

Partikelredegørelse



Trafikministeriet

Partikelredegørelse

Juni 2003

Udgivet af: Trafikministeriet
Frederiksholms Kanal 27
1220 København K
e-mail: trm@trm.dk
www. trm. dk

ISBN: 87-91013-38-0

Udarbejdet af: Trafikministeriet

Indhold

1. INDLEDNING	5
2. SAMMENFATNING OG SAMLET VURDERING	7
2.1. Partikler og deres sundhedsskadelige effekter.....	7
2.2. Partikelfiltre.....	8
2.3. Igangsatte initiativer.....	8
Euronormer	8
Mobil kontrol af dieslbilens røgtæthed.....	9
Typegodkendelsesordning for partikelfiltre.....	9
Offentlige myndigheders efterspørgsel efter miljøvenlig transport	10
2.4. Eventuelle nye initiativer.....	10
Lovkrav om brug af partikelfiltre	10
Typespecifikke grænseværdier	10
Kontrol og mærkning af køretøjer med filter.....	10
Tilskud til eftermontering af partikelfiltre	11
Tilskud til Euronorm 4 lastbiler indkøbt før 1. oktober 2006.....	11
Miljøzoner i større byer	12
Indførelse af svovlfri diesel	13
Ændring af registreringsafgift for personbiler.....	13
2.5. anbefalinger	14
3. PARTIKELKONCENTRATIONER OG DERES OPRINDELSE	17
3.1. Begreber og definitioner.....	17
3.2. Emissioner	19
3.3. Luftkvalitet	23
4. SUNDHEDSMÆSSIGE EFFEKTER AF PARTIKELFORURENING.....	27
Måling af partikelniveauer	28
Partikelstørrelsens betydning for sundhedsmæssige effekter	28
4.1. Effekter og dosis-respons	29
Sygelighed	29
Dødelighed.....	29
Risikogrupper – særligt følsomme og udsatte grupper.....	32
Betydningen af øget dødelighed for tabte leveår.....	33
Kvantificering af sundhedseffekterne i Danmark	33
5. PARTIKELFILTRE TIL TUNGE DIESELKØRETØJER.....	37
5.1. Lastbilbestanden	37
Kørselsmønstre og emissioner	38
5.2. Partikelfiltres virkningsgrad	40
5.3. Færdselsstyrelsens storskalaforøgelse i Odense.....	41
Drift, vedligehold og service	42
5.4. Eftermontering af filtre på lastbiler	43
5.5. Prisen på filtre	44
6. SAMFUNDSØKONOMISKE OVERVEJELSER	47
Danske beregningspriser for statistisk liv.....	51
EU-Kommissionens beregningspriser for statistisk liv.....	51
7. IGANGSATTE INITIATIVER.....	55
7.1. Nye Euronorm 4	55
7.2. Mobil kontrol med dieslbilens røgtæthed.....	57

7.3. Typegodkendelsesordning for partikelfiltre	57
7.4. Offentlige myndigheders efterspørgsel efter miljøvenlig transport.....	58
8. EVENTUELLE NYE INITIATIVER.....	59
8.1. Lovkrav om montering af filtre.....	59
8.2. Typespecifikke grænseværdier for nye køretøjers røgtæthed	60
8.3. Kontrol og mærkning af biler med filter	61
8.4. Tilskud til eftermontering af partikelfiltre på tunge køretøjer.....	61
EU-retlige bindinger	62
Anvendelse af tilskud	62
8.5. Tilskud til Euronorm 4 lastbiler indkøbt før 1. oktober 2006	64
EU-retlige bindinger	64
Anvendelse af tilskud til køb af Euronorm 4 køretøjer	65
8.6. Miljøzoner i større byer	66
Juridiske aspekter	66
Praktiske aspekter.....	67
8.7. Begrænsning af partikelemissioner ved indførelse af svovlfri diesel	69
Meromkostninger ved produktion af indførelse af svovlfri diesel.....	71
Provenumæssige betragtninger.....	72
8.8. Registreringsafgift for personbiler	74
Bilag 1	Kommissorium for arbejdsgruppe vedrørende partikelredegørelse
Bilag 2	Vurdering af partikelforureningens og dieselpartiklers sundhedsskadelige effekter
Bilag 3	Justitsministeriets notat om miljøzoner
Bilag 4	Vurdering af partikelanalyse fra Institut for Miljøvurdering

1. Indledning

D. 22. januar 2002 fremsatte Kristeligt Folkeparti et beslutningsforslag (B 56) i Folketinget om at indføre krav om partikelfiltre for dieseldrevne busser og lastbiler, der kører inden for særlige miljøzoner i landets fire største byer. Kravet blev foreslået ledsaget af et 50 pct. tilskud til indkøb af filtre. Det blev foreslået, at finansiere dette ved at forøge vægtafgiften for alle lastbiler og busser.

Af beretningen fra Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalgs behandling af forslaget fremgik det, at der var iværksat forskellige tiltag med henblik på at nedbringe luftforureningen med partikler.

I beretningen står endvidere følgende: ”På den baggrund og ud fra ønsket om at sikre, at indsatsen sker på et omkostningseffektivt grundlag, der sikrer mest miljø for pengene, og ønsket om ikke at stille krav, der ensidigt fokuserer på et enkelt virkemiddel uden hensyntagen til den opnåede effekt og de realiserede omkostninger derved, konstaterer V, DF, KF og KRF, at regeringen i foråret 2003 vil fremlægge en partikelredegørelse indeholdende en status for arbejdet samt forslag til den kommende indsats”.

På den baggrund nedsatte regeringen en arbejdsgruppe, der skulle udarbejde en redegørelse indeholdende en status for området samt en gennemgang af allerede tagne initiativer til nedbringelse af forureningen med partikler, samt en vurdering af eventuelle nye initiativer. Selv om det nævnte beslutningsforslag, der danner baggrund for arbejdsgruppens nedsættelse, alene omhandler tunge køretøjer, har arbejdsgruppen valgt også at omtale en mulig ændret beskatning af dieseldrevne personbiler. Overvejelserne herom er foretaget i et parallelt forum, som regeringen har bedt om at se på eventuelle ændringer af registreringsafgiften.

Gruppen har haft repræsentanter fra Finansministeriet, Skatteministeriet, Justitsministeriet, Miljøministeriet (herunder Miljøstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser), Sundhedsstyrelsen og Trafikministeriet (herunder Færdselsstyrelsen) med Trafikministeriet som formand.

Kommissoriet for gruppens arbejde fremgår af bilag 1.

2. Sammenfatning og samlet vurdering

2.1. Partikler og deres sundhedsskadelige effekter

Det er dokumenteret, at partikler har en række skadelige effekter på befolkningens sundhed. Det er ligeledes dokumenteret, at især de fine og ultrafine partikler giver anledning til negative effekter på sundheden. Disse partikler stammer for en stor dels vedkommende fra forbrænding, hvor dieselkøretøjer er ansvarlige for en relativt stor andel.

Dieselkøretøjers udstødning udgør i særlig grad et problem i de stærkt trafikerede, tætbebyggede områder. Her sker der dels en relativ stor udledning, og dels sker det i gadeniveau – tæt på hvor folk færdes. Der vil derfor være størst fordel forbundet med reduktion af partikelemissioner i byerne.

Der er metodemæssige forskelle i opgørelser af partikelemissioner fra trafikken. Arbejdsgruppen finder det derfor hensigtsmæssigt, at der i et tværministerielt samarbejde mellem de relevante ministerier, opnås en mere ensartet måde at opgøre partikelemissionerne fra trafikken, således at emissionsopgørelser foretages på samme måde i forskellige sammenhænge. I dette arbejde bør inddrages data fra Statens bilinspektion vedrørende årskørsler, der er blevet tilgængelige med de periodiske syn.

Ovennævnte forskelle i de nationale emissionsopgørelserne har ikke direkte betydning for vurderingen af de sundhedsmæssige effekter, da disse ikke bygger på emissionsdata men på konkrete målinger af luftkvaliteten på udvalgte lokaliteter. Sundhedseffekterne består i forværring (og muligvis generering) af bl.a. hjerte-karsygdomme og luftvejslidelser, herunder bronkitis og astma. Partikelforureningen som helhed er vurderet til at have samme indflydelse på dødeligheden som moderat overvægt.

Det er behæftet med en vis usikkerhed at fastslå hvor mange, der årligt dør for tidligt i Danmark, som følge af partikelforurening generelt, samt hvor mange af disse for tidlige dødsfald, der kan tilskrives trafikale partikelemissioner - herunder partikelemissioner fra tunge dieselkøretøjer. Men på grundlag af udenlandske undersøgelser og skøn for den danske partikelemission kan det anslås, at man vil kunne spare ca. 450 for tidlige dødsfald om året (95 pct. konfidensgrænser: 0-900 for tidlige dødsfald)

ved at påmontere filtre på alle tunge køretøjer i Danmark, idet partikelfiltre vurderes at kunne fjerne 80 pct. af de ultrafine partikler, hvorved partikelniveauet i byer i Danmark vil blive reduceret med 20 pct. Estimatet bygger primært på en undersøgelse af ultrafine partiklers virkning i den tidligere østtyske by Erfurt. Undersøgelsen i Erfurt blev gennemført i perioden 1995-1998 og publiceret i 2000, men niveauet understøttes af resultaterne fra andre undersøgelser. Af forskellige grunde er det ikke muligt på kort sigt at montere filtre på alle tunge køretøjer, hvorfor den sundhedsmæssige effekt vil være mindre. Som angivet er estimatet behæftet med usikkerhed, bl.a. da det kan være problematisk at overføre resultater fra udenlandske undersøgelser til danske forhold. Vurderingen er foretaget på baggrund af den faktiske luftkvalitet i 2000 i Danmark.

Kilder til fine partikler og ultrafine forbrændingspartikler er ofte forskellige, og tiltag der samtidig eller hver især nedbringer befolkningens udsættelse for disse partikler kan derfor anbefales. Reduktion af befolkningens udsættelse for dieselpartikler vurderes at ville medføre betydelige sundhedsmæssige gevinster, og montering af partikelfiltre på dieselkøretøjer kan således anbefales ud fra en ren sundhedsfaglig synsvinkel.

2.2. Partikelfiltre

Det er gennem et storskalaforsøg i Odense blevet godtgjort, at det var muligt at finde filtertyper, der havde en god effekt på de køretøjer, der deltog i forsøget. Det er også påvist, at filtrene virker på ultrafine og fine partikler. Der er dog problemer med driften af partikelfiltre på køretøjer, hvis motorvedligeholdelsesstand er utilstrækkelig, samt på køretøjer med et kørselsmønster, der ikke giver en tilstrækkelig høj udstødningstemperatur.

2.3. Igangsatte initiativer

Euronormer

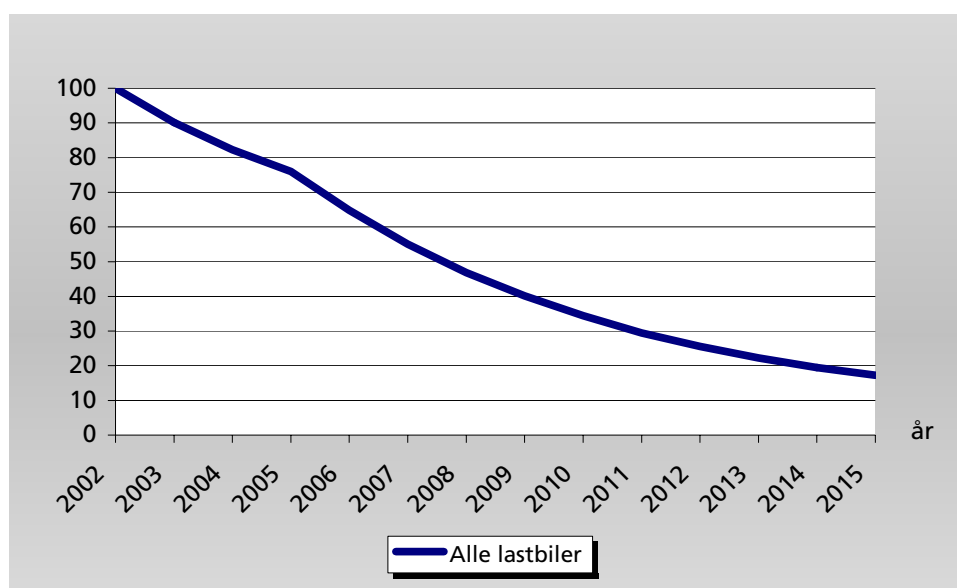
I EU-regi har man siden 1990 reguleret emissionerne fra vejtrafikken via fastsættelse af normer for udledning af forskellige stoffer, herunder partikler. Denne normregulering har medført et stort fald i partikel-emissionerne fra vejtrafikken – en udvikling som fortsætter i de kommende år. Den tilladelige partikelemission fra tunge dieselkøretøjer vil således være blevet reduceret med over 95 pct. i perioden fra 1993 hvor den første Euronorm (Euronorm 1) med krav til partikler trådte i kraft og frem til 2006, hvor Euronorm 4 træder i kraft.

Indførelsen af Euronorm 4 i efteråret 2006 vil bidrage yderligere til denne udvikling. Grænseværdien gælder for nye køretøjer, hvorfor den

fulde virkning vil blive indfaset over en årrække. Det bemærkes, at allerede Euronorm 2 og Euronorm 3 normerne (indført i hhv. 1996 og 2001) har medført en væsentlig reduktion i partikelemissionerne, og at der således sker en løbende udskiftning til stadig mere miljøvenlige biler. Den positive udvikling reduceres dog delvist af, at der er en stigende andel af personbiler, der kører på diesel.

