

# Samfundsøkonomisk vurdering af partikelfiltre

Af projektleder Thommy Larsen, Institut for Miljøvurdering

## Introduktion

Det undersøges, hvor store de samfundsøkonomiske gevinster er ved at eftermontere partikelfiltre på dieselmotorer sammenlignet med udgifterne til eftermontering og drift. I debatten har der været mest fokus på de tunge køretøjer (over 3.500 kg.), men herudover inkluderes der her varebiler og taxaer. Det er blevet fremhævet, at eftermontering af partikelfiltre er meget dyrt for samfundet, men der har manglet en samlet samfundsøkonomisk vurdering af konsekvenserne – specielt med henblik på ultrafine partikler. Det har derfor været intentionen at sætte de store økonomiske investeringer i forhold til de positive effekter et indgreb vil medføre.

Paperet bygger på Institut for Miljøvurderings rapport *Samfundsøkonomisk vurdering af partikelfiltre* fra november 2002.

## Baggrund

Der er gennem det sidste tiår kommet meget fokus på partikelforurening fra især dieselmotorer. Debatten er i høj grad blevet drevet af en række epidemiologiske undersøgelser, som sammenkæder eksponering for fine partikler med en række sygdomme, hvoraf flere er med dødelig udgang. I de sidste par år er fokus drejet mere mod de mindre ultrafine partikler, som i dag anses for at være de mest skadelige. Langt størstedelen af de ultrafine partikler i de danske byer stammer fra trafikken. Man kan mindske koncentrationen af både fine og ultrafine partikler, og dermed de helbredsmæssige virkninger, ved at levere nye dieselmotorer med partikelfiltre direkte fra fabrikken samt eftermontere partikelfiltre på eksisterende køretøjer. Teknologien bag partikelfiltre har efterhånden nogle år på bagen, og efter et grundigt arbejde med forsøg og videreudvikling må teknologien nu siges at være moden til at blive benyttet på regulær basis.

## Kort om cost-benefit analyser

En samfundsøkonomisk cost-benefit analyse er baseret på velfærdsøkonomisk teori. Heri ligger en central antagelse om, at individer i samfundet bedst selv er i stand til at træffe valg og derved afgøre, hvad der er bedst for den pågældende. Den enkelte borgers præferencer afdækkes via valg, som indikerer, hvad vedkommende foretrækker. I velfærdsteorien sættes der altså lighedstegn mellem præferencetilfredsstillelse og øget velfærd eller nytte.

Første skridt i udførelsen af en cost-benefit analyse er at klarlægge de relevante konsekvenser, en ændret ressourceanvendelse vil medføre. Herunder omkostningerne ved ændringen, samt de miljø- og sundhedsgoder, der optræder som positive faktorer. Her skelnes mellem markedsomsatte goder (f.eks. arbejdskraft) og ikke-markedsomsatte goder (f.eks. færre helbredseffekter). I dette paper ændres ressourceanvendelsen ved en politisk beslutning om at eftermontere filtre på dieselmotorer.

Næste skridt er at fastlægge værdierne for goderne. Her anvendes enten *pris-* eller *værdisætningsmetoder*. Prissætningsmetoder er baseret på observerbare markedspriser og anvendes ofte for de markedsomsatte goder. For de ikke-markedsomsatte goder eksisterer der sjældent direkte observerbare priser. Derfor er man nødt til at anvende værdisætningsmetoder.

En udbredt metode er direkte at spørge folk om, hvilken værdi de tillægger et miljøgode, f.eks. betalingsviljen af en reduceret risiko for at dø tidligt.

Efter at have tillagt alle fremtidige konsekvenser en værdi beregnes projektets *nutidsværdi* ved at samle de diskonterede værdier. Omkostninger for sig og goder for sig. Er det samlede resultat positivt, er projektet per definition samfundsmæssigt fordelagtigt.

I de situationer hvor det giver mening at udføre cost-benefit analyser, kan det bidrage med informationer om, hvor de største miljøgevinster findes. Det kan medvirke til, at der opnås størst mulig miljømæssig gevinst af de økonomiske midler, der afsættes på miljøområdet. Alligevel er det vigtigt at huske på, at en cost-benefit analyse nok er et vigtigt bidrag til den politiske beslutningsproces, men at den ikke bør udgøre hele grundlaget.

