



Dieserbiler.  
Partikkelfilter - ettermontering og  
kostnader





# **Diesebiler. Partikkelfilter - ettermontering og kostnader**

Rolf Hagman

---

**Tittel:** Dieserbiler. Partikkelfilter - ettermontering og kostnader

**Forfatter(e):** Rolf Hagman

TØI rapport 940/2008  
Oslo, 2008-01  
37 sider

ISBN 978-82-480-0849-1 Elektronisk versjon  
ISSN 0808-1190

**Finansieringskilde:**

Statens forurensningstilsyn (SFT)

**Prosjekt:** 3299 Partikkelfilter - ettermontering og kostnader

**Prosjektleder:** Rolf Hagman

**Kvalitetsansvarlig:** Marika Kolbenstvedt

**Emneord:**

Partikkelfilter; Utslipp av partikler; Avgasser; Nyttekostnad

**Sammendrag:**

Ulike typer partikkelfiltre og de samfunnsøkonomiske nytte/kostnadsbrøkene for kjøretøy i store byer er vurdert i denne rapporten. Effektive integrerte partikkelfilter som oppfyller Euro5 kravene for partikkelutslipp (0,005 g/km) er et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak for nye diesel personbiler. I den grad det er mulig, er også ettermontering av integrerte partikkelfiltre et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak for brukte dieserbiler som er godkjent i henhold til utslippklassene Euro 3-4.

Ettermontering av enklere åpne partikkelfilter etter mønster fra land som Tyskland og Holland er et ut fra teknisk og økonomisk synspunkt et usikkert tiltak. Enkle filter renses avgassene fra diesel personbiler med varierende effekt (20-40 prosent), men er ikke beregnet å være et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak i Norge.

---

**Title:** Diesel Vehicles. Particulate emission traps - benefits and costs

**Author(s):** Rolf Hagman

TØI report 940/2008  
Oslo: 2008-01  
37 pages

ISBN 978-82-480-0849-1 Electronic version  
ISSN 0808-1190

**Financed by:**

Norwegian Pollution Control Authority

**Project:** 3299 Particulate emission traps - benefits and costs

**Project manager:** Rolf Hagman

**Quality manager:** Marika Kolbenstvedt

**Key words:**

Particulate emission traps; Particle emissions; Benefits and costs

**Summary:**

Different Particulate emission traps and the cost benefits for diesel vehicles in big cities are valued in this report. Efficient integrated Particulate emission traps that comply with the Euro 5 limits (0,005 g/km) are found economically profitable for society. When installation of integrated Particulate emission traps is possible, this action also economically profitable for used diesel cars that are classified according to the Euro 3-4 limits.

Installation of more simple open Particulate emission traps, as is done in countries like Germany and the Netherlands, is from a technical and economical point of view an action where reliability and efficiency can be questioned. Simple open Particulate emission traps for diesel cars remove the particulates with an efficiency of 20-40 percent, but is not calculated to be an economically profitable action for society in Norway.

**Language of report:** Norwegian

---

Rapporten kan bestilles fra:  
Transportøkonomisk institutt, Biblioteket  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

---

The report can be ordered from:  
Institute of Transport Economics, The library  
Gaustadalleen 21, NO 0349 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

# Forord

Biltrafikken medfører flere typer forurensning med virkninger på globalt, regionalt og lokalt nivå. Lette og tunge dieselmotorer bidrar med omtrent halvparten hver av de 2 000 tonn avgassutslipp, PM<sub>10</sub>, som årlig slippes ut fra vegtrafikk i Norge.

Andelen personbiler med dieselmotor har økt til 70-80 prosent av det totale salget av nye personbiler mot 7 prosent for 10 år siden. Luften i store byer blir påvirket av det økte antallet dieslbiler som normalt slipper ut mer partikler og NO<sub>x</sub> enn bensinbiler.

Partikkelutslipp fra dieselmotorer i Norge kan imidlertid reduseres. EU stiller stadig strengere krav til utslipp fra nye biler. For å redusere partikkelutslipp fra eldre biler er ettermontering av partikkelfiltre et aktuelt tiltak. I rapporten vurderes ulike typer partikkelfiltre, den samfunnsøkonomiske nytte/kostnadsbrøk for kjøretøy i store byer samt realismen og hensiktsmessigheten.

De praktiske og økonomiske konsekvensene, mulighetene og begrensningene ved å ettermontere partikkelfiltre i Norge er i denne rapporten vurdert av TØI i samarbeid med Statens Forurensningstilsyn, SFT og drøftet med vegmyndighetene.

Forsker Rolf Hagman har vært prosjektleder ved TØI.

Avdelingssjef Marika Kolbenstvedt har vært ansvarlig for kvalitetssikring, og avdelingssekretær Trude Rømme har stått for tekstbehandling av rapporten.

Oslo, januar 2008  
Transportøkonomisk institutt

*Sønneve Ølnes*  
fungerende instituttsjef

*Marika Kolbenstvedt*  
avdelingsleder



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>I</b>
<b>Summary</b> .....	<b>i</b>
<b>1 Bakgrunn og problemstillinger</b> .....	<b>1</b>
1.1 Lokal forurensning er et problem .....	1
1.2 Strategier for å begrense utslipp – problemstillinger.....	2
1.3 Kontroll av partikkelutslipp .....	2
1.4 Metode og datagrunnlag .....	3
1.5 Euro-krav som effektmål .....	4
<b>2 Lokal forurensning fra kjøretøy</b> .....	<b>5</b>
2.1 Avgassutslipp og EUs Auto-oil program.....	5
2.2 Typiske utslipp av partikler .....	5
2.3 Potensial ved kjøretøytiltak .....	8
<b>3 Effekten av partikkelfilter</b> .....	<b>9</b>
3.1 Ulike typer partikkelfiltre - integrerte og enkle.....	9
3.2 Ettermontering av partikkelfilter .....	10
3.3 Planer og regimer i Tyskland og Nederland .....	11
3.4 Bilimportørens syn på partikkelfilter .....	12
3.5 Kontroll og godkjenning av partikkelfiltre .....	14
3.6 Erfaringer med partikkelfilter .....	15
<b>4 Nytte-kostnadsvurderinger</b> .....	<b>18</b>
4.1 Marginale helsekostnader .....	18
4.2 Kostnader for filtre.....	19
4.3 Nytte-kostnad for partikkelfilter i lette kjøretøy.....	19
4.4 Nytte-kostnad for partikkelfilter i tunge kjøretøy.....	23
<b>5 Diskusjon</b> .....	<b>26</b>
5.1 Oppsummering av partikkelfilter og tiltak.....	26
<b>Referanser</b> .....	<b>28</b>
<b>Vedlegg 1: Partikler og utslipp</b> .....	<b>29</b>
<b>Vedlegg 2: Tabeller - antall kjøretøy</b> .....	<b>33</b>
<b>Vedlegg 3:Spørreskjema Spørsmål til bilimportørene</b> .....	<b>35</b>
<b>Vedlegg 4: Erklæring fra GVA og ZDK</b> .....	<b>37</b>





**Sammendrag:**

# **Dieserbiler**

## **Partikkelfilter – ettermontering og kostnader**

### **Bakgrunn og konklusjoner**

Biltrafikken medfører flere typer forurensning med virkninger på globalt, regionalt og lokalt nivå. Lette og tunge dieselmotorer bidrar med omtrent halvparten hver av de 2 000 tonn avgassutslipp, PM<sub>10</sub>, som årlig slippes ut fra vegtrafikk i Norge.

Som et ledd i arbeidet for bedre klima, ble en del av engangsavgiften for personbiler fra 1.1 2007 basert på CO<sub>2</sub>-utslipp i stedet for som tidligere størrelsen på motoren. Andelen personbiler med dieselmotor har derved økt til 70-80 prosent av det totale salget av nye personbiler mot 7 prosent for 10 år siden. Luften i store byer blir påvirket av det økte antallet dieserbiler som normalt slipper ut mer partikler og NO<sub>x</sub> enn tilsvarende bensinbiler.

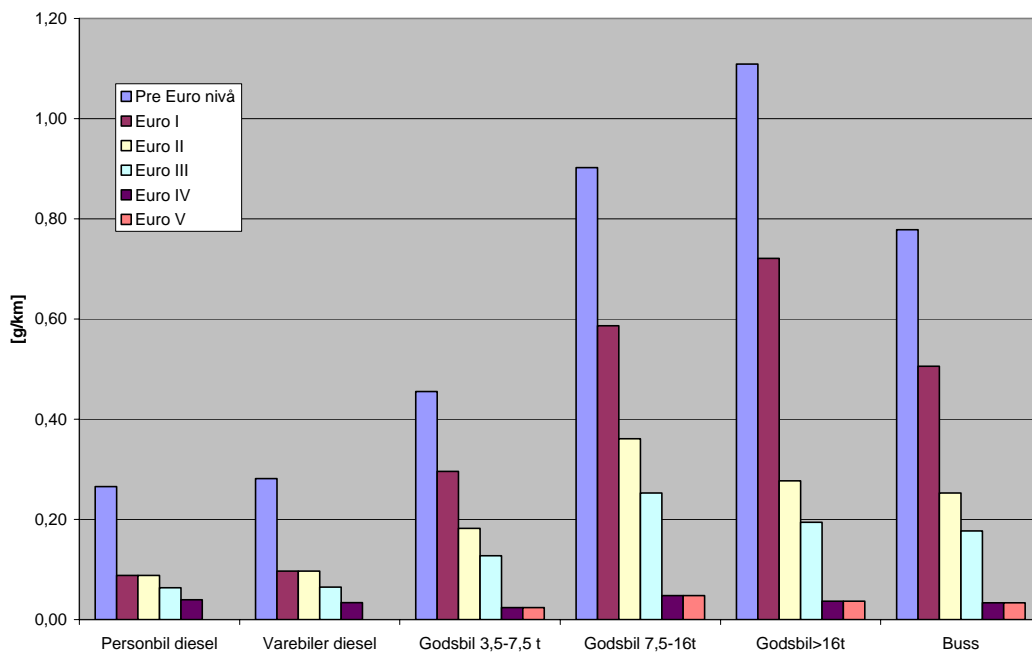
Partikkelutslipp fra dieselmotorer i Norge kan imidlertid reduseres. EU stiller stadig strengere krav til utslipp fra nye biler som bilprodusentene må følge opp, se figur S1. For partikkelforurensning fra eldre biler er ettermontering av partikkelfiltre et aktuelt tiltak. Vi har i rapporten vurdert ulike typer partikkelfiltre, de samfunnsøkonomiske nytte/kostnadsbrøkene for motorer i store byer med høy verdsetting av helsekostnader for partikkelutslipp samt realismen og hensiktsmessigheten av ulike styrings- og kontrollvirkemidler. På dette grunnlag konkluderer denne rapporten med at;

- Montering av effektive *integrerte* partikkelfilter som oppfyller Euro5 kravene for partikkelutslipp (0,005 g/km) er et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak for nye diesel personbiler. Det er også et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak for brukte dieserbiler som er godkjent i henhold til utslippklassene Euro3-4.
- Ettermontering av *integrerte* partikkelfilter på alle, etter 1999 (Euro3-4) nyregistrerte, personbiler med dieselmotor i Oslo, Bergen og Trondheim vil koste ca kr. 750 mill.
- Ettermontering av *enkler* partikkelfilter etter mønster fra land som Tyskland og Holland er ut fra et teknisk og økonomisk synspunkt et usikkert tiltak. *Enkle filter* vil rense avgassene fra diesel personbiler med varierende effekt, og er kalkulert som et ikke samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak i Norge. Erfaringene med ettermontering av partikkelfilter i person- og varebiler er meget begrensede. Ettermontering i lette biler er en så ny foreteelse at vi ikke har funnet vitenskapelige rapporter om levetid og driftsikkerhet. I desember 2007 ble det dog i Tyskland avdekket alvorlige problemer knyttet til forhold rundt typegodkjenningen og oppdaget at ettermonterte filtrene ofte ikke klarte de minimums rensekravene som det ble stilt krav til.

- Ettermontering av effektive partikkelfilter i eldre busser med Euro3 og Euro2 motorer er med bestemte forutsetninger om driftsikkerhet og levetid kalkulert som et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak.

Nytte- kostnadsberegningene er basert på antakelser om null kostnader for vedlikehold og lang levetid for ettermonterte partikkelfilter. For integrerte partikkelfilter forventer vi at disse kostnadene vil bli lave. Vi vet imidlertid lite om driftsikkerheten med enkle ettermonterte partikkelfilter og beregningene er derfor beheftet med relativt stor usikkerhet i negativ retning.

Hva partikkelfiltre for busser og tunge kjøretøy egentlig er kan være vanskelig å definere. Partikkelfiltre for tunge kjøretøy kan være av enkel type eller av mer eller mindre integrerte og effektive typer. Ettermontering av partikkelfiltre i busser kan derfor, avhengig av filtrens kvalitet og driftsikkerhet, svinge fra å være samfunnsøkonomisk lønnsomme til å være ulønnsomme tiltak.



\*For personbiler og varebiler som oppfyller Euro V kravene er utslippene så små at de ikke synes i figuren

Figur S.1. Typiske verdier for eksosutslipp av  $PM_{10}$  under bykjøring (26 km/t) (faktorer fra Copert III og Skedsmo 2006)

## Ulike filtre har svært forskjellig effekt

Det finnes i prinsipp to typer av partikkelfilter. Begge typene bruker katalytisk teknologi for å forbrenne partikler. Den første meget effektive typen filtre - *integrerte filtre* – sørger, sammen med bilens motorstyring, for at partikler forbrennes, fjernes til 90-99 prosent og omdannes til gass. Partikler omdannes til gassen  $CO_2$  og forsvinner ut gjennom sidevegger i partikkelfilteret som i dette tilfelle består av rør som er tette i ene enden. Denne typen ble i 2007 for utvalgte modeller av nye biler som tilbudt som tilleggsutstyr av de fleste forhandlere. Andre bilmodeller har i flere år vært levert med integrerte partikkelfilter som standardutstyr.

Den andre typen partikkelfilter – *enkle filtre* - har åpne rør og i disse filterne blir bare en del av partiklene omdannet til CO<sub>2</sub>. For denne enklere typen filter, som kan ettermonteres på biler som fra før er utstyrt med oksiderende katalysator, oppgir leverandørene en rensegrad på 20 til 50 prosent. Enkle filtre tilbys for salg på det åpne ettermarkedet.

## Effekten av ettermontering størst ved store utslipp og lang levetid

Ettermontering av partikkelfiltre som oppfyller Euro5 kravene på 0.005 g/km vil ha stor effekt i lette kjøretøy som har store utslipp og lang gjenværende levetid. I diesebiler fra perioden 2000 til 2005 som oppfyller Euro3 krav, og hvor dette er mulig, vil ettermontering av integrerte partikkelfiltre være et godt tiltak. I nye og brukte biler som oppfyller Euro4 kravene, men er levert uten partikkelfilter, vil det også til stor grad være samfunnsøkonomisk lønnsomt med ettermontering av effektive *integrerte filtre*.

Ettermontering av *enkle partikkelfiltre* i diesekjøretøy eldre enn 2000 års modell blir med begrenset levetid og lav nytteverdi vurdert som et mindre godt tiltak. Pågående forsøk med slik ettermontering i Tyskland, Holland, Østerrike og England vil kunne gi erfaringer av verdi for senere vurderinger av nytten i Norge. I noen av de nevnte landene er det mulig å oppgradere eldre biler til høyere Euro klasser ved å montere *enkle partikkelfiltre* som er godkjente i henhold til forenklede krav for typegodkjenning.

## Ulike vurderinger innen bilbransjen

En spørreundersøkelse og kontakter med bilbransjen viser at bransjen ønsker å bidra til at partikkelutslipp fra kjøretøy blir redusert og at det fins ulike syn på hva som er veien å gå.

Bilimportørene har stort sett sett mulighet for å tilby partikkelfilter som oppfyller Euro5 krav for partikkelutslipp på alle nye diesel personbiler fra og med 2008. I noen grad har bilimportørene også mulighet til å tilby *integrerte filtre* for ettermontering på allerede leverte biler. De foretrekker en slik løsning.

Norges Bilbransjeforbund ser derimot ettermontering av *enkle partikkelfilter*, som reduserer utslipp med 20 til 50 prosent, som et godt og hensiktsmessig tiltak. Flere norske importører vil kunne tilby *enkle partikkelfilter* fra anerkjente produsenter for ettermontering.

## **Forhold knyttet til typegodkjenning og kontroll**

I Norge har vi ikke laboratorier der det er mulig å kontrollere eller måle hvilke partikkelutslipp et kjøretøy virkelig har. Det er med andre ord ikke mulig å avgjøre hvilken Euroklasse en bil med ettermontert partikkelfilter tilhører. Røykgassmåling ved periodisk kjøretøykontroll og andre enklere vurderinger av partikkelutslipp enn EUs standardiserte metode for avgasstesting av biler og motorer (typegodkjenning) vurderes som praktisk og juridisk vanskelige å bruke til å kontrollere hvordan mulige avgiftsregimer etterleves. Dette må en ta hensyn til ved utforming av ordningene.