En oversigt over virkningen af de allerede vedtagne skærpede normkrav for lastbilernes partikeludslip 2002 – 2015 er vist i figur 1.

Figur 1 Indekseret udvikling i lastbilernes partikelemission i byerne 2002-2015



Mobil kontrol af dieslbilens røgtæthed

Danmark har gennemført EU bestemmelser om landevejssyn fra 1. januar 2003 (jf. afsnit 7.2). Ved landevejssyn kontrolleres de samme ting, som kontrolleres ved de periodiske syn. Mobil kontrol kan således fange de ”vørste syndere” og derigennem reducere partikelemissionen, men er ikke et generelt virkemiddel i forhold til brug af partikelfiltre.

Typegodkendelsesordning for partikelfiltre

Gennem storskalaforsøget i Odense er der indsamlet viden om forskellige partikelfiltres virkningsgrad m. v., som efterfølgende er blevet ud-møntet i en typegodkendelsesordning. Ordningen kan give kommende brugere af partikelfiltre et overblik over de partikelfiltre, der er på markedet, og en dokumentation for, at de opfylder Færdselsstyrelsens kravspecifikation. Typegodkendelsesordningen er en vigtig forudsætning i forbindelse med fremme af brug af partikelfiltre.

Offentlige myndigheders efterspørgsel efter miljøvenlig transport

Offentlige myndigheders efterspørgsel efter mindre forurenende transport fremmer brugen af partikelfiltre. Initiativet er som hovedregel målrettet mod de steder, hvor partikelkoncentrationerne er størst – nemlig de større byers centrum. HUR stiller f. eks. krav om, at de busser, der skal køre på byruterne, er forsynet med partikelfiltre. Ud over rutebusser, kan der også stilles krav til f. eks. renovationskøretøjer, hvis dette prioriteres lokalt.

Initiativet sigter målrettet mod at gavne situationen i netop de områder, hvor problemet er størst, og har derfor en god effekt i forhold til indsatsen.

2.4. Eventuelle nye initiativer

Lovkrav om brug af partikelfiltre

Det vil ikke være muligt at stille lovkrav om montering af filtre på ældre køretøjer, da dette vil være i strid med både EU-traktaten og det særdirektiv, der omhandler foranstaltninger mod emission af forurenende luftarter fra dieselmotorer til fremdrift af køretøjer. Med en ændring af særdirektivet er der indført totalharmonisering for bl.a. forskrifter om luftforurening, der betyder, at en medlemsstat kun må tillade markedsføring af produkter, der opfylder direktivets krav, og at der ikke må stilles strengere krav end anført i direktivet.

Det vil således ikke være muligt at gennemføre montering af partikelfiltre på alle tunge dieselkøretøjer ved hjælp af lovgivning.

Typespecifikke grænseværdier

Typespecifikke grænseværdier giver grundlag for at stille skrappe krav til køretøjernes udstødning i deres driftsperiode og kontrollere, at disse også overholdes i hele køretøjets levetid. Ordningen omfatter kun nye køretøjer, og vil derfor først få fuld effekt over en årrække.

Kontrol og mærkning af køretøjer med filter

Det har været overvejet indføre en vejledende lav grænseværdi for biler med partikelfiltre. Dette kan ske ved, at Statens Bilinspektions måleudstyr ændres, så der kan måles på forskellige røgtæthedsgrænser.

Det har endvidere været overvejet at indføre en udstyrskode ”partikelfilter” på registreringsattesten for lastbiler og busser, der er forsynet med filtre, og som opfylder den lave grænseværdi for røgtæthed. En sådan registrering kan danne baggrund for, at byer, der ønsker miljøzo-

ner, kan udlevere klistermærker til biler med partikelfilter, og dermed lette kontrollen.

Statens meromkostninger ved en sådan ordning vurderes at være beskedne, men effekten vurderes ligeledes at være beskeden, idet det vurderes, at en mærkningsordning ikke i sig selv vil medføre, at flere køretøjer bliver forsynet med partikelfiltre.

Tilskud til eftermontering af partikelfiltre

Et eventuelt statsligt tilskud til eftermontering af partikelfiltre på tungekøretøjer kan højst andrage et beløb svarende til 30 pct. brutto af de støtteberettigede omkostninger. Dette følger af EU-kommissionens rammebestemmelser for statsstøtte til miljøbeskyttelse.

Et tilskud i denne størrelsesorden skønnes ikke i noget større omfang at få vognmænd til at montere partikelfiltre på køretøjer, da der ikke er (tilstrækkelige) økonomiske fordele knyttet til en eftermontering af partikelfiltre. Ud over, at vognmanden selv skal afholde 70 pct. af omkostningerne, skal han også påregne udgifter i forbindelse med servicering og drift af filtret.

En tilskudsordning vil betyde en ekstraudgift for staten, men det er arbejdsgruppens vurdering, at støtten stort set kun vil blive benyttet af vognmænd, der alligevel ville have monteret partikelfiltre på deres køretøjer, f. eks. i forbindelse med kørsel i f. eks. Tyskland (hvor der gives rabat på kørselsafgift ved brug af filter) eller i forbindelse med kørsel for amter og kommuner, som måtte have stillet krav herom. Et statsligt tilskud vil derfor ikke medføre, at flere køretøjer forsynes med filtre, men blot være et tilskud til vognmanden.

Et generelt tilskud til eftermontering af partikelfiltre er ikke specielt rettet mod partikelemissioner i byerne, og det forventes ikke, at det er de mest forurenende køretøjer, der vil blive påmonteret partikelfiltre.

Tilskud til Euronorm 4 lastbiler indkøbt før 1. oktober 2006

EU giver mulighed for, at medlemsstaterne gennem skatte- og afgiftslettelser, kan fremme markedsføringen af køretøjer, der opfylder kommende forskrifter vedtaget på fællesskabsplan. Danmark har tidligere givet tilskud af denne art forud for indførelsen af Euronorm 3 i 2001. Det vurderes derfor at være muligt at lave en tilsvarende midlertidig ordning for Euronorm 4, der træder i kraft 1. oktober 2006.

Der er ikke p. t. fastsat endelige krav for alle elementer af Euronorm 4. Dette forventes først at ske på et meget sent tidspunkt i forhold til ikrafttrædelsestidspunktet. Det er dog arbejdsgruppens vurdering, at

det vil være muligt at godkende et tilskud til anskaffelse af køretøjer, der opfylder de grænseværdier for partikelemission, der allerede nu er enighed om.

Et tilskud kan højst beløbe sig til de meromkostninger, der er knyttet til det tekniske udstyr, som benyttes i forbindelse med overholdelse af grænseværdierne. Omkostninger forbundet med drift og vedligeholdelse vil altså stadig påhvile vognmanden.

En sådan ordning med tilskud i størrelsesordenen 12-20. 000 kr. i perioden 2004 til 1. oktober 2006 skønnes at beløbe sig til ca. 50 mio. kr.

Tabel 1

Periode	Tilskud	Antal solgte Euronorm 4 biler	Samlet udgift
2004 og 2005	20. 000 kr.	1. 000 stk.	20 mio. kr.
1/1-1/10 2006	12. 000 kr.	2. 500 stk.	30 mio. kr.
	I alt:	3. 500 stk.	50 mio. kr.

Tilskuddets størrelse er fastsat ud fra Teknologisk Instituts vurdering af, at salgsprisen vil falde til omkring 12. 000 kr. per filter, når disse bliver obligatoriske. Antal solgte Euronorm 4 køretøjer er estimeret ud fra det årlige salg på ca. 5. 000 køretøjer.

Det skal bemærkes, at der p. t. ikke er køretøjer på markedet, der opfylder grænseværdierne i Euronorm 4.

Tilskuddet vil formentlig ikke medføre en hurtigere udskiftning af gamle køretøjer, men vil medføre, at der i et vist omfang bliver indkøbt Euronorm 4 frem for Euronorm 3 køretøjer i perioden op til, at Euronorm 4 bliver obligatorisk i 2006.

Som det er tilfældet med tilskud til eftermontering af partikelfiltre vil der også være en stor sandsynlighed for, at tilskuddet primært vil blive benyttet ved indkøb af køretøjer, der benyttes til kørselsopgaver hvor der stilles krav om partikelfiltre, samt køretøjer der primært kører i udlandet. Effekten i Danmark vurderes derfor at være begrænset. Det vurderes derfor, at der er tale om et forslag, der vil have en effekt der ikke står i forhold til udgifterne ved initiativet.

Miljøzoner i større byer

Færdselsloven åbner mulighed for, at kommunerne kan lave forsøg med zoner, hvor der stilles særlige krav f. eks. af miljømæssig karakter. Ordninger af denne art skal godkendes af Justitsministeriet forud for iværksættelse.

Indførelse af miljøzoner i de større byer i Danmark, hvor der stilles en eller anden form for krav vedrørende køretøjers alder eller brug af par-

tikelfiltre, vil være et målrettet initiativ med henblik på reduktion af partikelemissionerne på de mest udsatte lokaliteter.

Ud over at have en direkte virkning i selve miljøzonen, vil partikelemissionerne også blive reduceret i områderne uden for zonen.

Forsøg med miljøzoner vil som hovedregel ikke kunne udstrækkes ud over, hvad der er nødvendigt for at gennemføre en evaluering. Det vil normalt være op til maksimalt et år, men det vil kunne komme på tale at forlænge forsøget under hensyn til evalueringen, eller hvis evalueringen måtte vise, at der er grundlag for en lovmæssig regulering af området. Forsøget vil i disse tilfælde kunne tænkes at fortsætte, indtil der er taget stilling til, om der kan skabes lovhjemmel for en permanent ordning.

Arbejdsgruppen har ikke konkret vurderet de sundhedsmæssige effekter af kommunernes mulige indførelse af miljøzoner, men vil pege på, at miljøzoner udmærker sig ved at være målrettede initiativer mod områder, hvor luftforureningsproblemerne er størst.

Indførelse af svovlfri diesel

Der er i slutningen af 2002 vedtaget en ændring af direktiv 98/70, som fastsætter krav til kvaliteten af benzin og diesel, herunder til indholdet af svovl. Ændringen indebærer, at svovlfri benzin og diesel (max 10 ppm svovl) skal være generelt tilgængelig i hele EU fra 1. januar 2005. Effekten ved at fremme udbredelsen af svovlfri diesel i Danmark antages at være beskeden, idet der som følge af den forventede udvikling i Danmark alene vil kunne opnås, at omlægningen til svovlfri diesel fremrykkes med ca. 1 år (2004 i stedet for 2005).

Arbejdsgruppen vurderer, at indførelse af svovlfri diesel i 2004 i stedet for i 2005 vil medføre en reduktion i det samlede partikeludslip på ca. 55 tons (både by og land). Efter arbejdsgruppens vurdering vil der ikke være samfundsøkonomiske gevinster ved en sådan fremrykning. De miljømæssige gevinster er beregnet til ca. 1,4 øre/liter, mens produktionsomkostningerne er skønnet at ligge i området 3,4-5 øre/liter.

Ændring af registreringsafgift for personbiler

Regeringen nedsatte sidste år en arbejdsgruppe til at overveje eventuelle ændringer af registreringsafgiften. I forbindelse med dette arbejde har man noteret sig, at fremme af dieseldrevne biler med partikelfilter vil have en positiv effekt på udslippet af partikler fra nye dieselbiler.

Det kan overvejes at give et nedslag i den årlige ejerafgift på en sådan måde, at salg af biler med lav partikelemission (partikelfilter) fremmes til fordel for dieselbiler med højere emissioner.

Konkret kunne et nedslag i den årlige grønne afgift på f. eks. 1. 500 kr. de første 3 år af køretøjets levetid overvejes. Et sådant nedslag skønnes at ville give et årligt provenutab på 30 – 35 mio. kr.

2.5. anbefalinger

Der er i dag tilstrækkeligt statistisk belæg for at fastslå, at der er en sammenhæng mellem partikelforurening og helbredsskader. Den kvantificerede sammenhæng under danske forhold og ligeledes opgørelsen af, hvor mange der er udsat for hvor stor en forurening i hvor lang tid, er dog behæftet med en betydelig usikkerhed. Der er endvidere behov for mere viden på området, inden der er fuld forståelse for de komplekse årsags – virkningssammenhænge. Denne usikkerhed har indflydelse på vurderingen af de samfundsøkonomiske fordele ved forskellige, mulige indgreb mod partikelforureningen.

I internationalt regi er der stigende opmærksomhed på partikelforurening, hvilket ses ved, at der i stigende krav stilles krav til hvor store udladninger m. v. man vil acceptere inden for forskellige sektorer. I transportsektoren er der gennem de sidste 10 år, via en norm-regulering i EU-regi, sket en løbende reduktion af partikelemissionerne. Med indførelsen af Euronorm 4 i 2006 vil grænseværdien for lastbilers partikel-emissioner således være begrænset til kun ca. 5 pct. af det niveau, der var gældende ved den første norm. Udskiftningen af køretøjer forløber dog over en årrække, hvorfor effekten sker gradvist. Der kan dog allerede konstateres en væsentlig reduktion af partikelemissionerne fra dieselskøretøjer. Udviklingen reduceres delvist af, at der er en stigende andel af dieselpersonbiler i nybilsalget.