## Analysen

Analysen behandler ikke de udgifter/gevinster, der vil være ved at levere køretøjer med filtre direkte fra fabrikken. Der ses udelukkende på eftermontering af filtre på eksisterende køretøjer. Da gevinsterne pr. filter vil være omtrent identiske (effektiviteten er større for et fabriksmonteret filter), og ekstraudgifterne til filtre på fabriksnye køretøjer er væsentlig mindre end for eftermonterede filtre, må det forventes at benefit/cost forholdet er større for køretøjer, der leveres med filtre fra fabrikken.

Det forventes, at alle nye tunge dieslkøretøjer er påmonteret partikelfiltre fra slutningen af 2006 grundet Euro 4. Derimod er EU-kravene mindre restriktive for varebiler og taxaer, og det forventes derfor, at der vil gå nogle år efter indførelsen af EU-kravene, før disse køretøjer fabrikkes med partikelfiltre.

Varebiler er interessante pga. deres betydelige andel af partikelemissionen i byområder. Begrundelsen for at medtage taxaerne er, at en meget stor del af deres trafikarbejde udføres i byer, og det er her, at flest mennesker udsættes for den skadelige påvirkning.

Udgifter til indkøb af partikelfiltre er dominerende for omkostningerne. Det må anses som realistisk, at prisen på partikelfiltre vil falde, hvis produktionen mangedobles som følge af en politisk beslutning om filtre på udvalgte dieslkøretøjer. I analysen er det således antaget, at prisen på filtre til tunge køretøjer vil falde fra den nuværende pris på 40.000 kr. til 12.000 kr. Tilsvarende antages prisen at falde fra 15.000 kr. til 8.000 kr. på filtre til varebiler og taxaer. Der er ingen tvivl om, at der vil være en prisudvikling på filterne, men den nøjagtige udvikling er meget usikker. Der er derfor foretaget en følsomhedsberegning på anskaffelsesprisen, hvori det er antaget, at prisen vil holde sig konstant. Da langt de fleste filtre anskaffes i løbet af det første år, har prisudviklingen ikke den store betydning for resultatet. Udover indkøbsomkostningerne medtages også serviceomkostninger, forøget brændstofforbrug samt ekstramonteringer af filtre på køretøjer, der har væsentlig længere levetid end filterne.

Ved at påmontere filtre på dieslkøretøjer forventes færre sygdomstilfælde og for tidlige dødsfald forårsaget af partikler. Beregningerne bygger på eksisterende undersøgelser af forholdet mellem partikelkoncentration og sundhedseffekter baseret på massemålet PM<sub>10</sub>. Mængden af ultrafine partikler måles meget dårligt med PM<sub>10</sub>, fordi de større, og dermed tungere partikler, dominerer massemålet. Men der findes ikke tilstrækkelige undersøgelser til at kunne kvantificere den direkte sammenhæng mellem koncentrationen af ultrafine partikler

og sundhedseffekter. Der anvendes derfor kun et øvre estimat på sundhedseffekterne af ultrafine partikler fra trafikken. På baggrund af den manglende viden omkring sundhedseffekternes størrelse, benyttes der nedre og øvre grænser, som vist i tabel 1. De nedre grænser er baseret på PM<sub>10</sub>-undersøgelserne og den øvre grænse ud fra en antagelse om, at alle sundhedseffekter kan tilskrives ultrafine partikler.

**Tabel 1. De anvendte øvre og nedre grænser for sundhedseffekterne af partikelforurening i Danmark pr. år ved påmontering af partikelfiltre på de tre køretøjskategorier.**

Helbredseffekter/ Antal undgåede tilfælde	Tunge køretøjer	varebiler	Taxaer
Dødelighed	22 - 1.274	13 - 759	0 - 27
Indlæggelser, kredsløbssygdomme	14 - 817	8 - 487	0 - 17
Indlæggelser, luftvejssygdomme	10 - 559	6 - 333	0 - 12
Kronisk bronkitis	21 - 1.258	13 - 749	0 - 27
Akut bronkitis	76 - 4.366	45 - 2.601	2 - 93
Dage med begrænset aktivitet	11.874 - 684.100	7.133 - 407.549	255 - 14.555
Astmaanfald (+15 år)	922 - 53.095	774 - 31.631	28 - 1.130
Astmaanfald (<15 år)	122 - 7.037	104 - 4.192	4 - 150

