

Gaffeltruck udstyr sammenligning af standard retro-fit partikelfiltre fra forskellige leverandører.

Vejledende.....

Motor - 4 liter NA diesel	Pris - DKK	Regen. princip	Daglig service	CO+HC katalysator	% Partikel separation
Deutz		elektrisk	ja	nej	90
ECS		elektrisk	ja	ja	90
Stobbe		additiv	nej	ja	95
Unikat		elektrisk	ja	nej	90
ETB		elektrisk	ja	nej	90
HUSS		elektrisk	ja	ja	90
Engelhard		elektrisk	ja	nej	85

Af producenter af *Diesel-motor-katalysatorer* for gaffeltrucks kan der nævnes: Unikat, ECS, Engelhard, Inteco, DCL, GfA, ETB.

Gaffeltrucks er voldsomt udbredt i Europa, hvor der i 1995 produceredes omkring 35.000 stk og world wide omkring 75.000. Fordelingen af Diesel-motor-truck kontra el- og Otto-motor drevet er 25% world wide og 40% i EU. Da gaffeltrucks med Diesel-motor ofte ikke er så voldsomt belastet, kan det tit være svært at skabe retro-fit systemer, der både er billige og effektive på samme tid. Der findes derfor en del forskellige principper og systemer på markedet. Gaffeltruckmarkedet er interessant for producenter af katalysatorer og partikelfiltre, da de fleste lande i Europa har en pæn stram lovgivning for indendørs kørsel. Dog er halvdelen af alle solgte maskiner i Europa batteridrevet, alle ret små. Markedsfordelingen world-wide for de 10 største producenter er: Linde (D) 23%, Jungheinrich (D) 14%, Toyota (JP) 12%, Nacco (US) 11%, Komatsu (JP) 10%, Terex (US) 7%, Toyo Umbanki (JP) 7%, Mitsubishi (JP) 6%, Crown (US) 5%, Nordico-BT (S) 5%.

Gaffeltrucks for LPG (flaskegas) drift er meget udbredt i Danmark, hvor op mod 38% af de 1530 solgte kontravægtstrucks i 1995 var til LPG drift. Set world wide er op mod 70% til LPG drift. Stort set alle gaffeltrucks i Nordamerika er med gnisttændingsmotor hovedsageligt for LPG drift. Desværre forsynes kun omkring 10% med Lambda sonde styret karburator og tre-vejs katalysator.

Da udstødningsgassen fra en Otto-motor er fri for sod og temperaturen samtidigt er væsentligt højere end på en Diesel-motor, er den totale virkningsgrad for en katalysator pænt høj. LPG karburatorer og *Lambda sonde* styringsanlæg produceres af *IMPCO* og *Engine Control Systems*.

Gaffeltrucks i Danmark så i 1995 en 32% fremgang i salget til 1530 enheder i forhold til 1994, med 29,5% Diesel-motor drevne, 32,6% eldrevne og 37,9 Benzin/LPG drevne. 1993 var et alvorligt år med et dyk til kun 918 solgte nye enheder. Samlet er der i Danmark næsten 21.000 såkaldte motortrucks fordelt med 12.300 med Otto-motor, der bruger 71.900 m³ LPG, og 8.600 med Diesel-motor, der bruger 36.500 m³ olie, alle med gennemsnitlig 600 timers årlig driftstid.

Estimeret dansk 1992 emission i ton	HC	CO	NO _x	Sod	SO ₂	CO ₂
Gas drevne motortrucks	720	790	2220	10	0	??
Diesel drevne motortrucks	240	780	1950	230	140	97500
Totalt	960	1560	4170	240	140	

Gaffeltruck kørselsforhold (Diesel-motor) er vanskeligt med succes at eftermontere Diesel-motor katalysatorer hvilket illustreres gennem følgende eksempler af driftsbetingelser. Såfremt der monteres partikelfiler før katalysatoren stiller sagen sig dog noget anderledes da den herved er beskyttet mod belægninger af sod der på timer reducerer katalysatorens virkningsgrad til nul.

Med en Intab AAC-2 data-logger blev der uge 20/96 på en *Toyota 45* med 11Z Diesel-motor over en 2 dages periode og 3-hold skift med *Måleudstyr til driftbetingelse* bestemmelse målt følgende udstødningsgas temperaturer. Maskinen kørte med og læssede gipsplade pakker på lastbiler hos producenten.

Udstødningsgas °C	150	200	250	300	350	400	450	500
% drifts tid over	50	28	10	2	0			

Da kun 30% af driftstiden er >200°C vil katalysatoren i dette eksempel kun oxiderer CO og HC indenfor denne periode.

Med kun 2% tid over 300°C kan katalysatoren ikke holde sig ren for sod opsamlinger hvilket stiller meget store krav til *vedligeholdelse af dieselskatalysatorer*.

Med data-logger blev der uge 24/96 på en TD71FQ motor over en 2 dages periode målt følgende udstødningsgas temperaturer:

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

Da kun 28% af driftstiden er >200°C vil katalysatoren kun oxidere CO og HC indenfor denne periode. Med kun 2% tid over 300°C kan katalysatoren ikke holde sig ren for sod opsamlinger hvilket stiller meget store krav til *vedligeholdelse af dieselskatalysatorer*.

Med data-logger blev der uge 24/96 på en TD71FQ motor over en 2 dages periode målt følgende udstødningsgas temperaturer:

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

Da kun 28% af driftstiden er >200°C vil katalysatoren kun oxidere CO og HC indenfor denne periode. Med kun 2% tid over 300°C kan katalysatoren ikke holde sig ren for sod opsamlinger hvilket stiller meget store krav til *vedligeholdelse af dieselskatalysatorer*.....

Gaffeltruck kørselsforhold (Otto-motor)er med succes enkelt at eftermontere katalysatorer hvilket illustreres gennem følgende eksempel af driftsbetingelser.

Med en Intab AAC-2 data-logger blev der uge 20/96 på en *Toyota 45* ??? med 11Z Diesel-motor over en 2 dages periode og 3-hold skift med *Måleudstyr til driftbetingelse* bestemmelse målt følgende udstødningsgas temperaturer:

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

Da hele 85% af driftstiden er >300°C vil katalysatoren fint oxidere CO og HC indenfor denne periode. Se også

Garragekørsel, *indendørs kørsel* med lastbiler, m.m. er ikke tilrådeligt. Der skal etableres *punktudsugning*, som Falck har på mange stationer, slæbekanal anlæg som Statens Biltilsyn har, punktudsugning som Bus Danmark har i Ballerup, eller anvendes et *UniTox* anlæg. Skive Tekniske Skole benytter UniTox model U-14 til at løse emissionsproblemet når der ind imellem flyttes et lastbil i undervisningshallen. Århus Sporvej benytter model størrelse U-14 flere gange dagligt i meget lang værkstedshal der fordrer nogen kørsel ved egen motorkraft. BILLED

Garanti-check på udstyr Katalysatorer handler om forudsætter altid at monteringen af katalysatoren er udført perfekt.

.....

Gas - ordet gas er frit opfundet af den belgiske naturforsker Helmont (1577-1644) der opdagede at under ophedning af organisk stof i en retort fremkom "en vild Spiritus eller Aande". Ved at se dette uformelige medium tænkte han straks på Chaos og afledede ordet gas heraf.

Gas-bus-projekter har over en årrække set nogen interesse i Danmark. Hovedsageligt er det *LPG*, der har været fokuseret på gennem offentligt støttede projekter. Det drejer sig om 2 MAN busser i Odense, 2 stk Leyland i Birkerød, en Leyland i Viborg og en Iveco i *Skibby projekt* først i 90'erne. HT har desuden udført et omfattende naturgas projekt i København. En kort sammenfatning er, at partiklerne er næsten væk, og støjniveauet er væsentligt reduceret, men desværre er de gasformige emissioner ikke reduceret. Brændstof-forbruget er øget betydeligt, og ombygningsinvesteringen er i området af 100.000 kroner pr bus.

Senest er der i Odense taget beslutning om

..... mere info kommer

LPG - HT

Gas-fase katalysator er en betegnelse for den specifikke anvendelse af en monolith pålagt et aktivt materiale med det formål at reducere u-ønskede gasser enten ved oxidation eller reduktion.

Gas-flowet i en stempel-motor udstødning er afgørende for *dimensionering af partikelfiltre* og katalysatorer. For en fire-takt *sugemotor* (NA) kan det volumetriske flow ved fuld last i enheden m³/sekund med rimelig præcision bestemmes ud fra følgende formel:

$$\text{Flowrate}(m^3/s) = \frac{V_d(m^3) \times RPM(1/min) \times \text{Volumetric Efficiency} \times \text{Exhaust Temperature}(^{\circ}K)}{120 \times \text{Intake Temperature}(^{\circ}K)}$$

V_d er motorens salgsvolumen i m^3 . Ønskes gasflow i m^3/min eller m^3/t ganges henholdsvis med 60 eller 3.600. Volumetrisk efficiency er et udtryk for motorens indsuignings system effektivitet, evne til at begrænse flowtab og udtrykkes som $1=100\%$ effektiv. Når der vælges 0,9 er dette et udtryk for at motoren kun kan fylde cylinderen 90% med luft i NA udførelse.

Eksempel: Deutz F10L 413FW - 16 litre NA motor 210 kW/ 2300 o/m. Den volumetriske effektivitet for denne motor antages at være 0,9, indsuigningsluft temperatur 20 °C, udstødningsgas temperaturen målt til 810°K.
 Det volumetriske gasflow er da: $(16 \cdot 10^{-3} \cdot 2300 \cdot 0,9 \cdot 810) / (120 \cdot 293) = 0,76 \text{ m}^3/s$

For en *turboladet motor* (TC) er beregningen noget mere kompliceret og kræver flere parametre. I eksemplet er der regnet med en trykfaktor på 1,8 for 0,8 Bar (80 kPa) ladetryk. For TC Diesel-motorer er gasflowet desuden afhængigt af luft/brændstof forholdet.

Eksempel: Liebherr D-904T - 5,6 litre TC motor 96 kW/ 2000 o/m. Den volumetriske effektivitet for denne motor antages at være 1,8, indsuigningsluft temperaturen 20 °C.
 Det volumetriske gasflow er da: $(5,6 \cdot 10^{-3} \cdot 2000 \cdot 1,8 \cdot 810) / (120 \cdot 293) = 0,53 \text{ m}^3/s$.

For to-takt motorer udskiftes 120 med 60 i nævneren da den har det dobbelte antal forbrændingsprocesser.

Gas-fortynder er en dårlig dansk oversættelse for den anordning, der på engelsk hedder Fume Diluter. Konceptet går ud på at fortynde udstødningsgassen 10-15 gange og tilføre hastighed, så den kan sprede sig over et langt større område eller sende gassen i en retning, hvor den generer mennesker mindre. Samtidigt sænkes også temperaturen på gassen. En Fume Diluter er en mekanisk enhed helt uden bevægelige dele med ubegrænset levetid, der meget enkelt monteres på f.eks. en gaffeltruck, efter katalysator/filter, helt oppe på taget.

HT brugte i mange år en stærkt forenklet "fortynder" på gamle Volvo busser i København. Tilsvarende kan man sammenligne de for visse truckere så populære blanke skorsten på den fine bil. De sikrer dog en rimelig fortynding ved at udstøde gassen højt over vores hoveder.

Princippet med at lade en gas strømme igennem en spalte og over en aerofoil er opfundet af den engelske kemiker Coanda for mange år siden og finder flere interessante anvendelser. FIGUR

Gas-generator -se generatorgas.

Gas-kromotograf er et instrument til at bestemme ..

.....

Gasohol er et drivmiddel for Otto-motore sammensat af *Ethanol* og Benzin typisk med 5-10%. I Brasilien fås Gasohol i sammensætninger med stort indhold af Ethanol. Iblandes for at påvirke eventuelt betalingsbalancen, oktantal eller Oxygen indholdet i drivmidlet.

Gasolie - på tysk Solarolie - omfattede tidligere alle destillater af rå-olie, *tjære* og lignende med kogepunkt mellem 200 og 400°C, således alle de oliedestillater der ligger mellem Petroleum og smøreliefer. Egenskaberne varierede i nogen grad med råoliens oprindelse og med fremstillingsmåden. Destillaterne underkastes kun undtagelsesvis en raffinering efter destillationen. Langt den overvejende del af Gasolien blev i Danmark brugt på gløderørs Otto-motorer, større langsomtgående Diesel-motore og fyringsanlæg.

Sammen-sætning	Energi MJ/kg	Damptryk kPa 37,8°C	Kogepunkt °C ved 101,3 kPa	Cetantal	Bly g/l	Densitet ved 15°C - 101,3 kPa	Svovl ppm
	42,6					0,82-0,9	< ??

Oprindeligt anvendtes Gasolie specielt i udlandet til fremstilling af by-gas, idet man ved fremstilling af vandgas foruden vanddamp indsprøjtede Gasolie i de glødende kul på *kulgas værkerne*. Der fremkom derved en blanding af vandgas og Hydrogen holdig gas med samme energi indhold som stenkulgas. Gasolie har ikke fundet anvendelse på de Københavnske kulgasværker blandt andet grundet ønske om koks produktion til opvarmning af de mange lejligheder. Siden er ordet Gasolie benyttet i udpræget grad om drivmidler der i destillations kurve ligger mellem Dieselolie og Petroleum.

Gasurbinen (forbrændingsturbine) er en motor der omsætter en del af forbrændingsenergien til anvendelig rotationsenergi. Afbrænding af olier eller gas i en serie af forbrændingskamre sikrer en konstant flamme, der skaber en hed gasstrøm, der direkte driver ekstra skovlhjul, der ved 6-12.000 rpm (for 1-20 MW maskiner) i gennem en gearkasse skaber anvendeligt mekanisk arbejde. Omdrejningstallet for krafturbinen er bestemt af rotorens diameter og periferi hastighed der skal holdes under det halve af lydets hastighed og holdes gerne ~365 m/s. Omsætnings effektivitet for en krafturbine ligger i området 85-90%. Hvis energien til at drive kompressoren fratrækkes fås den totale virkningsgrad.

BILLED-tekst- Den tyske ingeniør Holzwarth, Hans (1877-1953) fremstillede i 1906 den første praktisk anvendelige gasturbine på 37 kW ved 3.000 o/m. Indtil 1920 steg effekten for at lande på 5.000 kW ved 1.000 o/m for et stationært generatoranlæg. Et enkelt turbinehjul med to rækker aktionsklove modtager den hede gas fra 8 lukkede forbrændingskamre, hvor brændstoffet forbrænder ved konstant rumfang. Fra hver af kamrene slipper gassen forbi tallerkenventiler for med stor hastighed at ramme det 2,75 meter store turbinehjul. Kamret lades igen med 100°C varm luft ved 200 kPa og brændstof for at antændes. Under forbrænding stiger trykket til 1600 kPa, temperaturen til 1400°C, hvorefter udstødningsgas ventilen åbner. Proces forløbet tager 2 sekunders interval.

Gasturbinen er en meget kompakt motor med stor levetid og minimum af vibrationer. Denne motortype er ikke specielt kræsen med brændstof og har meget fin virkningsgrad (<230 g/kW/t). Den benyttes i vid udstrækning indenfor aviation, hvilket vil sige helikoptere og lastflyvemaskiner, men også på havet har denne motor store fordele.

FIGUR-tekst- Med sin lave vægt og meget små indbygningsmål i forhold til effekt er den velegnet til hurtigt sejlede mindre skibe. Her en TF40 på 600 kg sammenlignet med en 3,36 MW CAT 3616 kompakt Diesel-motor der vejer 29 ton, der dog har betydeligt bedre virkningsgrad.

En væsentlig ulempe er en meget stor indkøbspris og en noget langsom reaktion under acceleration, der gør gasturbinen uegnet til de fleste køretøjer på landevej som direkte erstatning for en stempelmotor. Generelt emittere gasturbinen 1/4 af den NOx og <1/20 af den HC/CO, som Diesel-motoren udsender, når de forbrænder identisk olie. Sod emission er generelt ikke synlig ved stationære forhold og <0,01 g/kW/t.

Lycoming TF40 emission	forbrug g/kW/t	CO ppm	HC ppm	NOx ppm
tomgang		600	150	25
2.200 kW - del last	337	40	1	110
3.380 kW - fuld last	295	65	1	165

TF40 er opbygget med kombineret aksial og radial kompressor trukket af en to-trins turbine og separat to-trins kraftturbine. Opstart fra kold til fuld effekt kan gøres på <45 sekunder. Mindste levetid på hårdt belastede dele er 25.000 timer. Det specifikke brændstofforbrug er ganske højt.

Gasturbine emission kom i søgelyset med EPA's Clean Air Amendments i USA fra 1970 hvor maksimale grænser blev sat op for CO, HC, NOx, partikler. Motorerne blev opdelt i 8 klasser og test cykler blev udviklet. NASA gik 1971 som programleder ind i projektet der hovedsageligt gik ud på at forbedre forbrændingskamrene. Chrysler udførte over 25 år indtil først i 80'erne et betydeligt antal forsøg, producerede mere end 500 turbine biler af ret utroligt design. Ronald Reagan stoppede desværre projektet indtil Bill Clinton gav midler til udvikling af den uhyre avancerede Racecar. LINK

Gasturbiner for køretøjer har været afprøvet af Rover-BRM så tidligt som først i 60'erne. Denne T3 havde et enkelt mekanisk frem og et bak gear, hvilket gav helt utrolige partikel emissions problemer ved acceleration. Forbruget var ikke mindre end 40 liter/100 km ved hastighed op til 174 km/timen. Introduktion af en varmeveksler i 1965 øgede økonomi til 20 liter/100 km på 2S/150/R turbinen. I 1967 gik Rover teamet med i Leyland Gas Turbines for udvikling af den 454 kg tunge 2S/350/R, en 300 kW motor med laveste forbrug på 274 g/kW/t ved 32.000 o/m på kraftturbinen. Arbejdstemperatur for turbinen var en smule over 1.000°C efterfulgt af en keramisk varmeveksler.

FIGUR-tekst- Ford lancerede i 1959 deres første gasturbine type "704", med max. 225 kW og et brændstof forbrug på 294 til 353 g/kW/t afhængig af last, ligeledes beregnet for direkte mekanisk kraftoverførelse. Lugten fra udstødningen var meget begrænset og mindede mest om en camping Primus på Petroleum.

Især den ringe *virkningsgrad* ved direkte mekanisk drift har siden vist, at vejen bør gå over *Hybridbilen*, hvor gasturbinen ved konstant omdrejningstal og belastning driver en generator, hvorfra energien akkumuleres i et batteri og/eller et svinghjul. Fra energi-lageret kan der frit tappes energi til fremdrift uden negativ indflydelse på køretøjets emissionsudslip. Gasturbiner er stadig langt mere kostbar en stempelmotorer grundet udpræget anvendelse af legeringer af Nikkel-Krom-Cobalt eller keramik til de termisk hårdt belastede turbiner, brændkammer, varmeveksler. **FIGUR** Toyota præsenterede i 1994 en single-shaft multi-fuel gasturbine der arbejder ved 80.000 o/m og producerer 60 kW koblet direkte på en generator. Turbine indgangstemperaturen er holdt på så lavt som 950°C med 60 ppm NOx emission under fuld last.

Gasturbiner til generator drift findes i størrelser fra 15 kW maskine som bærbart el-nødanlæg fra Deutz til verdens største Siemens kraftværksmotor.

BILLED-tekst - Et af de mere interessante mini-anlæg er nyligt konstrueret af Capstone Turbine Corp. i Californien. Den leverede effekt er 24 kW fra den 80 kg tunge enhed (Ø 450 x L 950mm), hvis to-polet permanentmagnet generator og turbine på samme aksel løber indtil 96.000 o/m og leverer 1600 Hz AC. Støjnivauet er kun 60 dB(a) i 10 meters afstand, og turbogeneratoren kan arbejde på alle flydende eller gasformige brændstoffer som CNG, LPG, Biogas, Dieselolie, Benzin og Methanol. Mange helt usædvanlige detaljer er indbygget som f.eks. flydende lejer, der ikke benytter olie men kompressor trykluft (325 kPa), turbine i low-cost støbestål, kompressorhjul i aluminium, kobbervindinger i generator og ultra lav emission.

Emission i ppm		Virkningsgrad %	CO	NOx
Capstone		31	18	15

På basis af de f.eks. i Airbus A330 og Boing 777 monterede Trent 700 og 800 jetmotorer har Rolls-Royce bygget verdens største gasturbine for stationære formål. Siden 1996 er der leveret 5 stk..... Econopac gasturbine enhed baseret på 90% af de samme aeroderivative komponenter. Af den lidt ældre version RB211 er der >240 industriallæg i drift. Dansk eksempel er

..... Motoren er opbygget med 8 lean-burn brændkamrer der med 60 ppm vandindsprøjtning på gasolie kan opnå stort set samme lave emissions niveau som på naturgas alene.

Trent Econopac emission ved fuld last	CO ppm	CH4 ppm	NOx ppm	Opacitet %	TPM gram/GJ
Naturgas	10	1	9	5	6
Gasolie - uden vandindsprøjtning	20	5	42	10	30

BILLED-tekst- Motoren er opbygget med tre individuelle aksler hvor kraft turbinen løber relativt langsomt ved 3.000 o/m og kan levere indtil 51 MW_{el} koblet direkte på f.eks. en turbogenerator η_{el} 98%) på gasolie med termal virkningsgrad (η_{termal}) på ~42%.

BILLED-tekst- Rolls-Royce jetmotor af Trent familien er fremstillet i >700 ??? eksemplarer og kan i den maksimalt ~290 ton tunge A330 yde hver fra 68.000 lb (302,5 kN sea level) trykkraft til for B777 senest udviklet motor der yder ~100.000 lb (445 kN sea level) trust.

Vi er mange der under flyrejser fascineres af den kolossale accelerations evne på et så tungt fly. Umiddelbart kan man ikke sætte hestekraft på trust. Men A330 har to motorer på hver 68.000 lb trust svarende til at de hver kan løfte 30 ton lodret op i luften. Eller hver motor har ved havoverfladen i området af 65.000 hestekræfter. Så det er 130.000 HK for fuld udblæsning vi oplever når en A330 på kun 18 sekunder over en 2,5 km lang bane kan accelerer til ~275 km/t før take-off.

BILLED-tekst- Verdens største forbrændings-rotations-motor er en Siemens gasturbine beregnet for naturgas og/eller olie der leverer 240 Mw_{el} ved 3.000 o/m/50 Hz direkte koblet på en Hydrogen nedkølet generator med termisk virkningsgrad på ~38%. Brændersystemet er opbygget af 24 gasdyser i et ringformet keramisk-tegl isoleret brændkammer, der arbejder ved Lambda 2:1 og leverer 640 kg/sekundet 1316°C varm gas. I en Combined Cycle med efter turbinen monteret varmeveksler og dertil koblet damp turbine/generator, kan anlægget levere 350 MW med termisk *virkningsgrad* på fantastiske ~58%.

Emission ved Naturgas drift	NOx g/kW/t	NOx ppm	TPM
Siemens V94.3A - 240 MW	0,0?	<25	0,0

Gasturbiner til maritimt brug oplever for tiden stigende interesse på trods af den meget høje indkøbspris. Fordelene set i forhold til high-speed Diesel-motorer er blandt andet ~80% vægtbesparelse og 60% mindre størrelse for meget lettere indbygning. *Virkningsgraden* er i forhold til de bedste marine Diesel-motorer dog noget mindre og i området 30-40%. Service venlighed ses af at på Seajet R250 kan motoren skiftes på 12 timer hvor det på Berlin Ekspres tager 4 dage at udskifte en 20 cyl MTU 1163 Diesel-motor. LM1600 har en såkaldt hot-gas-section-repair for hver 10.000 timer og all-over-overhaul for 20.000 driftstimer, noget bedre end for high-speed Diesel-motorer.

Emission - g/kW/t	forbrug	CO	HC	NOx	TPM
General Electric LM1600 - 14 MW	226			<4	<0,01

I marinens Korvetter er LM1600 meget populær og baseret på den succesfulde General Electric F404 flyvemaskine jetmotor.

BILLED-tekst- F404-GE400 turbofan benyttet blandt andet i McDonnell Douglas F/A-18 Hornet hvor hver yder 16.000 lb trust og kan sende det 25 ton tunge aircarrier kampfly afsted med 1.457 km/t.

I marineversion yder den 12-14 MW ved 7.000 o/m på en 2 trins kraftturbine. Indbygget i industrimodul på 7x2x2,6 meter med hjælpeudstyr er vægten ~12 ton, betydeligt under de bedste *Marine Diesel-motorer*. Kvalitetskrav til brændstof er <4% Svovl indhold, dog er <1% at foretrække for størst mulig levetid. BILLED nr??

En anden væsentlig dansk installation er Danyards seneste 71 meter lange Seajet R250 med kapacitet på 450 passagerer og 120 biler. Udrustet med to GE LM1600 på hver 12,4 MW/7.000 o/m der over hver sin Maag gearkasser er koblet til hver to 6,2 MW KaMeWa vandjet-enhed (η ~70%/40 knob). De 1.120 mm store skruer pumper ved 580 o/m typisk 12,5 ton/sek ved en udmundings hastighed ~25 m/s. Gasolie forbrug ved 100% last ligger på 5,2 ton/time ved hastighed på 44 knob. Ved 80% last stiger forbruget fra 230 ved 100% last til 295 g/kW/t.

Emission - g/kW/t	forbrug	CO	HC	NOx	TPM
GE LM1600 - 12,4 MW/7.000 o/m	230				<0,01

BILLED nr?? Støjniveauet er målt 3 meter fra den 1,5 meter store udstødning i en 90° vinkel, så lavt som 55 db(A). Målt i lounge er støjniveauet 62 db(A) hvor gearkasser leverer det betydeligste bidrag ved 44 knob.

BILLED-tekst- Stena Line seneste 124 meter lange og ~1.600 ton tunge færge fremstillet helt i Aluminium fra Finyard er udrustet med to stk LM1600 13,2 MW/7.000 o/m og to stk LM2500 21,2 MW/3.600 o/m leveret af Kværner i Norge. I alt ~68,8 MW der over 4 KaMeVa 160 vandjet-enhed gennem to 40 ton tunge Maag gearkasser med 452 o/m giver fartøjet en fart af 42 knob.

Gas-viskositet er en enhed med betydning blandt andet for *dimensionering af partikelfiltre*, der afhænger af udstødningsgas temperaturen og udtrykkes i Pascal/sekund. Med stigende temperatur stiger viskositeten og dermed tryk tabet over et filter eller en katalysator. Den følgende formel kan anvendes:

Gas viscosity (Pa/s) = $1.35 \times 10^{-5} + 2.73 \times 10^{-8} \times T(K^\circ)$.

Generatoranlæg til maritimt brug er kun kendt udrustet med røg-rensningsudstyr på kostbare fritidsbåde, der af flere årsager ikke ses ret tit i danske farvande, men ellers er ret populære under de varme himmelstrøg. Der findes hundredvis af 50-100 ton fritidsbåde med 1.000-5.000 kW motorkraft til fremdrift world-wide. Hovedmotoren leverer ikke elektricitet i havn, hvor et dobbelt generatoranlæg på hver mellem 50-250 kW sørger for lys og varme til aftenens fester. Støj og især partikel emission er ikke velset, som sod kager, plettet på teakdækket eller de skindende hvide både. I nogle tilfælde udrustes Gen-sets med kombinerede partikelfiltre og 2-vejs katalysator, hvoraf Unikat har udviklet og leveret flere anlæg. Dual-systemer baseret på standard *Combi-filtre* med høj-temperatur bestandige ventiler tillader kontrolleret regenerering af det ene filter mens det andet filtrerer gassen. Ulempen er et noget kompliceret, voluminøst og kostbart anlæg. BILLED

En Hollandsk bygget båd på 100 ton har CAT motor og et ret stort Combi-Filter fra Unikat. Der har været mange problemer med aske akkumulering i filteret, som viste sig at stamme fra hovedmotor spildolien, der blev hældt i Gen-set motor brændstoffet, som affaldsdeponering. Denne "brugte" olie, med meget høj koncentration af slidpartikler og additivrester, sætter store krav til motoren og reducerer WFFilteres standtid, og rensnings intervallerne stiger voldsomt. Se vedligeholdelse. BILLED nr??

Generatoranlæg produceres i stort omfang af *MAN B&W-Holeby* og Frichs. Se også Cummins.

Generatoranlæg (landbaseret Diesel-motor Gen-set) er en ikke ubetydelig luft-forureningskilde. Blandt store Gen-set producenter er CIE (tidligere Petbow Ltd)., DMG GmbH, *Holeby*, Dormann Ltd, *Frichs* og et utal af mindre producenter baseret på *industri Diesel-motorer*. Da Gen-sets ofte placeres som nødstrøms-anlæg i bebyggede områder, kan emissioner ved ugentlige test-kørsler til tider give naboerne gener. Det er som regel uden indbygningsproblemer muligt at eftermontere både katalysatorer og partikelfiltre. Antallet af producerede Gen-set under 300 kW i 1991 var 260.000 world wide fordelt med 1/3 i Europa, 1/3 i Amerika og 1/3 i Asien. BILLED nr??

B&W Scandinavian Contractors i Danmark er leverandør af verdens største generatoranlæg baseret på 12 cylindret to-takt marinemotorer, der ved 100 o/m yder indtil 50 MW. Motoren er 23 meter lang, 17 meter høj, har en slaglængde på hele 2,3 meter, en boring på 0,9 meter og en vægt på 1.800 ton. Økonomien er særdeles fin med omkring 180 g/kWh på Bunker Grade C, HFO der svarer til næsten ren rå-olie med indtil 4% Svovl indhold. Med denne type brændstof kan disse motorer nemt udsende op til 500 kg sod partikler om dagen, svarende til 4-5 m³ i volumen!!! FIGUR

Anvendes der bunkerolie, HFO - Heavy Fuel Olie, er det på trods af det store aske indhold og krav om lavt modtryk, muligt mekanisk at separere partikler ved filtrering. Der kan opnås virkningsgrader over 99%. Der kan også en mindre opnås reduktioner af sod og relaterede problemer med brug af katalytisk aktive *dieselolie additiver* eller ved drift med vandemulsion. Med hensyn til *NO_x reduktion* går det fint med SCR anlæg og indtil 90% virkningsgrad, dog bedst efter et støvfilter for at beskytte katalysatoren. FIGUR ??

Kraftvarmeanlæg baseres delvis på fire-takt marine Diesel-motorer konverteret for *naturgas* drift, hvoraf der findes 200 større anlæg med store *naturgasmotorer* i Danmark. Dual-fuel anlæg med pilot-tænding 90/10 naturgas/dieselolie vil som de fleste andre lignende anlæg forårsage lugtgener. *Aldehyder* lader sig dog relativt enkelt oxidere bort i en katalysator.

Komplette mini-Gen-set anlæg produceres i mange størrelser med Otto- eller Diesel-motore eksempelvis af Panda GmbH i Paderborn. Med en elektrisk effekt fra 2,5 til 80 kW er de specielt velegnede som kraftvarmeanlæg eller som kraftinstallation til *krandrift på lastbiler*. Det er rimeligt enkelt og økonomisk forsvarligt at montere partikelfiltre og katalysator på den type højt belastede anlæg. BILLED nr ??

Generator-gas blev første gang anvendt som drivmiddel til automobiler af engelske Thornycroft omkring 1905.

Allerede i 1910 benyttede Det Danske Hedeselskab gengas til drift af stationære stempel Otto-motor drevne savværker i Jylland. I slutningen af 20erne foretog Hedeselskabet forsøg på en Triangel lastbil, dog uden tilstrækkelig videnskabelig baggrund. Mange forsøg blev gjort over hele Euroap uden den store gennemslagskraft. I 1938 var der i Frankrig ~4.000 og i Tyskland ~2.500 Gengasvogne.

Under 2. Verdenskrig kunne man i Berlingske Tidende læse "Trækullet har med èt faaet en Renæssance, der skal redde Biltrafikken fra den fuldstændige Standsning". Op mod 10.000 personbiler, 22.000 lastbiler og varevogne benyttede generatorgas i krigsårene svarende til ~95% af samtlige i drift. I vores broder land kørte der 1942 i alt 80.000 vogne og op mod 35.000 lastbiler med gasanlæg typisk af lokalt fabrikat Svedlund og tyske Imbert. I Tyskland var der totalt 180.000 Gengasvogne. Danske leverandører tilbød anlæg produceret blandt andet af Bukh, Frichs, Burwain, SIMO, og General Motors m.fl. af forskellig kvalitet. Den transportable gasgenerator blev kolossalt populær i de år indtil Benzin rationering ophørte 1-2 år efter krigens ophør.

Stort set alle anlæg var med opadgående træk og påfyldning i toppen. Det var producenterne ganske bekendt at det var særdeles farligt at fylde generatoren under drift. Men det kneb gevaldigt med at få informationen spredt til brugerne. Derfor blev personer der tændte op indendørs og fyldte generatoren med træ eksponeret for CO og især Hydrocarboner, PAH.

Gassammensætning i vol %	H ₂	CO	CH ₄	CO ₂	N ₂	MJ/Nm ³
Antracite kul - gasfattige	17	26	1	5	51	5,5
Koks	8	28		6	58	4,4
Tørsv	12	24	2	8	54	5
Træ - Bøg	18	24	2	4	52	5,7
Trækul	10	28,5	2,5	2	57	5,6

Tommelfinger reglen angav effekt reduktion til 75% for til gnisttænding ombyggede Diesel-motorer og til 65% for Otto-motorer med optimeret kompression. Økonomien var alligevel udmærket på det ligeledes rationerede brænde. Således kunne en Opel Blits ladvogn med 6 cyl 3,5 liter Otto-motor og 1 ton last køre med 60 km/t fra Holbæk til København på een sæk, en hektoliter Bøgebrænde på 36 kg, svarende til ~15 liter Benzin. En gennemsnits generator producerede 50-70 m³ Gengas i timen med enerigindhold omkring 1/8 af Benzin-gas.

Processen beror på en forvarmnings-zone, en tør-destilations-zone, en ufuldstændig forbrændings-zone og nederst en gasfase-reduktions-zone. Udgangsmaterialet er f.eks. kvalitets Bøgetræ der indeholder 50% Carbon, 6% Hydrogen, 43% Oxygen, 0,3% Nitrogen og ~0,5% aske. Hovedbestandelen er Cellulose (C₆H₁₀O₅) og i praksis er der lidt under 15% vand i de ovtørrede klodser.

Specifikation på Bøg	Energi MJ/kg	Energi MJ/m ³	Kogepunkt ved 101,3 kPa	Densitet ved 0°C og 101,3 kPa	Teoretisk luft behov kg/kg
CH ₄ /H ₂ /		5,7			

De under krigen til anvendte auto gnisttændings- eller hertil ombyggede stempelmotorer havde typisk et CO udslip på 4-8% under stationære driftsbetingelser. Ikke unormalt på den tid, men utiladeligt nu om dage..

.....
Midt i 1990'erne er *dk-Teknik* gået i gang med at udvikle koncept or anvendelse som

.....
..... FIGUR

GfA mbH (Gesellschaft für Abgasentgiftungsanlagen mbH) er en mindre tysk *System Producent* for små partikelfilter systemer til gaffeltrucks baseret på indtil 6 liters WFF samt tilsætning af Ferrocene, Jern *dieselolie additiv*. Systemet opererer med relativt høje modtryk (10-60 kPa), har været på markedet siden midten af 80'erne og leveret flere tusinde anlæg til tyske kunder baseret på Cordierite WFF, hvoraf en stor del dog har voldt alvorlige problemer. GfA drives af Alfred Wengenroth og gik i 1995 over til udelukkende at benytte NoTox WFF substrater og har opnået stor succes hermed. Alle systemer er cannet, opbygget med 2" WRG (Whitworth Rør Gevind) samlinger, en noget utraditionel metode der virker overraskende godt. Alle systemer er udrustet med en trykvagt der ved 50 kPa giver alarm for højt modtryk i håb om at chaufføren finder fejlen og får filteret serviceret. BILLED nr ??

Global luftforurening - Vores planet har igennem millioner af år været udsat for naturlig forurening fra vulkaner og orkaner. Gennem de sidste 200 år har luftforureningen antaget frygtindgydende dimensioner på grund af menneskets industrialisering. Vi bruger stadig større mængder af fossilt brændstof til transport, opvarmning og industri. Antallet af køretøjer stiger kraftigt. For 8 år siden var der 500 x10⁶, hvoraf de 385 x10⁶ var automobiler med Otto-motor. På trods af forbedret motorteknik og katalysatorer stiger emissionsbelastningen af vor klode stadig betragteligt. Se også CO₂ udslip.

Ingen figur tekst da den findes på skema VOVLO Bussen i miljøet side 4

Hva medJes Fenger ... side 56

Glødehoved-motor - ægte to-takt meget driftssikker stempel Otto-motor der ved lavt omdrejningstal arbejder med direkte indsprøjtning af drivmidler med relativt højt kogepunkt, som f.eks. Petroleum, på en konstant glødende overflade eller kammer. Relativ langsom forbrændings hastighed og forbrændingstryk i området 200 kPa..... . I mekanisk konstruktion oftest med boring mellem 130-340 mm og slag mellem 180-380 mm i indtil tre cylindret udførelser. Glødehoved indsatsen forvarmet >5 min. med en blæselampe før igangsætning med trykluft eller evt. med krudtpatron. Motoren var over mange år flittigt benyttet i den danske fiskerflåde og krævede stor ekspertise at betjene.

Typisk 2 cyl 60 kW motor	Middeltryk kPa	Virkningsgrad %
25% last	170	33

50% last	220	50
75% last	250	60
100% last	300	75

Forbruget ved fuldlast lå gerne i området 380-400 g/kW/t hvilket ikke er videre godt, men den store driftssikkerhed og tolerance overfor billige drivmidler kompenserede herfor. I forskrifterne fra Germanischen Lloyd kræves der udluftning fra motorrum og især motorens sikkerhedsventil for at undgå forgiftning.

BILLEDTEKST - Skibsmotor aggregat på 4,5 ton med på skruen regulerbare blade fra HMG - Hanseatischen Motoren-Gesellschaft i Hamburg på omkring 50 kW/ ~250 o/m. Blæselampe forvarmning på den ene cylinder.

Gløderør for lettere og betydeligt mindre emission under opstart af mindre Diesel-motore. Findes generelt kun på mindre for- eller hvirvelkammer motorer og små "direkt injection" auto-motorer. Fejl på et enkelt rør kan volde endog meget store emissionsudslip, og bør alle udskiftes ved fejl på et enkelt. De største producenter er BERU, Bosch, NGK og Lodge hvoraf Bosch alene leverede 11 x10⁶ gløderør i 1994. FIGUR

GMX – Engelhards opkøb af det amerikanske firma General Plasma Inc. i 1995 var introduktion af aktive *keramiske belægninger* for emissions reduktion. Når

.....

Gnistfang er under visse kørselsforhold lovbehaftet og fremstilles i centrifugal typen af flere producenter. Visse typer kan erstatte lyddæmperen. Gassen sendes i rotation af ledeskovle, hvorved gnister og hede partikler slynges ud mod den koldere yderflade og afkøles. Fremstilles af blandt andet Western Tydens i 12 størrelser indtil 300 kW motor effekt og forhandles af Unikat AB. Kongskilde fremstiller 3 forskellige størrelser indtil 6 liters motorer i standard. Andre producenter er SuperTrap og Burges begge fra USA. *Vandscrubber* og WFF partikelfiltre er desuden alletiders gnistfang, men ikke nødvendigvis godkendte.

Ekspllosionssikre køretøjer udføres af stærkt specialiserede virksomheder hvor PyroBan Ltd. i England hører til de største i Europa.

BILLED-tekst - Udrangeret lokomotiv fra Jura-bjergene drevet af en to cylindret Otto-motor. Minen var kendt for store mængder af Methan hvorfor maskinen er udrustet med labyrint med en recirkulerende vand/sand blanding i den nærmest massive støbning midt i maskinen.

Gnisttændings motoren var som kraftkilde til automobiler en naturlig fortsættelse af de anstrengelser man i Europa havde i starten af den 19. århundrede. *Lenoir* var den første der i patent fra 1860 beskrev en praktisk anvendelig forbrændings stempelmotor. Charles Dussault fik patent på en motor i 1870. *Daimler* konstruerede i 1872 som ansat hos *Otto & Langen* en funktions duelig motor. Allerede omkring århundred skiftet var stempelmotoren tæt på fuldt udviklet, som vi kender den i dag, og overraskende nok er der stort set ikke sket betydelige landvindinger siden, lige bortset fra elektronisk styret tænding og brændstof indsprøjtning.

Go-kart for ... er særdels populære for tiden BILLED- tekst - Som den for tiden bliver kendt national. Med en serie

.....

..... Honda GX160 4 kW motorer er langt de mest populære..... . nu da interessen er gået af de engang så populære kaninfanger kursus. Monteret i forfatterens dynamometer ses følgende motorer at give følgende emissioner

Emission - forbrug - g/kW/t - CARB7	kW/o/m	forbrug	Olie	CO	HC	NOx
GX160 - 5,5HK - 1984 - på Benzin	4/3600	320		315	10,5	3,4
..... på Methanol						

To-takt motorerne på de professionelle maskiner ...

.....

.....

..... Der en del erfaringer med at anvende Methanol på go-karts i Danmark

..... I den tidlige start for Go-kart i 1960erne udvikledes en serie *Race-motor drivmiddel* sammensætning

..... Se desuden is-maskine og High Energy Fuels.

I England pågår der et projekt med *Honda* og en gasleverandør for LPG drift af Go-karts og to-vejs oxidations katalysatorer. BILLEDTEKST - Go-karten blev ved et tilfælde opfundet af Art Ingels der var mekaniker for Frank Kurtis på Indianapolis racerbanen i 1956. Det originale køretøj med en 2½ HK West Bend plæneklipper motor.

Gravemaskiner (Excavator- hydrauliske) med larvebånd i stål eller gummi sælges der i området 600-700 stk af om året i Danmark. Populære mærker er *Liebherr*, O&K, *Caterpillar*, Atlas, Komatsu, Case og Volvo/Åkerman. For gravemaskiner er følgende partikelfilter leverandører relevante.

BILLED-tekst- Den viste "Gravco" maskine af fabrikat...ejet af entreprenør K. Hindhede kørte 1930 på Østre-Gasværk med udgravning af koksplads. Den ses at ose ganske betydeligt.

BILLED-tekst - CAT 325L gravemaskine på 26 ton tjenestevægt med 6 cyl 3116 TA Diesel-motor på 125 kW/2.000 o/m og 6,6 liter volumen. Udrustet med et *Stobbe* DPF L13-kat partikelfilter system special bygget til erstatning af den originale lyddæmper. Systemet er baseret på en 13 liters *NoTox* monolith med indbygget monolith oxidation katalysator og anvendelse af SAT-60 *dieselolie additiv* i forbindelse med almindeligt Let-diesel brændstof. Totalt reducerer systemet CO med >95%, HC med <80% og partikler med >98% uden at påvirke NO_x. De af Caterpillar maksimale *modtryksforhold* overholdes og målt til at være <3 kPa. BST-Entreprenør målte uge 31/96 CO udslippet til uhørt lavt <10 ppm under middel last.

BILLED-tekst- CAT ?? gravemaskine på 25 ton tjenestevægt med 6 cyl ??? TA Diesel-motor på ?? kW/2.000 o/m og ?? liter volumen. *Unikats* lidt ældre model *Combi-filter* L8 i dobbelt version med indbygget katalysator for reduktion af CO med <60%, HC med <50% ved temperatur over 350°C og partikler med >90% uden at påvirke NO_x. Systemet skal tilsluttes 230 VAC 6 timer for hver 10 timers drift.

Det er af betydning at *driftsudgifter for partikelfiltre* holdes på et minimum hvorfor valg af system af er af stor betydning.

BILLED-tekst - Komatsu P240 udrustet med Perkins 1000.6-6Tmotor med boring 100 mm, slag på 127 mm, volumen på 6 liter, turboladet med effekt på 123 kW/2.600 o/m. Maskinvægt på 23 ton og monteret med et *NoTox* DPF L20 partikelfilter system special bygget til erstatning af den originale lyddæmper. Udstødningsgasrør mellem turbolader og filter på ca. en meter er for den første halve meter forsynet med et stråleskjold af alu-slange og på den følgende med to lag Ø65 mm glasfiberstrømpe omsluttet af 80 mm alu-ventilations slange.

Det målte modtryk på nyt anlæg var 4 kPa ved fulde omdrejninger og last.

.....

Deutz tilbyder systemer baseret på Corning WFF eller 3M Cartridge med oliefyrt regenerering. Ingen katalysator men separerer sod med <90%. For store gravemaskiner, der er meget hårdt belastet, kan *HUG Engineering* med et coated, tråd bevirket filter og eventuelt indbygget Diesel-motor-katalysator være et alternativ. Se desuden minigravemaskiner.

Gravemaskine kørselsforhold (Excavator) giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfiltre.

Med en Intab AAC-2 data-logger blev der uge 30/96 på en 26 ton *Caterpillar* 325L (6 cyl 3116TA motor) over en 6 times periode med *Måleudstyr til driftbetingelse* bestemmelse målt følgende udstødningsgas temperaturer. Maskinen arbejdede med ledningsomlæggelse på Christianshavn og derfor ikke belastet maksimalt.

udstødningsgas °C	150	200	250	300	350	400	450	500
% drifts tid over	70	47	28	10	6	2		

Minimum drifts betingelser for partikelfilter koncept baseret på *regenerering med additiv*. Temperaturen er ikke tilstrækkelig for partikelfiltre baseret på *regenerering med katalytisk coating*. Med 47% tid over 200°C vil en eventuelt indbygget oxidations katalysator reducerer CO i >47%, men kun HC i 28% af driftstiden. Maksimal temperatur var 423°C.

Med data-logger blev der uge 36/96 på en 22 ton *Liebherr* model 912 med type D904F motor (4 cyl, 96 kW, 5,6 l, TC) over en 4 times periode bestemmelse målt følgende udstødningsgas temperaturer. Maskinen arbejdede med udvidelse af Helsingørmotorvejen i Lyngby.

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

..... der giver gode betingelser koncepte. Med % tid over 200°C vil en indbygget oxidation katalysator virke i >85% af driftstiden.....

..... IKKE udført endnu

Komatsu P240 udrustet med Perkins 1000.6-6Tmotor blev udstødningsgas temperatur målt til 150°C i tomgang, 375-425°C ved let arbejde og 425-475°C ved hårdt arbejde.

Grossversuch i Tyskland i slutningen af 80'erne skulle belyse kvalitet og levetid for partikelfilter systemer til bybusser og renovationsbiler. Så mange som 1500 var tænkt monteret med filtre. Der blev monteret nogle hundrede Mercedes og MAN systemer i 25 byer sponsoreret af den tyske regering, UBA - Umwelt-Bundes-Amt. Der var sat et maksimum på 15.000 DM for et partikelfilter system på trods af, at alle produkterne solgtes til 25.000 DM. Desværre førte alle disse anstrengelser ikke til udvikling af stabile og prismæssigt gunstige partikel filter systemer, og en hel del af interessen døde med systemerne. Forsøget blev styret af Dr. Heine fra RWTVU i Essen.

Grænseværdier er normer fastsat for arbejds miljø i Danmark af *Arbejdstilsynet*. Den populære betegnelse er HGV, hvilket står for Hygiejniske Grænse-Værdier. Det primære formål for AT er at forebygge arbejdsskaber og *helbredsproblemer*. En HGV angiver den koncentration, som det tidsmæssige gennemsnit af koncentrationen ikke må overstige i løbet af en arbejdsdag. Værdien angives i ppm (cm³/m³) eller i mg/m³. Grænseværdier angiver koncentrationer, der ikke anses for skadelige eller generende hverken ved akut påvirkning eller gennem et helt arbejdsliv. Mindre overskridelser i kortvarige perioder på op til 15 minutter accepteres, dog er der for mange stoffer en Loftværdi, som ikke må overskrides.

Fastlæggelse af grænseværdier er baseret på den viden, man i dag har om stoffernes virkning. Da vores viden på disse områder øges bliver de enkelte stoffers grænseværdier løbende revideret. Det må ikke opfattes som "god praksis" blot at bringe koncentrationen ned på HGV, men tilstræbe væsentlig yderligere reduktion. Ikke mindst når der er tale om flere forskellige luftforureninger og måske samtidigt hårdt fysisk arbejde. Lovgivningen i Danmark omkring gasser frembragt af motorer er ikke tidssvarende og trænger til en revurdering..... Der findes ingen HGV for, hvad motorer må udsende, hvilket på sin vis er rimeligt, da det er arbejdsområde koncentrationen der er interessant.

Den seneste liste, Juli 1994 indeholder eksempelvis følgende HGV:

- CO - Carbonoxid grænsen er for tiden 35 ppm, den er 40 mg/m³
- PAH - Polyaromatiske Hydrocarboner som gruppe er 0,2 mg/m³
- Formaldehyd 0,3 ppm
- Benzen 5 ppm
- Xylen 35 ppm
- Hydrocarboner, aromatiske <C₉ 10 ppm, >C₁₀ 25 ppm
- Tuloen 35 ppm
- Ethanol 1000 ppm
- Methanol 200 ppm
- Kulstøv (sod) der er respirabelt 2 mg/m³
- NO₂ - Nitrogendioxid 3 ppm - 5,6 mg/m³
- NO - Nitrogenoxid 25 ppm - 30 mg/m³
- O₃ - Ozon 0,1 ppm - 0,2 mg/m³
- SO₂ - Svovldioxid 2 ppm - 5 mg/m³

det ses

HGV eksempel: Isopropylalkohol (vægtfylde 0,79 g/cm³) anvendes til rensning af ansigtshud. Ved et uheld tabes der en sjat på 20 ml/20 cm³, vægt på 15,8 gram, i badeværelset med et rumfang på 15 m³ (3x3x2,5m). HGV for den væske ses ved opslag at være 490 mg/m³ med en lofffaktor på 1,25. Ved simpel regning findes, at HGV hermed er overskredet med en faktor >1,5, hvis det var en arbejdsplads (15 m³ x 490 mg/m³ x 1,25 = 9,2 gram).

At organiske opløsningsmidler er farlige ses ved at f.eks. Benzen anvendt i laboratorier kun må benyttes i ventileret stinkskab hvorved kontakt og mulighed for indånding helt undgås. JWH

Omkring *ventilation* og *punktudsugning* er lovgivningen indrette således at eksport af emissionen fra at være indendørs til at blive udendørs umiddelbart løser krav fra Arbejdstilsynet, men flytter et eventuelt godkendelses problem over i *Miljøstyrelsen*.

Grænseværdier for udendørsmiljø er fastsat nationalt, EU plan på basis af anbefalede nivåer fra *WHO*. Formålet er at beskytte mennesker, dyr, planter og bygninger mod virkninger fra de af mennesker skabte toksiske stoffer. Hertil er der tilknyttet et af *Danmarks Miljøundersøgelser* og Hovedstadsregionens Luftovervågningsenhed (HLU) udført Luftkvalitets Måle Program (LMP), der danner grundlag for de politiske beslutninger.

Gummihjulsæssere anvendes i mindre udstrækning til lastning i lagerhaller. Haller der generelt ikke er udrustet med betydelig tvungen rumventilation, hvorved der kan ske en opkoncentrering af emissioner fra køretøjer. Der blev solgt mere end 230 store maskiner i 1995 i Danmark.

World wide er markedet for "industrial wheel loaders" på ~60.000 om året. Omkring 40% sælges i Europa hvor Tyskland er det største marked og aftager 3.500 enheder om året.

BILLED-tekst - Den på billedet viste 13 ton lidt ældre rammestyrede Volvo BM L90 er forsynet med en Unikat type U-135-S pille-katalysator med elektrisk forvarmning. Chaufføren er omhyggelig med at sikre 1½ forvarmning hver morgen, hvorved opstartsemissioner stort set elimineres. L90 er udrustet med en TD-61-G motor på 115 kW fra lastbils produktionslinien og får derved fordele fra dennes udvikling. Afstand mellem turbolader og katalysator er mindre end 0,5 meter. -

Fremstilles af *Volvo BM* i 7 størrelser med indtil 48,7 ton maskinvægt og desuden i specialudførelser som compactor eller læssemaskine for tømmer.

BILLED-tekst - *Caterpillar* 966F serie II er den sidste nye version af den populære 22 ton maskine, der fås i en version med speciel miljøvenlig 3306 motor. Den på billedet viste tyske 966FII med 170 kW motor er udrustet med Deutz partikelfilter type DPFS, full-flow uden katalysator. Årsagen er regler i Tyskland, Østrig og Schweiz, der forbyder Diesel-motorer uden partikelfilter ved arbejder indendørs eller i tunneler. -

BILLED-tekst - CAT 950F er udrustet med motor 3116 på 127 kW/2.200 o/m hvor der på basis af god plads rimeligt enkelt monteres en kombineret dæmper, katalysator eller partikelfilter på den originale dæmper plads. Eksemplet viser et af Stobbe konstrueret system med Catox oxidations katalysator. -

Følgende partikelfilter leverandører er relevante:

NoTox International fremstiller komplette systemer baseret på en NoTox monolith med indbygget oxidation katalysator, lyd-dæmpning og *dieselolie additiv*. Maksimalt kan konceptet reducerer CO med >90%, HC med <80% og partikler med >95% uden at påvirke NO_x.

Unikats Combi-filter kan kombineres med en katalysator for reduktion af CO med >90%, HC med <80% og partikler med >90% uden at påvirke NO_x.

Deutz eller *Ernst* har systemer baseret på Corning WFF eller 3M Cartridge med olie-fyr regenerering. Ingen katalysator men separerer sod med <90%.

Gummihjulsæsser kørselsforhold giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfilre.

Med en Intab AAC-2 data-logger blev der uge 5/97 på en årgang 1993 CAT 950F med 3116T motor og 4.500 drifttimer over to 8 timers periode med *Måleudstyr til driftbetingelse* bestemmelse målt følgende udstødningsgas temperaturer. Dagens opgaver karrakteriseres som let, med til/fra kørsel af muld til harpeanlæg på Renovadans miljøplads i Ganløse. Brændstofforbruget er ~150 liter på en normal arbejdsdag.

°C	150	200	250	300	350	400
% drifts tid over	82	62	57	52	45	10

Med udstødningsgas temperatur som vist i skema er der gode betingelser for både partikelfilter baseret på *regenerering med additiv* eller oxidations katalysator. Med 62% tid over 200°C vil en eventuelt indbygget oxidation katalysator virke i >62% af driftstiden. Tomgangs temperatur i gennemsnit 135°C. Ladeluft temperatur 75-100°C. Tryktab over original lydæmper blev målt til maksimalt 2 kPa.

Med data-logger blev der uge 24/96 på en Volvo ... med TD... motor over en 4 timers periode bestemmelse målt følgende udstødningsgas temperaturer:

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

der giver gode betingelser koncepte. Med 85% tid over 200°C vil en indbygget oxidation katalysator virke i >85% af driftstiden.