Danske overvejelser er på denne baggrund især koncentreret om vurderinger af de samfundsmæssige fordele og ulemper ved at accelerere en allerede igangværende udvikling. Hvis der skal være tale om en generel ordning, vil det være afgørende vigtigt for dens rentabilitet, at den kan gennemføres meget hurtigt, idet effekterne ellers vil blive indhentet af den igangværende teknologiske udvikling mod stadigt mindre partikel-emission. Ellers bør interessen koncentrere sig om aktiviteter rettet mod områder, hvor mange mennesker udsættes for høje koncentrationer fra trafikken, dvs. de tætbefolkede byområder.

Muligheden for ved lovkrav at påbyde eftermontering af partikelfiltre er som omtalt ikke til stede. Reglerne for statsstøttebegrænser kompensationen af vognmænds frivillige eftermontering af filtre til 30 pct. af bruttoudgifterne. Derimod skønnes der at være mulighed for en større dækning af vognmændenes udgifter, hvis der i perioden frem til 2006 gives tilskud til vognmændenes fremrykkede køb af lastbiler og busser, der lever op til Euronorm 4 frem for Euronorm 3. Der vil dog være en væsentlig risiko for et såkaldt dødvægtstab i den forbindelse, da det

primært vil være de vognmænd der alligevel ville have købt en Euro-norm -4 lastbil, der vil benytte sig af tilskuddet. Da forslaget dermed ikke vil have nogen synderlig incitamentsændrende virkning, vil der primært være tale om erhvervstilskud til dele af vognmandsbranchen.

Ordninger, der stiller krav om anvendelse af renere teknologi, f. eks. i forbindelse med offentlige udbud og indkøb samt miljøzoner, har ofte en mere direkte effekt på udbredelse af renere teknologi. De amtskommunale krav i forbindelse med busdrift kan fremhæves. Miljøzoner har yderligere den fordel at effekten primært kommer i de områder hvor problemet er størst.

Arbejdsgruppen skal på den baggrund anbefale, at:

- regeringen fortsat støtter op om og aktivt arbejder for fremme af miljøvenlige køretøjer gennem det normarbejde i internationalt regi, der allerede har givet og fortsat vil give en meget væsentlig reduktion af partikelemissionerne
- arbejdet for at forbedre grundlaget for at vurdere partikelforureningens sundhedseffekter styrkes
- der fortsat arbejdes på forbedring af emissionsdata, såvel for de traditionelle emissionsmål (total masse, PM_{10} og $PM_{2.5}$) som for antal ultrafine partikler, der kan relateres til sundhedsskadelige virkninger. Disse emissionsopgørelser skal dels være specifikke for de enkelte kilder og dels være tilstrækkeligt geografisk detaljerede til at de kan anvendes til vurdering af effekten af eventuelle lokale tiltag, f. eks. miljøzoner
- regeringen stiller sig positiv til store kommuners evt. ønsker om at indføre og dokumentere effekten af miljøzoner som et godt, supplerende initiativ målrettet mod de områder, hvor problemerne er størst
- der nedsættes en tværministeriel arbejdsgruppe, der skal arbejde frem mod en mere ensartet måde at opgøre trafikens partikelemissioner. I dette arbejde inddrages data fra Statens Bilinspektion vedrørende årskørsler

3. Partikelkoncentrationer og deres oprindelse

Luftforurening er et resultat af emissioner (udledning), spredning i luften med vinden og evt. kemiske og fysiske omdannelser. Det er derfor ikke ligegyldigt, hvor og hvordan forureningerne emitteres. Lave kilder (f. eks. trafik og lokal boligopvarmning) giver anledning til høj lokal luftforurening og i byområder derfor til stor eksponering af befolkningen. Forureningen fra høje punktkilder (f. eks. kraftværker) fortyndes kraftigt, før den når jordoverfladen og giver derfor ikke med de danske regler for godkendelse af punktkilder anledning til væsentlig eksponering af befolkningen. Overalt findes der baggrundsforurening, der kan være transporteret over endog store afstande. Man kan derfor ikke slutte direkte fra emissioner til luftkvalitet. Endelig findes naturlige kilder til partikler i luften, f. eks. jordstøv, salt fra havet og skovbrande. I det følgende er der først givet data om emissioner og efterfølgende data om den resulterende luftkvalitet.

3.1. Begreber og definitioner

Partikulær luftforurening er et relativt komplekst luftforureningsproblem, dels fordi partiklerne dannes ved en række forskellige processer under forbrænding, mekaniske påvirkninger eller processer i atmosfæren, og dels fordi partiklerne karakteriseres ved forskellige størrelser og forskellige kemiske og fysiske egenskaber. Partiklerne opdeles typisk efter deres størrelse, jf. tabel 2.

Tabel 2 Partikelbetegnelse

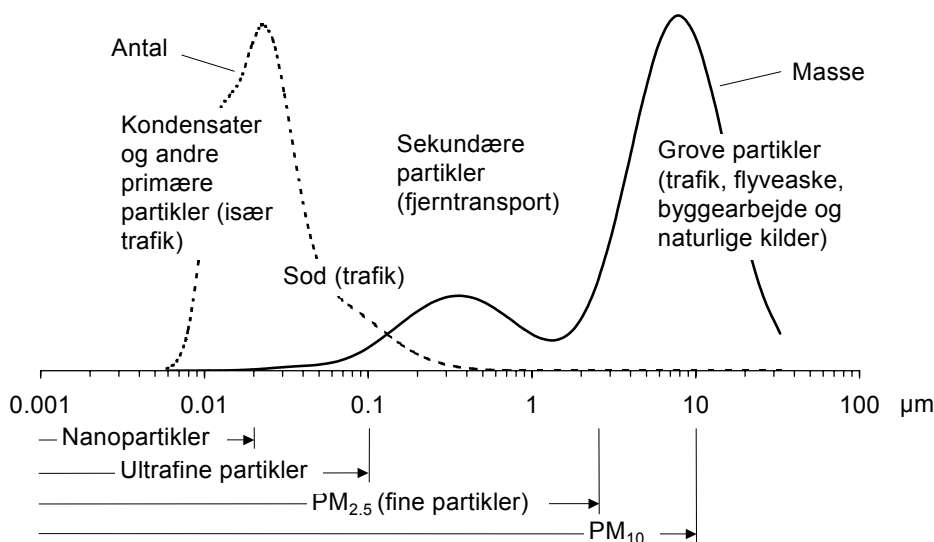
Betegnelse	Størrelse (diameter) i μm
Nanopartikler	under 0,02
Ultrafine partikler	under 0,1
Fine partikler	under 2,5
Grove partikler	under 10

Almindeligvis anvendes begreberne PM_{10} , der er massen af alle partikelstørrelser op til 10 μm , $\text{PM}_{2,5}$, der er massen af alle partikelstørrelser op til 2,5 μm osv. Ofte ses også betegnelsen TSP (Total Suspended Particulates), som omfatter alle partikler under 40 μm .

Grove og fine partikler opgøres primært efter vægt, mens især ultrafine partikler opgøres efter deres antal, da de vægtmæssigt udgør forsvindende lidt i forhold til de grovere partikler. Figur 2 giver en oversigt.

I danske byer er TSP typisk 30-40 pct. større end PM_{10} og PM_{10} typisk dobbelt så stor som $PM_{2.5}$. Det skal dog understreges, at forskellene afhænger meget af stedet, således at forskellene mellem disse størrelseskategorier er små på landet og uden for byernes mest trafikerede områder, hvor baggrundsforureningen er dominerende, men store på gader med stærk og tung trafik. De grove partikler er således mere dominerende i et trafikeret bymiljø, mens de fine partikler dominerer i trafiksvage områder.

Figur 2 Skematisk tegning af størrelsesfordelingen af partikler i byluft.



Den vandrette akse er partikeldiameteren i μm . Den fuldt optrukne kurve opgjort som masse og den stiplede kurve er den samme fordeling af partiklerne opgjort i antal. Det kan illustreres ved, at en partikel på $10 \mu\text{m}$ vejer lige så meget som 1 milliard partikler på $0,01 \mu\text{m}$.

De ultrafine partikler og nanopartiklerne, dannes ved høj temperatur, f. eks. i forbrændingsmotorer, kraftværkskedler eller industrielle processer. Disse partikler kan være væskedråber af brændstof eller olie eller faste sodpartikler. Den væsentligste kilde til ultrafine partikler er trafik, især dieselmotorer, og er derfor dominerende i byer med megen trafik. De ultrafine partikler vokser eller fordamper efter en vis tid, som afhænger af deres egenskaber.

De fine partikler er et resultat af en række kemiske/fysiske omdannelser, dvs. de typisk er ældre end de ultrafine partikler. En del af de fine partikler er dannet som følge af koagulation mellem ultrafine partikler indbyrdes eller mellem fine og ultrafine partikler. Denne proces tager en vis tid, som bl.a. betyder, at ultrafine partikler fra biler normal ikke

når at koagulere, mens de findes i gaden, hvor opholdstiden kun er nogle få minutter. De fine partikler kan holde sig svævende i mange døgn og dermed transporteres over adskillige tusinde kilometer. De væsentligste kilder til fine partikler er afbrænding af svovlholdigt brændsel samt alle forbrændingsprocesser, der giver anledning til dannelse af henholdsvis svovldioxid og kvælstofoxider, dvs. især trafik, kraftværker, opvarmning m. v. Disse gasser omdannes til fine partikler under transport fra det Europæiske kontinent til Danmark.

Grove, luftbårne partikler dannes typisk ved forskellige mekaniske processer, f. eks. jord- og vejstøv ophvirvlet af vinden, havsprøjt (som tørrer ud til saltpartikler), vulkaner, vegetation (pollen), dæk- og kørebaneslid, trafikskabt turbulens i gader, byggeri og industrielle aktiviteter. Disse partikler har en væsentlig kortere levetid, idet de pga. deres tyngde kun holder sig svævende i kortere tid og afsættes på overflader. Desuden indgår de kun i begrænset omfang i kemiske/fysiske omdannelser.

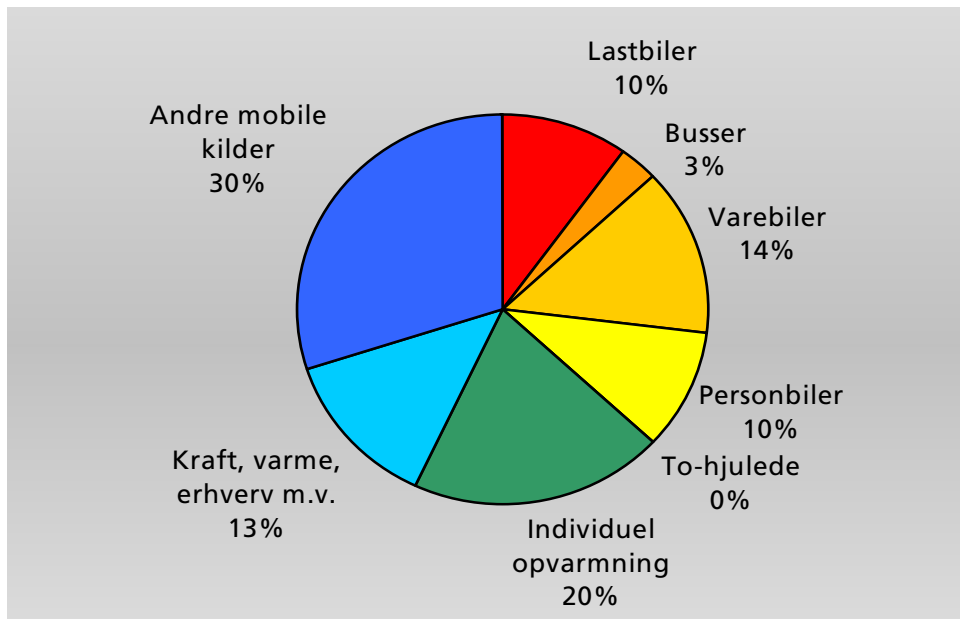
3.2. Emissioner

Emissionerne fra samtlige danske kilder opdelt i kategorier opgøres løbende af DMU. Vejdirektoratet opgør ligeledes partikelemissioner fra forskellige transportmidler på basis af estimerede årskørsler. Disse opgørelser omfatter dog kun bidraget fra udstødning. Der foreligger således to forskellige kilder til opgørelsen af partikel emissioner fra trafikken.

Trafikkens bidrag til de samlede partikelemissioner i Danmark udgør en væsentlig andel. Andre mobile kilder, som også bidrager med en stor andel, er især landbrugs-, skovbrugs- og entreprenørmaskiner, men også tog, indenlandske færges, fiskerbåde og andre indenlandske skibe er med i denne kategori. Individuel opvarmning er en anden stor post, hvor knap 90 pct. af partikeludslippet skønnes at stamme fra brændeovne.

Luften i Danmark er desuden påvirket af kilder i det øvrige Europa. Den samlede emission i Europa er af størrelsesordenen 100 gange større end de danske emissioner og vil derfor påvirke den danske luftkvalitet.

Figur 3 Relative emissioner fra danske menneskeskabte kilder opgjort for år 2000 (PM_{10} , tons pr. år).



Figuren er baseret på DMU's årsopgørelse, men for at gøre figuren mere overskuelig er en række kategorier slået sammen. Trafikkens emissioner omfatter såvel den del der emitteres via udstødning som den del der stammer fra vejstøv, dæk, bremses m. v., se i øvrigt figur 4.