Det reducerede antal skadelige helbredseffekter er værdisat ved brug af to forskellige metoder: Dels en ren omkostningsbaseret, og dels en metode baseret på betalingsvillighed (Tabel 2). Omkostningsbaseret værdisætning dækker de udgifter, som samfundet påføres, f.eks. når mennesker under sygdom indlægges og taber arbejdsevnen. Den anden metode er baseret på betalingsvillighed, og den forsøger at estimere alle samfundsmæssige konsekvenser af sygdom og død, herunder også den individuelle oplevelse af svie og smerte. De to metoder giver et stort spænd i værdien af de undgåede tilfælde af helbredseffekter, herunder dødsfald. Da estimerne i den samfundsøkonomiske værdisætning ikke er eksakte, vurderes det som rimeligt at fremlægge begge metoder til at indkredse de samfundsøkonomiske helbredseffekter.

Omkostningsbaseret værdisætning ser bort fra al velfærdstab ved sygdom og død som følge af luftforurening. Metoden dækker givetvis kun en begrænset del af samfundets velfærdstab, hvorfor betalingsvilligheds-studiet tillægges større betydning end de omkostningsbaserede estimer.

**Tabel 2. De to værdisætningsmetoder, der anvendes i denne rapport. Tallene for den omkostningsbaserede værdisætning er fra Færdselsstyrelsen (2001). For betalingsvillighed kommer tallene fra WHO (1999). Alle værdierne er opgivet i 2000-priser.**

<i>Helbredseffekter/ Værdi af undgåede tilfælde</i>	<i>Omkostningsbaseret (1.000 kr.)</i>	<i>Betalingsvillighed (1.000 kr.)</i>
Dødelighed	1.500	7.409
Indlæggelser, kredsløbssygdomme	50	65
Indlæggelser, luftvejssygdomme	50	65
Kronisk bronkitis	350	1.721
Akut bronkitis	0,6	1,08
Dage med begrænset aktivitet	0,6	0,78
Astmaanfald	0,1	0,25

For hver af de tre køretøjskategorier er målet at finde det samfundsmæssige resultat ved at påsætte partikelfiltre, dvs. de helbredsmæssige fordele minus omkostningerne ved filtrene. På grund af spændet på både sundhedseffekter og omkostningsberegninger giver det fire værdier: Det lave skøn er værdisat ved brug af hhv. omkostningsmetode og betalingsvillighed, og det høje skøn er værdisat med de samme to metoder. År for år gøres de samlede gevinster op og diskonteres tilbage til 2000 for at opnå den samlede nutidsværdi. Det er valgt at bruge en diskonteringsrate på 3% med følsomhedsanalyse på hhv. 0 og 6%. Den 'rigtige' værdi af diskonteringsraten (hvis der findes en sådan) er stadig kilde til debat blandt samfundsøkonomer. Sædvanligvis anvendes en rate på 3% for miljøprojekter (Møller et al. 2000), men Finansministeriet anbefaler 6% til samfundsøkonomiske opgørelser. Vores følsomhedsanalyse dækker dermed de anbefalede værdier.

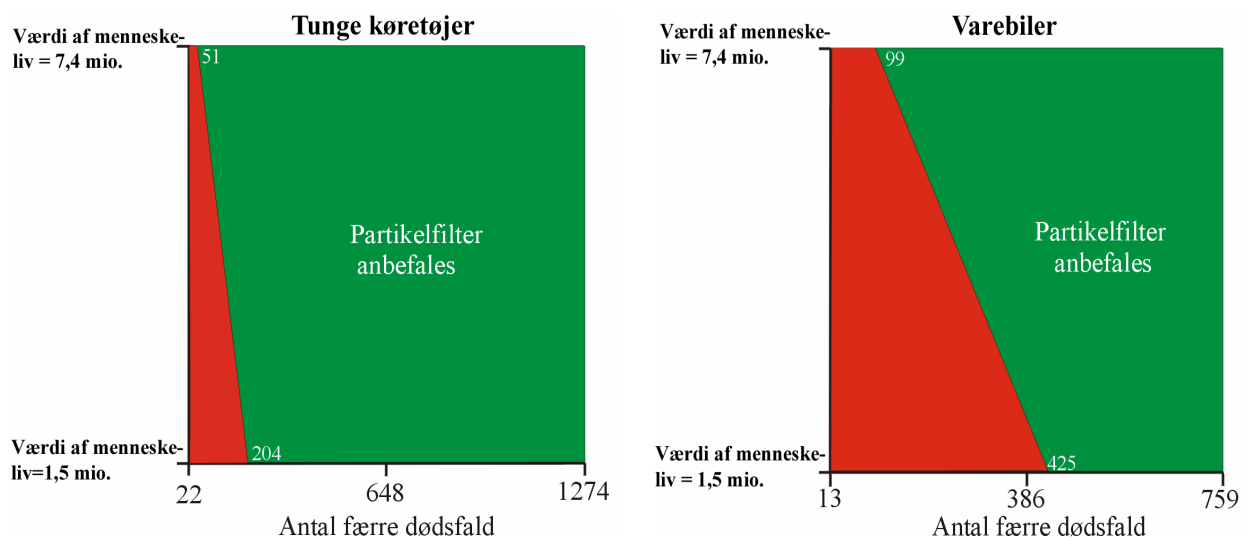
Tilsvarende gøres udgifterne op til indkøb af filtre, serviceomkostninger, samt forøget brændstofforbrug og tilbagediskonteres. I henhold til cost-benefit teorien kan nutidsværdien af investeringerne nu trækkes fra nutidsværdien af gevinsterne, så det kan bestemmes om eftermontering af partikelfiltre er samfundsmæssigt fordelagtigt. Resultaterne ses i tabellen herunder:

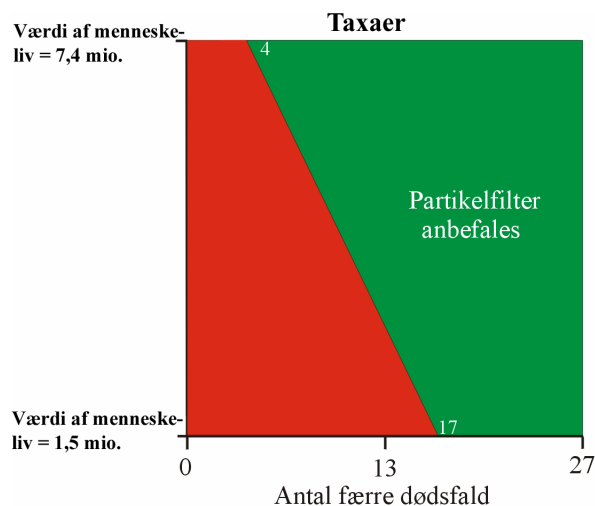
**Tabel 3. Samfundsøkonomisk Nettogevinst (i mio. kr.) ved påmontering af partikelfiltre. Diskonteringsrate 3%.**

	<i>Lavt skøn (baseret på PM<sub>10</sub>)</i>	<i>Højt skøn (baseret på ultrafine partikler)</i>
<b>Tunge køretøjer</b>		
Omkostningsbaseret	-2.946	16.724
Betalingsvillighed	-1.809	83.042
<b>Varebiler</b>		
Omkostningsbaseret	-6.110	5.096
Betalingsvillighed	-5.462	42.879
<b>Taxaer</b>		
Omkostningsbaseret	-169	95
Betalingsvillighed	-154	988

Nyere undersøgelser fra byen Erfurt i Tyskland kæder akut dødelighed sammen med ultrafine partikler (Wichmann et al. 2000). En hollandsk undersøgelse, der har set nærmere på helbredseffekterne ved at bo tæt på større veje, giver en stærk sammenhæng mellem dødsfald og sodtæthed (Hoek et al. 2002). Det synes at indikere, at gevinsten ved påmontering af partikelfiltre ligger nærmere de høje skøn end de lave i tabellen ovenfor.

Resultaterne i tabellen ovenfor skal ses i lyset af disse betragtninger. Tabellen viser, at potentialet for at opnå samfundsøkonomiske fordele er størst for de tunge køretøjers vedkommende. En sammenligning mellem figurerne nedenfor viser dette tydeligere.





Figureerne viser, hvor mange færre dødsfald, man skal tilskrive partikelforurening, for at gevinsterne ved montering af filtre overstiger udgifterne. Det grønne område angiver, at gevinsterne er større end udgifterne.

For tunge køretøjer ses det, at selv et forholdsvis begrænset antal færre dødsfald som følge af påmontering af partikelfiltre, vil give et positivt resultat. Dette gælder også for den rene omkostningsbaserede metode, hvor skillelinien ligger ved 200 dødsfald. Det er specielt interessant, da det jf. ovenstående diskussion må forventes, at sundhedseffekterne ligger nærmere det øvre skøn.

Anderledes er det for taxaer og varebiler. Her fremgår det, at det vil være en mere tvivlsom investering at eftermontere partikelfiltre på disse køretøjer. For varebilernes vedkommende er de sparede sundhedseffekter ganske vist også muligvis store, men da antallet af varebiler er meget stort, bliver investeringen tilsvarende stor. Der er betydelig usikkerhed forbundet med opgørelsen af de sundhedsmæssige gevinster ved eftermontering af partikelfiltre på taxaer. Der findes ikke en specifik opgørelse over partikelemissionen fra taxaer, og estimerne bygger derfor på skønnede beregninger.

## Diskussion

Resultatet af analysen er altså, at det er sandsynligt, at det er samfundsmæssigt fordelagtigt at eftermontere filtre på tunge køretøjer og mindre sandsynligt på varebiler og taxaer. Der er mange forbehold i analysen, primært hvad angår farligheden af ultrafine kontra fine partikler, samt på værdisætningen af goderne. Det ville være ønskværdigt, om intervallerne kunne gøres mindre, men det kræver væsentlig mere viden om sammenhængen mellem sygdom og ultrafine partikler.

Et andet forbehold er det tidsmæssige perspektiv: Jo nærmere vi kommer på skæringsdatoen 2006, jo færre fordele vil samfundet få af eftermonterede filtre. At Euro 4 ville komme til at betyde, at alle nye tunge køretøjer skulle leveres med filter fra 2006, var der ingen, der var i tvivl om sidste år. Det er i skrivende stund usikkert, om det kommer til at blive sådan. En stor producent af erhvervskøretøjer har meldt ud, at de ikke vil producere køretøjer med

partikelfiltre. I stedet øges motortemperaturen ved en mere mager forbrænding. Dette betyder ganske vist, at der udledes mere NO<sub>x</sub>, men ved hjælp af deNO<sub>x</sub> teknologier kan dette problem løses. Den udledte masse af partikler reduceres nok til at Euro 4 overholdes. Masse målet PM<sub>10</sub> siger imidlertid ikke noget om, hvorvidt antallet af ultrafine partikler ligeledes reduceres. I modsætning til partikelfiltre er der ingen dokumenteret effekt af en reduceret udledning af ultrafine partikler. Man kan derfor betvivle, om Euro 4 får den tiltænkte helbredsmæssige betydning.

I juni 2003 udkom "Partikelredegørelsen" fra en tværministeriel arbejdsgruppe under Trafikministeriet. Redegørelsen anbefaler bl.a., at kommunerne får mulighed for at oprette miljøzoner, hvor der kun må køre tunge dieselskøretøjer, såfremt de har filtre på. Lignende ordninger findes i flere byer i Sverige. Institut for Miljøvurdering har ikke lavet en eksplicit cost-benefit analyse af miljøzoner. Men da flest mennesker er eksponeret for partikler i byerne, og gevinsterne dermed er størst her, giver det umiddelbart god mening at opstarte miljøzoner. Det afhænger dog af, hvordan miljøzonerne administreres, f.eks. hvordan det kontrolleres, at køretøjerne har filtre på. Udgifterne til administration skal medregnes i de samlede udgifter. Et konkret forslag til en miljøzone i København vil benytte sig af det allerede eksisterende system af parkeringsvagter, samt mærkning af køretøjer med filtre. Andre kommuner vil ikke have et lignende system at bygge på, og vil derfor have yderligere udgifter til opstart af en kontrollerende enhed.

## Referencer

Færdselsstyrelsen 2001 *Partikelfiltre på tunge køretøjer*. Færdselsstyrelsen

Hoek, G., Brunekreef, B., Goldbohm, S., Fischer, P., van den Brandt, P. A. 2002 Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *The Lancet* 360:1203-9

Møller, F., Andersen, P., Grau, P., Huusom, H., Madsen, T., Nielsen, J., Strandmark, L. 2000 *Samfundsøkonomiske vurderinger af miljøprojekter*: Danmarks Miljøundersøgelser; Miljøstyrelsen; Skov- og Naturstyrelsen.

Wichmann, H.-E., Spix, T., Tuch, T., Wolke, G., et al. 2000 *Daily mortality and fine and ultrafine particles in Erfurt, Germany* 98. Health Effects Institute

WHO 1999 *Health costs due to road traffic-related air pollution*. Bern, Schweiz: Federal Department of Environment, Traffic, Energy and Communications, Bureau for transport studies.