. Det lykkedes dog ikke DUF gennem denne raid at overtage NoTox Corp. Men gruppe på fem investorer overtog Februar 1997 alle rettighederne, hvorved virksomhedens fortsatte drift og den betydelige patent portefølje blev sikret af Silentor. Desværre havde dette selskab samt Silentor Novum A/S i Hedehusene en meget kompleks ejerstruktur samt en sammenspist ledelse, som kun gennem salg af NoTox til Corning overlevede en kort tid. Corning lukke siden NoTox og alle væsentlige medarbejdere forlod Hedehusene. Projektet er et godt eksempel på kreativt og videnskabeligt samarbejde mellem en lille gruppe entusiastiske personer og universitetet støttet økonomisk af flere parter. Der siden styret af banker falder i venture kapital hænder og i grådighedens navn går til grunde!

Stobbe® Diesel Filter substrater er dansk udviklet og fremstilles af LiqTech A/S i Danmark. Filteret er baseret på det keramiske materiale *Silicium Carbide*, hvis helt specielle egenskaber gør en WFF monolith langt mere velegnet og termalt stabilt til at separere sodpartikler i udstødningsgassen fra Diesel-motorer. FIGURER

StobbeDPF- L23 - % reduktion	Modtryk	CO	HC	NO _x	TPM
Cummins L10 ved 2.200 o/m	<6 kPa	0	0	0	>98

Da konceptet og fremstillingsmetoden er meget anderledes end Cornings/NGKs *Cordierite* WFF, opnås betydelige fordele såsom væsentlig bedre filtreringsgrad, også for såkaldte nano-størrelse partikler. Kun det halve modtryk for motoren betyder, at monolith størrelsen kan være lidt mindre for samme opgave. Levetiden er øget drastisk, da der ikke forekommer smelteproblemer med keramikken på grund af den meget høje thermale ledningsevne og høje smeltepunkt. Derfor smelter aske opsamlinger ikke fast til den porøse væg og kan derfor med mellemrum fjernes uden problemer.

Det billigste og mest enkle koncept på markedet har vist sig at være *regenerering med additiver* baseret på Jern i kombination med NoTox WFFilteret og tilsat normal dieselolie. I Danmark fremstiller de eneste System Producenter som Adastr, Purefi, m.fl. benytter StobbeDPF som partikelfiltre til Diesel-motorer med mellem 15 og 500 kW effekt.

StobbeDPF til gaffeltrucks - Et komplet Diesel-Partikel-Filter system baseret på en WFF monolith, eventuelt en oxidation katalysator og med fordel Octel *dieselolie additiv* til gaffeltrucks og lignende mindre industri køretøjer. Systemet fungerer lige godt på sugemotorer som turboladede motorer helt uden krav til maksimalt Svovl indhold i brændstoffet. Det eneste krav er, at udstødningsgas temperaturen er over 250°C i mere end 20% af driftstiden. FIGUR nr. ?? Se Måleudstyr til driftbetingelse og Gaffeltruck Kørselsforhold.

StobbeDPF-L6-Cat % Reduktion ved >300°C	modtryk - kPa	CO	HC	NO _x	TPM
Toyota 11Z motor	<20	>95	>85	0	<98

Systemet udmærker sig desuden ved konkurrence dygtig pris, designet og bygget til det enkelte køretøj.

Det har overordentlig stor betydning for reduktion af CO og HC, at katalysator modulet sidder beskyttet mod sod-belægninger efter partikel filteret. Undersøgelser har meget overraskende vist, at gaffeltruck-leverandører og brugere accepterer virkningsgrader på under 10% for *dieselskatalysatorer* oftest forårsaget af sod-belægninger, der bygges op ved manglende *vedligeholdelse af katalysatoren*. FIGUR nr. ??

StobbeDPF til gravemaskiner - Der er til CAT 320/325 og Komatsu P240 *gravemaskine* udviklet og fremstillet produkter der er i drift på en serie maskiner.

StobbeDPF til lastbiler - Flere danske virksomheder markedsfører komplette Diesel-Partikel-Filter system baseret på en WFF monolith, eventuelt en *dieselskatalysator* og *dieselolie additiv* til lastbiler, busser, entreprenørmaskiner, m.m. Systemet fungerer lige godt på sugemotorer som turboladede motorer og helt uden krav til maksimalt Svovl indhold i brændstoffet. Det eneste krav er, at udstødningsgas temperaturen er over 300°C i mere end 20% af driftstiden..

Med en Intab AAC-2 data-logger blev der uge 34/96 på en *Renovationslastbil* Volvo FL7 med TD71FQ motor over en 8 timers periode med *Måleudstyr til driftbetingelse* bestemmelse målt udstødningsgas temperaturer: >300°C i

>22%, >240°C i >40%, >200°C i >85% af driftstiden, hvilket giver gode betingelser. Med 85% tid over 200°C vil den indbyggede oxidation katalysator reducere gasser med god virkningsgrad i >85% af driftstiden, netop fordi den er beskyttet mod sod-belægninger bag filteret. Systemet udmærker sig desuden ved konkurrence dygtig pris, meget kompakt design og ved at være bygget præcis som den originale Volvo lydæmper.

StobbeDPF-L20-Cat - % Reduktion ved >300°C	modtryk - kPa	CO	HC	NOx	TPM
Volvo TD71 FQ 169 kW	<13	>95	>85	0	<98

Når der påbygges partikelfilter systemer med høj virkningsgrad, er det økonomisk forsvarligt på større flåder med EGR at reducere NOx i rimeligt omfang. FIGUR ??

Stokes lov (George G. Stokes, 1819-1903) om partiklers adfærd i en væske opslemning.

Støkiometrisk blandingsforhold betyder, at motoren arbejder med teoretisk korrekt masse forhold mellem brændstof og luft for optimal forbrænding. Man anvender for mængdeberegning også udtrykket støkiometri, der stammer fra græsk og betyder grundstofmåling. Se Lambda.

STX er det forkortede varemærke (Soot Trap System) for et partikelfilter fremstillet af *Engelhard Ltd.* baseret på 3M *Nextel* filter Cartridge. System princippet består i en opsamling af soden under drift og *regenerering med elektricitet* udenfor drift cyklus.

Køretøjet tilsluttes et væghængt modul (230 volt - 32 Amp) for en regenererings proces, der tager omkring 15 minutter og således tillader 3 hold skift for f.eks. gaffeltrucks. Den væghængte regenererings enhed, kan benyttes til en lille flåde af køretøjer, forsyner filteret med 24 volt til elektrisk opvarmning af filterrørerne på hver 600 watt til 700°C samt forbrændingsluft fra en indbygget pumpe, hvorved soden oxideres til CO, H₂O og CO₂.

Filteret har været i produktion siden 1994 i 4 størrelser for motorer med indtil 6 liter slagvolumen og maksimalt 85 kW effekt. Det indeholder ikke oxidation katalysator.

% Reduktion	CO	HC	NOx	TPM
Test efter 100 timer drift	0	0	0	>80

BILLEDETEKST -

Støj-emission fra køretøjer er for det væsentligste sammensat af:

- mekaniske udstrålet støj fra motorblok og topstykke, m.m.
- støj fra remme
- vindstøj fra karosseri
- dækstøj
- støj fra indsugning til motoren
- støj fra ventilator og blæsevejr omkring andre komponenter
- støj udstrålet fra udstødningsystemets overflade
- støj fra selve udstødnings afgang

Fra især Diesel-motoren er den mekaniske støj af betydning hvorfor der ses ekstra indpakning på de nyeste automobiler som VW, Audi.

Støj-emission fra motorer i ikke mobile installationer tilføres desuden yderligere tilskud fra hydrauliske anlæg, pneumatiske anlæg og f.eks. generatorer. Dæmpning fra den komplette installation involverer således et bredt spekter af støj. Målt gennem

BILLED-tekst- Eksempelvis er der på denne H&S gravemaskine CAT 325 opnået 3 dB(A) reduktion ved den viste relativt simple sluse opbygget med skråtstillede hårde Rockwool batts.

BILLED-tekst- På stationære anlæg som kompressor og generator er det muligt at reducere total støjbilledet til 60 dB(A) gennem som på det viste billed.....

.....

BILLED. er f.eks. Trillingerne tlf ..

Støj emission måles i henhold til EU regulativ for lastbiler

.....

.....

.....

FIGUR-tekst-

BILLED-tekst-

Støjdæmpning af udstødnings støj har over de sidste årtier udviklet sig således at kravene er øget voldsomt

..... Det seneste EU regulativ specificerer

.....Se desuden lydæmpning.

.....

FIGUR-tekst- Udvikling af effekten fra lydæmpere siden 1970 i dels dæmpnings effekt, db(A) og det for motoren resulterende modtryk. Generelt er modtrykket steget ganske betydeligt for konventionel dæmper teknologi, tilsvarende er brændstofforbruget og emissions udslippet.

Støv-emission ... I Danmark er der en grænseværdi på 10 mg/m³ for mineralsk, inert, u-organisk støv. For organisk støv er grænseværdien på ... 5mg/m³.

Stål-traktorer fra f.eks. Kiruna Truck eller speciel byggede på basis af Caterpillar enheder er gigantiske maskiner, der transporterer de strengstøbte jernplader fra stålværkets produktionshal til valseværk. Pladerne er ofte 200 mm tykke, 3 meter brede og 3-6 meter lange med en vægt på indtil 20 ton per plade.

BILLEDTEKST - Dette 60 ton tunge specialkøretøj er baseret på en CAT 651 Wheel Tractor-Scraper front med 354 kW/2.000 o/m 3408 TA JWAC motor på 19 liter volumen, uden turbotryk / indsprøjtningpumpe regulator. Maskinen laster indtil 200 ton stålplader på 5 sekunder og kører rundt i en halv meter mudder med 53 km/timen for at flytte de endnu varme plader fra støberi til lagerplads. Køretøjet voldte operatøren alvorlige sod problemer med et Bosch sodtal på 8 under acceleration. Det høje sodtal viste sig at opstå på grund af den direkte mekaniske forbindelse mellem speeder og brændstof pumpe kombineret med chaufførens "tunge højre fod". Helt normal turbotøven på 3-5 sek. med u-kontrolleret oliemængde kan ikke undgå at sode!!

BILLEDTEKST - En fra CAT original "speeder funktion forsinker" tillader motor og turbo at følges med den mængde brændstof motoren kan forbrænde. Ladetryks afhængig indsprøjtningpumpe sikrer minimal sod emission. Forsøgsvis har et enkelt køretøj været udrustet med DPX filtre i 1993 uden succes.

Sulfater - SO₃ partikler er et hvidt pulver der ikke måles med ved en Bosch sodmåling men optræder som en målbar emission ved fortyndingstunnel metoder hvor partiklerne vejes.

Sugemotor er det modsatte af en trykladet motor, f.eks. en *turboladet* motor, d.v.s. en motor hvor ind sugningssystemet ikke er tryksat. En ikke-turboladet Diesel-motor arbejder tættere på Lambda 1 med større risiko for sod produktion. På engelsk bruges udtrykkene "natural aspirated" som oftest forkortet til NA og "turbo charged" forkortet til TC. Udstødningsgas temperaturen er meget vigtigt ~100°C højere på en NA-motor end for den tilsvarende TC-motor under fuld last. Dette 100°C temperatur drop er et udtryk for den energi, som turboladeren kan optage fra den energirige udstødningsgas. Med andre ord er det lettere at få en katalysator eller et partikelfilter til at fungere optimalt på NA motorer.

Svenska Emissionsteknik AB i Göteborg, er startet af Eka Nobel og *Heraeus* i 80'erne. Virksomheden blev i 1990 solgt for et betydeligt beløb til det engelske firma *Johnson Matthey Ltd.* og fra midt 90erne et udviklingscenter for partikelfiltre og katalysator systemer til køretøjsproducenter dog kun med dieselmotor. **BILLED**-tekst- ETAB startede midt i 80erne med test af partikelfiltre baseret på regenerering med katalytisk aktiv coating baseret på Ferrum. Karakteristisk med de rustede WFF monolither. Næste generation var baseret på *regenerering med dieselolie* indsprøjtning af en nøje kontrolleret mængde dieselolie der gennem oxidation i en keramisk monolith før partikelfilteret opvarmede det totale gasflow. Herved nåede partikelfilteret og de akkumulerede partikler den nødvendige temperatur for oxidation.

En væsentlig opgave var levering af oxidation katalysatorer til HT's projekt *ReBus* først i 90'erne. Der blev foretaget omhyggelige målinger på *Dansk Teknologisk Institut*, som blev publiceret i en SAE artikel. Det valgte brændstof var Shell Ultra-Let Diesel med 320 ppm Svovl, hvorfor TPM ikke er helt sammenligneligt med andre TPM målinger her i bogen. Den ret høje SOF reduktion på 80% står for cirka en 50% andel af TPM.

% reduktion - ECE R49 - 13 mode	CO	HC	NO _x	SOF	TPM
Volvo B10M 200 kW - kat type DF07	<70	<86	0-1	<80	<31

Baseret på patent fra England udviklede ETAB først i 90erne partikelfilter konceptet *CRT* der i perioden 1994 til 1997 blev leveret til ~1.500 busser i Sverige. 200 systemer kom til Tyskland. Firmanavnet Svenska Emissionsteknik AB forsvandt 1996 til fordel for navnet Johnson Matthey.

Svovl - Sulphur på engelsk - er et gulligt stof, der industrielt anvendes til fremstilling af svovlsyre. Svovl er kendt fra oldtiden men erkendt først i det 17. århundred, navnet stammer fra latin (sulfur).

Symbol	Atomnummer	Atomvægt	Densitet	Kogepunkt	Smeltepunkt
S	16	32,06	2070	445	112,8

Alt Svovl holdigt brændsel giver en potentiel fare for forurening med Svovloxider. SO_x kan over en *Diesel-motor-katalysator* oxideres til SO₃, der med vand danner Svovlsyre - H₂SO₄ - og let korroderer metaller, sandsten, marmor og giver sur nedbør, der påvirker balancen i søer og vandløb m.m. Når der udvikles katalysatorer til Diesel-motorer, er det en vanskelig balancegang at opnå den rette meget effektive kemiske reaktion af det, vi kalder emissioner, da der desværre samtidig ofte forekommer en reaktion af Svovl. Når filtersystemer som *CTR* kræver brændstof, der er frit for Svovl (<100 ppm) som Svensk Olie KI I, skyldes det, at katalysatoren indbygget i systemet er tvunget til at være meget aktiv og ikke kan undgå en meget voldsom reaktion med Svovl.

For år tilbage, da indholdet af Svovl i dieselolien var 0,15% (1500 ppm) og Calcium indholdet i visse smøreløser var ??%, skete der det højst uheldige, at Svovl og Calcium reagerede i den varme udstødningsgas og dannede Calciumsulfat, CaSO₄. Eller sagt på dansk Gips, som hurtigt lukkede partikelfilterene og reducerede dets levetid væsentligt på grund af den betydelige *aske ophobning*.

Svovl emission, som SO₂ fra Diesel-motorer, på 100 ppm i udstødningsgassen opnås ved et Svovl indhold i

brændstoffet på 3000 ppm. Nogle procent oxiderer videre til SO₃, sulfater der giver et betydeligt bidrag til partikel emissions målinger med *Fortyndingstunnel*. Sulfater er hydroskopiske og optager meget let 50% vand fra udstødningsgassen der igen lægger til partikel emissionen. Effekten af nedbringelse af Svovl indholdet i Danmark fra 1.500 til <500 ppm i Let-diesel har derfor betydet 10-15% gennemsnitlig partikel emissions reduktion og haft stor betydning for miljøet. Det vurderes at 1 ppm sulfater svarer til at måle 8 mg/m³ i udstødningsgassen. Stærkt afhængig af den efter Diesel-motoren monterede oxidation katalysator sker der en oxidation af Svovl til SO_x der i værste fald vil øge partikel emissionen ganske betydeligt.

FIGUR Faktoren hvormed Svovl øger partikel emissionen er 300 over *Aromater* og 1.000 over højere FB₉₅, Final Boiling point.

Svovl indholdet i *dieselolier* er kemisk bundet og fra starten bestemt af råoliens kvalitet og oprindelse. Nordsøolien har et ret lavt Svovl indhold på 0,3% ikke mindst set i forhold til Sydamerikansk olie med op til 6% Svovl indhold. Det er teknisk muligt katalytisk at reducere Svovl indholdet i en oliefraktion ved at lade destillaterne, Svovl forbindelserne under 40-50 Bar tryk og 350°C reagere med Hydrogen. Herved dannes Hydrogensulfid, H₂S, der herefter kan separeres og oxideres til Svovldioxid, SO₂ eller omdannes til frit Svovl. Svovl indholdet bestemmes i henhold til ASTM 4294.

I praksis ses de fleste Let-diesel olier på markedet i 1996 at have væsentligt lavere Svovl indhold end normen på maksimalt 500 ppm, i nogle tilfælde så lavt som det halve. Fremtidens maksimale indhold af Svovl i automotiv dieselolier bliver nedsat til maksimalt 370 ppm. I praksis vil det aktuelle Svovl indhold ligge nærmere 200-250 ppm idet en sikkerhedsmargen under produktion er påkrævet. Reduktion af Svovl indholdet til under 200 ppm giver kun ringe gevinst for miljøet da reduktion af partikel emission aftager voldsomt herunder.

Svovl konvertering, i Platin baserede katalysatorer monteret på en Diesel-motor, til SO₂ og SO₃ er et alvorligt problem over 300°C. Det kan i nogen grad reduceres ved tilsætning af lidt Rhodium og nøje valgt *wash-coat* formulering. For meget aktive oxidation katalysatorer er den absolut mest effektive metode at holde monolith temperaturen under 300°C. Som i tilfældet med CRT hvor man derfor ser mangel på isolering af udstødningsrør mellem turbolader og partikelfilter system for at holde temperature under ~300°C. Indgangs oxidations katalysatoren er i CRT super aktiv for oxidation af NO til NO₂ som oxidant i det efterfølgende filter. Problemet er at ved temperatur >~350°C og >100-200 ppm Svovl i brændstoffet måler en Fortyndingstunnel betydelige stigning i partikel emissionen. Desuden meget afhængig af hvilke driftbetingelser eller test-cyklus der benyttes. BILLED

Svævestøv indholdet i byluft i Danmark ligger i gennemsnit på omkring 50 mg/m³ og består af partikler i størrelser fra ~0,01 mm til 100 mm. Den største enkeltkilde af TSP (Total Suspended Particles) i vores atmosfære består af ophvirvlet jord og sand der ikke menes at udgøre nogen fare for mennesker. Langt de fleste partikler, som stammer fra ophvirvling (~50%) og andre mekaniske processer (~20%), er mere end 2 mm. Størstedelen af de partikler der dannes i atmosfæren eller fra forbrændingsprocesser er ikke *respirable* i området 0,2-1 mm her under hører *sod-partikler* fra Diesel-motoren der bidrager med ~25%. *Miljøkontrollen* har målt på og konkluderet at der i København er store *helbredsproblemer* forbundet ved denne emission. Typiske årsmiddelværdier for TPS=57 mg/m³ som by-koncentration målt på Åboulevard i Århus kan varierer op til en faktor 5 i Danmark. Al 0,48- Si 1,11-S 2,04- Cl 2,2- K0,33- Ca0,68-Ti 0,062-V0,01- MN 0,021 -Fe 0,85 Ni 0,007 - Cu 0,026 - Zn 0,067 - Se 0,001 - Br 0,022 - Sr 0,005 - Zr 0,003 -Sb 0,006 - Ba 0,026 - Pb 0,11- Pt ?????????.

Syn - Periodisk syn af køretøjer - se Færdselsstyrelsen og Statens Bilinspektion.

Syntetisk Benzin - se benzin syntetisk.

Syreregn opstår ved, at Svovl fra brændstof sammen med Nitrogen fra luften efter en tur i et forbrændingsanlæg eller en motor omdannes til Sulfater og Nitrater i atmosfæren. Disse er vandopløselige og "falder" derfor sammen med nedbøren og ændrer pH sammensætningen i vores jord. I Sverige har man gennem mange år haft alvorlige problemer forårsaget af vesten vinden, der bringer alvorlig emission fra de bidragydere, der ligger vest for Sverige. Forsurningen frigør Aluminium i jorden der flyder ud i elve og søer og i mange tilfælde slår fiskebestanden helt ud. Problemer løses ved voldsom tilsætning af kalk til jorden der flytter pH balancen tilbage til normal.

System Producent (på engelsk Canner) - OEM - er den gruppe af virksomheder, der på basis af rå-katalysator monolither fra Corning, NGK, Emitec og Kemira fremstiller færdige katalysator systemer for såvel Otto- som Diesel-motorer til alle køretøjs producenter. Til denne gruppe hører: ECIA, Remy Delco, Boysen, Donaldson, Seuna Stærker, Leistrits, HJS, Walker, Gillet, Eberspächer og nogle få flere.

System Producent (på engelsk Canner) - Retro-fit - er den gruppe af virksomheder, der sælger partikelfiltre og katalysatorer til eftermontering på alle typer motorer. Basis er rå-filter monolither fra Corning, LiqTech, Ilden, NoTox, 3M og NGK og rå-katalysator monolither fra Corning, NGK, Emitec og Kemira. Til denne gruppe hører: Unikat, Engine Control Systems, Diesel Controls, HUSS, ETB, Inteco, Purefi, Adastra, Deutz, Donaldson, Dinex, GfA, HUG, Engelhard, Eminox, Inteco, Oxicat, Oberland, NoTox og Nelson, m.fl. Under dem findes der igen et stort antal forhandlere og agenter.

Det kan ikke understeges kraftigt nok, at direkte kontakt med en kvalificeret System Producent har afgørende betydning for *Levetiden for Diesel-motor katalysatoren* samt partikelfiltre og ikke mindst effektiviteten af udstyret.