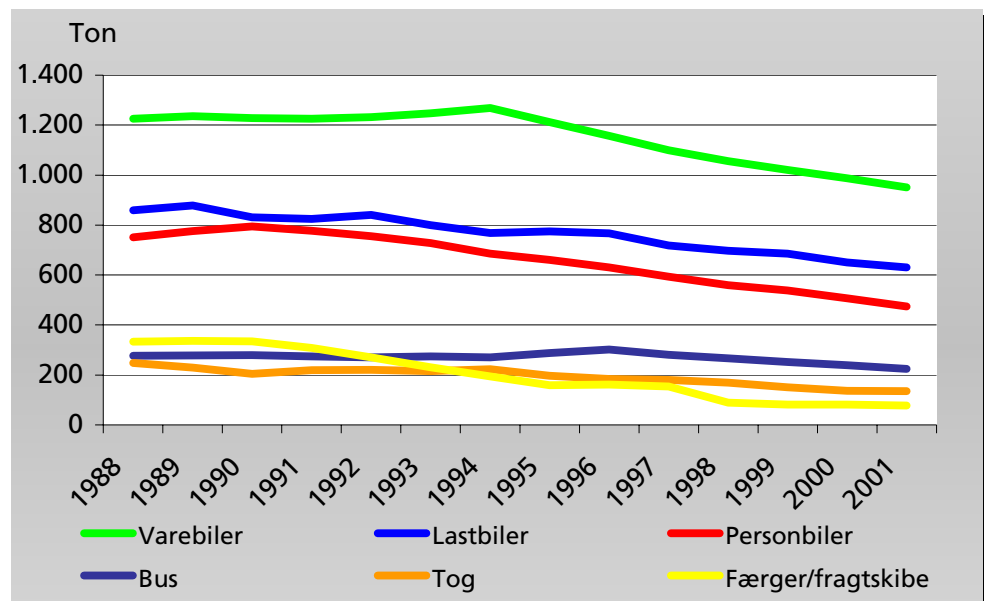
For vejtrafikken fås bestandstal, årskørsler, kørselsfordeling og rejsehastigheder fra Vejdirektoratet, mens emissionsfaktorer og energiforbrugsfaktorer er indbygget i den europæiske emissions-model COPERT III. For bestandstallene er der ikke data for køretøjernes faktiske emissionsnorm i årsopgørelsen. I stedet indplaceres køretøjerne i klasser for emissionsnormer efter køretøjets første registreringsår. Årskørselstallene er ikke gradueret efter køretøjsalder for varebiler, lastbiler og busser. Hvad emissionsfaktorerne angår, forventes det, at en ny version af COPERT III bliver tilgængelig i løbet af 2003 med opdaterede emissionsfaktorer.

I 2000 er det af Energistyrelsen statistisk opgjorte dieselsalg for vejtrafikken omkring 50 pct. højere end det beregnede i årsopgørelsen. Det er ikke givet, at hele forskellen skal tillægges varebiler, lastbiler og busser. Årsopgørelsen er dog efterfølgende justeret ved at forøge årskørslerne for disse kategorier med samme faktor, sådan at der opnås en brændstofbalance mellem beregnet og statistisk forbrug. Opskaleringen er rimelig og nødvendig hvad enten brændstofforskellen skyldes, at energiforbrugsfaktorerne eller årskørslerne er for små. Det gælder nemlig, at emissionsfaktorerne i vid udstrækning er proportionale med energiforbrugsfaktorerne.

Vejdirektoratet foretager ligeledes beregninger af partikelemissioner fra transportmidler. Disse omfatter alene partikler fra udstødning og er baseret på årskørsler og emissionsfaktorerne fra COPERT-modellen.

Vejdirektoratets opgørelse over udviklingen i trafikens partikelemissioner fra udstødning fra 1988 til 2001 fremgår af figur 4. Trods stærkt stigende trafik har der generelt været et markant fald i trafikens partikelemissioner. Faldet skyldes primært indførelse af skrappere EU-normer for dieselmotorer, men ændringer i brændstofsammensætningen har også haft en vis betydning. Denne udvikling er sket i forlængelse af, at man er blevet mere opmærksom på problemet med partikelemissioners skadelige virkninger.

Figur 4 Partikelemissioner fra udstødning fordelt på transportmidler

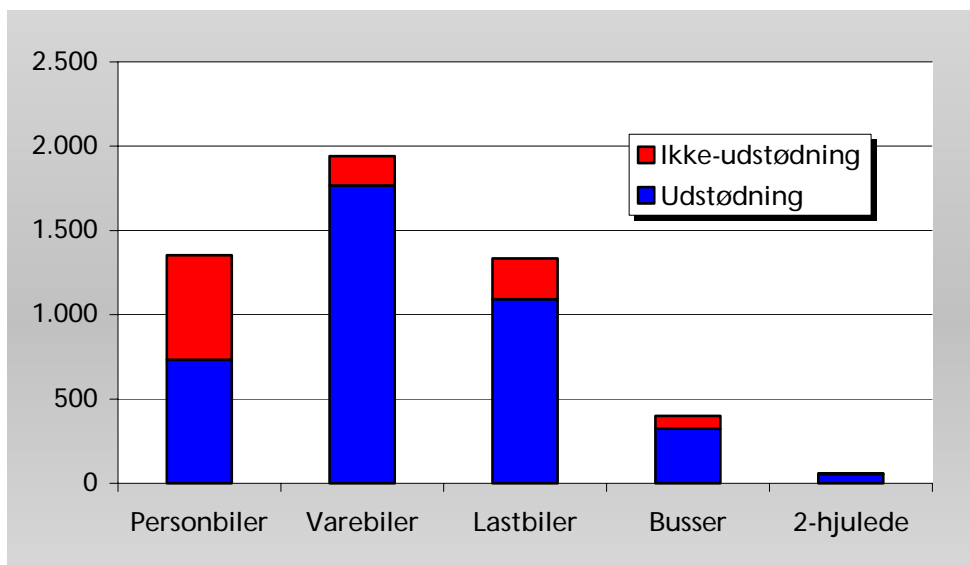


Figuren omfatter alene partikler, der stammer fra transportmidlernes udstødning. Der indgår således ikke ophvirvling af støv samt slid på dæk, bremses og vejbelægning m. v.

Varebilerne står for den klart største partikelemission fra udstødning. Da en meget stor del af varebilernes emissioner sker i byerne, giver det også anledning til stor befolkningseksponering. Ser man på det enkelte køretøj er partikelemissionerne størst for de tunge køretøjer (busser og lastbiler).

Det skal bemærkes, at trafikens emissioner både omfatter emissioner fra udstødningsrør og emissioner fra slid på veje, dæk, bremses m. v. samt ophvirvling af støv (ikke-udstødning). Ikke-udstødningsdelen kan ikke fjernes ved brug af filtre. I figur 5 er vist fordelingerne på køretøjskategorier opdelt i udstødning/ikke-udstødning.

Figur 5 Emissioner fra den danske vejtrafik i 2000 skønsmæssigt opdelt i emission via udstødningsrør og emissioner, der skyldes slid på vej, dæk, bremses m. v. samt ophvirvlet vejstøv. (PM_{10} , tons pr. år)



Kilde: DMU. Estimatet vedrørende ikke-udstødningsandelen er behæftet med stor usikkerhed.

Opgørelsen fra DMU og opgørelsen fra Vejdirektoratet giver ikke det samme resultat for så vidt angår partikler fra udstødning. Således udgjorde lastbilernes partikelemissioner fra udstødning i 2000 knap 1100 tons i DMU's opgørelse og 650 ton i Vejdirektoratets opgørelse. Tilsvarende findes der også forskelle i opgørelserne for andre køretøjskategorier. Dette skyldes som omtalt, at der i DMU's opgørelse skal redegøres for det samlede dieselsalg i Danmark. Dette betyder, at trafikens dieselforbrug – og deraf følgende partikelemissioner skaleres op, så det passer med salget af diesel i Danmark.

Arbejdsgruppen finder det hensigtsmæssigt, at der i et tværministerielt samarbejde mellem de relevante ministerier, opnås en mere ensartet måde at opgøre partikelemissionerne fra trafikken, således at emissionsopgørelser foretages på samme måde i forskellige sammenhænge. I dette arbejde bør inddrages data fra Statens bilinspektion vedrørende årskørsler, der er blevet tilgængelige med de periodiske syn.

Vurdering af befolkningens eksponering med partikler er ikke foretaget ud fra ovenstående emissionsopgørelser, men ud fra konkrete målinger af partikelniveauer i forbindelse med DMU's og Miljøstyrelsens partikelprojekt. På forskellige lokaliteter er der foretaget detaljerede målinger af PM_{10} og ultrafine partikler, og alle relevante forureninger fra trafikken, samt detaljerede trafiktællinger opdelt på køretøjskategorier. Ved hjælp af disse undersøgelser og anvendelse af DMU's luftkvalitetsmodeller er emissionsfaktorer for de forskellige køretøjskategorier bestemt under danske trafikforhold. Data er generaliseret til andre lokali-

teter ved hjælp af DMU's modeller og data fra det landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram (LMP IV).

Ovennævnte forskelle i de nationale emissionsopgørelser har derfor ingen indflydelse på vurdering af effekterne senere i redegørelsen.

3.3. Luftkvalitet

Som nævnt kan man ikke slutte direkte fra emissioner til luftkvalitet. Derfor udføres målinger af luftkvaliteten flere steder i Danmark under det Landsdækkende Luftkvalitetsmåleprogram, som udføres af DMU. Målestationerne er placeret strategisk, således at de giver repræsentative måleresultater for forskellige typiske lokaliteter. Der er typisk målinger dels i gader, som repræsenterer forureningen fra trafikken, dels i bybaggrund, som repræsenterer den generelle forurening i byen, hvor der ikke er direkte påvirkning fra helt lokale kilder og dels ude på landet, som repræsenterer forureningen i regionen. I alt måles der på 10 faste stationer og en mobil, der bruges i forbindelse med kampagner. Der er 3 målestationer i København, 5 i andre større byer og 2 landstationer. Resultaterne af målingerne anvendes til udvikling og validering af luftkvalitetsmodeller, som anvendes til beregning af luftkvaliteten på andre lokaliteter.

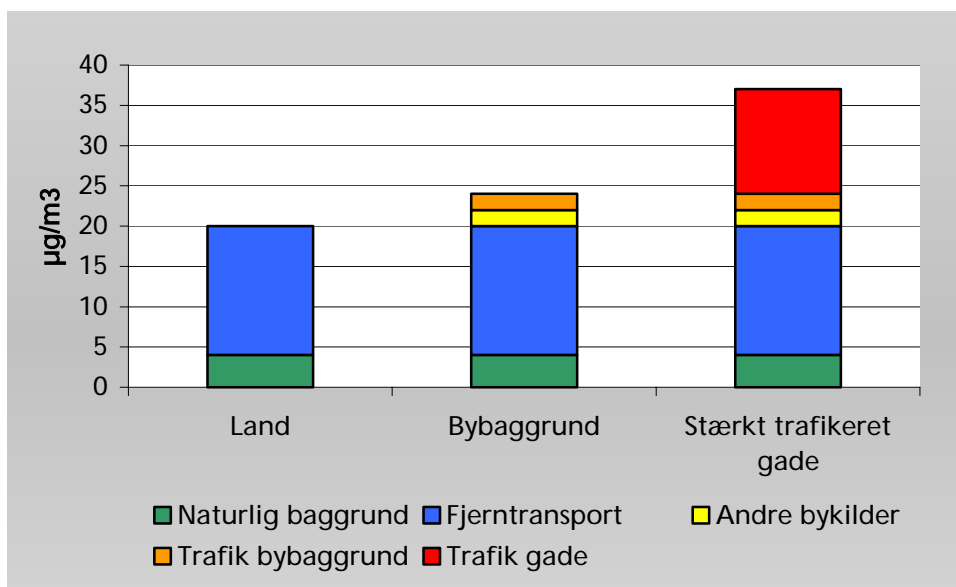
Målinger af PM_{10} viser de fleste steder, at årsgennemsnittet gennemgående ligger under den grænseværdi på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der ifølge et EU-rådsdirektiv skal overholdes fra 2005. Dog overskrides grænseværdien for døgngennemsnittet på særligt udsatte strækninger (f. eks. på H. C. Andersens Boulevard i København).

TSP niveauet er faldet over en længere årrække, undtagen på H. C. Andersens Boulevard, hvor den stærke trafik formentlig giver et stort bidrag af grove partikler, som især stammer fra vejslid. Det generelle fald er overlejret variationer fra år til år på grund af de meteorologiske forhold og varierende emissioner. Således er de årlige PM_{10} gennemsnitsniveauer fra målestationen på Jagtvej i årene 1999-2001 målt til hhv. 35,3, 29,9 og 35,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. $PM_{2.5}$ niveauet er godt det halve af PM_{10} på en gade som H. C. Andersens Boulevard. Ude på landet vil $PM_{2.5}$ være dominerende (fjerntransport).

Fjerntransporterede partikler (PM_{10}) udgør en væsentlig del af baggrundsniveauet – både i byerne og på landet. Fjerntransporterede partikler udgør således op mod 2/3 af baggrundsniveauet. Baggrundsniveauet (dannet af naturlige kilder samt fjerntransporterede partikler) ligger således på godt 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hertil kommer byernes eget bidrag, som i København ligger på 2-3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Summen af disse to bidrag svarer til de niveauer, der måles på bybaggrundsstationerne. I trafikerede gader har vi desuden et bidrag fra den lokale trafik, som f. eks. på meget

stærk trafikerede gader som Jagtvej er ca. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og på H. C. Andersens Boulevard er ca. $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Disse værdier er gennemsnit for de senere år og varierer som nævnt fra år til år afhængigt af bl.a. de meteorologiske forhold.

Figur 6 Typisk relative kildebidrag PM_{10} på landet, i bybaggrund og i stærkt trafikeret gade.



De tunge køretøjers bidrag udgør ca. 1/3 (af de $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) af trafikens bidrag i bybaggrund i København. I gader kan den tunge trafik's bidrag variere meget afhængigt af køretøjssammensætning, vejbelægning og hastighed m. v.

Billedet er helt anderledes for de ultrafine partikler. Her er baggrundsniveauet (og fjerntransporten) væsentligt lavere. Derfor kan koncentrationen (antallet) af de ultrafine partikler reduceres væsentligt mere ved lokale tiltag, f. eks. ved filtre på tunge køretøjer.

I 2001 gennemførte DMU i samarbejde med Københavns Universitet og Kræftens Bekæmpelse en undersøgelse af effekten af filtre med en effektivitet på 80 pct. på alle tunge køretøjer i Danmark (Palmgren et al. 2001). Der forelå ikke en detaljeret opgørelse over den geografiske fordeling af partikelemissionerne og emissionsfaktorerne er stadig usikre. Derfor benyttede man eksisterende detaljerede emissionsdata for NO_x fra trafikken opdelt i køretøjskategorier i København samt konkrete målinger af sammenhængen mellem NO_x , PM_{10} og ultrafine partikler fra forskellige køretøjskategorier. Vurderingen blev gennemført for København og derefter generaliseret til de øvrige byer efter bystørrelse. Metoden er nærmere beskrevet i ovennævnte rapport. Hovedresultaterne er, at bybaggrunden (der anses for at repræsentere befolkningens eksponering) af

PM₁₀ kan reduceres med mindre end 0,5 µg/m³ i byerne, og en opdatering af rapporten i 2002 viser, at antallet af ultrafine kan reduceres med ca. 20 pct., begge ved montering af filtre på alle tunge køretøjer. Det fremgår af afsnit 8.1, at det ikke er muligt gennem lovgivning at kræve partikelfiltre monteret på alle køretøjer, hvorfor den omtalte reduktion ikke kan opnås på kort sigt.

DMU deltager i et Europæisk projekt – City Delta – under CAFE (Clean Air For Europe). Projektet omfatter bl.a. beregning af PM₁₀ koncentrationen i en række storbyer i Europa, f. eks. København, Berlin, London, Milano og Athen. Projektets første fase ventes afsluttet inden for ca. 1 år.

Historisk set har vi tidligere haft langt større forurening i byerne. Det klassiske eksempel er smoggen i London i 1952, hvor niveauerne for sod og SO₂ kom op på 2000 µg/m³, men det førte også til 4. 000 ekstra dødsfald i løbet af nogle dage. Vi ved ikke så meget om luftforureningen i Danmark tilbage i tiden, men skønsmæssigt har den i 1800 tallet været mere end 10 gange værre end nu. Det skyldtes naturligvis ikke trafikken, men datidens anvendelse af brænde og tørv til opvarmning.

Sammenfattende kan følgende noteres:

Den luftbårne partikelforurening findes overalt. I spredt bebyggede områder består den primært af fjerntransporterede, fine partikler og naturlig baggrund. I byområder suppleres den af andre kilder, hvor f. eks. brændeovne og trafik er væsentlige. I meget stærkt trafikerede gaderum kan summen af alle trafikformer bidrage med op til ca. 40 pct. af partikelforureningen, mens den i hovedparten af byområderne bidrager med under 10 pct. af partikelforureningen. Trafikkens bidrag til luftforureningen varierer således stærkt både geografisk og over tid.

Ses der isoleret på den samlede danske emission af partikler, kommer ca. 1/3 fra trafiksektoren og 2/3 fra andre sektorer. Inden for trafiksektoren kommer det største bidrag fra varebiler efterfulgt af tunge køretøjer og personbiler. En del af trafikens bidrag kommer fra vejstøv, bremsebelægninger o. l., der ikke påvirkes af f. eks. partikelfiltre.

I takt med den øgede bevidsthed om partikelforureningens sundhedsskadelige effekter er der sket en reduktion af trafikens partikelemission som følge af især EU regler. Trods stærkt stigende trafik er partikeludledningen (fra udstødning) i dag således ca. 35 pct. lavere end for ti år siden. Med den stadige skærpelse af kravene til bilers udstødning forventes endog en væsentlig mere markant reduktion i trafikens bidrag i den kommende ti-års periode, jfr. afsnit 7.1.

På grund af at en meget stor del af $PM_{10}/PM_{2.5}$ skyldes fjerntransport, naturlige kilder og partikler, der ikke stammer fra udstødningen, kan befolkningens eksponering kun reduceres lidt - mindre end $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - ved montering af filtre på tunge køretøjer. Derimod kan antallet af ultrafine partikler reduceres med ca. 20 pct. ved montering af filtre på alle tunge køretøjer i Danmark.

Der har hidtil kun være lidt fokus på ultrafine partikler, som imidlertid i dag anses at være meget betydende for de sundhedsskadelige effekter. Derfor er der i de senere år sat ekstra fokus på disse partikler, som især stammer fra trafikken. Dette sker i Danmark i et 4-årigt projekt i Miljøministeriet, udført af DMU 2001-2004. Det forventes, at der bl.a. under dette projekt opnås en større forståelse, end den der er i dag, af sammenhængen mellem disse partikler og helbredsskader.

4. Sundhedsmæssige effekter af partikelforurening

Nedenstående beskrivelse er knyttet til udenlandske undersøgelser, der har registreret og vurderet de sundhedsmæssige effekter af partikelforureningen som helhed. Effekterne er ofte opgjort i forhold til luftens samlede indhold af partikler generelt, uanset oprindelsen af disse partikler. Beskrivelsen dækker således partikelforureningens samlede effekter, som dieselpartikler anses at være en væsentlig del af. For en mere detaljeret gennemgang og vurdering henvises til bilag 2.

Ud fra de adskillige undersøgelser, der er lavet vedrørende partikelforureningens indflydelse på menneskers helbred, er der i dag ikke tvivl om, at partikelforureningen kan medføre en række sundhedsskadelige effekter. Partikelforurening har således indflydelse på sygelighed og dødelighed, primært som følge af forværring af luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme.

En række korttids-undersøgelser har kunnet påvise akutte effekter af partikelforureningen i form af øget sygelighed og død i forbindelse med episodisk forøgede partikelniveauer (typisk dage). Disse undersøgelser har især været gavnlige til at belyse *hvilke typer* effekter, partikelforureningen kan medføre, samt til at beskrive omfanget af akutte effekter i forbindelse med kortvarigt forhøjede partikelniveauer. Men undersøgelserne er ikke velegnede til at give information om betydningen af længerevarende udsættelse for varierende niveauer af forskellige former for partikelforurening, dvs. hvad det betyder, at befolkningen er udsat for partikler gennem længere tid, dvs. år.

Sidstnævnte forhold er belyst ved forholdsvis få langtids-undersøgelser, hvor man gennem et antal år har fulgt befolkninger i områder med forskellige partikelforureningsniveauer. Ved at sammenholde partikelniveauerne og andre risikofaktorer med dødsfald og sygdomsmønstre hos befolkningen i disse områder har man kunnet påvise, at partikelforureningen har betydning for sygdomstilfælde og dødsfald bl.a. i relation til luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme, og med en vis usikkerhed har man søgt at kvantificere denne sammenhæng. Undersøgelserne har ligeledes vist, at en vedvarende udsættelse for partikler er af større betydning for befolkningens sundhed end kortvarige episodicke stigninger i partikelniveauet. Dette betyder i forebyggelsesmæssig sammenhæng, at det vil have større betydning at reducere det gennemsnitlige parti-

kelniveau i luften end at reducere størrelsen og antallet af episodiske toppe. Der skal i den forbindelse erindres om, at der overalt er et væsentligt baggrunds niveau (fjerntransporterede og naturligt forekommende partikler) af partikelforurening.

Måling af partikelniveauer

Man har baseret de fleste undersøgelser på simple målestørrelser, f. eks. TSP, sod, PM₁₀ eller PM_{2.5}. Disse størrelser skal derfor opfattes som indikatorer, der beskriver befolkningens udsættelse for partikler generelt. Ved de store befolkningsundersøgelser foreligger der ikke specifikke observationer af de ultrafine partikler, der formodes at give anledning til en væsentlig andel af sundhedsskaderne. De store udenlandske befolkningsundersøgelser er udført ved hjælp af luftforureningsdata fra bybaggrundsstationer, der anses for at være et rimeligt repræsentativt mål for bybefolkningens udsættelse for udeluftens partikelforurening, bortset fra udsættelsen for de ultrafine partikler. De danske vurderinger er derfor ligeledes baseret på partikelniveauer målt i bybaggrund.

Bybaggrundsforureningen bestemmes ud fra observationer på otte, faste målestationer placeret på lokaliteter med forskelligartede karakteristika (på landet, i byen, stærkt trafikeret gade m. v.). Målingerne er suppleret med modelberegninger, som derigennem giver en samlet vurdering af luftkvaliteten i byerne.

Der vil naturligvis være en usikkerhed knyttet til at overføre udenlandske dosis-responssammenhænge til de danske forhold. Det skyldes først og fremmest, at kildesammensætningen kan være forskellige i forskellige lande, og at den kemiske og størrelsesmæssige sammensætning af partiklerne er forskellig fra undersøgelse til undersøgelse. Ikke desto mindre må det anses som relevant og fagligt forsvarligt at gøre dette, da de etablerede dosisresponssammenhænge, der bl.a. anvendes og anbefales af WHO, er opnået ud fra et meget stort datamateriale med forholdsvis ensartede resultater fra forskellige lande og byer.

Partikelstørrelsens betydning for sundhedsmæssige effekter

Partiklernes størrelse har betydning for, hvor i luftvejene og i hvilket omfang, partiklerne aflejres. Grove partikler aflejres hovedsageligt i de øvre luftveje efter indånding (næse, svælg, og de store bronkier). Partikler mindre end 10 µm i diameter aflejres længere nede i lungernes bronkier, hvor de kan fjernes ved hjælp af luftvejenes små fimrehår, der børster partiklerne op i svælg. De fine og ultrafine partikler kan nå helt ud i de yderste forgreninger af lungerne, alveolerne, hvor der ikke er fimrehår, og hvor partiklerne fjernes væsentligt langsommere.

Befolkningsundersøgelserne viser, at de fine partikler $PM_{2,5}$ i højere grad er relateret til de sundhedsskadelige effekter end PM_{10} . Det kemiske indhold af partiklerne formodes også at spille en rolle. Undersøgelserne peger på, at en given masse af ultrafine forbrændingspartikler er mere sundhedsskadelige end en tilsvarende masse af andre typer tungere partikler. Det er dog næppe én isoleret faktor alene, der kan gøres ansvarlig for alle de sundhedsskadelige effekter af partikelforureningen.

4.1. Effekter og dosis-respons

Sygelighed

For at kunne sammenligne resultaterne af de forskellige befolkningsundersøgelser beskrives de fundne effekter ofte i forhold til en ændring på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} eller $PM_{2,5}$, som fælles referencemål. I Danmark ligger PM_{10} niveauet på ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på meget stærkt trafikerede gader, i bybaggrund ca. $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{10} og ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for $PM_{2,5}$.

I befolkningsundersøgelser om luftforurening måles sygelighed dels registerbaseret som hospitalsindlæggelser evt. registreret på specifik sygdom (International Sygdomsklassifikation, WHO), dels som nedsat lungfunktion, øget forekomst/ forværring af luftvejssygdom/ luftvejs symptomer, øget brug af astma-medicin og som øget fravær fra arbejde eller skole. Sidstnævnte data vil oftest være selvrapporterede.

WHO (2000) angiver ud fra en samlet analyse af data frem til 1996, at en kortvarig stigning (dage) på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i PM_{10} er forbundet med en stigning på 0,8 pct. i antal hospitalsindlæggelser som følge af luftvejs sygdomme, 3,1 pct. større forbrug af astmamedicin, 3,6 pct. stigning i symptomer med hoste, 3,2 pct. flere tilfælde af vejrtrækningsbesvær og med et vist fald i lungfunktion.

Nyere undersøgelser for 90 nordamerikanske byer og 29 europæiske byer har, for en ligeledes kortvarig stigning i PM_{10} på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fundet et øget antal hospitalsindlæggelser grundet hjerte-kar-sygdomme på $\frac{1}{2}$ -1 pct. samt et øget antal indlæggelser på grund af luftvejslidelser på 1-2 pct.

For langvarig udsættelse angiver WHO, at en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i PM_{10} gennemsnitsniveauet er forbundet med næsten 30 pct. stigning i andelen af børn med bronkitissymptomer og med en faldende lungfunktion blandt børn og voksne.

Dødelighed

I befolkningsundersøgelser (f. eks. om partikelforurening) indhenter

man oplysninger om død fra dødsårsagsregistre, der er baseret på indberetninger fra dødsattester, hvor man som et minimum opgiver den primære (umiddelbare) dødsårsag, men også den tilgrundliggende dødsårsag i form af kronisk sygdom eller lignende.

Dødelighed vil i denne forbindelse være defineret som antallet af indtrufne dødsfald i en befolkning af en given størrelse i løbet af en given tidsperiode. I Danmark dør der eksempelvis i alt ca. 60.000 mennesker pr. år. Afhængig af opgørelsesmetode opgøres dødelighed i relation til f. eks. alder eller dødsårsag. Samlet dødelighed omfatter både naturlig og ikke-naturlig død (død som følge af ulykker, mord og selvmord). Stigninger i dødelighed (og sygelighed) anføres i studier af partikelforurening i forhold til enten dag-til-dag variationer eller årsgennemsnit af partikelniveauer (PM_{10} eller $PM_{2,5}$).

Der foreligger et forholdsvist stort antal undersøgelser, der belyser sammenhængen mellem dag-til-dag variationer i partikelforureningen og dødelighed. For nylig har man for USA gennemanalyseret data vedrørende forureningsniveauer og dødelighed i de 90 største byer. Man fandt i denne analyse en stærk og ensartet sammenhæng mellem stigninger i daglige partikelniveauer (angivet som PM_{10}) og dødelighed inden for de efterfølgende to dage. I den statistiske bearbejdning af data blev der i beregningerne søgt taget hensyn til eventuelle effekter fra øvrige forureningskomponenter. Disse opgørelser for USA er sammenfaldende med resultaterne fra det europæiske forskningsprogram vedrørende luftforurening og sundhed "APHEA", hvor man i en fælles analyse af data for 29 europæiske byer ligeledes fandt, at kortvarige stigninger i PM_{10} var forbundet med øget dødelighed. I de to undersøgelser var en episodisk stigning på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forbundet med en øget dødelighed på 0,5-0,6 pct. I korttidsundersøgelser er den øgede dødelighed især fundet at være en følge af øget dødelighed blandt ældre og blandt personer, der i forvejen har kroniske luftvejssygdomme og hjerte-kar-sygdomme.

Undersøgelser, der følger dødelighed i befolkningen i mere end nogle få dage efter en forureningsepisode, peger på, at partikeleffekten rækker længere (målt op til 40 dage) end blot de første dage efter en episodisk stigning.

Forhold vedrørende langtidsudsættelse for partikelforurening er belyst i få, men ganske omfattende amerikanske undersøgelser. I en af disse fulgte man over 8.000 personer fra seks byer gennem 14-16 år, for at undersøge sammenhængen mellem gennemsnitsniveauerne af de forskellige luftforureningskomponenter og dødeligheden. Efter justering for en række andre medvirkende årsagsfaktorer (aldersfordeling, race, legemsvægt, rygning osv.) fandt man for fine partikler, $PM_{2,5}$, en stati-

stisk signifikant sammenhæng mellem partikelniveauerne og årlige dødsfald i befolkningen, hvor en stigning på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$ var forbundet med en øget dødelighed på 14 pct. (95 pct. konfidensgrænser: 4 – 24 pct.)¹. For de grovere partikelmål PM_{10} og TSP sås ligeledes en statistisk signifikant – men lidt svagere - sammenhæng. For PM_{10} var en stigning på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ således forbundet med en øget årlig dødelighed i befolkningen på 10 pct. (95 pct. konfidensgrænser: 3-18 pct.).

Den største af disse undersøgelser omfatter en 16-årig periode, hvor data vedrørende luftforurening og dødeligheden blandt ca. $\frac{1}{2}$ million mennesker fra ca. 150 byområder i USA blev analyseret. Man fandt i denne undersøgelse en statistisk signifikant sammenhæng mellem $\text{PM}_{2,5}$ og dødelighed. Ud fra indsamlede individuelle data for alder, legemsvægt, rygevaner, alkoholforbrug, kostvaner, uddannelsesniveau m. v. har man søgt at udskille disse faktorer medindflydelse på dødeligheden. Ud fra en samlet analyse fandt man som et gennemsnit over hele perioden, at dødeligheden steg med 6 pct. (95 pct. konfidensgrænser: 2 – 11 pct.) for hver gang det gennemsnitlige partikelniveau målt som $\text{PM}_{2,5}$ steg med $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den øgede dødelighed blev fundet overvejende, at skyldes øgede dødsfald som følge af hjerte-kar-sygdomme, luftvejslidelser og lungekræft.

Partikelforureningen blev vurderet at have samme indflydelse på dødeligheden som moderat overvægt. I forbindelse med denne undersøgelse er lungecancerrisikoen ved partikler blevet sammenlignet med risikoen ved passiv rygning.

Tabel 3 Partiklers påvirkning af dødelighed

	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i PM_{10}	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i $\text{PM}_{2,5}$
Six city study, USA (1993)		
stigning i dødelighed i forhold til års-gennemsnit PM-niveauer	+ 10 pct.	+ 14 pct.
151 byområder, USA (2002)		
stigning i dødelighed i forhold til års-gennemsnit PM-niveauer		+ 6 pct.
- øget dødelighed m. h. t. hjertekar- og luftvejsdødsfald		+ 9 pct.
- øget dødsfald som følge af lungecancer		+ 14 pct.

¹ Konfidensgrænserne angiver det interval, hvor den sande værdi med 95% sandsynlighed vil ligge. Størst sandsynlighed er der for, at den sande værdi ligger tæt på den centrale værdi i intervallet.

Der er i de ovenstående undersøgelser ikke fundet nogen nedre tærskelværdi for de sundhedsmæssige effekter af partikelforurening, og de anførte dosis-responsammenhænge er fundet ved partikelniveauer, der er aktuelle for danske forhold. Som nævnt ligger PM_{10} niveauet i Danmark på ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på meget stærkt trafikerede gader, i bybaggrund ca. $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{10} og ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for $PM_{2.5}$.

Forskningsresultater i de senere år peger på, at de ultrafine forbrændingspartikler, bl.a. dieselpartikler har en væsentlig andel i partikelforureningens sundhedsskadelige effekter. Dyreeksperimentelle toksikologiske undersøgelser har ligeledes vist større skadeeffekt af ultrafine partikler i forhold til fine og grove partikler. Ultrafine partikler har i højere grad tendens til, at aflejres i luftvejenes yderste forgreninger, hvor de trænger ind i lungevævet og igangsætte betændelsesprocesser. Frigivne signalstoffer fra lungerne kan i blodbanen påvirke blodets koagulationsevne.

Vurderingen af betydningen af ultrafine partikler understøttes af befolkningsundersøgelser, der har vist, at personer med bopæl meget tæt ved trafikerede veje, hvor udsættelse med ultrafine partikler er størst, har en næsten fordoblet dødelighed som følge af hjerte-karsygdomme.

I den tidligere østtyske by Erfurt har man gennem $3\frac{1}{2}$ år (i perioden 1995-1998) foretaget målinger af ultrafine partikler. Ved at følge dag-til-dag variationer fandt man, at episodiske stigninger i $PM_{2,5}$ -niveauet og i antallet af ultrafine partikler hver især var forbundet med øget dødelighed. En stigning fra 8. 000 til 20. 700 ultrafine partikler pr. cm^3 , var således sammenkædet med en øget dødelighed på 4,6 pct. Vægtmæssigt udgjorde de ultrafine partikler 2-3 pct. af $PM_{2,5}$ -massen, hvorfor det ikke ville give mening at vurdere de ultrafine partikler efter vægt, da effekten herved bliver underestimeret betydeligt.

Risikogrupper – særligt følsomme og udsatte grupper

Personer med hjertekredsløbslidelser og kroniske luftvejslidelser tilhører såvel i kortids- og langtidsundersøgelserne særlige følsomme grupper. Disse grupper omfatter hver især ca. $\frac{1}{4}$ million danskere med et vist overlap mellem grupperne. Især de ældre grupper af befolkningen, men også mindre børn og spædbørn, er fundet at være i risiko for partikelforureningens effekter. Børn, der opholder sig og leger udendørs, vil pga. deres relativt større indåndingsvolumen være mere udsatte for udeluftsforurening end voksne.

Ligeledes anses personer med bopæl tæt ved trafikerede veje at udgøre en særlig risikogruppe. Også andre grupper vil være særligt udsatte for

trafikforureningen i byer, f. eks. chauffører, cykelbude, gadehandlere og andre der opholder sig i miljøer med tæt trafik, samt personer med højt aktivitetsniveau og øget vejtrækning (kondiløbere, legende børn).

Betydningen af øget dødelighed for tabte leveår.

Der er som anført kun publiceret få undersøgelser af langtidseffekterne af partikelforureningens indvirkning på dødeligheden. To af disse studier (de amerikanske) er brugt som grundlag for estimeringer af tab i forventet levealder som følge af partikelforurening i Europa. Tab af leveår som gennemsnit for den samlede befolkning beregnes her til at være i en størrelsesorden fra $\frac{1}{2}$ til 1 år pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ øgning i $\text{PM}_{2,5}$ for den samlede befolkning. Der er ikke foretaget beregninger vedrørende de ultra-fine partiklers andel i dette livstidstab.

Partikelforureningens primære effekt på dødeligheden består således i en fremrykning af død tidspunktet for personer, der befinder sig i de tidligere omtalte risikogrupper. Det er vanskeligt at kvantificere hvor mange leveår, der tabes pr. tilfælde, men tidligere skøn har anført et gennemsnit på mellem 5 og 8 år. For trafikulykker, der i langt højere grad rammer yngre befolkningsgrupper er antallet af tabte leveår i gennemsnit omkring de 30. Ud over partikelforureningens påvirkning af dødelighed skal lægges en ikke uvæsentlig indflydelse på tab af gode leveår, som betyder, at flere vil komme til at leve en årrække med langvarig, ofte hæmmende sygdom.

Kvantificering af sundhedseffekterne i Danmark

Vurderinger af partikeleffekten for danske forhold er ikke baseret på direkte effektundersøgelser, men beror pga. manglen af disse på anvendelse af dosis-respons-sammenhænge, der er fundet i udenlandske undersøgelser. Der er naturligvis en vis usikkerhed knyttet til at overføre udenlandske dosis-responsdata til danske forhold, men ikke desto mindre må det anses relevant og fagligt forsvarligt at gøre dette, da de etablerede dosis-responssammenhænge angivet af WHO er opnået ud fra et meget stort datamateriale og med størrelsesordensmæssigt nogenlunde ensartede resultater for forskellige lande/byer. De resultater, der opnås ved sådanne vurderinger, bør imidlertid snarere betragtes som talmæssige størrelser, der ud fra givne præmisser illustrerer omfanget af effekter, frem for eksakte værdier.

Den gennemsnitlige befolkningsudsættelse for partikler i Danmark er skønnet til ca. $22 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$. Såfremt det antages, at $\frac{1}{3}$ af dette niveau er naturligt baggrundsniveau, skønnes den resterende andel, at skyldes menneskeskabt forurening. Ud fra WHO's dosis-responssammenhænge vil dette have følgende helbredsmæssige konsekvenser for

den danske befolkning set over et år: Ca. 3. 400 for tidlige dødsfald, ca. 2. 200 hospitalsindlæggelser som følge af hjerte-kar-sygdomme, ca. 1. 500 hospitalsindlæggelser som følge af luftvejssygdomme, ca. 3. 300 flere tilfælde af kronisk bronkitis, ca. 11. 600 flere tilfælde af akut bronkitis hos børn under 15 år, ca. 160. 000 flere astmaanfald og ca. 1,8 mio. flere dage med begrænset aktivitet pga. luftvejssygdom. I forbindelse med disse tal er det dog vigtigt at understrege, at disse sundhedseffekter skyldes alle emissionskilder af partikler, herunder også udenlandske.

I forbindelse med vurdering af effekten af ultrafine partikler har man for nylig forsøgt at opgøre dette på basis af de data, man har indsamlet i den tyske by Erfurt, hvor man fandt en sammenhæng mellem niveauerne af ultrafine partikler og dødelighed. Denne vurdering er anført som en opdatering af arbejdsgruppen bag DMUs rapport om "Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark". I beregningen tages udgangspunkt i, at en stigning i niveauet af ultrafine partikler fra 8. 000 partikler pr. cm^3 til 20. 700 partikler pr. cm^3 var relateret til en stigning i dødelighed på 4,6 pct. (95 pct. konfidensgrænser: 0 – 9,7 pct.). Ved at benytte denne sammenhæng på danske forhold, og idet man som forudsætning antager, at montering af partikelfiltre på alle tunge køretøjer herhjemme betyder en 20 pct. reduktion af byniveauet af ultrafine partikler, ville en tilsvarende sammenhæng betyde en reduktion i dødelighed i den danske bybefolkning (i opgørelsen anslået til ca. 3 mio. mennesker) på 1,5 pct. Da der årligt indtræffer ca. 30. 000 dødsfald blandt 3 mio. mennesker ville dette svare til ca. 450 færre dødsfald pr. år (95 pct. konfidensgrænser: 0 – 900 dødsfald).

Der er visse usikkerheder ved anvendelse af disse data, idet beregningerne hviler på et enkelt datasæt, og idet der vil være en vis usikkerhed ved anvendelse af data til danske forhold. Sættes disse beregninger imidlertid i relation til den øvrige viden, der haves om ultrafine partikler, vurderedes det ud fra et sundhedsfagligt synspunkt at være det mest realistiske skøn der i øjeblikket kan gives m. h. t. effekterne af at montere partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark.

Der er derfor behov for danske undersøgelser for at kunne belyse de sundhedsmæssige gevinster mere eksakt.

Sammenfattende kan følgende fremhæves:

Der foreligger tilstrækkelige, udenlandske undersøgelser til at fastslå, at udsættelse for partikelforurening har en betydelig sundhedsskadelig effekt, om end vurderingen af det præcise omfang er usikkert.

Ved to store langtidsundersøgelser i udvalgte amerikanske byer har man søgt at kvantificere indflydelsen af større ændringer i partikelkoncentrationen på dødeligheden set over længere tid. I de to undersøgelser er partikelkoncentrationen målt ved partikelvægt (PM_{10} og $PM_{2,5}$), og undersøgelserne kommer frem til resultater, der er af samme størrelsesorden.

Indflydelsen fra forskellige kilder, herunder trafik, er ikke nøjere belyst i disse undersøgelser, men resultater fra en ny hollandsk langtidsundersøgelse af personer med bolig tæt på trafikerede veje peger på, at trafikemitterede partikler har en afgørende indflydelse på de sundhedsskadelige effekter.

Fra de amerikanske data har man vurderet, at de derværende partikelniveauer har samme alvorlige helbredseffekter som moderat overvægt og udsættelse for passiv rygning.

Partiklernes primære effekt på dødelighed består i, at især personer i risikogrupperne dør tidligere, end forventet.

De ultrafine partikler, herunder dieselpartikler vurderes i særlig grad at være knyttet sammen med de helbredsskadelige effekter. Ud over partikelstørrelse synes også andre forhold som f. eks. kemisk sammensætning at have betydning for de sundhedsskadelige effekter. Det er imidlertid fortsat vanskeligt at give en mere præcis beskrivelse af betydningen af variationer i kemisk sammensætning og partikelstørrelsesfordeling. Disse forhold kan variere en del fra sted til sted, og har derfor indflydelse på den sikkerhed, hvormed man kan overføre undersøgelsesresultater fra et sted til et andet. Derfor er det forbundet med nogen usikkerhed at kvantificere effekterne, men ved at benytte disse sammenhænge på danske forhold (under antagelse af, at montering af partikelfiltre på alle tunge køretøjer herhjemme betyder en 20 pct. reduktion af byniveauet af ultrafine partikler), vil dette betyde en reduktion i dødelighed i den danske befolkning (i opgørelsen anslået til ca. 3 mio. mennesker) på 1,5 pct. hvilket svarer til ca. 450 færre dødsfald pr. år.

5. Partikelfiltre til tunge dieselkøretøjer

5.1. Lastbilbestanden

Beslutningsforslaget, der danner baggrund for denne redegørelse omhandler tunge dieselkøretøjer. Tunge dieselkøretøjer omfatter busser og lastbiler over 3,5 ton. Samlet set drejer det sig om knap 60. 000 køretøjer fordelt på knap 50. 000 lastbiler og knap 8. 000 busser (rute- og turistbusser). Siden 1970 har emissioner fra vejtrafikken været reguleret i EU-regi. I første omgang var det kun de gasformige emissioner. Regulering af partikelemissioner fra dieselkøretøjer blev første gang indført fra 1990 for personbiler. Fra 1993/94 har der også været partikelnormer for dieseldrevne varebiler, lastbiler og busser. Normerne er blevet skærpet med 4-5 årige intervaller.

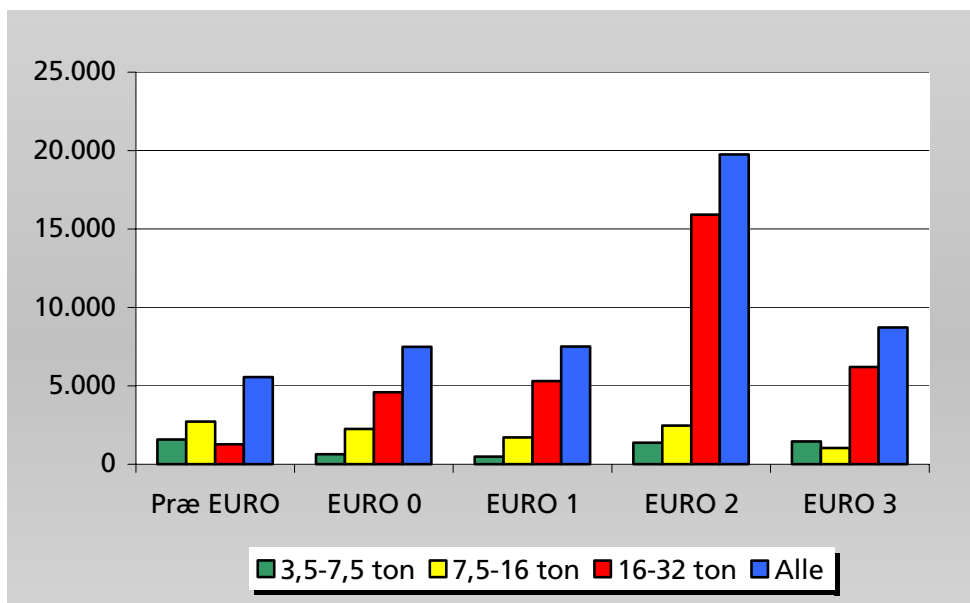
Tabel 4: Udviklingen i EU-normer for partikeludslip fra dieseldrevne køretøjer.

	Varebiler (inddelt i to klasser)		Lastbiler/busser	
	Ikrafttrædelsesdato	g/km	Ikrafttrædelsesdato	g/kwh
Euronorm 0	-	-	-	-
Euronorm 1	1/10 – 1994	0,19/0,25	1/10 – 1993	0,36
Euronorm 2	1/1 – 1998	0,12/0,17	1/10 – 1996	0,15
Euronorm 3	1/1 – 2002	0,07/0,10	1/10 – 2001	0,10
Euronorm 4	1/1 – 2007	0,04/0,06	1/10 – 2006	0,02

Note: Partikler er i denne sammenhæng defineret som alt materiale, der under veldefinerede kørselsforhold på et laboratorium opsamles på et filter efter en fortyndingstunnel ved en temperatur på max. 52° Celcius.

Den nuværende lastbilbestands fordeling på Euronorm fremgår af figur 7.

Figur 7 Fordeling af lastbiler på Euronormer



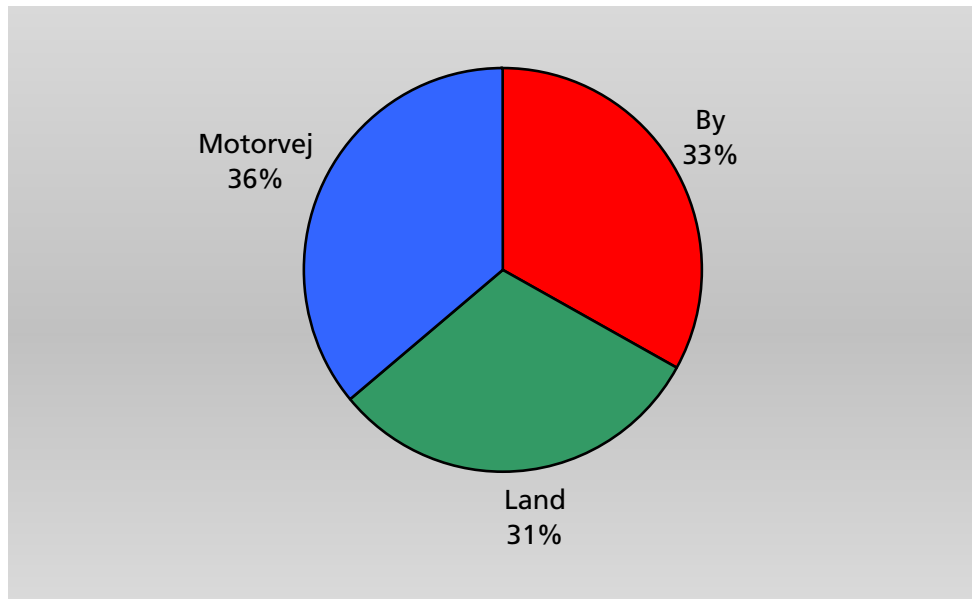
Det fremgår her, at ca. 60 pct. af lastbilbestanden er omfattet af hhv. Euronorm 2 og Euronorm 3. Det skal også bemærkes, at lastbiler omfattet af Euronorm 3 udgør ca. 18 pct. af lastbilbestanden – uagtet at normen kun har været gældende i godt 1½ år.

Kørselsmønstre og emissioner

Der er forskel på lastbilers partikelemission afhængig af hvilken norm de opfylder, lastbilens størrelse samt hvor de kører henne. Således er emissionerne op mod dobbelt så store (pr. km.) ved kørsel i byer i forhold til kørsel på motorvej. Det er derfor relevant at se på, hvor de forskellige lastbiler kører henne fordelt på Euronorm og størrelser.

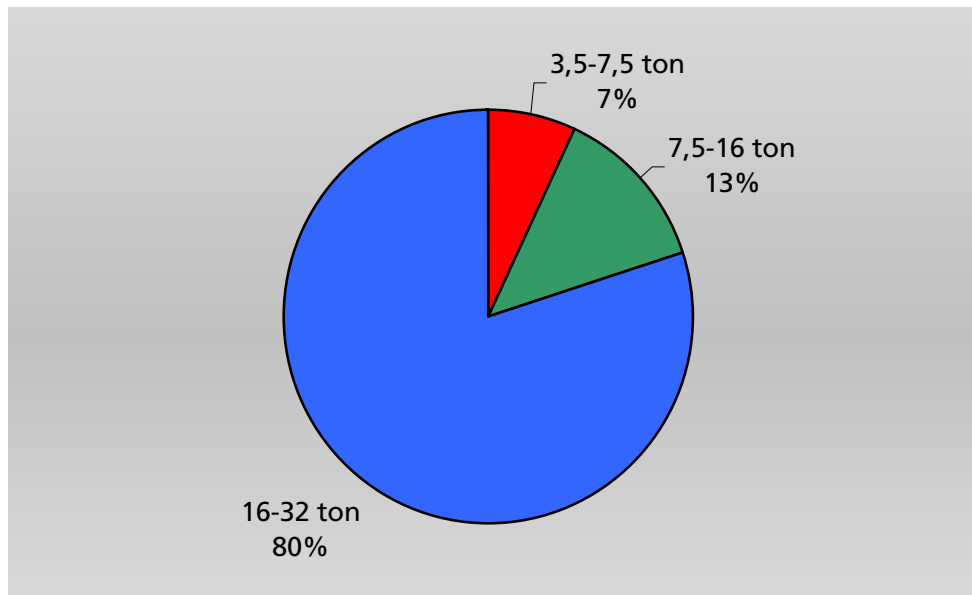
Groft taget udledes ca. 1/3 af partiklerne hhv. i byerne, på landet og på motorvejene, som det fremgår af figur 8.

Figur 8 Fordeling af partikelemissioner fra lastbiler fordelt på by, land og motorvej



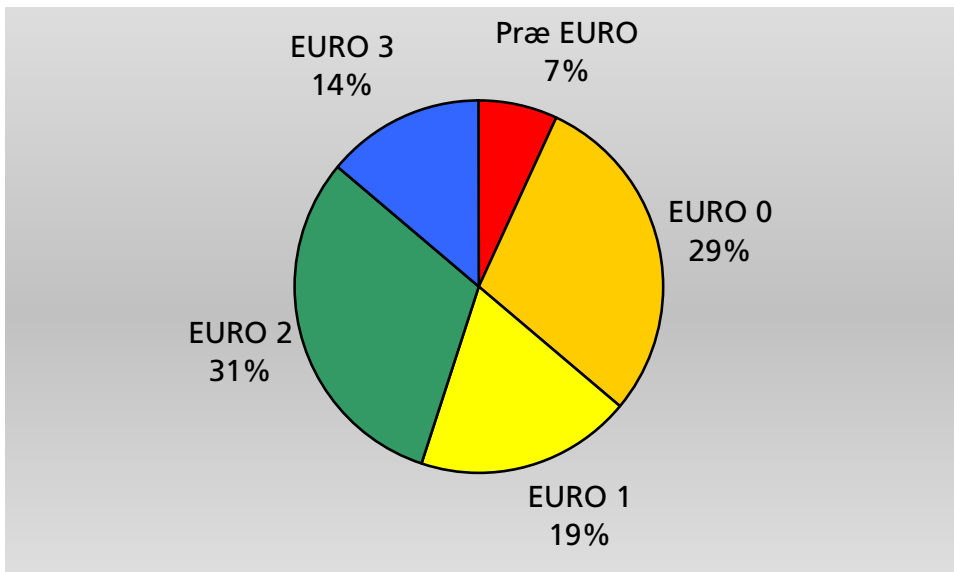
Kørsel i byerne udføres i høj grad af de tunge køretøjer (over 16 ton). Disse køretøjer står således for omkring 80 pct. af partikelemissionerne i byerne. Fordelingen af partikelemissionerne i byerne fordelt på vægtklasser fremgår af figur 3.

Figur 9 Partikelemissioner fra lastbiler i byer fordelt efter vægtklasser



Partikelemissioner fra køretøjer mellem 16 og 32 ton fordelt efter Euro-norm, fremgår af figur 10.

Figur 10 Partikelemissioner i byerne fra lastbiler mellem 16 og 32 ton fordelt efter Euronorm



Euro-normernes grænseværdier er løbende blevet skærpet mht. til partikelemissioner. Som det fremgår af figur 10 står de ældste lastbiler (til og med Euronorm 1) for mere end halvdelen af de tunge lastbilers partikelemissioner i byerne.

EU har gennem indførelse af stadigt lavere grænseværdier for partikel-emissioner sat en motorteknologisk udvikling i gang, som tyder på, at det vil blive muligt at kunne tilfredsstille Euronorm 4 normens krav til partikelemission uden brug af filtre samtidig med, at normens krav til andre emissionsarter ligeledes opfyldes. Dette vil dog kræve anvendelse af avancerede katalysatorer til reduktion af udslippet af NO_x (kvælstof-oxider). Det må antages, at denne motorudvikling fører til tilsvarende reduktion af ultrafine partikler, som grænseværdierne udtrykker, men der findes pt. ikke offentliggjorte målinger på lastbiler, der kan dokumentere dette.

5.2. Partikelfiltres virkningsgrad

Et partikelfilter fungerer grundlæggende således, at det opsamler sodpartikler fra motorens udstødningsgas. Partikelfilteret er opbygget af mange små kanaler, som er lavet af keramik. Nabokanalerne er lukkede i modsatte ender, så udstødningsgassen tvinges til at løbe gennem kanalvæggen, hvor partiklerne så bliver fanget. Selv om partiklerne er små, så ville filteret hurtigt blive tilstoppet med sod, såfremt filtreringen ikke var kombineret med en metode til bortskaffelse af soden. Bortskaffelsen sker ved løbende afbrænding af den opsamlede sod. Denne proces kaldes regenereringen af filteret. Nogle filtersystemer har passiv rege-

nerering (dvs. den sker af sig selv), andre har aktiv regenerering (dvs. den kræver hjælp til at brænde partiklerne af – f. eks. ved at sætte strøm til).

Normalt skal der en temperatur på ca. 600°C til at gennemføre en forbrænding. Det er højere end de temperaturer, der opnås i udstødnings-systemet, som varierer fra 150-400°C. Imidlertid kan antændelse af de sodpartikler, der er opsamlet i filteret, ske ved betydeligt lavere temperaturer (250 – 300°C). Dette kan bl.a. opnås ved at kombinere filteret med en katalysator, der producerer store mængder af NO₂, ved at anvende et additiv i brændstoffet eller ved at tilføre yderligere energi (fra bilens elektriske system). Hvilket system der er bedst afhænger meget af, hvilket køretøj man taler om, og hvordan køretøjet bruges.

Der findes flere forskellige filterprodukter på markedet. Fælles for dem alle er, at virkningsgraden for partikelemission opgives til 95-99 pct. under laboratorieforhold og mere end 80 pct. under praktiske forhold. Nogle af filtrene er kombineret med en oxidationskatalysator, og kan dermed også reducere emissionen af HC og CO. Den største forskel på partikelfiltrene er den metode hvormed de opsamlede partikler bortskaffes (afbrændes), altså hvordan filteret regenereres.

Ikke alle filtre er lige velegnede under alle forhold. Deres effektivitet afhænger primært af motorens vedligeholdelsestilstand og køretøjets driftsmønster.

5.3. Færdselsstyrelsens storskalaforsøg i Odense

Færdselsstyrelsen har i årene 1999 til 2002 gennemført et forsøg i samarbejde med Odense Kommune om afprøvning og demonstration af filterteknologi i stor skala. Forsøgets hovedformål har været at undersøge effekten af og mulighederne for at eftermontere partikelfiltre på tunge køretøjer. I forsøget har indgået ca. 120 køretøjer, heraf 8 privatejede. 75 af køretøjerne var busser og 29 renovationskøretøjer. De fleste af de deltagende køretøjer opfyldte enten Euronorm 1 eller Euronorm 2 normerne (der indgik enkelte Euronorm 0 og Euronorm 3 køretøjer). Der blev indkøbt fire forskellige filtertyper til forsøget. Selv om disse køretøjer ikke er repræsentative for de tunge køretøjer i Danmark, vurderes resultaterne af forsøget at være bredt dækkende, da renovationskøretøjer repræsenterer den type køretøjer, der vurderes at være vanskeligst at montere filtre på, da de kun momentvis opnår tilstrækkelige udstødningstemperaturer (holder ofte stille).

Forsøget har først og fremmest vist, at det gennem eftermontering af filtre var muligt at opnå en betydelig rensningseffekt af partikler fra

udstødningen på de tunge dieselskøretøjer, der deltog i forsøget. Effekten blev opnået for alle størrelser af partikler, såvel store som fine og ultra-fine. På baggrund af målingerne kan det konstateres, at samtlige filtre efter nogen tids brug har haft en resterende partikelemission på 0,03 - 0,08 g/kWh. Partikelemissionen for en Euronorm 2 bus, der blev målt i forbindelse med forsøget, var 0,33 g/kWh. uden brug af filter.

Målingerne af partikelstørrelse og størrelsesfordeling viser, at filtrene har en effekt over for partikler i alle størrelser. Samtidig viser målingerne dog, at filtre af den såkaldte CRT-type ved meget hård belastning (og dermed høje temperaturer) kan udsende et betydeligt antal partikler i størrelserne mellem 10 og 100 nm (nanopartikler), som formentlig består af kondenserede sulfatforbindelser. Filtrene har generelt vist sig funktionsdygtige over hele den undersøgte to-årige projektperiode.

Drift, vedligehold og service

Der har været en række indkøringsproblemer omkring servicering og vedligeholdelse af filtrene på de køretøjer, der deltog i forsøget. I normal drift må påregnes service af filtrene 1-2 gange årligt. Hver gang med et tidsforbrug på en 2-3 timer. Derudover skal filternes tilstand overvåges både med hensyn til modtryk og opacitet.

Der er ikke i forsøget konstateret forøget brændstofforbrug ved anvendelse af filtrene, men teoretisk vil der være et mindre forøget brændstofforbrug. For de filtre, som anvender additiver til brændstoffet skal der desuden påregnes en merudgift til disse på mellem 5 og 10 øre pr. liter diesel.

Forsøget har vist, at hvis der anvendes filtre med en passiv regenerering skal to centrale forhold være opfyldt for at opnå en uproblematisk filterdrift.

For det første skal køretøjet have et sådant driftsmønster i den daglige drift, at udstødningsgassen har den minimumstemperatur, der skal til for at opnå en afbrænding af de opsamlede sodpartikler i filteret. Det er derfor vigtigt, at der vælges et filter, der kan fungere i køretøjets temperaturområde.

For det andet skal motoren løbende have en tilfredsstillende vedligeholdelsestilstand. Ikke alle køretøjer og kørselsmønstre opfylder disse krav.

Storskalaforsøget i Odense har dokumenteret, at det er muligt at eftermontere partikelfiltre på langt hovedparten af de tunge køretøjer, der deltog i forsøget, men at driften af filtrene skal ske med omhu.

5.4. Eftermontering af filtre på lastbiler

Erfaringer fra bl.a. det ovennævnte forsøg i Odense mht. hensigtsmæssigheden af at eftermontere filtre kan opdeles i følgende fire hovedsituationer, der er vist i tabel 2.

Tabel 5: *Hvornår kan der eftermonteres partikelfilter?*

	Køretøjer med en god vedligeholdelsestilstand (lav opacitet)	Køretøjer med en dårlig vedligeholdelsestilstand (høj opacitet, højt olieforbrug)
Driftsmønster, som i sig selv giver en høj udstødningstemperatur (250-300 °C)	I dette område er det uproblematisk at eftermontere partikelfiltre. Alle de afprøvede filtertyper kan anvendes. Der skal ikke forventes særlige problemer ud over, at der skal læres noget om vedligehold af filtrene	Også i dette område kan eftermontering af partikelfiltre foretages, men der skal gennemføres en nøjere overvågning af driften og hyppigere service. En enkelt filtertype ser ud til at klare sig dårligere i dette område. Erfaringerne viser, at en renovering af motoren er fordelagtig.
Driftsmønster, som giver mindre høj udstødningstemperatur (sjældent i området 250-300 °C)	I dette område kan der også monteres partikelfilter, såfremt der vælges en filtertype, hvor kravene til udstødningstemperatur er lavere. Dette gælder filtre med tilsætning af additiv til brændstoffet eller med elektrisk regenerering af filteret. Det kan se ud til, at kravene til motorens vedligeholdelsestilstand samtidig skærpes	En række af de problemer, der er konstateret i forsøget knytter sig til dette område. Det kan normalt ikke anbefales at eftermontere partikelfiltre på disse køretøjer, medmindre man har en rimelig stor erfaring i service og drift af filterne (værksted for større flåde). Det er muligt at anvende filtre med aktiv regenerering

Det er vanskeligt at give et præcist tal på, hvordan lastbilerne fordeler sig på de forskellige kategorier, og dermed også hvor mange lastbiler, der ikke vil være egnede til filterdrift.

En umiddelbar vurdering kunne være, at hovedparten af de lastbiler der er registreret første gang før 1. oktober 1993 ("ingen Euronorm" og "Euro 0") ikke uden videre vil kunne monteres med filter, idet der antageligt skal foretages justering/renovering af pumpe og evt. udskiftning af dyser, før lastbilen vil opnå en tilfredsstillende drift med filter. Der vil dog være eksempler på, at dårligt vedligeholdte nyere lastbiler vil have for høj partikelemission, ligesom der vil være eksempler på, at ældre lastbiler med en generel god vedligeholdelsesstand umiddelbart vil kunne få monteret filter.

En vurdering kunne således være, at ca. 75 pct. af lastbilerne umiddelbart kan monteres med filter, og at ca. 25 pct. ikke umiddelbart kan monteres med filter. Dette vil dog kunne ske efter omkostninger til reparationer af motoren i størrelsesordenen 10. – 25. 000 kr. Af de ca. 25 pct. af lastbilerne (ca. 13. 000 lastbiler), vil der desuden være en mindre

andel, som vil kræve en større reovering af motoren, før der kan opnås tilfredsstillende filterdrift. Disse lastbiler vil antagelig på grund af en generel dårlig vedligeholdelsesstand ikke være egnede til filterdrift, idet disse lastbiler alligevel snart vil blive udfaset. Det er ikke muligt at vurdere antallet af disse lastbiler.

Herudover kører ca. 10 pct. af de dansk indregistrerede lastbiler primært eksportkørsel, hvorfor filtre på disse ikke vil have væsentlig effekt for luftforureningen i Danmark.

Ser man på de dieselmotorer, der i hovedsageligt kører i byerne, vil busser i almindelig drift normalt opnå tilstrækkeligt høje temperaturer, mens en række af motorer kan have problemer med at opnå høj udstødningstemperatur. Lidt forenklet står mange motorer mere stille end de kører. Det gælder således renovationsmotorer, og det gælder en række arbejdsmotorer og distributionsmotorer. Det betyder, at der skal udvises omhu ved valg af filter til disse motorer. Dette bør ske ved, at udstødningstemperaturerne kontrolleres gennem en datalogning, der foretages af filterleverandøren over et eller flere døgn, og ved, at der sker en omhyggelig vurdering af vedligeholdelsestilstanden. Her er det ikke mindst vigtigt, at der gives korrekte oplysninger om denne, f. eks. om konstateret olieforbrug, til leverandøren af filtrene, således at denne bedre kan anbefale den bedst mulige filtertype.

Det må dog formodes, at effektiviteten af filtre i starten vil være noget lavere hos den enkelte vognmand, idet rutine og kendskab til drift og vedligeholdelse af filtre formentligt er lavere, end under de kontrollerede forhold i Odense-forsøget, hvor bl.a. leverandørerne assisterede. Men de erfaringer, leverandører til det danske marked har fået fra Odense forsøget og Færdselsstyrelsens vejledning og typegodkendelsesordning med bl.a. krav til modtryksalarmer sammenlagt med, at vognmændene får praktisk erfaring vil dog understøtte forekomsten af velfungerende filtre.

5.5. Prisen på filtre

Færdselsstyrelsen har foretaget en undersøgelse blandt leverandører af partikelfiltre i marts 2003, af prisen for et filter med modtryksalarm og montering. Der er variationer i prisen for et filter afhængig af motorstørrelse, og prisintervallet fra de mindste filtre til de største filtre er fra ca. 36. 000 kr. til ca. 82. 000 kr. Der er desuden forskel mellem de enkelte fabrikater. Priserne hos en enkelt fabrikant for små og store filtre er således på hhv. 36. 000 kr. og 48. 000 kr. Der findes enkelte biler med en særlig opbygning, som vil kræve speciel tilpasning mv., og der vil derfor være priseksempler, der er afvigende fra ovenstående. Desuden vil lastbiler med de størst ydende motorer i visse tilfælde skulle forsynes med et dobbeltsystem, idet der ikke p. t. fremstilles enkelte

filtre til de største motorer. Det skal i den forbindelse bemærkes, at lastbiler med meget store motorer hovedsageligt anvendes til eksportkørsel. Der kan således være eksempler på omkostninger til eftermontering af filtre på mere end 100. 000 kr.

Færdselsstyrelsen har opgjort lastbilparken efter en fordeling på Euronorm og totalvægt. En prisberegning vægtet efter lastbilernes totalvægt og et skøn over motorstørrelse giver en gennemsnitspris på ca. 60. 000 kr. ved eftermontering med filtre på alle lastbiler.

Det vil desuden være muligt at opnå rabatter ved køb af flere filtre. En flåde ejer med flere ens biler vil således kunne opnå betydelig reduktion af priserne.

Filterfabrikanterne vurderer, at det vil være muligt på kort tid at udvide produktionen af selve filtrene væsentligt til imødekomme af en øget efterspørgsel.

Det vil dog tage et par år før den nødvendige infrastruktur er på plads, herunder de arbejdsmiljømæssige forhold i forbindelse med servicering af partikelfiltrene.

Teknologisk Institut har ud fra prisudviklingen på lignende produkter vurderet, at priserne med tiden vil kunne falde til 11-12. 000 kr. /stk. i forbindelse med, at partikelfiltre overgår til industriel masseproduktion, såfremt Euronorm 4 kravene vil lede til en omfattende produktion af nye lastbiler med fabriksmonterede filtre. