

Fremtidig EU-regulering af partikeludslip fra motorkøretøjer

Specialkonsulent Erik Iversen, Miljøstyrelsen

1. Problemstilling

At partikeludslip fra dieselmotorer har væsentlige sundhedsskadelige effekter har været erkendt i mange år. Tidligere blev de kræftfremkaldende egenskaber anset for det væsentligste problem, og interessen var derfor i høj grad rettet mod kræftfremkaldende stoffer (f.eks. PAH), som kunne være adsorberet på overfladen af partiklerne. Egentlige krav til partikeludslip blev dog først introduceret i starten af 1990'erne. Grænseværdierne refererer til den partikelmasse, som opsamles på et filter ved en nærmere specificeret testprocedure. Partikeludslippet angives i g/km for person- og varebiler og i g/kWh for tunge køretøjer.

Partikeludslippet fra en dieselmotor er typisk 100-1000 større end fra en normal benzinmotor. Det er baggrunden for, at man hidtil ikke har interesseret sig så meget for partikelforureningen fra benzinmotorer.

Efter offentliggørelsen af to store amerikanske befolkningsundersøgelser i første halvdel af 1990'erne, som påviste en signifikant sammenhæng mellem "dødelighed" og koncentrationen af især de helt små partikler i luften, er fokus blevet rettet mod partiklerne selv, og især mod de allermindste partikler

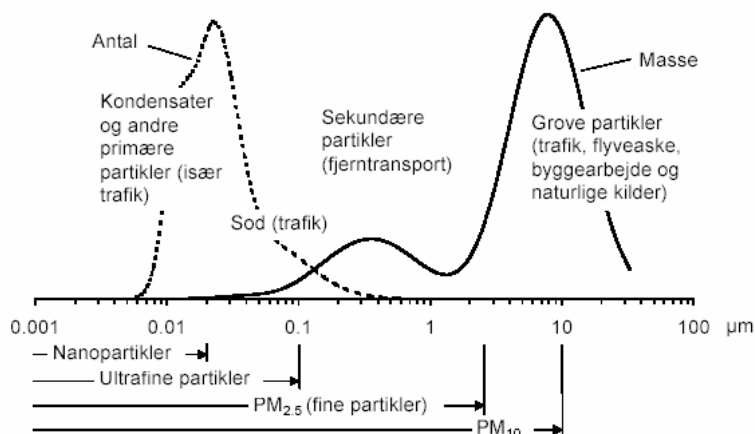


Fig. 1. Den vandrette akse angiver partikeldiameteren i μm . Den fuldt optrukne og den stiplede kurve angiver partikelfordelingen opgjort som henholdsvis masse og antal.

De små partikler bidrager kun lidt til massen af partiklerne, og det diskuteres derfor nu, om de eksisterende grænseværdier skal erstattes af eller suppleres med grænseværdier for antallet af partikler. Dette har rejst en række nye problemstillinger:

- Skal man skelne mellem faste partikler (sod) og flygtige partikler (væskedråber)?

De flygtige partikler udgør en meget væsentlig andel af de allermindste partikler (nanopartiklerne). Endvidere udgør de den fremherskende del af partiklerne fra almindelige benzinmotorer, som anvendes i personbiler, motorcykler og knallerter. Problemstillingen synes at være lidt anderledes i de moderne benzinmotorer med direkte indsprøjtning (GDI-motorer). Det er en almindelig opfattelse, at de flygtige partikler ud fra en sundhedsmæssig vurdering er mindre problematiske, idet de typisk vil blive opløst i luftvejene, før de når lungerne.

- Udvikling af reproducerbare og meningsfyldte målemetoder for partikelantal

De flygtige partikler dannes primært ved opsamlingen af udstødningsgassen i forbindelse med afkøling og fortynding. Det er derfor ikke muligt rent motorteknisk at påvirke dette udslip. Opsamling af partiklerne bliver kritisk element

2. EU-regulering

2.1 Eksisterende regulering

De første EU-udstødningsnormer for partikeludslip fra dieseldrevne motorkøretøjer blev indført med virkning fra 1990 for personbiler og fra 1993 for lastbiler og busser. Kravene er senere blevet skærpet i flere omgange, ligesom der er blevet indført normer for non-road køretøjer (traktorer og arbejdsmaskiner). De første normsæt var alene rettet mod nye køretøjer. I de seneste skærpelser (Euro 3 og Euro 4) for personbiler er indført en række andre elementer:

- Holdbarhedskrav

For personbiler er holdbarhedskravet 80.000 km eller 5 år. (udvides til 100.000 km fra 2005).

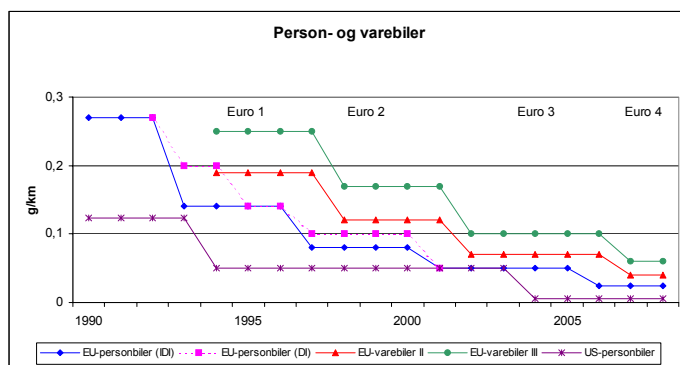
- In-use compliance (overensstemmelseskontrol)

Motorfabrikanter skal gennemføre måleprogrammer på biler i brug.

- OBD (on board diagnostic)

Giver informationer til chaufføren og til indbygget computer ved eventuelle fejl ved det emissionsbegrænsende udstyr. Det vil være en væsentlig hjælp i forbindelse med periodiske syn.

De samme elementer vil blive indbygget i reguleringen for tunge køretøjer fra 2005. Udviklingen i EU og USA for forskellige køretøjskategorier fremgår af figur 2 og 3.



Figur 2. Udstødningsnormer for personbiler og varebiler. Varebiler inddeles i 3 grupper: I (<1305 kg; samme normer som personbiler); II (1305-1760 kg); III (>1760 kg).

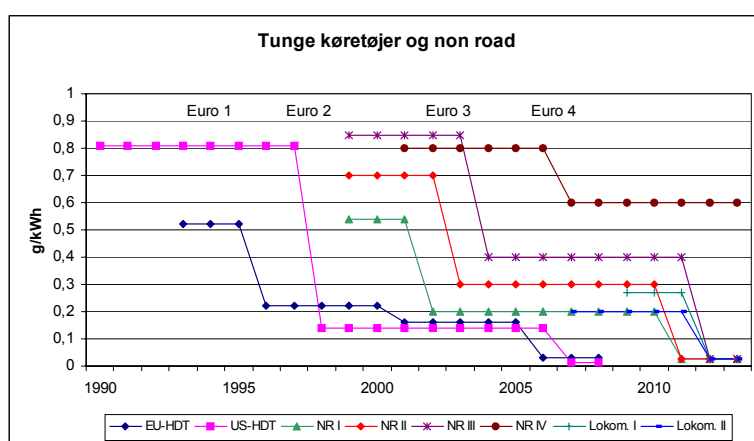


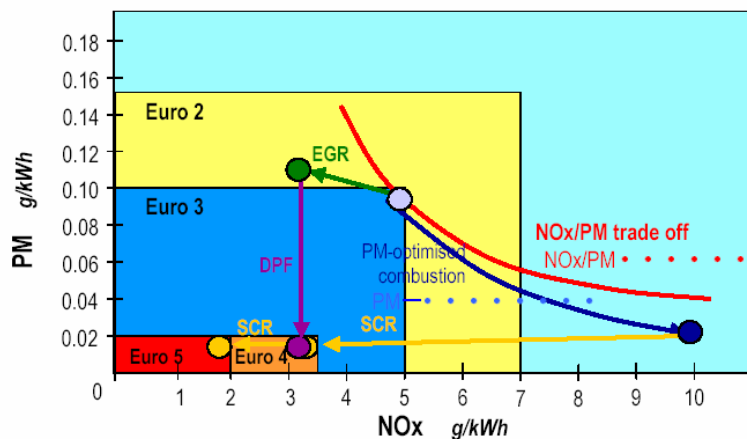
Fig. 3. Udstødningsnormer for tunge køretøjer (EU-værdier omregnet til transient test), non-road køretøjer (traktorer og arbejdsmaskiner) og lokomotiver. Non-road køretøjer inddeles i 4 grupper: I (130-560 kW); II (75-130 kW); III (37-75 kW); IV (18-37 kW). Lokomotiver inddeles i 2 grupper: I (>2000 kW); II (130-2000 kW). Det sidste trin for non road køretøjer og værdierne for lokomotiver er endnu ikke endeligt vedtaget.

EU-normerne indeholder også grænseværdier for røgtæthed, bestemt ved en såkaldt load response test.

Der knytter sig en ganske interessant politisk historie til udviklingen i grænseværdierne for personbiler og lastbiler/busser. Da EU-kommissionen i 1995 fremlagde forslag til de fremtidige normer for personbiler (Euro 3 fra 2001 og Euro 4 fra 2006) var den ovenfor omtalte amerikanske befolkningsundersøgelser ikke generelt kendt, og Kommissionen fulgte dermed den hidtidige linie, hvor man for hvert trin skærper kravene med 40-50%. Den politiske behandling af forslaget fandt sted i 1996 og 1997, og der var ikke nogen speciel debat om de mindste partikler. Der var derfor ingen forventning om anvendelse af partikelfiltre i personbiler.

Da EU-kommissionen i 1998 fremlagde forslag til Euro 3 og 4 for lastbiler og busser, var de amerikanske undersøgelser generelt kendt, og Kommissionen foreslog derfor, at man i første gang alene fastsatte værdier for Euro 3 (2001) og igangsatte nøjere undersøgelser om behovet for at se specielt på de små partikler, før man fastsatte Euro 4 (2006). Miljøministerne mente imidlertid ikke, der var behov for yderligere undersøgelser, og der blev enighed om krav, svarende til detektionsgrænsen for den anvendte målemetode. Der var dengang ikke tvivl om, at en sådan værdi (0,02 g/kWh) kun kunne opfyldes ved brug af filtre. At det lykkedes at nå frem til en sådan beslutning skyldtes i høj grad de politiske skift, som kort forinden var sket i UK (Blair i stedet for Thatcher) og i Frankrig (ny grøn miljøminister).

Den tekniske udvikling er imidlertid gået stærkt, og på trods af forventningen om anvendelse af filtre, ser det ud til, at den europæiske industri vil vælge alternative løsninger for at opfylde Euro 4-normerne. Den tekniske baggrund er den sammenhæng, der for dieselmotorer er mellem udslip af NO_x og partikler. Lavere udslip af partikler giver højere udslip af NO_x og omvendt. Skal man reducere både udslip af partikler og NO_x , kan det ske enten ved, at motoren kalibreres til lavt udslip af NO_x og at det forhøjede udslip af partikler nedbringes ved hjælp af et partikelfilter, eller ved at motoren kalibreres til lavt udslip af partikler, og at det forhøjede udslip af NO_x reduceres ved hjælp af en NO_x -katalysator (SCR). Principperne fremgår af figur 4.



Figur 4. Veje fra Euro 3 til Euro 4.

At industrien foretrækker SCR-løsningen, skyldes blandt andet, at kalibreringen af motoren til lavt partikeludslip alt andet lige medfører lavere energiforbrug og dermed lavere CO_2 -udslip. Ulempen er, at SCR-katalysatoren kræver tilførsel af urinstof, og at der derfor skal opbygges et forsyningsnet for dette produkt, som forventes markedsført under navnet AdBlue.

I USA er det endnu ikke afklaret, hvilken strategi, der vil blive foretrukket for at opfylde de kommende 2007-krav. De hidtidige udmeldinger fra industrien har peget på filterløsninger, men SCR-argumenter ses mere og mere i debatten.

2.2. Fremtidig regulering

Partikeldiskussionen er nu oppe i forbindelse med alle direktiver, der omfatter forurening fra motorkøretøjer. Typisk er indarbejdet en revisionsklausul, hvor Kommissionen pålægges inden for en given frist at fremlægge supplerende forslag.

Person- og varebiler (EU-direktiv 98/69)

Kommissionen skal inden 2006 vurdere følgende forhold:

- skærpede krav, herunder til partikler, til benzinmotorer med direkte indsprøjtning,
- forbedret afprøvningsprocedure for små partikler,
- off cycle emissioner, og
- status for industriel fremstilling af partikelfiltre.

Lastbiler og busser (EU-direktiv 1999/96)

Kommissionen skal inden 2001 vurdere følgende forhold:

- nuværende målings- og prøveudtagningsprocedurers nøjagtighed og repeterbarhed med hensyn til lave niveauer for partikler

Benzindrevne arbejdsmaskiner (EU-direktiv 2002/88)

Kommissionen skal inden 2005 vurdere:

- partikelemissionen fra små benzinmotorer, navnlig to-taktsmotorer,
- målemetoder til partikelemissioner fra små benzinmotorer, og
- omkostninger ved at nedbringe partikelemissionen fra benzinmotorer.

Motorcykler og knallerter (EU-direktiv 2002/51)

Kommissionen skal inden 2003 vurdere:

partikelemissioner fra 2-hjulede køretøjer, prøvemethoder for partikelemissioner, nyt sæt grænseværdier for motorcykler, incl. partikler (diesel og to-takts benzinmotorer), og nyt sæt grænseværdier for knallerter, incl. partikler.

Flere lande er utålmodige, og kræver handling allerede nu. I 2002 fremsendte den svenske miljøminister et brev til EU-miljøkommissæren, hvor man anmoder om, at der bliver gennemført ændringer i EU-lovgivningen, således at de enkelte lande får mulighed for at anvende afgiftslettelser som middel til at fremme køretøjer med partikelfiltre. I foråret 2003 har den franske og tyske miljøminister henvendt sig til miljøkommissæren med opfordring til hurtigst muligt at fremsætte forslag til skærpede krav til personbiler (Euro 5) og lastbiler/busser (Euro 6). Der peges især på behovet for skærpede krav til partikler og NO_x fra dieseldrevne køretøjer. Kommissionen har indkaldt til møde i starten af september med det formål at tage fat på diskussionen om Euro 5 for personbiler og Euro 6 for lastbiler og busser. Kommissionen peger på, at der ud over en skærpelse af eksisterende normer er behov for at få diskuteret en række andre forhold, herunder:

- nano-partikler (både diesel og GDI-benzin),
- definition af specielt miljøvenlige køretøjer (basis for økonomiske incitament),
- holdbarhedskrav (lastbiler/busser), og
- off cycle emissioner (cycle beating).

2.3. Brændstofkvalitet

Det er ikke kun motorteknologien, som spiller ind på partikel udslippet, også brændstofkvaliteten har en vis betydning. For dieselmotorer er de mest betydningsfulde parametre cetantal, vægtfylde, fordampningsegenskaber (T95) og svovlindhold. Disse parametre indgår i gældende krav til dieselolien.

Svovlindholdet i benzin og diesel er vore dages ”bly”, fordi det har en negativ indflydelse på effektiviteten af avanceret efterbehandlingsudstyr (katalysatorer, filtre m.m). Svovl giver imidlertid samtidig et bidrag til partikeludslippet som følge af, at en mindre del af svovlet (nogle få %) omdannes til sulfat. Med det nuværende lave svovlindhold i benzin og diesel (50 ppm) har dette kun marginal betydning

med mindre køretøjerne er forsynet med oxiderende katalysatorer. Hvis det er tilfældet kan omdannelsen udgøre op til 70%. På en Euro 3-lastbil/bus med oxiderende katalysator vil anvendelse af diesel med 50 ppm svovl give et partikeludslip på op mod halvdelen af Euro 3-normen. Det kan videre nævnes, at svovlet har en vis betydning i forbindelse med dannelsen af nanopartikler. Da Danmark gik fra 500 ppm til 50 ppm svovl i diesel, viste målinger på Jagtvej i København et meget stort fald i luftens indhold af nanopartikler.

3. EU-projekter

3.1. Particle measurement programme (PMP)

De meget omfattende skærper i grænseværdierne, som har fundet sted i de sidste år stiller store krav til de anvendte målemetoder. Som det er nævnt tidligere, er man med indførelsen af Euro 4-normerne for tunge køretøjer fra 2006 meget tæt på detektionsgrænsen for den hidtil anvendte metode. Kommissionen har derfor fremhævet behovet for at få justeret den eksisterende målemetode, således at den kan anvendes ved fremtidige typegodkendelser, både af dieselmotorer og benzinmotorer. Kommissionen har endvidere peget på behovet for at få udviklet en metode til bestemmelse af partikelantal, såfremt der politisk træffes beslutning om, at de nuværende emissionsnormer, der er baseret på massen af de udsendte partikler, skal suppleres med normer for antal af partikler. Ved bestemmelse af partikelantal bliver opsamlingsproceduren et kritisk element.

For at målemetoder kan anvendes ved typegodkendelser, må der stilles store krav til metodernes "repeatability" (måling på samme laboratorium) og "reproducibility" (måling på forskellige laboratorier). Det må ikke være således, at man ved måling på et laboratorium kan få godkendt en motor, fordi man her anvender målemetoder, der giver lavere resultater.

For at bistå Kommissionen tog UK i år 2000 initiativ til nedsættelse af en arbejdsgruppe, som fik til formål at udarbejde forslag til fremtidige målemetoder for masse og antal af partikler (Particle Measurement Programme, PMP). Gruppen fik ophæng i FN-ECE og kom til at bestå af repræsentanter fra UK, Frankrig, Tyskland, Holland, Sverige, Schweiz og Japan. Gruppen har i de forløbne år afprøvet forskellige opsamlingsystemer og måleinstrumenter under forskellige testbetingelser. En endelig rapport forventes at foreligge i august 2003, og der er planlagt et møde i Geneve den 15. september med henblik på at diskutere gruppens anbefalinger. De foreløbige anbefalinger er følgende (Progress report, maj 2003):

Masse: Det anbefales, at man fremover anvender den procedure, som vil blive taget i brug i USA fra 2007. Det vil kun indebære mindre justeringer af den hidtil anvendte metode. Det vurderes, at det vil være muligt at måle væsentlig lavere værdier end med den nuværende metode og med en acceptabel reproducerbarhed.

Antal: Bestemmelse af partikelantallet i udstødningsgassen er behæftet med enorm usikkerhed. Det skyldes blandt andet, at en meget stor del (op til 90%) af de allermindste partikler dannes ved fortynding og afkøling efter, at udstødningsgassen har forladt udstødningsrøret. Hovedparten af de her dannede partikler er imidlertid flygtige partikler (væskeformige dråber), og der er tvivl om de sundhedsskadelige effekter af netop denne form for partikler. Gruppen anbefaler, at måling af partikelantal alene omfatter faste partikler (sodpartikler). En væsentlig del af gruppens arbejde har bestået i at vurdere, hvorledes man kan fjerne de flygtige partikler, uden at man også fjerner de faste partikler. Gruppen vurderer, at det vil være muligt ved hjælp af en såkaldt "thermodiluter", hvor udstødningsgassen opvarmes til 250-300°C, at fjerne denne form for partikler og opnå en acceptabel reproducerbarhed. Det fremgår af de foreløbige udmeldinger fra gruppen, at antallet af partikler med denne metode reduceres med en størrelsesorden 4.

3.2. ARTEMIS og PARTICULATES

Ud over PMP-programmet blev der i 2000 under EU's 5. handlingsprogram for forskning og teknologisk udvikling igangsat to 3-årige forskningsprojekter, som har til formål at forbedre vores viden om partikeludslip fra motorkøretøjer.

ARTEMIS har til formål at opdatere vores viden om emissionsfaktorer for alle transportkilder, inkl. personbiler, tunge køretøjer, 2-hjulede køretøjer, jernbane, sø- og lufttransport.

PARTICULATES har til formål at opsamle og analysere partikler fra motorkøretøjer. Delelementer i programmet er forhold som definition af partikelegenskaber, udvikling af egnet måleteknik, undersøgelse af, hvordan opsamlingsystemet påvirker partikeludslippet og udvikling egnede måleprotokoller. Endvidere indgår i målsætningen, at man skal vurdere indflydelsen på partikeludslippet af motorteknologi, brændstofkvalitet og efterbehandlingssystemer.

Der foreligger forskellige delrapporter fra disse programmer.

4. Hvad er indflydelsen af de skærpede normer på de faktiske emissioner?

Formålet med at skærpe udstødningsnormerne er naturligvis et ønske om, at man i praksis opnår en reduktion i udslippet af de forurenede stoffer, svarende til reduktionen i grænseværdierne. Dette behøver ikke nødvendigvis at være tilfældet af flere grunde, som f.eks.:

- anvendelsen af moderne teknik kan betyde, at sikkerhedsmarginen til grænseværdien minskes,
- de faktiske kørselsforhold kan afvige fra de kørselsforhold, der indgår ved typegodkendelsen,
- serieproducerede køretøjer kan afvige fra prototypen, og
- der kan ske en større forværrelse end forventet

Der findes kun få større undersøgelser af de faktiske emissioner fra køretøjer i brug. En af de mere omfattende for tunge køretøjer er foretaget i Tyskland, hvor RWTÜV for det tyske miljøministerium har testet 8 motortyper (2 Euro 1 og 6 Euro 2). Der er målt på 3 motorer af hver type (RWTÜV: Feldüberwachung Nutzfahezeuge, marts 2001). Resultatet fremgår af figur 5.

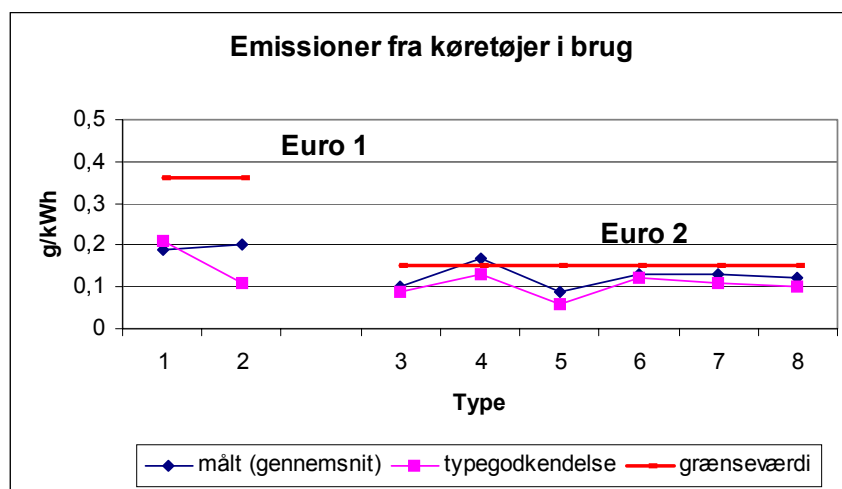


Fig. 5. Resultater fra tysk undersøgelse af emissioner fra køretøjer i brug. De målte værdier er gennemsnit af 3 motorer.

Det fremgår, at effekten ved at gå fra Euro 1 til Euro 2 ud fra disse målinger er væsentlig mindre end forventet (36/37% ved målt/typegodkendelse mod forventet 58% reduktion i grænseværdier). Det fremgår også, at det gennemsnitlige udslip fra de serieproducerede motorer bortset fra et enkelt tilfælde ligger under grænseværdierne, og at gennemsnitsværdierne svarer nogenlunde til typegodkendelsesværdierne, (svarende til beskeden forværrelse).

Går man i detaljer med de målte værdier, vil man imidlertid se, at der er store variationer mellem de enkelte motorer (figur 6)

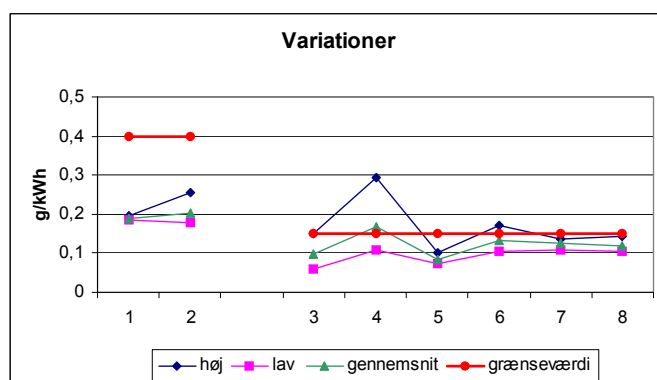


Fig. 6. Variationer af de i figur 5 angivne gennemsnitsværdier.

F.eks. er der for type 3 og 4 en faktor 3 mellem laveste og højeste værdi. Måleresultaterne viser, at man skal være yderst forsigtig med at konkludere på målinger foretaget på enkeltmotorer. En sammenligning af den dårligste Euro 2 motor med Euro 1-motorerne ville have ført til en konklusion, at Euro 2-motorer forurener mere end Euro 1-motorer.

I en ny østrigsk undersøgelse udført for det østrigske miljøministerium har man vurderet, hvad forskellige kørselsbetingelser betyder for udslippet fra Euro 2- og Euro 3-motorer. Man har sammenlignet emissioner ved forhold svarende til typegodkendelse og emissioner ved motorvejskørsel. (Stefan Hausberger m.fl.: Update of the Emission Functions for Heavy Duty Vehicles in the Handbook Emission Factors for Road Traffic; Graz Universitet, 2002).

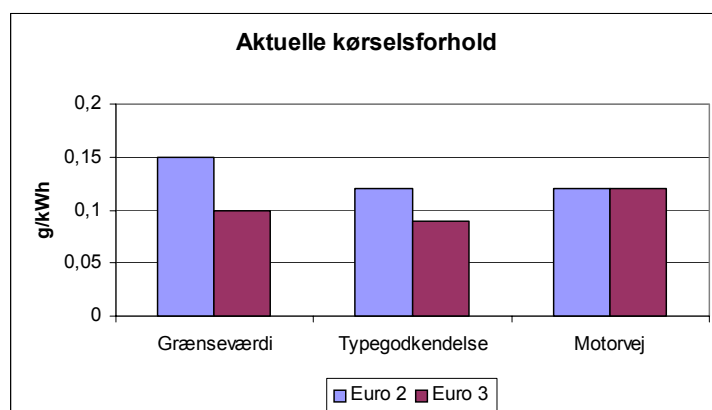


Fig. 7. Resultater fra østrigsk projekt, hvor man har sammenlignet emissioner fra Euro 2- og Euro 3-motorer ved forhold svarende til typegodkendelse og motorvejskørsel.

Som det fremgår af figur 7, viser resultaterne, at der under forhold svarende til typegodkendelsen sker en reduktion af emissionerne svarende til reduktionen i grænseværdien, mens der ved motorvejskørsel ikke er forskel på en Euro 2 og en Euro 3-motor.

For personbiler har de mest omfattende målinger fundet sted i Holland, hvor man i mange år har gennemført "in-use compliance" tests (TNO: In use compliance testing of passenger cars in the Netherlands, 2000). Figur 8 viser de væsentlige forbedringer, der er sket med indførelsen af Euro 2 i forhold til Euro 1. Figuren viser også forskellene på Euro 2-motorer med direkte (DI) og indirekte indsprøjtning (IDI).

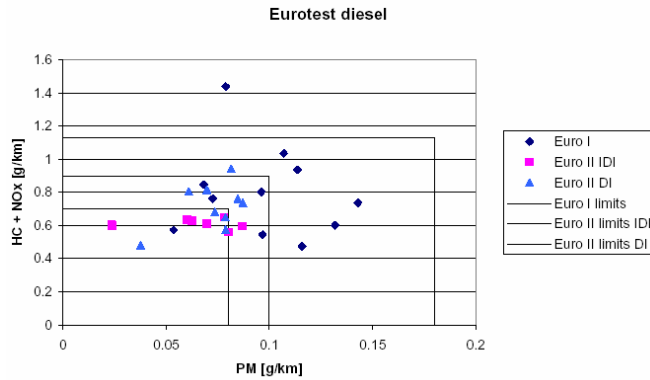


Fig. 8. Måleresultater fra holandsk in-use compliance program for Euro 1 og Euro 2 personbiler.

Der er gennemført forskellige måleprogrammer, hvori også indgår bestemmelse af partikeltal. Et af de mere omfattende for tunge køretøjer er gennemført af konsulentfirmaet Ricardo, blandt andet finansieret af det engelske miljøministerium (Ricardo: Particulate Research Programme, maj 2001). Et af delresultaterne er, at Euro 3-motorer udsender flere partikler (antal) end Euro 1-motorer, men færre end Euro 2-motorer (figur 9).

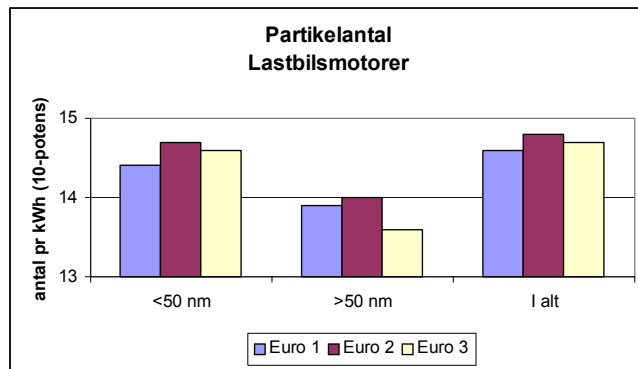


Fig 9. Udslip af partikler (antal) fra lastbilmotorer, der opfylder forskellige Euro-normer. Resultater stammer fra en undersøgelse gennemført af firmaet Ricardo i 2001.

For personbiler har VW præsenteret data for personbiler, som viser, at antallet partikler reduceres i samme takt som reduktionen i udslip af masse (VW: Particulate emissions and their measurements in practice: To day and in the future, 2002). Resultaterne er vist i figur 10.

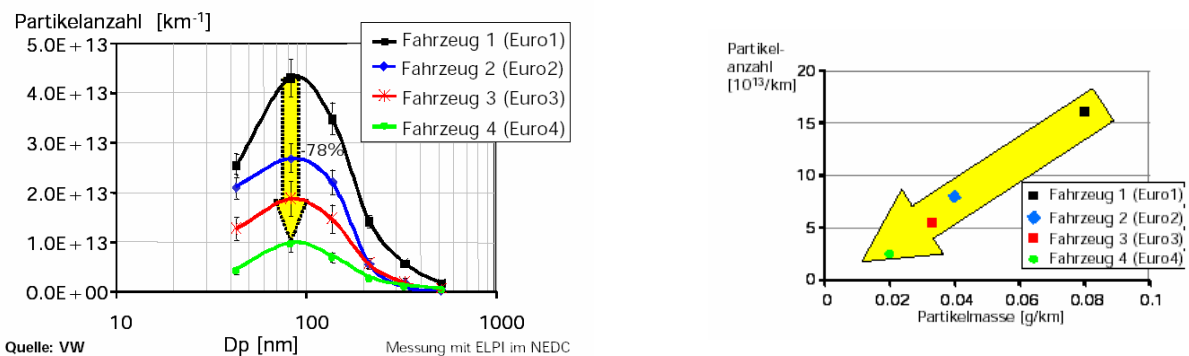


Fig. 10 Udslip af partikler (antal) fra dieseldrevne personbiler, der opfylder forskellige Euro-normer. Resultaterne stammer fra en undersøgelse gennemført af VW.

Man skal være varsom med at drage alt for vidtgående konklusioner på baggrund af disse målinger, så længe der ikke findes generelt accepterede målemetoder. Der er meget stor usikkerhed om specielt måling af flygtige partikler. Som det anføres i rapporten fra VW, er det i dag let at manipulere med bestemmelsen af partikelantal ved passende valg af testbetingelserne.

5. Afsluttende bemærkninger

Den hidtidige indsats over for motorkøretøjer har været rettet mod partikeludslippet baseret på vægt. Resultaterne har været opløftende, idet udslippet fra nye biler i løbet af få år vil være reduceret med omkring 95% i forhold til udslippet for 10 år siden. Den resulterende effekt på luftkvaliteten (f.eks. angivet som $\mu\text{g}/\text{m}^3$) er imidlertid begrænset. Det skyldes for det første, at fjerntransporterede partikler selv i tættrafikerede gader udgør en væsentlig del af partikelindholdet. DMU har gennemført beregninger for landområder, bybaggrund og stærkt trafikerede gader. (Trafikministeriet: Partikelredegørelse, juni 2003). Som det fremgår af figur 11 er trafikens bidrag selv i tættrafikerede gader kun omkring 40% af det samlede PM_{10} -indhold, mens det i bybaggrunden kun er omkring 15%. Selv en væsentlig reduktion i trafikens forurening vil derfor have beskeden effekt

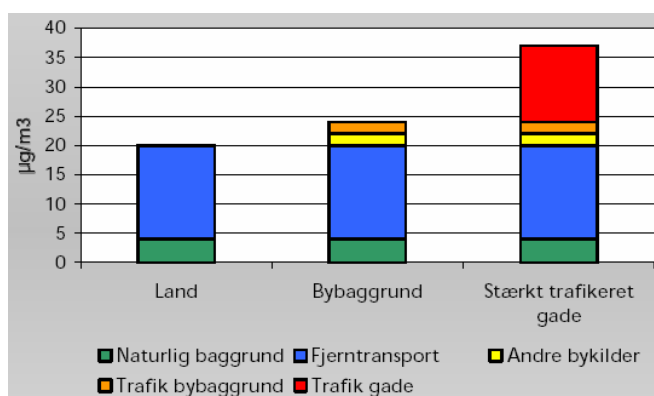


Fig 11. Trafikkens bidrag til PM_{10} -koncentrationen i landområder, bybaggrund og stærkt trafikerede gader, baseret på beregninger fra DMU.

Hertil kommer, at bilernes andel af de samlede emissioner begrænset. F.eks. har DMU beregnet, at lastbiler og bussers bidrag til den samlede emission af PM_{10} i Danmark alene udgør 11% (Morten Winther: Emission inventory for PM- Road transport and other mobile sources, april 2003, og Malene Nielsen og Jytte B. Illerup: Inventory of Pm emission from stationary combustion sources, januar 2003). En oversigt er vist i figur 12.

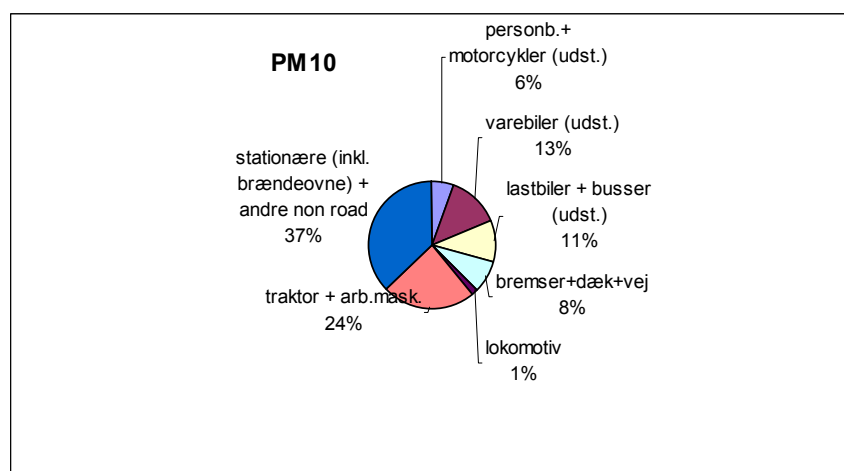


Fig. 12. Emissionen af PM_{10} i Danmark i år 2000 fordelt på kilder.

Den hidtidige regulering tager ikke hensyn til, at de helt små partikler – nanopartiklerne – som kun bidrager marginalt til vægten af de forekommende partikler, formentlig er de mest sundhedsskadelige. Og at bilerne i de tættrafikerede gader giver et bidrag på over 80% af de forekommende nanopartikler.

Det må derfor anses for ønskeligt, at den fremtidige regulering også kommer til at omfatte udslippet af de helt små partikler. Forudsætningen er ved at være på plads med fastlæggelsen af en EU-målemetode.

Formentlig er løsningen til en effektiv begrænsning af de mindste partikler, at køretøjerne forsynes med partikelfiltre. Det kan derfor synes uheldigt, at den europæiske bilindustri vælger en model til opfyldelse af de kommende Euro 4-normer for tunge køretøjer, som går uden om filterløsningen, som ellers lå bag miljøministrenes beslutning tilbage i 1998.

Situationen er lidt anderledes for personbiler. De kommende Euro 4-normer kan klares uden brug af filtre. Som det fremgår af figur 13 er der allerede i dag typegodkendt Euro 3 personbiler uden filtre, hvor emissionerne opfylder de kommende Euro 4-normer (Kraftfahrt Bundes Amt, 2000”).

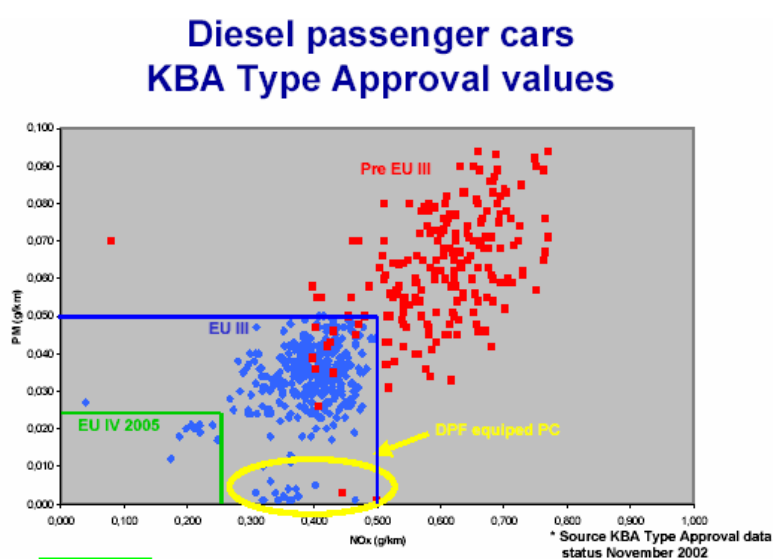


Fig. 13. Typegodkendelser af personbiler i Tyskland 2002

Filtertechnologien er imidlertid allerede nu kommercielt tilgængelig, og flere fabrikanter har valgt at forsyne de nye personbiler med filtre. I første omgang har det været franske Peugeot, som har været førende. Som det fremgår af figur 13, er der allerede nu typegodkendt mange modeller med filtre.

Udviklingen vil formentlig blive forstærket ved, at de grønne bevægelser i Tyskland har sat den tyske industri under pres i forbindelse med den "kein diesel ohne filter"-kampagne, som blev startet i slutningen af 2002, og som blandt andet har ført til adskillige demonstrationer foran DaimlerChryslers hovedkvarter i Stuttgart, og som har ført til kritik fra en del af DaimlerChryslers aktionærer.