

Ken Friis Hansen, centerchef
Teknologisk Institut, Center for Forbrændings- og Motorteknik



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Partikelfiltre til dieseldkøretøjer

Baggrund

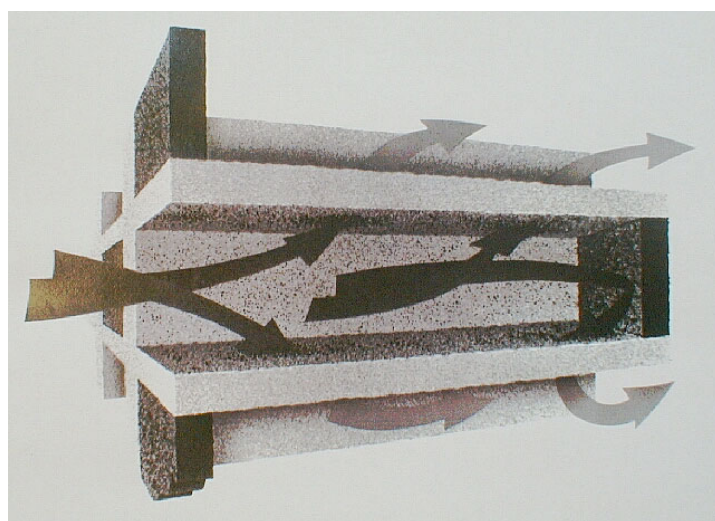
Partikler fra køretøjer, specielt dieseldkøretøjer, udgør det største trafikskabte miljøproblem i byerne. En af de mest lovende tekniske løsninger til reduktion af udslippet af partikler fra dieseldkøretøjer er partikelfiltre. De seneste år er der sket en markant udvikling i udbuddet af partikelfilterteknologier og også i interessen for og anvendelsen af partikelfiltre.

Ét af de nyeste tiltag i Danmark er etablering af Færdselsstyrelsens principgodkendelsesordning for partikelfiltre til lastbiler, busser og varevogne. Med principgodkendelsen tilstræbes, at kun produkter, som overholder Færdselsstyrelsens kravspecifikation, anvendes i Danmark. Hermed lægges et grundniveau for, hvad et partikelfilter skal kunne præstere, og potentielle køberes usikkerhed overfor produkterne reduceres væsentligt. Der skulle dermed være dannet grundlag for en større udbredelse af partikelfiltre - til gavn for miljøet, specielt i byerne.

Med dette indlæg vil Teknologisk Institut, som bl.a. varetager principgodkendelsesordningen for Færdselsstyrelsen, redegøre for den seneste teknologiske udvikling inden for partikelfiltre, samt for formålet og opbygningen af principgodkendelsesordningen. Indlægget baserer sig på 15 års erfaringer med partikelfiltre, hvoraf specielt de senere år har genereret en række praktiske erfaringer med anvendelse af partikelfiltre, bl.a. gennem Odense-forsøget¹, som er blevet omsat til Færdselsstyrelsens kravspecifikation. Overholdelse af denne kravspecifikation kan nu dokumenteres med en principgodkendelse.

Partikelfiltres funktion

Et partikelfilter er normalt konstrueret af et keramisk materiale og udformet med et stort antal kanaler, som er lukket i den ene ende. Da nabokanalerne er lukket i modsatte ender, tvinges udstødningssgasen til at passere gennem kanalvæggen, hvor partiklerne filtreres fra.



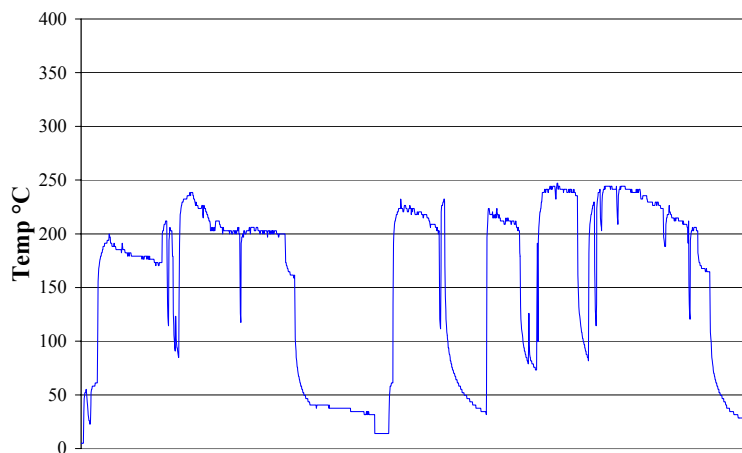
Figur 1: Et partikelfiltres principielle ombygning

¹ ”Storskalaforsøg med partikelfiltre på tunge dieseldkøretøjer i Odense”, Færdselsstyrelsen, juni 2002

Filtrene er meget effektive til at opsamle partikler. Ofte ses virkningsgrader op til 99,9% i prøvebænk og over 80% i daglig drift. Det er værd at bemærke, at alle dieselpartikler er ultrafine ($< 0,1 \mu\text{m}$), og at partikelfiltre har lige stor effektivitet overfor alle partikelstørrelser, og derfor også reducerer antallet af ultrafine partikler med de nævnte virkningsgrader.

Efterhånden som der opsamles flere og flere partikler, fyldes kanalerne op, og trykfaldet over filteret stiger. Hvis partiklerne ikke bortskaffes, vil motoren til sidst blive "kvalt". Der er altså behov for at fjerne partiklerne, eller at regenerere filteret, som det kaldes.

Partiklerne består primært af kulstof og organiske forbindelser og kan derfor brænde. Desværre er afbrændingstemperaturen (ca. $500 \text{ }^\circ\text{C}$) væsentligt højere end normalt forekommende udstødningstemperaturer ($150\text{-}400 \text{ }^\circ\text{C}$), og der er således behov for et system til at understøtte regenerationen, enten ved at hæve udstødningstemperaturen eller ved at sænke partiklernes afbrændingstemperatur.



Figur 2: Udstødningstemperaturer for en renovationsvogn målt over en arbejdsdag.

Hvilken teknik der anvendes til regeneration, er den væsentligste forskel på de partikelfiltre, som er kommercielt tilgængelige i dag.

Blandt de teknikker, som anvendes, kan nævnes:

- Katalysatorer
- Brændstofadditiver
- Elektrisk opvarmning
- Oliebrænderopvarmning

Nogle af disse teknikker kan naturligvis også anvendes i kombination.



Kort om erfaringerne fra Odense-forsøget

Odense-forsøget, hvor 125 busser, renovationsbiler og lastbiler i daglig drift gennem 2 år kørte mere end 12 mio. km tilsammen med partikelfiltre, har genereret værdifulde praktiske erfaringer med partikelfiltre.

Den vigtigste erfaring fra Odense forsøget er, at der er to vigtige faktorer, som man skal være opmærksom på for at undgå problemer med eftermonterede partikelfiltre:

1. Køretøjet skal være fornuftigt vedligeholdt, således at motorens emission af partikler ikke overstiger, hvad man forventer. I praksis betyder det, at motoren ikke må have højt forbrug af smørelolie og skal have en passende lav opacitet (røggastæthed).
2. Køretøjet skal have et driftsmønster, som sikrer, at udstødningstemperaturen bliver høj nok til det anvendte filter. I praksis betyder det, at man må vælge sit filter efter driftsmønsteret, og i de tilfælde hvor udstødningstemperaturen er meget lav, kan det være nødvendigt at anvende et mere kompliceret partikelfilter.

Hver af disse faktorer tegnede sig for omkring 10% af de driftsproblemer, som blev konstateret i Odense. Erfaringerne kan også sammenfattes således.

Hvornår kan der eftermonteres partikelfiltre?	Køretøjer med en god vedligeholdstilstand (lav opacitet)	Køretøjer med en dårlig vedligeholdstilstand (høj opacitet, højt olieforbrug)
Driftsmønster, som i sig selv giver en høj udstødningstemperatur (250-300 °C)	I dette område er det uproblematisk at eftermontere partikelfiltre. Der skal ikke forventes særlige problemer ud over, at der skal læres noget om vedligeholdelse af filtrene.	I dette område kan eftermontering af partikelfiltre foretages, men der skal gennemføres en nøjere overvågning af driften og hyppigere service. Erfaringerne viser, at en renovering af motoren er fordelagtig.
Driftsmønster, som giver lavere udstødningstemperatur	I dette område kan der monteres partikelfiltre, såfremt der vælges en filtertype, hvor kravene til udstødningstemperatur er lavere. Det kan se ud til, at kravene til motorens vedligeholdstilstand samtidig skærpes.	En række af de problemer, der er konstateret, knytter sig til dette område. Det kan normalt ikke anbefales at eftermontere partikelfiltre på disse køretøjer, medmindre man har en rimelig stor erfaring i service og drift af filtre.

Figur 3: Sammenfatning af driftserfaringer fra Odense-forsøget

Den overordnede konklusion fra Odense-forsøget er, at partikelfiltre virker, men at man skal være opmærksom på køretøjets vedligeholdsstand og driftsmønster, når man eftermonterer partikelfiltre.

Færdselsstyrelsens principgodkendelse

Færdselsstyrelsen har efterfølgende, på basis af erfaringerne fra Odense-forsøget, revideret den kravspecifikation, som blev opstillet forud for indkøbet af partikelfiltre til forsøget. Færdselsstyrelsen opfordrer købere af partikelfiltre til at gøre brug af erfaringerne fra Odense-forsøget og til kun at købe filtre, som overholder kravspecifikationen.

For at gøre markedet endnu mere overskueligt tilbyder Færdselsstyrelsen desuden filterfabrikanterne at principgodkende partikelfiltre, dvs. at verificere, at partikelfiltret overholder Færdselsstyrelsens kravspecifikation. Principgodkendelsesordningen er naturligvis frivillig. Ordningen varetages af Teknologisk Institut og er gratis for fabrikanterne, idet udgifterne afholdes af Trafikpuljen².

Med principgodkendelsen tilstræbes, at kun produkter, som overholder Færdselsstyrelsens kravspecifikation, anvendes i Danmark. Hermed lægges et grundniveau for, hvad et partikelfilter skal kunne præstere, og potentielle køberes usikkerhed overfor produkterne reduceres væsentligt.

Til dato har fem filterfabrikanter søgt om principgodkendelse af i alt seks partikelfiltre. Ingen af ansøgningerne er endnu færdigbehandlet. Det forventes, at der inden årets udgang er udstedt ca. otte principgodkendelser, og at alle de mest udbredte partikelfiltre på markedet vil være principgodkendte.

Den seneste udvikling

I 2006 kommer der nye krav til motorer til lastbiler og busser, den såkaldte Euro4-norm. Da man i EU vedtog Euro4-normen satte man kravet til partikelemissionen så lavt (0,02 g/kWh), at man regnede med, at det ville betyde anvendelse af partikelfiltre på alle nye tunge køretøjer. Samtidig vedtog man en Euro5-norm, hvor kravet til NO_x-emission er så lavt (2,0 g/kWh), at det vil kræve anvendelse af deNO_x-katalysatorer, som end ikke var til rådighed, da kravet blev vedtaget.

Da lovgivningen aldrig kræver anvendelse af en navngiven teknologi, men blot sætter grænseværdier, er det op til motorproducenterne at vælge de tekniske løsninger. Det står nu klart, at stort set alle motorproducenter vælger en løsning til opfyldelse af Euro4, hvor man optimerer motoren til at klare partikelkravet *uden* partikelfilter. En sådan motorkalibrering giver et lavt brændstofforbrug, hvilket er et væsentligt salgsargument, men også en meget høj NO_x-emission, som kræver anvendelse af én af de deNO_x-teknologier (SCR - Selective Catalytic Reduction), som man først forventede i brug til Euro5.

Der ser altså ud til, at partikelfiltre på nye lastbiler og busser lader vente på sig. Paradoksalt nok kommer der flere og flere nye diesel personbiler med partikelfilter, selvom der ikke findes nær så strenge lovkrav på dette område. Udviklingen er da også helt drevet af markedsvilkårene, idet Peugeot har fået vældig succes med deres biler med partikelfilter og nu har solgt over ½ million, hvilket de øvrige producenter ikke kan ignorere.

² Mere om principgodkendelse af partikelfiltre på www.teknologisk.dk/partikelfilter



Det må dog forventes, at interessen for at eftermontere partikelfiltre på eksisterende og nye køretøjer vil vokse i de kommende år. En del offentlige og private virksomheder stiller allerede krav til deres entreprenører om anvendelse af partikelfiltre. Det mest oplagte eksempel er Københavns Kommune, hvor Borgerrepræsentationen har besluttet, at der skal partikelfiltre på kommunens egne køretøjer og på alle køretøjer, som kører på kontrakt for kommunen. Desuden har Københavns Kommune ansøgt om tilladelse til etablering af en miljøzone i København, som kan medføre yderligere påbud om anvendelse af partikelfiltre. Endelig har Regeringen på finansloven afsat 15 mio. kr. til eftermontering af partikelfiltre i hvert af årene 2004 og 2005.

De største tekniske udfordringer for producenter af partikelfiltre til eftermontering på lastbiler, busser, varevogne, entreprenørmateriel osv. er dels rettet mod højere pålidelighed og lavere servicebehov, dels mod udvikling af filtre til brug i lavtemperatur driftsprofiler.

Sammenfatning

Partikler fra køretøjer udgør det største trafikskabte miljøproblem i byerne. Den mest lovende tekniske løsning til reduktion af udslippet af partikler fra dieselkøretøjer er partikelfiltre. Flere og flere diesel personbiler er udstyret med partikelfiltre, mens samme udvikling ikke foreløbig kan ventes for lastbiler, varevogne, busser og entreprenørmateriel. For disse køretøjer vil der også i fremtiden være tale om eftermontering af partikelfiltre pga. lokale initiativer eller restriktioner.

Med Færdselsstyrelsens principgodkendelsesordning for partikelfiltre til lastbiler, busser og varevogne tilstræbes, at kun produkter, som overholder Færdselsstyrelsens kravspecifikation, anvendes i Danmark. Hermed lægges et grundniveau for, hvad et partikelfilter skal kunne præstere, og potentielle køberes usikkerhed overfor produkterne reduceres væsentligt.