Krav om partikkelutslipp på Euro5 nivå, som er mindre enn 0,005 g/km for personbiler med dieselmotor, vil være et kontrollerbart krav. Partikkelutslippene ved typegodkjenning er mulig å kontrollere i internasjonale databaser for alle modeller av personbiler med dieselmotor. Med Euro5 krav til partikkelutslipp vil dieserbiler og bensinbiler miljømessig bli behandlet på samme måte.

**Summary:**

# **Diesel cars**

## **Particle filters – refitting and costs**

### **Background and conclusions**

The various pollutants emitted by cars have local, regional and global effects. Light and heavy diesel vehicles are each responsible for around half of the 2000 tonnes of particulates (PM<sub>10</sub>) in exhaust emitted from traffic on Norwegian roads. Light vehicles with diesel engines now represent between 70 and 80 per cent of the total sales in Norway, compared with only seven per cent ten years ago. The increasing number of diesel engine vehicles, which usually emit more particles and NO<sub>x</sub> than petrol engine vehicles, has a notable impact on the air quality in large cities.

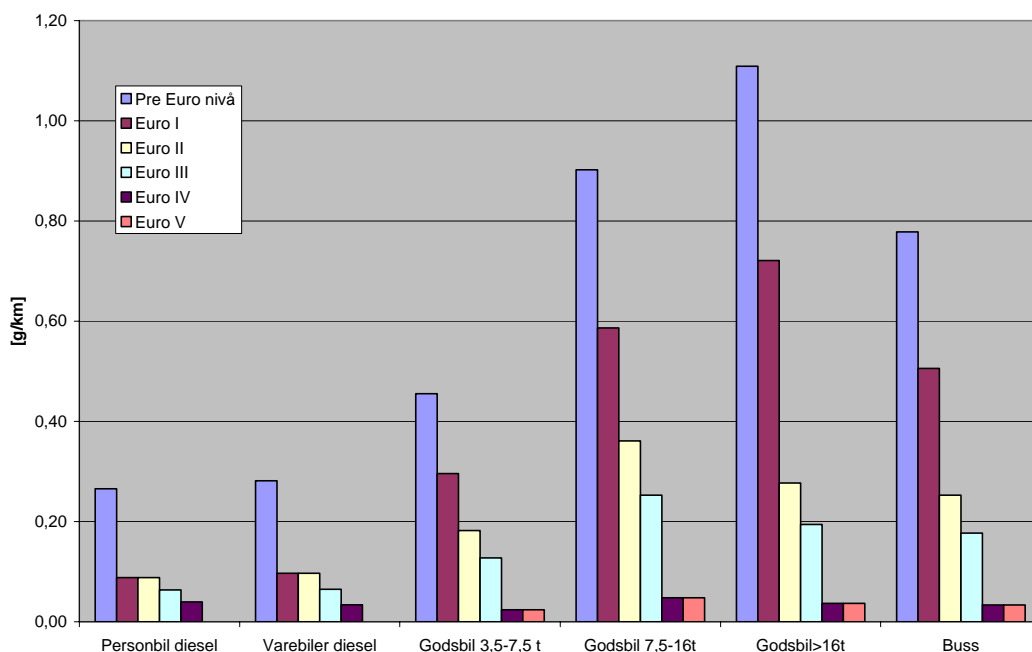
Certain measures can be taken to reduce the amount of particles emitted from diesel vehicles in Norway. The EU has placed increasingly stricter demands on the quality of emissions permitted from new cars (Figure S1), and manufacturers have been obliged to meet them. Particle filters and concerned older cars refitting of particle filters can address the amount of particle emissions.

In this report we have evaluated the socio-economic benefit of refitting particle filters, particularly for vehicles in large cities. It is here, where the traffic is dense, that there is an understandable concern both about the health costs of particle emissions and about the realism and effectiveness of the different ways in which they can be addressed. On this basis the report concludes that:

- Installation of effective integrated particle filters that meet the Euro5 demands for particle emissions (0.005 g/km) is socio-economically profitable for new diesel cars. Refitting of effective integrated particle filters are also socio-economically profitable for used diesel cars that meet the Euro3 and Euro4 demands.
- Refitting of *integrated* particle filters on all post-1999 registered diesel cars in Oslo, Bergen and Trondheim will cost Nok.750 million.
- Refitting of *simpler* particle filters, as carried out in countries such as Germany or Holland, is neither technically nor economically regarded to be a sound measure. *Simple* filters clean output gases with only low and varying effects in older diesel cars. Claims have even been made in Germany, in December 2007, that refitting of certain of these filters does not result in the particle cleansing levels demanded. In any case, their introduction would not be socio-economically profitable in Norway.
- Refitting of particle filters on older buses is with specified assumption concerning reliability calculated to be socio-economically profitable.

Our cost-benefit analyses are based on assumptions of negligible maintenance costs and long lifetimes for refitted particle filters. In the case of integrated particle filters we can expect that these expenses will be low. We know little about operational reliability of simple refitted particle filters and the calculations are therefore made with the caveat that the costs are potentially greater and could result in lower profitability.

It is difficult to define what particle filters for buses and heavy vehicles actually are. They can either be of the simple type or of a more or less integrated and effective type. Refitting of particle filters in buses can therefore, depending on filter quality and reliability, vary widely from being a socio-economically profitable or a loss-making measure.



\*For light vehicles meeting Euro 5 demands emissions are too small to be seen in this Figure.

Figure S.1. Typical values for exhaust emissions of  $PM_{10}$  under urban driving conditions (26 km per h) ( from Copert III and Skedsmo, 2006)

## Different filters have very different effects

There are in principle two types of particle filter. Both use catalytic technology to burn particles. The first very effective type of filter, the *integrated filter*, ensures, together with the engine control system, that between 90 and 99% of particles are burnt and removed. The particles are converted to the gas  $CO_2$ , which subsequently escapes through the side walls of the filter pipes, in this case an array of pipes that are sealed at one end. In 2007 this type of filter was offered on some models of new cars as an additional option. Other car models have for several years been delivered with integrated particle filters fitted as standard.

The other type of particle filter – the *simple filter* – has open-ended pipes and converts only a fraction of the particles to  $CO_2$ . For this simpler type of filter, which can be used to refit cars originally equipped with oxidising catalytic

converters, the suppliers claim cleansing efficiencies of between 20 and 50 per cent. Some of these filters are sold in the service market.

## Effects of refitting

Installing *integrated* particle filters that meet the Euro5 demands (0.005 g/km) will have a large effect on light vehicles emissions. If possible, installing *integrated* particle filters in diesel cars that were produced from 2000 to 2005 and meet the Euro3 demands, is a good measure. For new and used cars that meet the Euro4 demands but are delivered without particle filters refit of *integrated* effective integrated filters is also a socio-economically profitable action.

Refitting of *simple* particle filters in pre-2000 diesel models is judged to be a poorer measure, based on limitations concerning lifetime and benefit value. Ongoing efforts with such refitting in Germany, Holland, Austria and the UK should continue to be monitored for evaluation of potential benefits in Norway later on.

## Differing views in the motor trade

A survey shows that motor industry businesses want to play a part in ensuring that particle emissions from vehicles are reduced and that there are different opinions about how this should be done.

Car importers can contribute mainly by offering *integrated* filters on all diesel cars imported from 2008. Car importers also have the possibility to offer *integrated filters* for refitting of recently delivered cars models.

The Norwegian motor trade association, *Bilbransjeforbund*, views the refitting of *simple particle filters*, which reduce emissions by between 20 and 50 per cent, as a good and efficient measure.

## Approval and inspection

Norway does not have laboratories in which it is possible to inspect or appropriate measure the actual particle emissions of vehicles. In other words it is not possible to decide which Euro class a car with refitted particle filter should be in. Smoke measurements made in periodic vehicle inspections, and other ways of evaluating particle emissions that are simpler than EUs standardised method for emission testing and approval of cars and engines, are not considered sufficient in terms of fairness and practicality. This is considered as a considerable drawback for future arrangements to reduce emissions.

The demand on particle emissions at the Euro5 level (less than 0.005 g/km) for cars with diesel engines, is a verifiable criteria. The particle emissions (in mg/km) measured for all new diesel car model sold in Europe can be found in international databases.





# 1 Bakgrunn og problemstillinger

## 1.1 Lokal forurensning er et problem

Lokal luftforurensning er fortsatt et problem i flere av de største byene og større tettstedsområder i Norge. Gjeldende grenseverdier for luftkonsentrasjoner av  $\text{NO}_x$  og  $\text{PM}_{10}$  overskrides jevnlig i norske byer. Veitrafikken er en kilde til vesentlige utslipp av partikler, svevestøv og  $\text{NO}_x$ . Partikkelforurensning fra veitrafikk består av eksos, partikler fra asfaltslitasje pga piggdekkbruk og oppvirvlet støv langs veibanen. Konsentrasjonene av svevestøv kan i perioder vinterstid overskride fastsatte grenseverdier og nasjonale mål for partikler. Konsentrasjonene er høyest langs de mest trafikkerte veiene. Partikkel- og  $\text{NO}_x$  forurensningen fører til negative helseeffekter og redusert livskvalitet for den utsatte befolkningen. Dette gjelder både for langvarige perioder med moderat partikkelforurensning og mer kortvarige episoder med høye konsentrasjoner av partikler og  $\text{NO}_x$ .

Selv om det i de kommende årene vil bli strengere EU-krav til eksosutslipp fra nye dieselkjøretøy, vil konsentrasjoner av partikler i uteluft fortsatt overskride nasjonale mål i mange norske byer og tettsteder. Overskridelse av lovbestemte grenseverdier i grenseverdiforskriften kan også forekomme. Tiltaksutredninger blant annet for Oslo viser at ny kjøretøyteknologi på sikt vil gi forbedringer, men at det må gjennomføres flere tiltak framover for at luftkvaliteten skal komme under grenseverdiene. Beregninger for Oslo, gjennomført av NILU viser at uten særskilte tiltak vil utslippene av små partikler ( $\text{PM}_{2,5}$ ) fra eksos i liten grad bli redusert fram mot 2015 (SFT, 2006). Hovedårsaken er at trafikkveksten spiser opp effekten av forventede skjerpede utslippskrav til kjøretøyene.

Dessuten kan en vesentlig økning av andelen av nye diesebiler, selv om de tilfredsstiller utslippskravene i Euro4, på kort sikt medføre en forverring i den lokale forurensingssituasjonen. Årsaken er at personbiler som går på diesel og ikke har avgassrensing, har mer enn 10 ganger så høye utslipp av partikler og 3-5 ganger så høye utslipp av  $\text{NO}_x$  som tilsvarende bensinbiler.

Viktigheten av å se ulike typer forurensning i sammenheng kan illustreres av det som skjedde fra 1. januar 2007 da en del av engangsavgiften for personbiler ble basert på  $\text{CO}_2$  i stedet for størrelsen på motoren. Omleggingen er et sterkt økonomisk argument for å kjøpe diesebiler i stedet for bensinbiler. Konsekvensen har blitt at i 2007 har andelen personbiler med dieselmotor foreløpig økt til 70-80 prosent av det totale salget av nye personbiler mot 7 prosent for 10 år siden. Avgiftsomleggingen er et godt tiltak for reduksjon av  $\text{CO}_2$ , men kan altså gi større utslipp av partikler lokalt.

## 1.2 Strategier for å begrense utslipp – problemstillinger

I det videre arbeidet med å forbedre luftforurensningssituasjonen, spesielt partikkelforurensing, i våre byer og større tettstedsområder, står en derfor overfor to hovedutfordringer;

1. Utvikle tiltak for å begrense trafikkveksten
2. Utvikle og implementere ulike utslippsreducerende tiltak som kan gjennomføres på kjøretøyparken.

For å møte den sistnevnte utfordringen kan en tenke seg flere strategier:

- At alle nye personbiler med dieselmotor utstyres med partikkelfilter som bringer utlippene ned på nivå eller under den nivå som er typisk for nye bensinbiler er et mulig tiltak. Ettermontering av partikkelfiltre på eksisterende dieseltkjøretøy er et annet tiltak som vurderes.
- Lavutslippssoner for å redusere utslippet av NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> fra veitrafikken (Samferdselsdepartementet 2005). Dette er geografisk avgrensede områder, der lokale myndigheter kan bedre luftkvaliteten ved hjelp av virkemidler rettet mot kjøretøyenes utslippsegenskaper. Det anbefales et avgiftsregime differensiert etter Euro-krav.
- Stimulere til skrotning av de gamle og mest forurensende delene av kjøretøyparken.

Denne rapporten behandler utfordringen relatert til tiltak rettet mot kjøretøyparken og da spesielt effekter av partikkelfiltre. Prosjektets problemstillinger er følgende;

- Hvilken effekt har ulike partikkelfiltre mht å sikre at biler oppfyller spesifikke Euro-krav når det gjelder utslipp av PM<sub>10</sub> og hvilke forhold påvirker effekten (levealder, integrasjon med kjøretøyets motor, teknisk konstruksjon av selve filtret mv)?
- Hvilke virkemidler/regimer fra myndighetens side kan påvirke/fremskynde ettermontering (her kan en tenke seg tilskudd, avgifter, lovregler og informasjon)?
- Hvordan skal en kunne måle og kontrollere at krav relatert til partikkelutslipp etterleves og kan typegodkjenning erstatte kontroll i praksis?

De praktiske og økonomiske konsekvensene, mulighetene og begrensningene ved å ettermonterte partikkelfiltre i Norge blir i denne rapporten vurdert av TØI i samarbeid med Statens Forurensingstilsyn, SFT. Samarbeid med vegmyndighetene mht kjøretøyforskrifter og bestemmelser om krav til utslipp fra kjøretøy og krav til ettermontering og godkjenning av partikkelfiltre er en forutsetning for at de tiltak som foreslås skal kunne implementeres i praksis.

## 1.3 Kontroll av partikkelutslipp

For å ta stilling til hvilke krav til partikkelutslipp og hvilke regimer for reduksjon av partikkelutslipp norske myndighetene bør velge, er det nødvendig å være bevisst

hva partikler er, og hvordan partikkelutslipp måles. Partikler, utslipp fra kjøretøy og måling av utslipp er et meget kompleks område. Generaliseringer og forenklinger leder ofte til misforståelser om hvordan utslipp fra kjøretøy kan reduseres. Vedlegg 1 inneholder en kort, men nødvendig beskrivelse av hva partikler og kontroll av avgassutslipp er.

Oppfølging og kontroll er viktig for at miljøtiltak skal bli troverdige og aksepteres. Dette gjelder spesielt hvis tiltaket er forbundet med økonomisk tilskudd, avgift eller avgiftslettelse. For kjøretøy og motorer med partikkelfilter er reelle utslipp av større betydning enn selve utstyret.

Partikkelutslipp fra kjøretøy kan ikke måles i Norge da vi ikke har avgasslaboratorier for kjøretøy, men kun kontrollerer avgassene ved periodisk kjøretøykontroll. Denne kontrollen vil ikke være tilstrekkelig for å kvantifisere partikkelutslippene, men vil kun avdekke om det er noe alvorlig feil ved motoren eller om partikkelutslippene er i feil størrelsesorden.

Mangelen på sammenheng mellom røkgassmåling ved fri akselerasjon av en motor og virkelig måling av partikkelutslipp er et problem ved tiltak og regimer for reduksjon av partikkelutslipp i Norge.

Utslipp av lokalt forurensende avgasser inklusive partikler fra kjøretøy bestemmes i Europa til stor del av EUs typegodkjenningskrav. Norge bruker EU systemet og internasjonal typegodkjenning for alle bilmodeller som importeres.

Typegodkjenningskravene er relatert til når motorer og kjøretøy er godkjent og virkelige utslippsdata for alle bilmodeller finnes tilgjengelige. Utslipp fra lette kjøretøy er relatert til en bestemt kjøresyklus (EDC) og angis som utslipp målt i gram per kilometer. Utslipp fra tunge kjøretøy er relatert til en kjøresyklus (ETC) for den motor som sitter i kjøretøyet og angis som utslipp målt i gram per kilowattime (kWh). Se nærmere beskrivelse i vedlegg 1.

Når nye diesel personbiler fra og med 2010 skal typegodkjennes i henhold til kravene for Euro5 er grensen for utslipp av partikler 0,005 g per kilometer. Det antas at ingen personbilsmodeller med dieselmotor vil klare dette kravet uten et partikkelfilter som er integrert med motorstyringen, og som effektivt forbrenner partikler. Euro nivåer som klart definerer utslipp av PM<sub>10</sub> i gram per kilometer er klart entydige og internasjonalt kontrollerbare krav.

## 1.4 Metode og datagrunnlag

For å vurdere om og i hvilken grad partikkelfilter vil være et hensiktsmessig tiltak for å redusere utslipp i Norske storbyer, har vi i prosjektet brukt følgende datagrunnlag:

- 1) Egne beregninger av endringer i bilparken som følge av endring i engangsavgiften for personbiler basert på CO<sub>2</sub>-utslipp, i stedet for som tidligere størrelsen på motoren. Dette har gitt nye tall for andelen dieselpersonbiler i Norge, og dermed for partikkelutslippet.
- 2) Dokumentasjon om planlagte offentlige godkjenningsordninger og systemer for ettermontering av partikkelfilter fra Tyskland, Holland, Østerrike og England

er studert for å se hva som er mulige tiltak for Norge og hvilke erfaringer som kan høstes.

- 3) Enkle nytte-kostnadsvurderinger er gjennomført for å vurdere hva som er økonomisk hensiktsmessig når det gjelder montering av partikkelfilter på nye biler respektive ettermontering av partikkelfilter på eldre dieserbiler.
- 4) Gjennom et eget spørreskjema har vi via Bilimportørens landsforening innhentet synspunkter fra norske bilimportører på partikkelfilter og ettermontering av partikkelfilter på eldre dieserbiler. Norges Bilbransjeforbund er tilsvarende blitt konsultert angående ettermontering av partikkelfilter i et åpent ettermarked.
- 5) Statens forurensningstilsyn, Vegdirektoratet og norske representanter for leverandører av partikkelfilter har bidratt med synspunkter på muligheter, hindringer og tidsperspektiver for partikkelfilter i Norge.

## 1.5 Euro-krav som effektmål

Gjennom EUs såkalte "Euro-krav" (typegodkjenningskrav) er det stilt gradvis strengere krav til avgassutslippet fra nye kjøretøy. Som utslippsmål er det i denne analysen valgt å bruke Euro krav for lette kjøretøy og motorer til tunge kjøretøy. Euro5 kravet er brukt som mål for den nivå av en kan forvente for utslipp av PM<sub>10</sub> etter montering av partikkelfilter i dieserbiler av årsmodellene 2000 til 2007. At dette er en realistisk og målbar målsetting begrunnes med at Euro5 kravene vil gjelde for alle nye lette kjøretøy fra 2010, slik at lette kjøretøy med denne utslippsstandard vil dominere kjøretøyparken i løpet av 10-15 år.

## 2 Lokal forurensning fra kjøretøy

### 2.1 Avgassutslipp og EUs Auto-oil program

Eksosutslippet fra kjøretøy varierer sterk med kjøretøytype og alder. Alder refererer da primært til forskjellig teknologinivå (motorstyring og renseteknologi) for forskjellige årsmodeller. I tillegg vil utslippet endres ved aldring av kjøretøyet (slitasje). Teknologeutviklingens betydning på utslippet er i stor grad styrt gjennom typegodkjenningsskravene til nye kjøretøy.

EUs Auto-oil program for reduserte utslipp til luft bygger på filosofien at kravene til avgassutslipp fra nye lette kjøretøy og motorer til nye tunge kjøretøy gradvis trappes opp og blir strengere. Motor- og kjøretøyprodusentene får på den måten rimelig tid til å utvikle nye og mer miljøvennlige motorer. Avgasskravene for nye personbiler og for nye motorer til tunge kjøretøy har blitt regulert og skjerpet fra Euro1 i 1993 til Euro4 i 2005. Motorer til tunge kjøretøy vil få ytterligere skjerpede krav i 2008 og for lette biler vil kravene bli skjerpet i 2010. De gradvis innskjerpede avgasskravene for nye motorer gjør det mulig for industrien å tilby driftsikre tekniske løsninger med garantert kvalitet og levetid. Skjerpede avgasskrav bidrar sammen med strengere krav til drivstoff og en kontinuerlig utskifting av kjøretøy til bedre luftkvalitet.

Kjøretøy underlagt samme Euro-krav vil ha relativt like utslipp og vil i det følgende representere aldersinndelingen av kjøretøy. Tabellene 1 og 2 viser hvordan typiske utslipp av NO<sub>x</sub> og partikler (PM<sub>10</sub>) [g/km] varierer med kjøretøyklasse og alder (Euro-krav). Av tabell 2 fremgår at det er stor forskjell (ca 90 prosent) i utslipp av partikler mellom lette dieserbiler som oppfyller kravene til Euro4 og kravene for Euro5. For motorer til tunge kjøretøy er det ingen forandring i Euro5 og Euro4 kravene for utslipp av PM<sub>10</sub>.

### 2.2 Typiske utslipp av partikler

Formålet med denne rapporten er å fokusere på partikkelutslipp og partikkelfilter for å redusere utslippene. Det finnes en sammenheng mellom utslipp av NO<sub>x</sub> og partikler (PM<sub>10</sub>) fra en forbrenningsmotor, men i det følgende drøfter vi kun reduksjon av PM<sub>10</sub>.

Noen bilmodeller har i flere år vært levert med partikkelfiltre, men bilimportørene er i mange tilfeller usikre på hvor store utslippene er og hvilken Euroklasse som bilene oppfyller. Partikkelfilter er ofte nødvendige for at store biler med store dieselmotorer skal klare kravene til typegodkjenning i henhold til Euro4 kravene. Små dieserbiler vil i mange tilfeller klare Euro4 kravene uten partikkelfilter. Hvis partikkelfilteret har vært standardutstyr ved typegodkjenning, skal det være mulig å

finne de virkelige utslippstallene slik at en kan plassere bilen i rett Euro klasse når det gjelder utslipp av PM<sub>10</sub>.

Typiske utslipp av NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> under bykjøring med tunge kjøretøy hhv personbiler som har dieselmotor er vist i tabell 1 og 2 for kjøretøy underlagt forskjellige Euro-krav.

Tabell 1. Typiske utslipp<sup>1</sup> ved bykjøring for tunge kjøretøy med totalvekt over 16 tonn [g/km]

	<b>Euro5</b>	<b>Euro4</b>	<b>Euro3</b>	<b>Euro2</b>	<b>Euro1</b>	<b>Pre Euro</b>
<b>Årsmodell</b>	2008	2005	2000	1996	1992	-1992
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,04	0,04	0,18	0,20	0,45	0,90
<b>NO<sub>x</sub></b>	2,1	3,6	9,0	14	16	24

TØI-rapport 848/2006

<sup>1</sup>) Faktorer for Euro4 og 5 er hentet fra Coppert III (Ntziachristos 2000), Euro1 til -3 er basert på nyere målinger hos VTT i Finland (VTT 04), mens utslippene fra Pre Euro klassen er satt etter skjønnsmessige vurderinger. Merk at avgasskravene for tunge biler gis som g/kWh mens faktiske utslipp i virkelig trafikk [g/km] vil variere med kjøremodus, vekt, kjøretøyets alder etc.

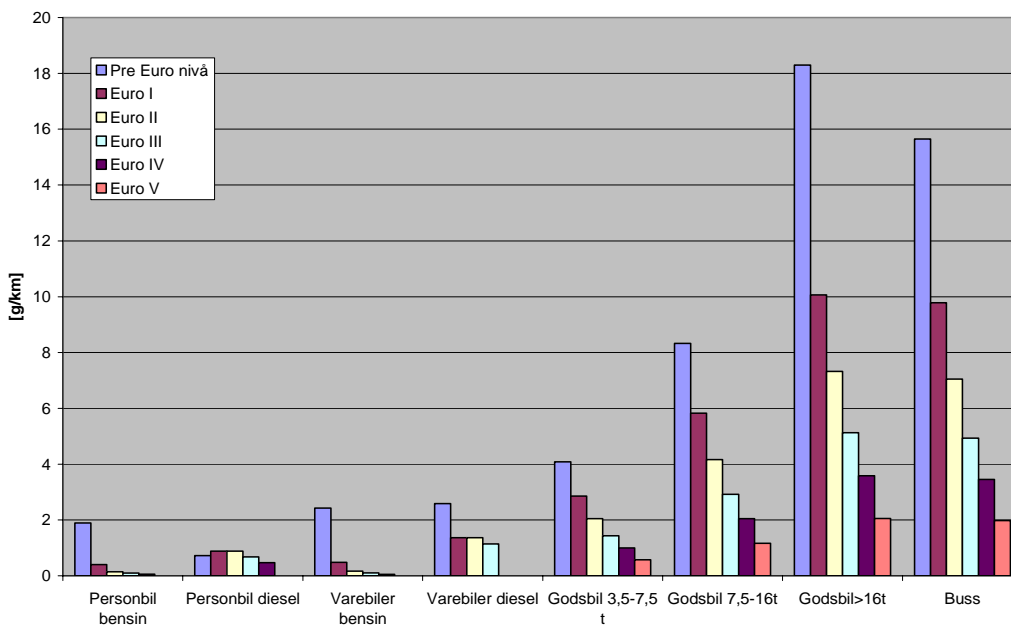
Tabell 2. Typiske utslipp<sup>1</sup> ved bykjøring for personbil med dieselmotor [g/km].

	<b>Euro5</b>	<b>Euro4</b>	<b>Euro3</b>	<b>Euro2</b>	<b>Euro1</b>	<b>Pre Euro</b>
<b>Årsmodell</b>	2010 -	2005	2000	1996	1992	-1992
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,002	0,025	0,05	0,08	0,15	0,3
<b>NO<sub>x</sub></b>	0,2	0,25	0,5	0,8	0,9	1,0

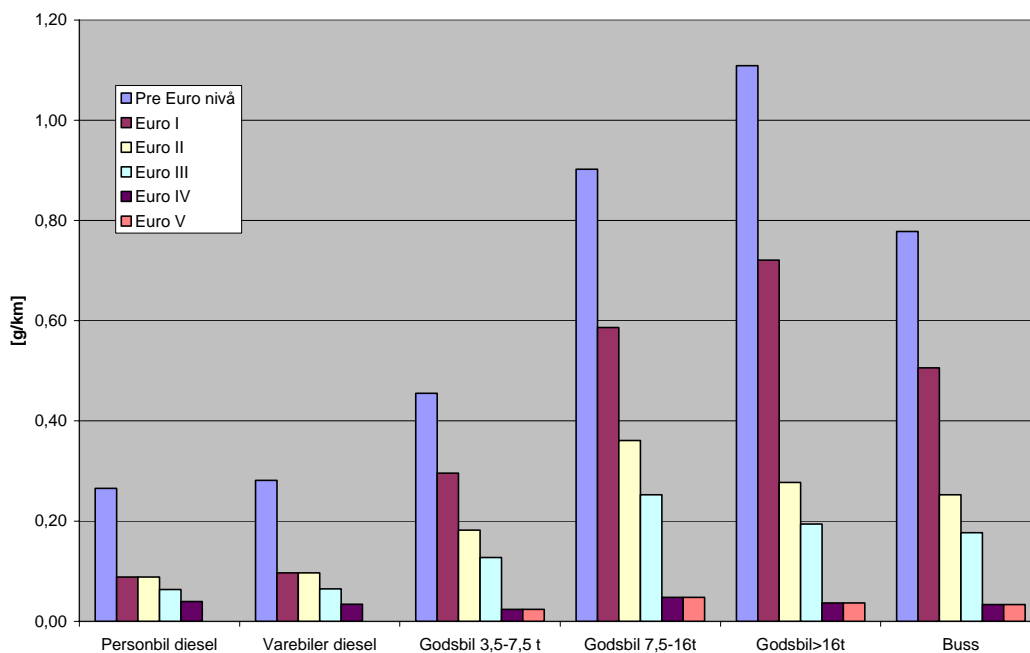
<sup>1</sup>) Faktorer for Euro1 - 4 er hentet fra Coppert III (Ntziachristos 2000) og målinger av moderne diesel personbiler for Vegdirektoratet 2002 (Hagman 2002). Utslippetsfaktorene for Euro5 er hentet fra databasen til VCA, UK

Tabell 1 og 2 viser at utslippet per km er redusert med 80 til 90 prosent for NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> over en 15-års periode. Lette dieselkjøretøy bidrar i Norge med omtrent like stor mengde utslipp av PM<sub>10</sub> som tunge kjøretøy. For personbiler med dieselmotor vil det innebære en stor reduksjon av partikkelutslipp de neste 15 år om alle nye biler så raskt som mulig utstyres med partikkelfilter som gjør at de oppfyller Euro5 kravene.

Måling av utslipp i virkelig trafikk er komplisert. En vanlig tilnærming er å måle eksosutslipp fra testkjøringer på en "rullende landevei" i et laboratorium, se vedlegg 1. Kjøremønster fra virkelig trafikk kan da gjentas under kontrollerte laboratoriebetingelser og med fast måleutstyr. Spesielt for tunge kjøretøy er imidlertid også dette utstyrskrevene og dyrt, og tester utføres derfor i begrenset omfang. En konsekvens av både måletekniske utfordringer og faktisk spredning i utslippsverdier, spesielt på eldre kjøretøy, er at det er relativt stor usikkerhet i utslippsfaktorene for tunge kjøretøy. Dette forholdet gjenspeiles også i at forskjellige kilder oppgir varierende utslippsverdier for eldre tunge kjøretøy. For å ha et rimelig konsistent sett av data for sammenlikning er figur 1 og 2 basert på faktorer oppgitt i Coopert III (Ntziachristos 2000), som er en Europeisk modell for rapportering av nasjonale utslipp fra veitrafikk. Faktorene som er vist i figur 1 og 3 representerer typiske verdier for kjøretøy.



Figur 1. Typiske verdier for eksosutslipp av NO<sub>x</sub> under bykjøring (26 km/t) (faktorer fra Copert III og Skedsmo 2006)



\*For personbiler og varebiler som oppfyller Euro V kravene er utslippene så små at de ikke synes i figuren

Figur 2. Typiske verdier for eksosutslipp av PM<sub>10</sub> under bykjøring (26 km/t) (faktorer fra Copert III og Skedsmo 2006)

## 2.3 Potensial ved kjøretøytiltak

I Norge utgjør de samlede utslippene av PM<sub>10</sub> fra vegtrafikken ca 2 000 tonn per år. Lette og tunge dieselskjøretøy bidrar med omtrent halvparten hver av dette. Potensialet for reduksjon av NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> med høyere Euro-klasser fremgår av figurene 1 og 2. Av figur 2 fremgår at det vil ha stor nytteeffekt at diesel personbiler så raskt som mulig kommer ned på utslippsnivå Euro5 med under 0,005 g per km.

Effektive integrerte partikkelfilter som oppfyller utslippskravene for partikler i henhold til Euro5 kravene, vil gi stor nytteeffekt fordi vi har en sterkt økende andel nyere diesel personbiler.

### 2.3.1 Eldre tunge kjøretøy har stort potensial

I figur 1 og 2 vises det hvordan spesielt eldre lastebiler og eldre busser har et vesentlig høyere spesifikt utslipp [g/km] enn lette kjøretøy. PM<sub>10</sub> utslippet for personbiler med bensinmotor eller med dieselmotor og partikkelfilter som gjør at diesebilene oppfyller kravet om mindre enn 0,005 g er så lavt at det ikke fremgår i figuren. Ved å rette utslippsbegrensende tiltak mot eldre tunge kjøretøy oppnås større effekt per kjøretøy enn om tiltaket rettes mot lette kjøretøy. En rapport om lavutslippssoner (Samferdselsdepartementet 2005) argumenterte ut fra slik kunnskap for tyngre kjøretøy som målgruppe for et slik tiltak.

### 2.3.2 Eurokrav betyr ikke at kjøretøy får partikkelfilter

Det var ventet at Euro4 kravet for personbiler med dieselmotor på utslipp av PM<sub>10</sub> (med høyst 0.025 g/km) ville innebære at alle nye personbiler ble utstyrt med effektive partikkelfilter. Hos mange bilprodusenter klarte dog motoringeniørene med andre midler å få ned partikkelutslippene slik at det fortsatt selges en rekke diesebilmodeller uten partikkelfiltre. Disse modellene holder seg innenfor grensen på 0,025 gram dieselpartikler per kilometer. Med effektive partikkelfilter ville de imidlertid ha vært langt renere. De fleste av dagens integrerte partikkelfiltre er så effektive at utslippene kommer ned mot 0,002 g - omkring en tidel av Euro4 kravet.

I praksis vil bilprodusentene kun ta i bruk partikkelfilter i modeller der det er nødvendig for å tilfredsstille Euro4 kravet. Partikkelfiltre vil være en ekstra og ikke nødvendig kostnad. Fordi konkurransen bilprodusentene mellom er hard, vil de ofte kutte mulige kostnader.

Enkelte bilprodusenter tilbyr partikkelfilter som ekstrautstyr. Det betyr at spesielt miljøbevisste bilkjøpere har mulighet for å utstyre bilen sin med partikkelfilter. Dette koster i størrelsesorden 5 000 til 12 000 kroner avhengig av bilmodell, noe som kan være for dyrt også for den miljøbevisste bilkjøper.

Motorer til tunge kjøretøy oppfyller med Euro4 (siden år 2005) de strengeste kravene til partikkelutslipp og disse kravene vil ikke bli ytterligere skjerpet i 2008 (Euro5). Noen motorer til tunge kjøretøy har partikkelfilter for å klare Euro5 kravene mens andre klarer kravene uten rensutstyr.



## 3 Effekten av partikkelfilter

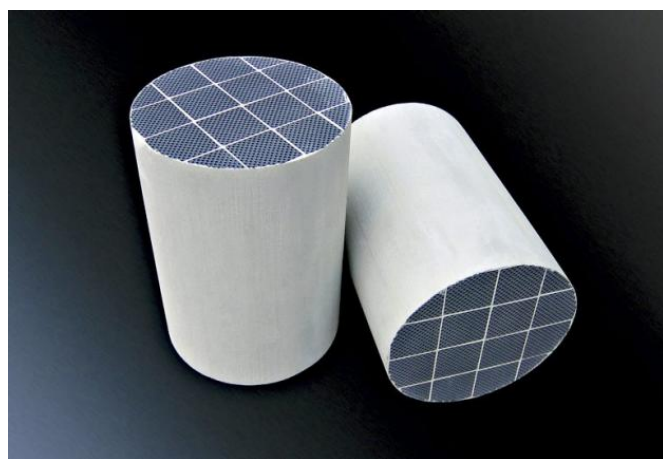
### 3.1 Ulike typer partikkelfiltre - integrerte og enkle

Partikkelfiltre i forskjellige typer av dieselmotorer kan være et effektivt tiltak for å redusere partikkelforurensningen ( $PM_{10}$ ).

Et partikkelfilter (DPF) er montert som en del av bilens eksosanlegg. Partikkelfilteret er porøst og slipper igjennom motorens avgasser, samtidig som det stopper partiklene som dannes i dieselmotoren fra å slippe igjennom. Figur 3 viser et moderne partikkelfilter. Oppsamlede kullholdige partikler oksideres kontinuerlig eller ved regenerering til  $CO_2$ . Figur 4 viser innmaten i filteret med mange små rør.



Figur 3. Et moderne partikkelfilter er en integrert del av avgassystemet (Foto: TENNECO)



Figur 4. Et partikkelfilter med lukkede rør slipper ut oksiderte partikler i form av  $CO_2$  gjennom sideveggene – I et partikkelfilter med åpne rør blir en del partiklene oksidert til  $CO_2$  (Foto: Mercedes-Benz)

Det finnes i prinsipp to typer av partikkelfilter. Begge typene bruker katalytiske teknologi for å forbrenne partikler. Den første meget effektive typen filtre - *integrerte filtre* - sørger sammen med bilens motorstyring for at partikler forbrennes, fjernes til 90-99 prosent og omdannes til gass. Partikler omdannes til gassen CO<sub>2</sub> og forsvinner ut gjennom sidevegger i partikkelfiltrets porøse rør som er tette i ene enden. Et effektivt *integrert filter* kan fjerne alle partiklene i eksosen fra dieserbiler. Målinger og vitenskapelige rapporter viser at effektive partikkelfilter som er levert som originalutstyr kan fjerne kullholdige partikler så effektivt at utslippene blir tilnærmet null. Utslippene av PM<sub>10</sub> kan dog være noe større enn utslippene av partikler, da PM<sub>10</sub> definisjonsmessig inkluderer alt som øker vekten på oppsamlingsfiltrene (se vedlegg 1).

Den andre typen partikkelfilter - *de enkle* - har åpne rør og i disse filtrene blir en del partiklene ved katalytisk hjelp omdannet til CO<sub>2</sub>, se figur 4. For denne typen filter, som kan ettermonteres på biler som fra før er utstyrt med oksiderende katalysator, oppgir leverandørene en rensegrad på 20 til 50 prosent. Filtrene med denne lavere rensegraden er ikke integrert med kjøretøyets motorstyring og er produsert for ettermontering på det åpne ettermarkedet. Hvis filter som er montert på ettermarkedet skulle forårsake problemer kan bilprodusentens garantiansvar forsvinne eller bli begrenset.

Personbiler med dieselmotorer slipper ut mellom 0,001 og 0,3 g partikler per kilometer avhengig av hvor gamle de er, i hvilken Euroklasse de er typegodkjent og om de har et moderne partikkelfilter. Teknologi i form av mer eller mindre effektive partikkelfilter reduserer partikkelutslipp fra dieserbiler.

Noen bilimportører selger og leverer siden flere år alle sine bilmodeller med effektive partikkelfilter. Spesielt store dieserbiler i øvre prisklasser har som regel partikkelfilter montert fra bilprodusenten. Partikkelfilter fra bilprodusentene oppfyller ofte med god marginal Euro klasse5 kravet på 0,005 g PM<sub>10</sub> per kilometer. For noen bilmodeller, som i flere år har vært levert med partikkelfiltre, er det usikker knyttet til hvor store utslippene virkelig er og hvilken Euroklasse bilene oppfyller.

### 3.2 Ettermontering av partikkelfilter

Ettermontering av rensutstyr for å oppnå reduserte avgassutslipp er et alternativ til den gradvise utskiftingen til nye kjøretøy. Partikkelfilter og NO<sub>x</sub>-reduserende katalytiske systemer finnes for ettermontering og kan bidra til vesentlige utslippsreduksjoner. Renseeffekten vil variere med forskjellig utstyr og med tid etter ettermonteringen.

Flere leverandører av partikkelfilter for original montering i nye bilmodeller (OE-markedet) har lansert serier med diesel partikkelfilter for det åpne ettermarkedet. Ettermontering blir stimulert av avgiftslettelse for biler som oppfyller høyere krav til partikkelutslipp (Euro krav) i de aktuelle landene. Det tilbys utbytting av moderne dieserbilers oksiderende katalysator med en kombinasjon av oksiderende katalysator og partikkelfilter i en enhet. Dermed er det enkelt for et verksted å skifte ut eksisterende katalysator med en ny enhet.

Både fabrikkmonterte og ettermonterte partikkelfilter kan trenge rensing eller utskifting. For ettermonterte partikkelfilter oppgir leverandørene varierende levetider og vedlikeholdsintervaller er foreløpig ikke helt kjente. Halvparten av Europas bilpark er utstyrt med dieselmotor, og ettermarkedet utgjør derfor et stort potensial. Det er foreløpig vanskelig å få en god oversikt over hvor effektive ettermonterte partikkelfilter er.

### 3.3 Planer og regimer i Tyskland og Nederland

Ettermontering av partikkelfiltre på eldre dieselmotorer har tidligere vært vurdert som et tvilsomt tiltak da effekten og levetiden til dels har vært ukjent og lite tilfredsstillende. Offentlige godkjenningsordninger og systemer for ettermontering av partikkelfilter i bla. Tyskland, Holland, Østerrike og England gjør at det på ny er aktuelt å vurdere regimer for ettermontering av partikkelfiltre. Krav om lave partikkelutslipp og utslippsklassifisering av kjøretøy vil i de nevnte landene bli brukt som grunnlag for miljøavgifter og som krav for tillatelse til å kjøre i miljøsoner.

I Tyskland og Holland er det etablert omfattende systemer for testing og typegodkjenning av partikkelfilter for ettermontering på det åpne ettermarkedet. Kravene til partikkelfilter for ettermontering og utslippene fra biler er nasjonale og ikke så strenge som EU kravene for typegodkjenning.

I Holland stiller for eksempel den forenklete typegodkjenningen krav til at partikkelfilter skal testes og funksjon kontrolleres etter 4 000 km i bil. Til sammenligning stiller typegodkjenning av nye bilmodeller i EU krav til at avgassrensing og avgassutslipp skal kontrolleres av bilens egne feildiagnosesystemer (OBD) og fungere over bilens forventede levetid. De samlede Hollandske formelle og tekniske kravene for typegodkjenning av partikkelfilter for ettermontering er beskrevet i *Technical requirements diesel particulate filter* [www.vrom.nl/roetfilters](http://www.vrom.nl/roetfilters) (RDW).

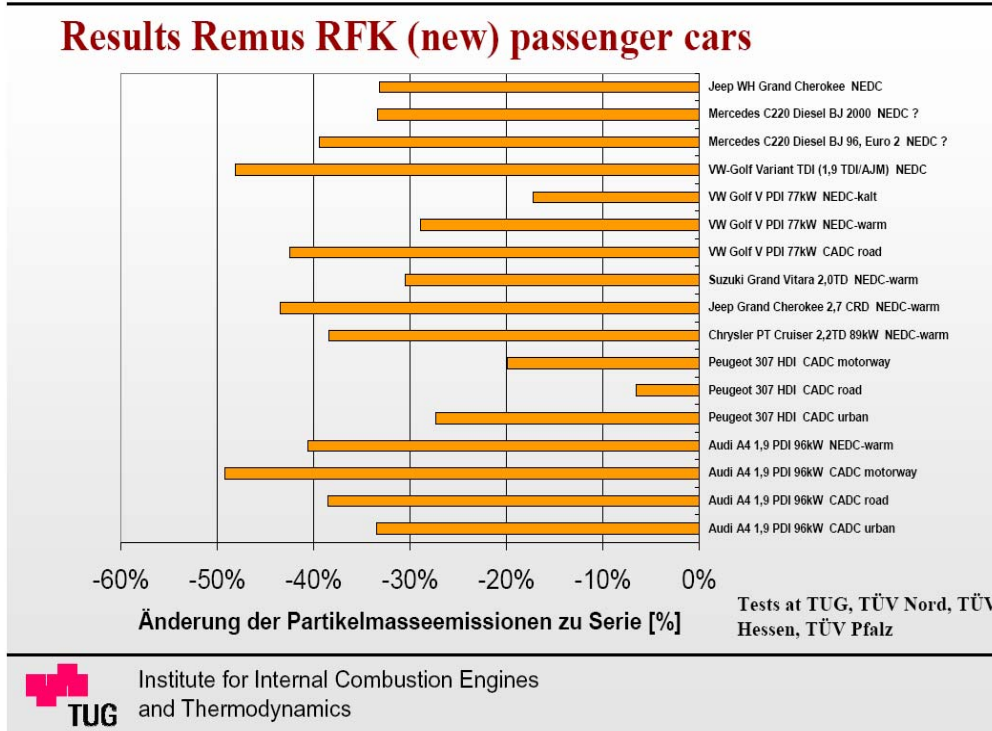
Tyskland vil få en spesiell ordning med oblater som festes i vinduet og som viser i hvilken miljøklasse kjøretøyet er klassifisert.

Ordningene med ettermontering av partikkelfilter i Tyskland og Holland er nasjonale systemer og bygger på omfattende kompetanse og resurser for måling av partikkelutslipp og testing av filtre. Typegodkjenning av partikkelfilter montert i aktuelle bilmodeller skjer i nasjonale avgasslaboratorier hvor partikkelutslippene kan måles, da bilene kjører av den standardiserte Europeiske kjøresyklusen EDC (tidligere kalt NEDC).

Det østerrikske instituttet TUG har mulighet å måle partikkelutslipp i et avgasslaboratorium. I avgasslaboratorier kan partikkelutslippene måles ved kjøring av biler med forskjellige kjøresykluser. Figur 5 viser reduksjonen av partikkelutslipp for forskjellige bilmodeller ved kjøring av den Europeiske kjøresyklusen NEDC og andre relevante kjøresykluser. Av figuren fremgår at reduksjonen er i størrelsen 20 til 50 prosent for forskjellige biler og for forskjellige kjøresykluser med partikkelfiltre av typen Remus RFK, se figur 5.

Manglende målemuligheter i Norge er en utfordring med gamle biler og ettermonterte enkle filtre.

## Particulate catalysts (Project TOP)



Figur 5. Reduksjoner av partikkelutslipp for forskjellige biler og kjøresykluser med partikkelfiltre fra det åpne ettermarkedet (filter av typen Remus RfK). Kilde: TUG

### 3.4 Bilimportørenes syn på partikkelfilter

Via Bilimportørens landsforening er det innhentet synspunkter fra de norske bilimportørene på partikkelfilter og ettermontering av partikkelfilter på eldre dieselmotorer. Bilimportørene fikk tilsendt et spørreskjema med spørsmål om partikkelfilter, partikkelutslipp og ettermontering (se vedlegg 3). Skjemaset ble besvart av 18 bilimportører. Bilimportørenes synspunkter på partikkelutslipp, partikkelfilter og ettermontering kan oppsummeres i følgende punkter:

- Bilbransjen har stor bevissthet om miljøproblemer og ønsker å bidra til at partikkelutslipp fra biler blir redusert.
- Bilimportørene har stort sett mulighet for å tilby integrerte partikkelfilter som oppfyller Euro5 krav for partikkelutslipp på sine bilmodeller fra og med 2008.
- Merkostnad for ny bil med partikkelfilter i forhold til levering uten partikkelfilter er i størrelsen kr 5 000,- til 12 000,-.
- Det er delte meninger om ettermontering av partikkelfilter og differensierte årsavgifter for dieselmotorer er en god ide'.
- Det er forskjellige meninger om ettermonterte partikkelfilter vil gi ekstra servicekostnader for kunden.

- De fleste bilimportører ønsker å montere originale fabrikkgodkjente partikkelfilter på bilene.
- Bilprodusentene mener at ettermontering av partikkelfilter fra andre leverandører ikke vil være hensiktsmessig, gi en akseptabel miljøgevinst eller kunne følges opp på en fornuftig og rettferdig måte i 2008.
- Noen bilimportører vil støtte ettermontering av partikkelfilter som en tjeneste på det åpne ettermarkedet.
- De fleste importørene mener at ettermontering av partikkelfilter fra andre enn bilprodusenten vil medføre bortfall av garantier.
- Partikkelfilter i dieselpersonbiler er et miljøtiltak som bør gis økonomisk støtte fra myndighetene i stedet for at biler med høye utslipp pålegges nye miljøavgifter.

En generelle kommentar fra enkelte importører er at man vil foretrekke at Norge følger generelle krav til kjøretøy innen EU og også følger tilhørende tidsfrister. Mange sier at det er bilfabrikkene som leverer de beste systemer for avgassrensing. Det er best når slike systemer er bygget sammen med bilens motorstyring. En importør sier at "alla våra bilar med fabrikkmonterte partikelfilter ligger på 0,0010-0,0013 gram per km". En oppfatning er at reduksjon av partikkelutslipp bør gjennomføres gjennom avgiftsbelegging og oppmuntring til kjøp av nye dieserbiler med partikkelfilter.

Spørreundersøkelsen viser videre at vedlikehold er et problem. De fleste partikkelfilter, enten de er montert originalt eller ettermontert må, i henhold til en bilimportør, gjennomgå en renseprosess for å virke effektivt over tid. Etter hvert som filteret fylles med sotpartikler, vil effekten reduseres. Et originalmontert filter vil ha varsling og prosedyrer for rensing av filteret innebygget i bilen. Dette sikrer jevn effekt. Et ettermonterbart filter vil ikke ha slike varsler og man har ingen garanti for at filteret gjør den jobben det er satt til. Småkjøring og hyppige kaldstarter vil forverre situasjonen ytterligere.

En eventuell avgift eller avgiftslettelse må baseres på reelle utslipp, eksempelvis bestemt ut fra tilfredsstillelse av "Euro5" krav eller ikke, og ikke til hvilket utstyr en bil har. Partikkelutslipp kan reduseres med partikkelfilter men også med annen teknologi.

Noen mener at det store spørsmålet er hvordan man skal kunne bestemme hvilken utslippskategori ulike diesebilene med ettermontert partikkelfilter skal plasseres i, med hensyn til et eventuelt avgifts nivå for partikkelutslipp. Det blir poengtert at "Problemstillingen er ikke så enkel som det kan virke i første omgang".

Et relevant spørsmål er hvorledes et avgiftsmessig påslag/avslag skal kunne gjennomføres. Siden en ettermontering kan ha høyst usikker effekt, vil nytten av en eventuell avgiftsmessig fordel være vanskelig å måle. Den eneste sikre vei er å forholde seg til oppgitte typegodkjenningsstandarder.

En paradoks er at ved montering av partikkelfilter vil i de fleste tilfellene diesel-forbruk og utslippene av CO<sub>2</sub> øke. Derfor vil også engangskostnadene ved kjøp av ny bil med montert partikkelfilter øke for kunden, og i tillegg øker driftskostnadene som følge av økt dieselforbruk.

## 3.5 Kontroll og godkjenning av partikkelfiltre

### 3.5.1 Ettermontering av enkle filtre er mulig

Norske importører av tilbehør til biler er klar over de nye regimene med ettermontering av enkle filtre i Tyskland, Holland, Østerrike og England. De ser mulighetene for tilsvarende opplegg i Norge. Flere norske importører vil kunne tilby partikkelfilter for ettermontering på et åpent ettermarked. Foreløpig har de norske importørene begrenset kjennskap til muligheter og begrensninger med ettermontering av partikkelfilter.

Norges Bilbransjeforbund gir uttrykk for at ettermontering av partikkelfilter på det åpne ettermarkedet vil være et hensiktsmessig tiltak til nytte for miljøet. Argumentasjonen er at en reduksjon av partikkelutslipp med 30 til 50 prosent fra eldre kjøretøy med høye partikkelutslipp vil være et miljøtiltak uten bivirkninger. Ettermontering vil være mulig på noen eldre kjøretøy, men ikke på alle.

Vi har vært i kontakt med flere norske importører som representerer store produsentene av partikkelfilter til bilindustrien (OE-markedet). At de store produsentene satser på leveranser til det åpne ettermarkedet vil gjøre det mulig å ettermontere partikkelfilter på mange utvalgte eldre dieserbiler.

Krav om partikkelutslipp på Euro5-nivå for nye personbiler med dieselmotorer basert på typegodkjenningen, er et kontrollerbart krav i Norge. Med et slikt krav vil dieserbiler og bensinbiler miljømessig bli behandlet etter samme måte.

Partikkelutslippene fra typegodkjenningen er mulig å kontrollere i internasjonale databaser for alle modeller av personbiler med dieselmotor.

Andre krav for PM<sub>10</sub> enn de som fremkommer ved internasjonal typegodkjenning er vanskelige å kreve i Norge, da det i Norge ikke er mulig å måle hvilke partikkelutslipp et kjøretøy virkelig har. Det er med andre ord ikke mulig å avgjøre hvilken Euroklasse en bil med ettermontert enkelt partikkelfilter oppfyller. Den målemetoden som viser gjennomsiktighet av røykgasser ved fri akselerasjon og som brukes ved Periodisk kjøretøykontroll vil ikke kunne relateres til Euro-klasser (se vedlegg 1).

### 3.5.2 Nasjonal typegodkjenning av enkle filtre

Offentlige nasjonale godkjenningsordninger og systemer for ettermontering av partikkelfilter i blant annet Tyskland, Holland, Østerrike og England gjør det for bileiere i disse landene mulig å oppgradere kjøretøy til et høyere Euro-nivå. En halvering eller reduksjon av partikkelutslipp med 30 prosent kan være nok for at et kjøretøy skal klare utslippsgrensen som tilsvarer en høyere Euro-klasse. Ved å ettermontere enkle partikkelfilter kan det bli mulig å få kjøre inn i definerte miljøsoner.

I praksis vurderes norsk sertifisering, måling og kontroll av partikkelutslipp (etter ettermontering av partikkelfilter) som så krevende at dette vanskelig kan bli en rask praktisk løsning for norske forhold. Et alternativ er da helt og fullt å adoptere og akseptere et utenlandsk regime for sertifisering av partikkelfilter for ettermontering. Ulempene med å adoptere et nasjonalt utenlandsk regime er at mulighetene til kontroll og oppfølging blir mangelfulle. Tvister om partikkelutslipp og miljø-

avgifter vil være vanskelige å løse uten nasjonal norsk kompetanse og norske muligheter for å måle partikkelutslipp. Hvordan skal man avgjøre om en bil med ettermontert partikkelfilter etter 1, 2 eller 3 år fortsatt oppfyller krav til Euro1, Euro2, Euro3 eller Euro4? Avgasstester ved uavhengige laboratorier i Sverige eller Finland til en kostnad i størrelsen kr 25 000,- per bil er sannsynlig ikke realistiske.

Spørsmålet er om vi i Norge bør adoptere systemene for godkjenning av enkle filtre? Det mangler erfaring og dokumentasjon over hvor hensiktsmessige og effektive de enkle filtrene er etter over tre måneder og flere års bruk.

### 3.6 Erfaringer med partikkelfilter

Erfaringene med ettermontering av partikkelfilter i person- og varebiler er meget begrensede. Ettermontering i lette biler er en så ny foreteelse at vi ikke har funnet vitenskapelige rapporter om levetid og driftssikkerhet. I desember 2007 ble det dog avdekket alvorlige problemer knyttet til ettermonterte filtre i Tyskland. Filtre fra flere leverandører holdt ikke mål. Det var både problemer knyttet til forhold rundt typegodkjenningen og at filtrene ikke klarte de minimums renskravene som det ble stilt krav til. Oppdagelsen at ettermonterte filtre ikke holdt mål rammet mange tusen av bileiere som ikke lenger hadde godkjente filterløsninger i sine biler. En løsning var at bileierne kan få nye filterløsninger vederlagsfritt og at bileierne ikke blir økonomisk skadelidende.

Vedlegg 4 viser en erklæring fra bildelsforhandlerne og bildelsprodusentene i Tyskland hvor de vedgår ansvar for at et stort antall leverte partikkelfiltre ikke har holdt mål. Nederland har i stor grad anvendt samme typegodkjenninger som Tyskland og problemene kan også ramme bilister i Nederland. Problemene i Tyskland styrker mistanken om at fjerning av partikler med ettermonteringsløsninger ikke er en tilfredsstillende løsning.

I tunge kjøretøy finnes både gode og til dels tvilsomme erfaringer med ettermontering av partikkelfilter. Vi beskriver i avsnitt 3.6.1 noen av erfaringene med ettermontering av partikkelfiltre for tunge kjøretøy og antar at ettermontering i lette biler har potensial å kunne gi liknende resultater.

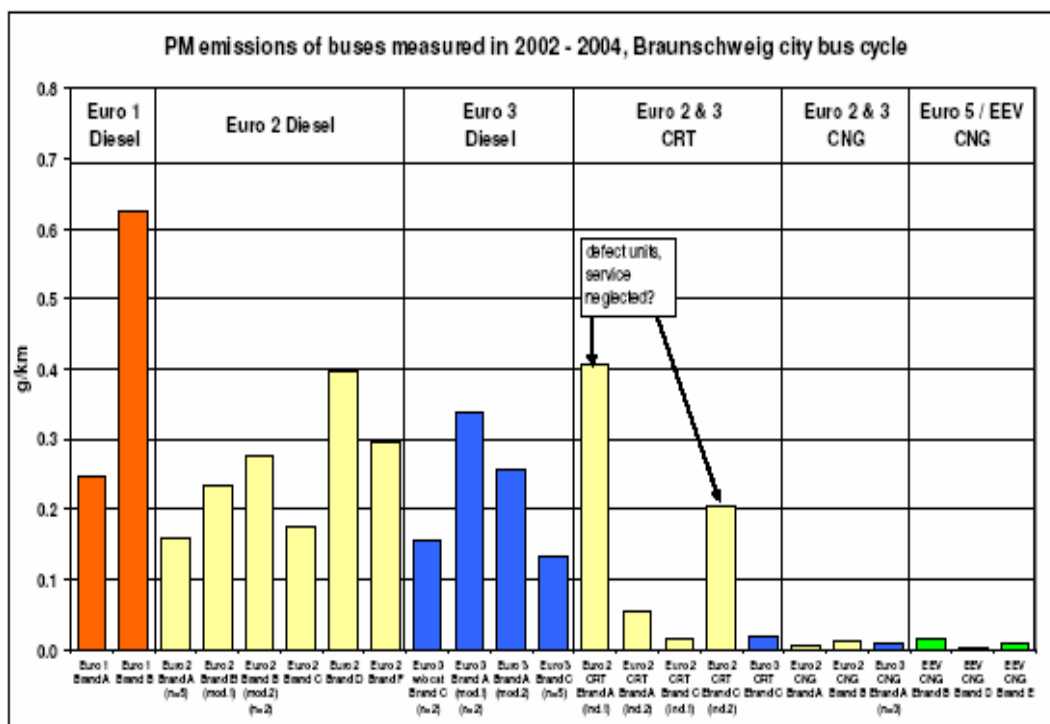
#### 3.6.1 Resultater fra testlaboratorier

Rapporter fra testlaboratorier i blant annet USA, Sverige med flere viser at partikkelfiltre har god effekt og reduserer partikkelutslipp fra tunge dieselskjøretøy ned til 0,01- 0,03 gram per kilometer. Utslipp av 0,01- 0,03 gram partikler per kilometer vurderes (Nylund, Erkkilä, 2005) å ligge godt under Euro4 kravet for motorer på 0,03 g/kWh (ETC syklus). Nylund og Erkkilä oppgir utslipp av 0,04 gram partikler per kilometer ved kjøring av Braunschweig kjøresyklus som sammenlignbart med Euro4 kravet.

En rapport fra VTT i Finland (Nylund Nils-Olof, Erkkilä Kimmo, 2005) viser resultater av avgassmålinger med 34 busser. De målte bussene er dieselsbusser av forskjellige Euro-klasser med og uten CRT filtre samt naturgassbusser av Euro2 og 3 klasser. I tillegg er det målt avgassutslipp fra tre EEV-naturgassbusser (Enhanced Environmentally Friendly Vehicles). Betegnelsen CRT står for et spesielt partikkelfilter (Continuously Regenerable Trap).

Ettermonterte nye CRT partikkelfiltre synes av målingene å rense partikler fra avgassene så effektivt at utslippene blir i størrelsen 0,01- 0,03 g per kilometer. Av de målte dieserbussene med ettermontert CRT partikkelfiltre ved VTT hadde dog to stykker utslipp på samme høye nivå eller høyere enn dieserbuss uten partikkelfilter (se figur 6).

Naturgassbussene hadde meget lave utslipp av partikler. Forklaringen er at naturgass normalt ikke danner partikler ved forbrenning. Utslippene av NO<sub>x</sub> var omtrent på samme nivå for diesel- og naturgassbuss med Euro2 og Euro3 motorer. Bussene som kvalifiserte til klassifiseringen EEV hadde meget lave utslipp av både partikler og NO<sub>x</sub>. Utslippene for EEV busser kan i størrelse sammenlignes med nivåene for utslipp av partikler fra busser med Euro4 og 5 motorer (0,01- 0,03 g per kilometer).



Figur 6. Partikkelutslipp fra busser ved målinger i VTTs avgasslaboratorium for tunge kjøretøy utenfor Helsinki (figur fra Nylund, VTT, 2005)

I London anbefaler "The London Low Emission Zone Feasibility Study" (Watkiss, AEA Technology Environment, 2003) bruk av partikkelfilter. Fra VOSA, Vehicle and Operator Services Agency er det mulig å få et sertifikat som oppgir at kjøretøyet med ettermontert rensutstyr har reduserte avgassutslipp. Benevnelsen på sertifikatet er RPC, Reduced Pollution Certificate. VOSA tilbyr også periodisk testing for å verifisere at partikkelfiltre fortsatt fungerer tilfredsstillende (VOSA, 2006). VOSA oppgir verdier for opasitet av avgassene fra kjøretøy ved fri akselerasjon for godkjenning og kontroll av miljøklassifisering.



### **3.6.2 Problemtyper og erfaringer**

I København satset man på 1990-tallet på gassbusser med LPG, Liquefied petroleum Gas som drivstoff. Satsingen ble begrunnet med reduksjon av forurensing i forhold til dieselbusser. Senere har man forlatt LPG buss-satsingen og i stedet gått over til dieselbusser med partikkelfilter.

DMU, Danmarks Miljøundersøgelser anbefaler miljøsoner i større byer, og anbefaler at alle tunge dieselkjøretøy har partikkelfilter. DMU har regnet på, hvor meget partikkelfiltrene vil spare samfunnet for avgassutslipp. Alene i København oppgis en samfunnsgevinst av partikkelfiltre med 80 mill Dkr. ([www.dmu.dk](http://www.dmu.dk), 2005).

På den andre siden refererer bladet Ingeniøren (Ingeniøren, 2001) til undersøkelser fra Dansk Teknologisk Institutt som viser at noen partikkelfilter etter en tids bruk i praksis slipper ut så mye som 0,4 gram partikler per kWh. Dette skal sammenlignes med Euro4 - kravet på 0,03 g per kWh. Det må bemerkes at PM<sub>10</sub> utslippene som ble oppdaget av DTU hovedsakelig besto av svovelsyre. Svovelsyren ble dannet i partikkelfilteret fra svovel i drivstoffet.

Vi kan ikke forstå annet enn at det i Danmark er vanskelig å vurdere hvor godt ettermonterte partikkelfiltre virkelig renser avgassene. I Danmark finnes det, som i Norge, ikke avgasslaboratorium for kjøretøy.

I Norge har partikkelfilter vært montert av flere busselskaper. For eksempel var det en miljøprofilering av flybussene til Gardermoen, at de ved åpningen av flyplassen fikk partikkelfilter. Senere ble disse partikkelfiltrene demontert. Årsaken var at partikkelfiltrene ble tette og ødelagte, angivelig på grunn av for høyt svovelinnhold i dieseloljen. Busselskapet hadde vanskeligheter med å få fylt dieselolje med lavt nok svovelinnhold. Med lavt svovelinnhold i all norsk bensin og diesel er dette dog i liten grad en aktuell problemstilling i dag.

## 4 Nytte-kostnadsvurderinger

### 4.1 Marginale helsekostnader

Kjøretøy med dieselmotor som ikke har partikkelfilter slipper med avgassene ut partikler i forskjellig størrelse og mengde. Partikler i størrelsen rundt 1 mikrometer gir det største bidraget til at utslippsgrensene for partikkelkonsentrasjoner i luften (målt i gram pr. kubikkmeter) overskrides. På den andre siden er det meget små partikler i størrelsen 100 nanometer (nanopartikler) som bidrar til at antallet partikler i luften blir faretruende stort.

De store partiklene kommer til i de øvre luftveier (munn, nese, svelg), mens nanopartikler trenger helt ned i lungene. Partiklene kan medføre alt fra hoste og mild betennelse til alvorlig sykdom og død. Det antas at nanopartikler i tillegg til å skade lungene kan påvirke hjerte og andre organer ved at de følger blodbanene rundt i kroppen.

Helsekostnader for lokalt forurensende utslipp er forskjellige i forskjellige deler av Norge. Helsekostnadene for partikkelutslipp er størst i store byer og lavest i mindre tett befolkede områder av landet.

#### 4.1.1 Helsekostnader for PM<sub>10</sub>

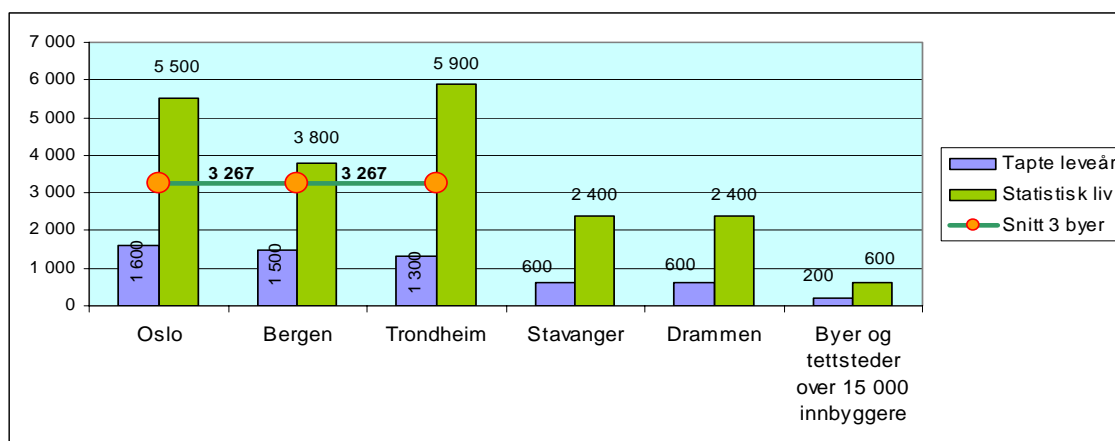
De marginale helsekostnadene for eksosutslipp av PM<sub>10</sub> som brukes i denne nytte-kostnadsanalysen er beregnet av SFT for Oslo, Bergen og Trondheim i rapporten *Marginale miljøkostnader ved luftforurensning* (LEVE - SFT 2005) og gitt som verdisetting av *statistisk liv* eller *tapte leveår* ved bruk av effektkjedemetodikken.

Verdien av et statistisk liv er verdien av en risikoreduksjon som statistisk sett tilsvarer et unngått dødsfall, mens verdien av tapte leveår kan finnes ved å ta utgangspunkt i verdien av statistisk liv, og så fordele dette på gjennomsnittlig levetid og deretter beregne nåverdi. I de følgende beregningene av nytte og kostnader for partikkelfilter har vi valgt å bruke to forskjellige kostnader for partikkelutslipp. Vi velger dels å bruke kr. 5 600,- per kilo partikler som er en pris brukt av Vegdirektoratet i en intern presentasjon 1. mars 2007 og dels en kostnad på kr. 3 267,- som er middelverdien av tapte leveår og statistisk liv i de store norske byene, se figur 7.

#### 4.1.2 Helsekostnader for NO<sub>x</sub>

Utslipp av partikler fra dieselmotorer er relatert til den samme motorens utslipp av NO<sub>x</sub>. Normalt kan en dieselmotor innstilles slik at lave utslipp av partikler gir høye utslipp av NO<sub>x</sub> og høye utslipp av partikler gir lave utslipp av NO<sub>x</sub>. Temperaturen i et partikkelfilter antas å være lavere enn 1 000 °C slik at utslippene av NO<sub>x</sub> ikke vil påvirkes av om en bil har partikkelfilter eller ikke. SFTs beregninger av helsekostnader for NO<sub>x</sub> er dog basert på helsekostnader ved NO<sub>2</sub> og antagelser om NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> forholdet i eksosavgasser.

Ny kunnskap indikerer at dette forholdet er vesentlig høyere enn tidligere antatt for nyere dieselmotorer. Katalysator-/renseteknologien som reduserer det totale NO<sub>x</sub> utslippet har vist seg samtidig å medføre et høyere NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> forhold. Hvordan dette forholdet vil være for utslippet fra biler med partikkelfilter er ikke kjent og følgelig er helsekostnader relatert til forandringer av NO<sub>2</sub> utslipp ikke tatt med i de videre nytte-kostnads-vurderingene.



Figur 7. Marginale helsekostnader [kr/kg] for PM<sub>10</sub> relatert til eksosutslipp som tapte leveår og statistisk liv, samt middelverdien for byene Oslo, Bergen og Trondheim. (Kilde: Vegdirektoratet)

## 4.2 Kostnader for filtre

Det synes i dag som realistisk å få ettermontert *enkle* partikkelfilter i personbiler og varebiler til en engangskostnad av kr. 5 000-10.000,-. For effektive *integreerte* filtre som leveres montert i ny bil ligger kostnaden på kr. 5 000-12.000,-. Effektive *integreerte* filtre kan også av noen bilimportører (men ikke av andre) ettermonteres og integreres med bilens motorstyring. Ettermontering av integrerte partikkelfilter vil i henhold til bilimportørenes svar ligge i størrelsen kr. 5 000-12.000,-.

For tunge kjøretøy er engangskostnaden for montering av partikkelfilter ca kr. 80.000,-. For ettermonterte partikkelfilter er informasjon om vedlikeholdskostnader og levetid begrenset. En leverandør av *enkle filtre* oppgir 3 års garantert levetid og en annen 5 år eller 80 000 km.

Nytte- kostnadsberegningene er basert på antakelser om null kostnader for vedlikehold og lang levetid for ettermonterte partikkelfilter. Vi vet lite om langtidseffekter med ettermonterte partikkelfilter og beregningene er derfor beheftet med relativt stor usikkerhet i negativ retning når det gjelder lønnsomhet.

## 4.3 Nytte-kostnad for partikkelfilter i lette kjøretøy

Ettermontering av partikkelfilter som oppfyller Euro5 kravene på 0,005 g/km vil ha størst effekt på dieselbiler som har store utslipp og lang gjenværende levetid.

I våre nytte-kostnadsberegninger er det brukt partikkelutslipp fra typiske biler med representative utslipp. Begrepene "typisk" og "representativt" er ikke forankret i

noen objektive kriterier. Biler innen samme Euro klasse kan i henhold til databaser for typegodkjenning og partikkelutslipp ha svært forskjellige partikkelutslipp.

Nytten av å ha partikkelfilter på dieserbiler settes i nytte-kostnadsberegningene lik de reduserte helsekostnadene i byer som Oslo Trondheim og Bergen. Med utgangspunkt i marginale helsekostnader på 5 600 kr per kilo PM<sub>10</sub> har vi kalkulert nytten ved ettermontering av henholdsvis integrerte partikkelfiltre med høy renseeffekt og enklere partikkelfiltre med lav renseeffekt som alternativ A. På samme måte er nytten med utgangspunkt i marginale helsekostnader på kr 3 267,- per kilo PM<sub>10</sub> kalkulert som alternativ B.

Konsekvenser, egenskaper og nytte med ettermontering av de to typene partikkelfilter i personbiler som oppfyller de nå gjeldende Euro4 kravene og de tidligere Euro3 kravene fremgår av tabell 3.

Tabell 3. Sammenlikning av effektive integrerte partikkelfilter og enkle partikkelfilter fra det åpne markedet for ettermontering i personbiler

Partikkelfilter	Effektivt <i>integrert</i> filter	Ettermontert - <i>enkelt</i>
<b>Prinsipp</b>	Integreres med motorstyring	Passiv enhet i avgassrøret
<b>Kvalitet</b>	Garanti for holdbarhet	Redusert garanti for holdbarhet
<b>Deteksjon av feil</b>	Integrert i bilens system for feilregistrering (OBD)	Ingen mulighet for å detektere feil
<b>Virkning</b>	90-99% reduksjon	20-50% reduksjon
<b>Pris i kr.</b>	5 000-12 000	5 000-10 000
<b>Alternativ A - redusert årlig miljøkostnad</b>	Kr 1 410,- Euro4 biler Kr 2 820,- Euro3 biler	Kr 470,- Euro4 biler Kr 940,- Euro3 biler
<b>Alternativ A – redusert miljøkostnad for bilens gjenstående levetid</b>	Kr 16 920,- Euro4 biler Kr 22 560,- Euro3 biler	Kr 5 640,- Euro4 biler Kr 7 520,- Euro3 biler
<b>Alternativ B - redusert årlig miljøkostnad</b>	Kr 838,- Euro4 biler Kr 1 675,- Euro3 biler	Kr 279,- Euro4 biler Kr 558,- Euro3 biler
<b>Alternativ B – redusert miljøkostnad for bilens gjenstående levetid</b>	Kr 10 050,- Euro4 biler Kr 13 401,- Euro3 biler	Kr 3 350,- Euro4 biler Kr 4 467,- Euro3 biler

**Forutsetninger for beregningene i tabell 3:**

Kostnad for partikkelutslipp: 5 600 kr/kg resp. 3 267 kr/kg i alt A resp. B

Kjørelengde: 14 000 km/år

Partikkelutslipp: Personbiler Euro3 og Euro4: 0,04 g/km respektive 0,02 g/km uten filter.

Gjenstående gjennomsnittlig levetid for personbiler med dieselmotor: Personbiler- Euro3: 12 år og Personbiler Euro4: 15 år

Drifts og vedlikeholdskostnader: 0 kr/år

Kalkylene er dels gjort for *integrerte partikkelfilter* med en renseeffekt på 90-99 prosent og dels for *enkle* ettermonterte partikkelfilter fra det åpne ettermarkedet med 20-50 prosent renseeffekt. Det forutsettes at partikkelfilter med en renseeffekt på 90-99 prosent er integrert med bilens motorstyring og gir utslipp i størrelsen 0,001-0,002 g per kilometer.

#### 4.3.1 Nytte/kostnadsbrøk for lette kjøretøy

Beregningene viser at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt med montering av effektive *integrerte* partikkelfilter som oppfyller Euro5 kravene for partikkelutslipp i nye biler og også i brukte personbiler som er godkjent i henhold til Euro3 og Euro4. Dette gjelder uavhengig av hvilke helsekostnadsalternativ A eller B en baserer seg på.

Nytte/kostnadsbrøk for *integrerte* partikkelfilter med marginale helsekostnader på kr 3 267,- per kilo PM<sub>10</sub> er:

**1,0 for Euro4 biler**

**1,3 for Euro3 biler**

Nytte/kostnadsbrøk for *integrerte* partikkelfilter med marginale helsekostnader på kr 5 500,- per kilo PM<sub>10</sub> er:

**1,7 for Euro4 biler**

**2,2 for Euro3 biler**

Nytte/kostnadsbrøk for *integrerte* partikkelfilter i helt nye biler er noe høyere enn det som er angitt oven da de nye bilene har lengre gjenstående levetid enn 15 år.

Ettermontering av *enkle* partikkelfilter på det åpne ettermarkedet i Euro 3 og Euro 4 biler er ikke et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak i Norge.

Usikkerhet om muligheten for å montere partikkelfilter og kort gjenværende levetid gjør at lette dieserbiler som er registrert før år 2000 er lite aktuelle for regimer med ettermontering. Det vurderes som her som uaktuelt å presentere en nytte-kostnadsanalyse for ettermontering av *enkle* partikkelfilter med 30-40 prosent renseeffekt på eldre biler som oppfyller Euro1 og Euro2 krav da usikkerheten med mulighet for ettermontering og de monterte filtrens funksjon og levetid er så stor som den er. En enkel overslagsberegning viser imidlertid at den samfunnsmessige nytten blir lavere eller i beste fall ca. kr. 5 000,- for ettermontering av *enkle* partikkelfilter med 20-50 prosent renseeffekt i Euro 1 og Euro2 biler.

#### 4.3.2 Antall lette biler med og uten partikkelfilter

Det er i de store byene at lokalt forurensende utslipp fra kjøretøy er et problem og hvor verdien av reduserte utslipp av partikler i henhold til SFT er størst. Vi har derfor summert hvor mange diesel person og varebiler som er solgt i de tre større byene i perioden 1996 til 2006. Videre er det summert hvor mange diesel person og varebiler som er solgt i perioden 2000 til 2006, da dette er biler som antas å ha oksiderende katalysator og som oppfyller Euro3 eller Euro4 utslippskrav. Gruppene av biler som oppfyller Euro3 og Euro4 kravene er de fremste målgruppene for eventuell ettermontering av partikkelfilter da de har relativt lang gjenværende

levetid og vi vet at nyere biler kjøres mer enn eldre. Disse gruppene er også store i forhold til antallet lette dieserbiler som er registrert før år 2000.

Som grunnlag for beregningene har vi innhentet data om antall nyregistrerte person- og varebiler i Norge i perioden 1996 til 2006. Tabeller med oversikt og beregninger av antall aktuelle kjøretøy finnes i vedlegg 2.

Dieserbiler som blir solgt i 2007 kan både være levert med og uten partikkelfilter. Det vil fra miljøsynspunkt være gunstig med insentiver som stimulerer til montering av partikkelfilter i alle årsmodeller av dieserbiler fra 2000 til 2007. Fra andelen dieserbiler solgt de første månedene i 2007 (70-80 prosent) er det derfor gjort en antakelse om hvor stort antall dieserbiler som vil bli solgt i 2007. Antallet dieserbiler i byene Oslo, Bergen og Trondheim, for hvilke det er lønnsomt med effektive *integrerte* partikkelfilter er ca. 115 000.

Vegdirektoratet har med hjelp av Bilimportørens Landsforening gjennomført en undersøkelse av hvor mange diesel personbiler som er solgt med partikkelfilter og hvor stor andel av de nye solgte biler som har partikkelfilter. En sammenstilling av bilimportørens svar fremgår av vedlegg 2 og viser at det i februar 2007 fantes ca. 30 000 dieselpersonbiler med partikkelfilter i Norge. Med utgangspunkt i dette, og at en stor del nye store personbiler av årsmodell 2007 med dieselmotor vil bli levert med partikkelfilter antar vi at 40 000 lette kjøretøy i Oslo, Bergen og Trondheim i 2008 allerede vil ha partikkelfilter. Antallet dieserbiler for hvilke det er samfunnsøkonomisk lønnsomt med ettermontering av effektive partikkelfilter blir derfor redusert fra ca. 115 000 til ca 75 000.

#### 4.3.3 Kostnad og effekt for montering i Oslo, Bergen og Trondheim

Med utgangspunkt i de biler hvor det er samfunnsøkonomisk nyttig å montere partikkelfilter, antallet aktuelle biler og antallet biler som i 2008 allerede har integrerte partikkelfilter, kan vi beregne den totale kostnaden for montering i aktuelle dieserbiler i Oslo, Bergen og Trondheim. Den samlede kostnaden for ettermontering av partikkelfilter i aktuelle biler blir som fremgår av tabell 4 ca kr. 750 mill.

De reduserte mengdene utslipp av PM<sub>10</sub> som resultat av et tiltak med effektive integrerte partikkelfilter i 75 000 dieserbiler av årsmodell 2000-2007 blir ca 40 tonn per år.

Tabell 4. Kostnad for montering av partikkelfilter i personbiler av årsmodell 2000-2007 med dieselmotor som i 2008 ikke allerede har partikkelfilter

Antall dieserbiler i Bergen, Oslo og Trondheim av årsmodell 2000-2007	Antall dieserbiler i Bergen, Oslo og Trondheim av årsmodell 2000-2007 med partikkelfilter	Kostnad for montert partikkelfilt. i en dieselbil	Kostnad for montert partikkelfilter i 75 000 dieserbiler
ca. kr. 115 000	Ca. 40 000	ca. kr. 10 000,-	ca. kr. 750 mill

## 4.4 Nytte-kostnad for partikkelfilter i tunge kjøretøy

### 4.4.1 Nytteberegning

Partikkelutslippene fra tunge dieselskjøretøy i Norge er ca 1 000 tonn per år og utgjør ca halvparten av de samlede utslippene av  $PM_{10}$  fra vegtrafikk. Lavutslippssoner for å stenge ute tunge kjøretøy med store eksosutslipp fra områder med høy grad av lokal forurensning har vært et aktuelt tiltak.

Vi velger her som et regneeksempel å gjøre en kalkyle av kostnader for å oppdatere samtlige busser i Oslo Trondheim og Bergen med Euro3 og Euro2 motorer slik at de får utslipp av  $PM_{10}$  på 0,04 g per kilometer, noe som vil tilsvare utslippene for busser med motorer på Euro4-5 nivå.

I hvilken grad tunge lastebiler som er nyregistrert i de store byene belaster byluften er så usikkert at vi her ikke gjør noen kostnadskalkyle på partikkelfilter i tunge lastebiler. Partikkelfilter og lavutslippssoner for tunge kjøretøy er grundig behandlet i TØI rapport 848/2006 (Skedsmo og Hagman 2006).

På tilsvarende måte som for lette kjøretøy er det gjort en nytte-kostnadsvurdering av partikkelfilter i busser med høye utslipp av partikler. Hva som er høye utslipp for bybusser og hvilke krav til Euro klasse som skal stilles til motorene er et enda vanskeligere spørsmål for tunge kjøretøy og busser enn for lette kjøretøy, da det i begrenset grad finnes tilgjengelige databanker for partikkelutslipp fra busser i virkelig trafikk. Når det gjelder partikkelfilter for tunge kjøretøy gjøres ingen forskjell i form av integrerte og enkle partikkelfilter fra bussprodusenten og andre leverandører. Partikkelfilter er ikke vanlig i motorer som oppfyller Euro4 og Euro5 krav, da produsentene ofte løser kravet til utslipp av  $PM_{10}$  på andre måter.

Noen leverandører av busser tilbyr partikkelfilter til flere av sine busstyper mens andre ikke har et slikt tilbud. Flere motorer fra internasjonale produsenter av busser klarer de strengeste gjeldende kravene til partikkelutslipp. Det er derfor i større grad hensiktsmessig å forholde seg til Euro krav for motorer til tunge kjøretøy enn til partikkelfilter med lite kjent men oftest god renseeffekt.

Nytteberegningene vil i realiteten ta utgangspunkt i reduksjon av partikkelutslipp fra busser med Euro 2-3 motorer ned til partikkelutslipp fra motorer på Euro4-5 nivå. Dette innebærer i praksis for de fleste busser montering av et partikkelfilter til en kostnad av ca kr. 80 000,-

Bybusser med motorer som oppfyller Euro4 og Euro5 kravene kan som det fremgår av tabell 1 i kapittel 2 ha utslipp av  $PM_{10}$  på 0,04 g per kilometer ved bykjøring. Til sammenligning har bybusser med motorer som kun oppfyller Euro2 og Euro3 kravene utslipp av  $PM_{10}$  på ca 0,20 g respektive 0,18 g per kilometer ved bykjøring. Vi velger i de videre nytteberegningene å bruke disse typiske utslipp av  $PM_{10}$  for busser med Euro2 og Euro3 motorer.

Nytten av partikkelfilter i bybusser med Euro3 og Euro2 motorer settes i beregningene av nytte-kostnad lik de reduserte helsekostnadene i byer som Oslo Trondheim og Bergen.

Med utgangspunkt i marginale helsekostnader på 5 500 kr per kilo PM<sub>10</sub> er det kalkulert nytten med ettermontering av partikkelfilter med høy renseeffekt og partikkelfilter lav renseeffekt som alternativ A. På samme måte er nytten med utgangspunkt i marginale helsekostnader på kr 3 267,- per kilo PM<sub>10</sub> kalkulert som alternativ B.

Tabell 5. Reduserte miljøkostnader i store byer ved ettermontering av partikkelfilter i bybusser som har Euro3 og Euro2 motorer

	Reduksjon av partikkelutslipp ned til Euro4-5 nivå
<b>Virkning</b>	75 % reduksjon
<b>Pris for partikkelfilter i kr.</b>	80 000,-
<b>Alternativ A - redusert årlig miljøkostnad</b>	kr 46 200,- for busser med Euro3 motor kr 52 800,- for busser med Euro2 motor
<b>Alternativ A – redusert miljøkostnad for bussens gjenstående levetid</b>	kr 369 600,- for busser med Euro3 motor kr 211 200,- for busser med Euro2 motor
<b>Alternativ B - redusert årlig miljøkostnad</b>	kr 27 443,- for busser med Euro3 motor kr 31 363,- for busser med Euro2 motor
<b>Alternativ B – redusert miljøkostnad for bussens gjenstående levetid</b>	kr 219 542,- for busser med Euro3 motor kr 125 453,- for busser med Euro2 motor

**Forutsetninger for beregningene i tabell 5:**

Kostnad for partikkelutslipp: 5 600 kr/kg resp. og 3 267 kr/kg i alt A resp. B  
 Kjørelengde: 60 000 km/år  
 Partikkelutslipp: Buss Euro2 resp Euro3 motor: 0,2 g/km resp. 0,18 g/km  
 Gjenstående gjennomsnittlig levetid for busser med Euro2 motor: 4 år  
 Gjenstående gjennomsnittlig levetid for busser med Euro3 motor: 8 år

**4.4.2 Nytte/kostnadsbrøk for bybusser**

Nytte/kostnadsbrøk med marginale helsekostnader på kr 3 267,- per kilo PM<sub>10</sub> for montering av partikkelfilter med 75% renseeffekt i bybusser med Euro2 og Euro3 motor er:

**2,7 for busser med Euro3 motor**

**1,6 for busser med Euro2 motor**

Nytte/kostnadsbrøk med marginale helsekostnader på kr. 5 500,- per kilo PM<sub>10</sub> for montering av partikkelfilter med 75% renseeffekt i bybusser med Euro2 og Euro3 motorer er:

**4,6 for for busser med Euro3 motor**

**2,6 for busser med Euro2 motor**

Beregningene viser at reduksjon av partikkelutslipp fra busser med Euro2 og Euro3 motorer til Euro4-5 nivå er et samfunnsmessig lønnsomt tiltak. Begrenset levetid og eventuelle vedlikeholdskostnader vil påvirke lønnsomheten i negativ retning.



#### 4.4.3 Antall bybusser i Oslo, Bergen og Trondheim

Oslo Sporveier og andre bestillere av busstrafikk i storbyer setter ofte miljøkrav og krav om partikkelfilter til bussene i anbudsdokumentene. Hva som er det totale antallet bybusser med høye eller lave utslipp av PM<sub>10</sub> som følge av godt fungerende partikkelfilter er derfor usikkert. Antallet bybusser med høye partikkelutslipp er lavere enn det som fremgår av antallet nyregistrerte busser i perioden 1996 til 2004. Antall nyregistrerte busser og tunge lastebiler i byene Oslo, Bergen og Trondheim i perioden 1996 til 2004 fremgår er 3 618 og underlaget fremgår av vedlegg 2.

Av de nyregistrerte bussene i perioden 1996 til 2004 kan vi, etter drøftelser med Oslo Sporveiers trafikksjef anta at ca. 50 prosent fortsatt er i drift i Oslo, og vi kan anta det samme gjelder i Bergen og Trondheim.

#### 4.4.4 Kostnader for montering av partikkelfilter i bybusser i Oslo, Bergen og Trondheim

Oslo Sporveier har i stor grad ved anbudsinnbydelser satt krav til partikkelfilter i busser med Euro3 og Euro2 motorer. Andre kjøpere av busstjenester har ikke i samme grad stilt krav til partikkelfilter. Vi antar at på dette grunnlag at 40 prosent av bybussene med Euro3 og Euro2 motorer allerede har partikkelfilter. Etter disse vurderingene ender vi opp med en antakelse at ca 1000 bybusser i Oslo Trondheim og Bergen ikke har, men kan få, reduserte utslipp ved montering av effektive partikkelfilter. Kostnaden for montering av partikkelfilter i 1 000 bybusser er ca kr. 80 mill.

De reduserte mengdene utslipp av PM<sub>10</sub> som resultat av et tiltak med partikkelfilter i 1 000 bybusser med Euro3 og Euro2 motorer blir ca 15 tonn per år.

*Tabell 6. Kostnad for montering av partikkelfilter i bybusser med Euro3 og Euro2 motorer som ikke tidligere har partikkelfilter*

Antall bybusser Bergen, Oslo og Trondheim	Kostnad for partikkelfilter i en bybuss	Kostnad for partikkelfilter i 1 000 bybusser
ca. 1 000	ca. kr. 80 000,-	ca. kr. 80 mill

## 5 Diskusjon

### 5.1 Oppsummering av partikkelfilter og tiltak

#### 5.1.1 Integrerte filtre

*Bruk av integrerte* partikkelfilter som reduserer partikkelutslipp til Euro5 nivå, det vil si lavere utslipp av PM<sub>10</sub> enn 0,005 g per kilometer i alle nye personbiler som selges med dieselmotor, er et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak. Partikkelfilter som er integrert med bilens motorstyring vil gi en god og langvarig miljøeffekt. Lave utslipp av PM<sub>10</sub> vil på den måten bli garantert av bilprodusentene og importørene i Norge for hele bilens levetid. Lette biler som fra starten har *integrerte* originalmonterte filter vil ha varsling og prosedyrer for rensing av partikkelfilteret innebygget i bilen. Dette vil sikre jevn renseeffekt for biler som være på veiene i 18 år fremover.

De fleste norske bilimportørene oppgir at de har, eller kan tilby originalmonterte partikkelfilter som oppfyller lette bilers Euro5 krav for partikkelutslipp fra og med 2008. En del av bilimportørene oppgir også at de kan ettermontere partikkelfilter som blir integrert med motorstyringssystemet i nyere brukte biler. Ettermontering av integrerte partikkelfilter i brukte biler er også et lønnsomt tiltak. Det forutsettes ofte at motorstyringen på forhånd er programmert for mulig installasjon av integrerte partikkelfilter.

Det fremgår av svarene fra bilimportørene at omfanget av kunder som frivillig velger å installere partikkelfilter, til en ekstra kostnad av kr. 5 000 – 12 000,-, er relativt beskjedent. Spesielt små og mellomstore dieslbiler, som selges i stort antall i Norge, leveres ofte uten partikkelfilter.

#### 5.1.2 Enkle partikkelfiltre

Ettermontering av *enkle* partikkelfilter, som reduserer utslippene fra lette kjøretøy med 20 til 50 prosent, vil til tross for den beskjedne rensegraden kunne være et tiltak med positiv effekt for lokalmiljøet. Ulempene med enkle partikkelfilter for ettermontering på eldre biler er begrenset levetid og manglende mulighet for kontroll av funksjon. Tiltaket synes ikke å være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Av tilgjengelig informasjon fremgår at det kun er lette kjøretøy, som er yngre enn ca 10 år og som fra før har oksiderende katalysator, som er aktuelle for ettermontering av partikkelfiltre. Til eldre dieslbiler, uten oksiderende katalysator oppgir potensielle norske importører av enkle partikkelfilter at de ikke vil ha ikke monteringsseter for ettermontering.

I Norge er det ikke mulig å kontrollere i hvilken grad lette kjøretøy oppfyller Euro1, Euro2, Euro3 eller Euro4 krav etter ettermontering av enkle partikkelfilter. Et alternativ er da å adoptere og akseptere et utenlandsk regime for sertifisering av

partikkelfilter for ettermontering. Ulempene er at mulighetene til kontroll og oppfølging blir mangelfulle.

Regimer for ettermontering av partikkelfiltre i Tyskland, Holland og flere andre land er helt i startfasen. Det kan være hensiktsmessig å høste erfaringer og vente med systemer som inkluderer avgift eller avgiftslettelse for ettermontering til effektene er mer klare. Foreløpig vurderer vi ikke erfaringene fra Tyskland som så usikre at ettermontering av enkle partikkelfilter ikke kan anbefales i Norge.

### **5.1.3 Partikkelfilter i busser**

Reduksjon av partikkelutslipp fra bybusser med Euro2 og Euro3 motorer ned til Euro4-5 nivå viser seg i vårt regneeksempel som et samfunnsmessig lønnsomt tiltak. I praksis innebærer dette tiltaket montering av partikkelfilter i bybusser. Eventuell begrenset levetid og høye vedlikeholdskostnader for partikkelfilter i bytrafikk vil dog påvirke lønnsomheten i negativ retning.

Målinger, blant annet ved VTT i Finland viser at effekten av ettermonterte partikkelfilter på tunge kjøretøy etter en tid kan variere mellom 0 % og 95 % (Nylund Nils-Olof, Erkkilä Kimmo, 2005). Det er vanskelig å få overblikk i hvilken grad ettermonterte partikkelfilter fungerer, trenger service eller utskifting. Levetid og driftsikkerhet vil være svært forskjellig avhengig av kombinasjon kjøretøy, motor og hvilken type renseutstyr som er ettermontert.

I Norge har vi ikke mulighet til å måle hvilke partikkelutslipp bybusser har i trafikk. Vi må stole på leverandørens garantier for at partikkelfiltret bringer bussens utslipp ned og at motorer oppfyller Euro4 utslippsnivå. Enkel måling av avgassenes gjennomsiktighet (opacitet) ved fri akselerasjon på stillestående kjøretøy er til nytte for å kontrollere at filtre ikke er defekte, men vurderes ikke som tilstrekkelig for å godkjenne eller klassifisere kjøretøy i forskjellige utslippsklasser.

## Referanser

- Bladet Ingeniøren, 2001: Nr. 20/04/2001
- Hagman, 2002: *Characterization of tailpipe exhaust emissions from 6 modern diesel passenger cars in demanding conditions*. Rapport for Norske Vegdirektoratet utført ved avgasslaboratoriet ved Teknologisk Institutt
- Nylund, N. O. og Erkkilä, K., 2005: *BUS EMISSION EVALUATION: 2002 - 2004 SUMMARY REPORT*. VTT, PRO3/P3015/05
- Ntziachristos, L. og Samaras, Z. 2000: *Copert III - Computer program to calculate emissions from road transport, Methodology and emission factors (Version 2.1)*. European Environment Agency, Technical report No 49, København.
- Opplysningsrådet for Veitrafikken AS, 2006: *Bil og vei statistikk 2006*. OFV, Oslo.
- RDW, the Road transport Directorate: *Technical requirements diesel particulate filter* [www.vrom.nl/roetfilters](http://www.vrom.nl/roetfilters).
- Rypdal, K. og medarbeidere, 1999: *Utslipp for veitrafikk i Norge*. SFT 99:04, Statens Forurensningstilsyn, Oslo.
- Samferdselsdepartementet, 2005: *Lavutslippssoner i norske byer – miljørestriksjoner på tunge kjøretøy*. Rapport fra arbeidsgruppe, 21. april 2005.
- Skedsmo, A. og Hagman, R., 2006: *Miljøavgifter i lavutslippssone*. TØI rapport 848/2006. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Selvig, E. og Hagman, R., 2002: *Miljøegenskaper og kostnader for alternative motorer og drivstoff for busser*. Oppdrag for Norsk Petroleumsinstitutt.
- Statens Forurensningstilsyn, 2005: *Marginale miljøkostnader ved luftforurensning – Skadepkostnader og tiltakskostnader*. SFT TA-2100/2005, Oslo.
- Statens vegvesen, 2006: *Konsekvensanalyser. Håndbok 140*. Statens Vegvesen.
- Statistisk Sentralbyrå, 2006: *Utslipp til luft, etter region, kilde, komponent, tid og statistikkvariabel: 03 Oslo 2003: Mobil forbrenning: tunge kjøretøy: diesel etc*. <http://statbank.ssb.no/statistikkbanken>. SSB 27.04.2006.
- VOSA, Technical Services Branch, 2006: *Swansea - Environmental Vehicle Excise Duty for Lorries and Buses - Reduced Pollution Taxation Classes*. [http://www.vosa.gov.uk/vosa/hgvsvoperators/vehicletesting/environmentalvehicleexcisedutyforlorriesandbuses-reducedpollutiontaxationclasses.htm#P2\\_92](http://www.vosa.gov.uk/vosa/hgvsvoperators/vehicletesting/environmentalvehicleexcisedutyforlorriesandbuses-reducedpollutiontaxationclasses.htm#P2_92)
- Watkiss, Paul, 2003: *The London Low Emission Zone Feasibility Study*. AEA, Technology Environment

# Vedlegg 1: Partikler og utslipp

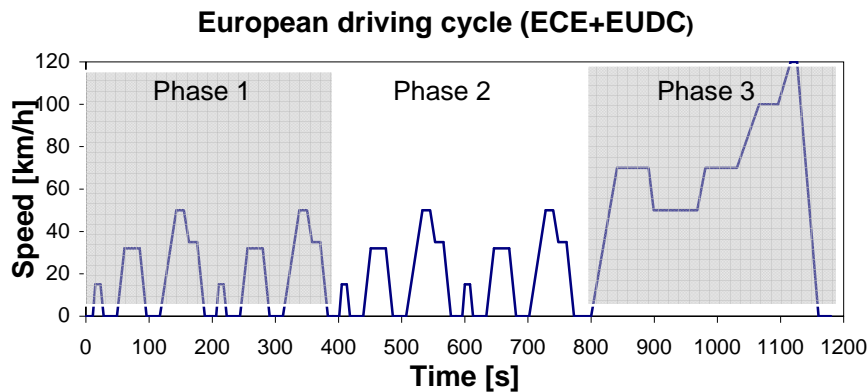
For tunge kjøretøy stilles det avgasskrav til motorene, og ikke som for personbiler til selve kjøretøyene. Grunnen er at det vurderes som altfor kostbart og urimelig med typegodkjenning av alle de varianter av tunge kjøretøy som utstyres med den samme motor. I tillegg kreves ved typegodkjenning fra og med Euro4 at motorene testes med Europeisk Transient Kjøretestsyklus, ETC. Kjøretestmønstret i ETC-testen er sammenlignbart med kjøredynamikk i virkelig bytrafikk. Avgassmåling med ETC kjørestyklus er nødvendig for å sikre at avgassutslippene ved typegodkjenning av nye motorer med komplisert rensesystem gir akseptabelt samsvar med utslipp i virkelig trafikk.

## Avgassmåling og typegodkjenning

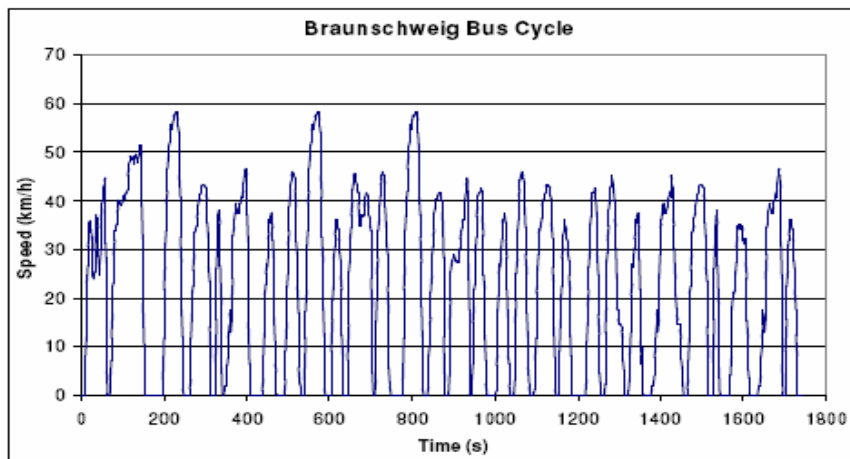
Måling av avgassutslipp fra kjøretøy og motorer er en kompleks og omfattende oppgave. Avgassmålinger med motor eller kjøretøy gir kun et korrekt bilde av utslipp i virkelig trafikk hvis motoren er belastet og belastningen varieres som i virkelig trafikk. Typegodkjenning av nye lette biler skjer i avgasslaboratorier med kjøredynamometer. Kjøretestmønstre som ligger til grunn for testing av lette kjøretøy og personbiler på rullende landevei vises i figur 1.

Typegodkjenning av nye motorer til tunge kjøretøy skjer i motortestbenk. Det transiente kjørestytestmønstre som ligger til grunn for testing av motorer i motortestbenk vises i figur 2.

For både lette kjøretøy og motorer til tunge kjøretøy kjøres en standardisert testsyklus og oppgitte avgassutslipp er relatert til denne testsyklusen. For lette kjøretøy angis avgassutslippene i gram per kilometer. For motorer til tunge kjøretøy angis utslippene i gram per avgitt energimengde (kilowatttime, kWh).

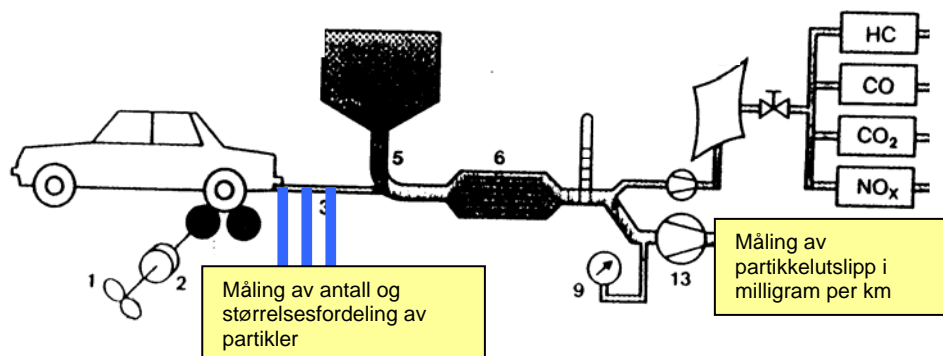


Figur V.1.1 Europeisk kjøresyklus for avgassmåling av lette kjøretøy (Hagman, 2002)



Figur V.1.2. Braunschweig kjøresyklus for avgassmåling av tunge kjøretøy (Nylund, VTT, 2005)

Avgassmåling av lette kjøretøy ble frem til 2002 utført ved det nå nedlagte avgasslaboratoriet ved Teknologisk Institutt i Oslo. Figur 3 viser avgasslaboratorium for lette kjøretøy ved Teknologisk Institutt. Det siste prosjektet her var en omfattende måling av eksosutslipp fra 6 moderne dieslbiler. Prosjektet omfattet både partikkelutslipp målt i gram per km og karakterisering av partikkelens antall og størrelse (Hagman 2002). I figur 5 vises partikler som er samlet opp ved avgassmåling på dieslbiler.

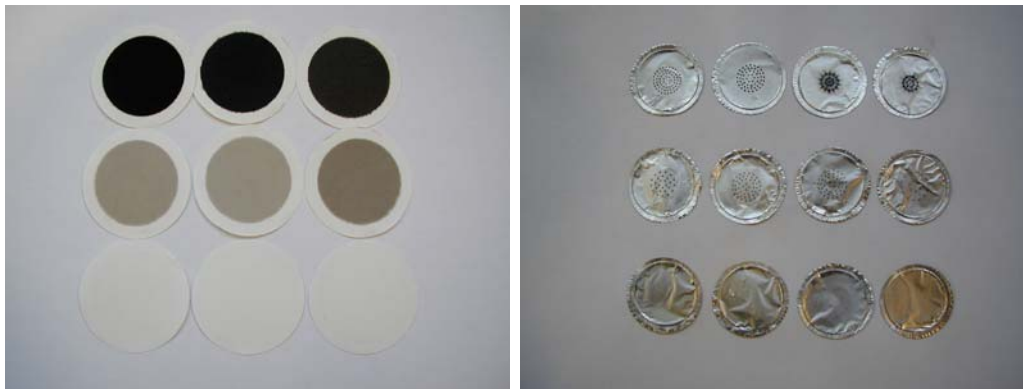


Figur V.1. 3. Avgasslaboratorium med programmerbar rullende landevei for lette kjøretøy (Hagman, 2002)

Avgassmåling av tunge kjøretøy kan gjøres ved MTC i Sverige, ved VTT i Finland og avgasslaboratorier i London. Etableringskostnaden for et Norsk avgasslaboratorium som kan teste og vurdere Euro-klasser for tunge kjøretøyer med tilfredsstillende nøyaktighet vurderes å ligge i størrelsesorden 50 til 100 mill kr. Figur 4 viser VTTs moderne avgasslaboratorium med programmerbart dynamometer for tunge kjøretøy i Helsinki.



Figur V.1.4. VTTs avgasslaboratorium med programmerbar rullende landevei for tunge kjøretøy i Vantaa utenfor Helsinki (Nylund, VTT, 2005).



Figur V.1.5. Partikkelutslipp fra diesel personbiler

Bildet til venstre  $PM_{10}$  målt i gram/km fra tre forskjellige diesel personbiler (samlet opp på filter for veiing). Den nederste raden viser helt hvite oppsamlingsfilter fra en Peugeot 406 med effektivt partikkelfilte.

Bildet til høyre viser partikler sortert etter størrelse. Det største antallet partikler er i størrelsesorden 70 nanometer og det finnes i urensset dieseleksos ca. 100 mill partikler per  $cm^3$  (Hagman, 2002)

Uten mulighet til å måle eller vurdere avgassutslipp fra kjøretøy, blir det vurdert som et tvilsomt tiltak å gi reduserte avgifter for kjøretøy med ettermontert rensesystem. Montering av partikkelfilter er et positivt tiltak, men det garanterer ikke noen som helst effekt, unntatt sammen med klassifisering av en motor eller et kjøretøy i en bestemt Euro-klasse. For nye kjøretøy gir kjøretøyprodusenten en garanti for at motor og rensesystem fungerer og oppfyller oppgitte utslippskrav (Euro klasse). Produsenten tar også ansvar for driftsikkerhet og levetid.

## Periodisk kjøretøykontroll

Måling av avgasser ved periodisk kjøretøykontroll (EU kontroll) har til hensikt å avdekke eventuelle alvorlige feil ved motor og rensesystem. Ambisjonen ved periodisk kjøretøykontroll er å oppdage og unngå at kjøretøy har ekstraordinære og høye utslipp. Ved periodisk kjøretøykontroll måles avgassutslipp ved tomgang og fri akselerasjon av motoren (motorbelastning ved økning av turtall fra tomgang til maksimalt turtall). Ved denne rusingen påføres motoren en belastning under kort tid og det er under denne korte tid som partikkelutslipp vurderes i form av gjennomsiktighet av avgassene.

Gjennomsiktligheten av røykgassene ved fri akselerasjon av motoren er det vurderingskriterium som brukes for vurdering om utslippene av partikler er tilfredsstillende. Mulighetene for å vurdere utslipp ved belastet motor og kjøreforhold som tilsvarer virkelig trafikk er ikke mulig ved periodisk kjøretøykontroll. Det er ikke dokumentert at det fra avgassmålinger på stillestående kjøretøy er mulig å avgjøre om de tilfredsstillende avgasskrav tilsvarende Euro1, Euro2, Euro3, Euro4 eller Euro5.



## Vedlegg 2: Tabeller - antall kjøretøy

Tabell V.2.1: Antall nyregistrerte biler i byene Oslo, Bergen og Trondheim. Data innhentet fra Opplysningsrådet for veitrafikk 2007

År	Personbiler			Varebiler			Totalt antall kjøretøy
	Oslo	Bergen	Trondheim	Oslo	Bergen	Trondheim	
1996	767	203	254	2955	1150	672	101 797
1997	595	287	291	2739	1276	700	
1998	594	266	272	2919	1252	718	
1999	914	375	305	2792	1326	553	
2000	933	429	227	3195	1245	545	
2001	1513	640	399	3116	1213	724	
2002	1681	793	566	2595	1005	524	
2003	2011	1031	668	2677	1197	684	
2004	3578	1717	1085	3704	1542	813	
2005	4906	2245	1518	4255	1751	1106	
2006	6428	2708	2060	5135	2093	1367	
<b>Sum</b>	<b>23 920</b>	<b>10 694</b>	<b>7645</b>	<b>36 082</b>	<b>15 050</b>	<b>8 406</b>	

Tabell V.2.2: Antall nyregistrerte biler i byene Oslo, Bergen og Trondheim i periodene 2000-2006 og 2000 -2007 (antatt utvikling)

År	Personbiler			Varebiler			Totalt
	Oslo	Bergen	Trondheim	Oslo	Bergen	Trondheim	
2000-2006	<b>21050</b>	<b>9563</b>	<b>6523</b>	<b>24677</b>	<b>10046</b>	<b>5763</b>	<b>80 492</b>
2007 <sup>1</sup>	15000	7000	5000	6000	2500	2000	37 500
2000-2007	<b>36050</b>	<b>16563</b>	<b>11523</b>	<b>30677</b>	<b>12546</b>	<b>7763</b>	<b>115122</b>

1) Antatt salg av dieselbiler i 2007

Tabell V.2.3 Oversikt fra februar 2007 som viser antall solgt biler med partikkelfilter og hvor stor del av nye dieslbiler som har partikkelfilter

Importør	Antall solgte biler med partikkelfilter	Prosent med partikkelfilter i 2007	Kommentarer
Opel	3888	55 %	2006: 30 %; 2005: 4 %
Saab	972	100 %	2006: 100 %; 2005:100 %
Hyundai	745	24 %	
Honda	400	80 %	100 % etter 2007
Subaru	0	0 %	Har ikke dieslbiler
Mazda	210	95 %	
H.A.M. <sup>1</sup>	2200	50 %	(80 - 100 %)
BMW	3054	100 %	3054 biler / 100 % fra 2005
Chrysler	300	30 %	100 % f.o.m. 2008r
Suzuki	2041	100 %	
Kia	241	25 %	Ettermontering sjekkes
Toyota	1065	25 %	100 % innen 2009
Peugeot	5738	40 %	100 % ca. 1.1.2009
Volvo	8500	95 %	100 % ca. 1.1.2009
Sum	29 354		

<sup>1)</sup> Harald A. Møller gruppen med VW og Skoda

Tabell V.2.4: Antall nyregistrerte busser og tunge lastebiler i byene Oslo, Bergen og Trondheim innhentet fra Opplysningsrådet for veitrafikk 2007

År	Bybusser			Lastebiler over 17 tonn		
	Oslo	Bergen	Trondheim	Oslo	Bergen	Trondheim
1996	504	148	94	178	121	90
1997	344	146	70	187	116	110
1998	355	126	58	202	148	94
1999	266	177	77	200	141	58
2000	229	124	33	187	105	51
2001	173	50	31	213	116	63
2002	99	53	19	239	102	86
2003	158	55	35	229	117	63
2004	106	46	42	216	169	92
2005	190	77	40	245	180	118
2006	73	49	28	345	197	107
<b>Sum</b>	<b>2497</b>	<b>1051</b>	<b>527</b>	<b>2441</b>	<b>1512</b>	<b>932</b>

Tabell V.2.5: Antall bybusser i byene Oslo, Bergen og Trondheim i perioden innhentet fra Opplysningsrådet for veitrafikk 2007

År	Bybusser			
	Oslo	Bergen	Trondheim	Sum i de 3 byene
Nyregistrerte busser 1996-2004	<b>2 234</b>	<b>925</b>	<b>459</b>	<b>3 618</b>

# Vedlegg 3: Spørreskjema

## Spørsmål til bilimportørene

### Partikkelfilter i dieselkjøretøy levert av norske bilimportører

#### Spørsmål til medlemmer i Norske bilimportørers landsforening

Ekstra årsavgift for dieselbiler eller krav om partikkelfilter kan bli aktuelt fra 2008. SFT ønsker derfor bilimportørenes synspunkter på utfordringer i forbindelse med partikkelfilter. Det vil være en fordel med en ordning som er gjennomtenkt og et system som fungerer fra start. Vi ønsker derfor bilimportørenes synspunkter på om og hvordan det er mulig å oppnå ettermontering av partikkelfilter i nye og allerede leverte biler. Bilimportørenes Landsforening og Tore Lillemork har vært behjelpelig med gode innspill og distribusjon av dette spørreskjema

Vi er takknemmelig for svar på våre spørsmål (svar i feltene markert med gult)  
 Returner utfylt skjema innen 7. mars til forsker Rolf Hagman, TØI, email: rha@toi.no  
 Alt. svar til: Hagman; Transportøkonomisk institutt; Gaustadalle' 21; 0349 Oslo

Navn på Bilimportør:  
 Kontaktperson:

Telefon:  
 e-mail:

#### A. Partikkelfilter/ nye biler / ettermontering av bilprodusentens partikkelfilter

Vi vil kunne tilby partikkelfilter i alle nye dieselbiler fra og med 2008

helt uenig	litt uenig	vet ikke	litt enig	helt enig

Sett kryss i den rute som passer best!

Eventuelle kommentarer:

Ettermontering av partikkelfilter vil medføre at våre biler oppfyller "Euro5" krav (5 mg/km)

helt uenig	litt uenig	vet ikke	litt enig	helt enig

Sett kryss i den rute som passer best!

Eventuelle kommentarer:

Alle våre biler som opprinnelig er levert med med partikkelfilter oppfyller

Euro5 krav (5 mg/km)

helt uenig	litt uenig	vet ikke	litt enig	helt enig

Sett kryss i den rute som passer best!

Eventuelle kommentarer:

Merkostnad for ny bil med partikkelfilter i forhold til levering uten partikkelfilter:

**Ettermontering av partikkelfilter og differensierte årsavgifter for diesalbiler er en god ide'?**

Ja	Nei
----	-----

Sett kryss i den rute som passer best!

Vi vil fra 2008 kunne tilby partikkelfilter for ettermontering til følgende bilmodeller:				
Bilmodell	Årsmodeller	Filtrets effekt utslipp i mg/km	Kostnad part filter	Kostnad monterin g

**Ettermonterte partikkelfilter vil ikke gi noen ekstra servicekostnader for kunden**

helt uenig	litt uenig	vet ikke	litt enig	helt enig
------------	------------	----------	-----------	-----------

Sett kryss i den rute som passer best!

**B. Ettermontering av partikkelfilter fra andre leverandører enn bilprodusent**

I Tyskland, Nederland og noen andre land er det etablert systemer for ettermontering av partikkelfilter fra andre leverandører enn bilprodusenten. I disse landene er det opprettet godkjenningsordninger for filtere og systemer for merking av at eldre biler oppfyller høyere Euro klasser når det gjelder partikkelutslipp. Det er spørsmål om vi i Norge kan adoptere de systemene? En utfordring er at vi i Norge ikke kan måle og kontrollere om et kjøretøy oppfyller en bestemt og oppgitt Euro klasse når det gjelder partikkelutslipp.

**Vi vil støtte ettermontering av partikkelfilter fra andre leverandør i våre bilmodeller**

helt uenig	litt uenig	vet ikke	litt enig	helt enig
------------	------------	----------	-----------	-----------

Sett kryss i den rute som passer best!

**Kommentarer og eventuelle unntak:**

**Ettermontering av partikkelfilter fra andre enn bilprodusenten vil medføre bortfall av garanti**

helt uenig	litt uenig	vet ikke	litt enig	helt enig
------------	------------	----------	-----------	-----------

Sett kryss i den rute som passer best!

**Kommentarer og eventuelle unntak:**

**Ettermontering av partikkelfilter fra andre leverandører enn bilprodusenten vil være mulig og tiltaket vil kunne følges opp på en fornuftig og rettferdig måte i 2008**

helt uenig	litt uenig	vet ikke	litt enig	helt enig
------------	------------	----------	-----------	-----------

Sett kryss i den rute som passer best!

**Eventuelle kommentarer:**

**C. Våre synspunkter på hvordan miljøbelastning fra partikkelutslipp fra diesalkjøretøy skal kunne reduseres og hvordan lave partikkelutslipp skal belønnes eller høye partikkelutslipp avgiftslegges:**

## Vedlegg 4: Erklæring fra GVA og ZDK

### Gemeinsame Erklärung

1. Der Gesamtverband Autoteile-Handel (GVA) und der Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK) haben ihre Mitglieder darüber informiert, dass bestimmte, vom Kraftfahrtbundesamt nach ABE-Nummern spezifizierte Rußpartikelfilter der Hersteller Bosal, GAT und Tanneco/Walker nach Angaben des Kraftfahrtbundesamts nicht ordnungsgemäß funktionieren und deshalb nicht mehr vertrieben und/oder in Kraftfahrzeuge eingebaut werden dürfen. GVA und ZDK werden diese Informationen wiederholen und erforderlichenfalls aktualisieren.

2. GVA und ZDK wirken gegenüber ihren Mitgliedern darauf hin, denjenigen Kunden, deren Fahrzeug mit einem derart spezifizierten Rußpartikelfilter nachgerüstet wurde, ein ordnungsgemäß funktionierendes Ersatzfiltersystem – einschließlich notwendiger weiterer Bauteile - zur Verfügung zu stellen bzw. einzubauen, ohne dass hierfür Kosten in Rechnung gestellt werden. GVA und ZDK gehen davon aus, dass für ca. 70 % der betroffenen Filtertypen funktionierende Filtersysteme zur Verfügung stehen.

3. Für diejenigen Fälle, in denen derzeit noch kein passender Ersatzfilter zur Verfügung steht, werden sich GVA und ZDK gemeinsam mit allen Partikelfilter-Herstellern schnellstmöglich um technische Lösungen bemühen. Für diese Fälle haben die unter Ziff. 1 benannten Filterhersteller gegenüber dem GVA zugesagt, ordnungsgemäß funktionierende, ABE-taugliche Ersatzfilter zu produzieren, die zeitnah im Jahr 2008 austauschweise ohne Kosten für die Kunden in die betroffenen Fahrzeuge eingebaut werden sollen.

4. GVA und ZDK wirken darauf hin, dass ihre Mitglieder betroffene Kunden über das Austauschangebot informieren und unterstützen sie dabei.

5. Die Umsetzung dieser Erklärung geschieht im Interesse der Fahrzeughalter, die ein nicht funktionsfähiges Filtersystem haben einbauen lassen und durch diese Regelung die unbürokratische Möglichkeit bekommen, ohne eigene Kosten ein funktionsfähiges Partikelfiltersystem zu erhalten. Beide Verbände begrüßen, dass die zuständigen staatlichen Stellen vor dem Hintergrund dieser Erklärung und in Erwartung einer entsprechenden Umsetzung in der Praxis die allgemeinen Betriebserlaubnisse für die bereits verbauten Systeme nicht mit Wirkung für die Vergangenheit aufheben wollen.

Berlin, 28. November 2007

  
GVA e.V.

  
ZDK e.V.



## Sist utgitte TØI publikasjoner under program:

### Trafikk, bymiljø og helse

---

Miljøavgifter i lavutslippssone	848/2006
Tøyengata som miljøgate. Evaluering av trivsel, parkeringsforhold og varelevering.	846/2006
Rødsmoen øvingsområde i Rena - etterundersøkelse.	843/2006
Tekniske virkemidler for reduksjon av miljøbelastning fra vegtrafikk i Norge. Intervjuer med industri og kunnskapssentre om prioritert forskning og hensiktsmessige miljøtiltak	808/2005
Nordisk perspektiv på støyreduksjon ved kilden.	806/2005
Vegpakke Drammen. Mellomundersøkelse av bomiljøet 1998 til 2003.	757/2004
Veger til bedre bymiljø. Miljøundersøkelser Oslo Øst 1987 - 2002	743/2004
Ny trafikk - nye naboer? Trafikk og segregasjon i Oslo indre øst.	652/2003
Samspill Trafikk, miljø og velferd.	645/2003
Miljøsoner - bedre miljø i byer og tettsteder. Muligheter og utfordringer.	630/2003
Miljøplager i Norge 1997-2001	592/2002
Best i vest? Opplevelse av trafikk og miljø på Frogner/Majorstua og Vålerenga/Gamlebyen.	585/2002
80% piggfritt i Drammen innen 2004? Resultater fra en spørreundersøkelse i Drammen og fem nabokommuner	570/2002
Lavere vinterfartsgrense på innfartsveger i Oslo. Betydningen for utslipp, støy, trafikkavvikling og trafikksikkerhet	560/2002
Nasjonal kartlegging av støy og støyplage. Kan vegetatens og bykommunenes støyregistre utnyttes?	556/2002

**Besøks- og postadresse:**

Transportøkonomisk institutt  
Gaustadalléen 21  
NO 0349 Oslo

Telefon: 22 57 38 00  
Telefaks: 22 60 92 00  
E-post: [toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)

[www.toi.no](http://www.toi.no)



**Transportøkonomisk institutt  
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning**

- utfører forskning til nytte for samfunn og næringsliv
- har rundt 70 forskere med høy, flerfaglig samferdselskompetanse samarbeider med en rekke samfunnsinstitusjoner, forsknings- og undervisningssteder i Norge og i utlandet
- gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag av høy kvalitet innen områder som trafiksikkerhet, kollektivtransport, miljø, reisevaner, reiseliv, planlegging, beslutningsprosesser, transportøkonomi og næringslivets transporter
- driver aktiv forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, Internett, tidsskriftet Samferdsel og andre nasjonale og internasjonale tidsskrifter
- deltar i CIENS, Forskningscenter for miljø og samfunn, i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo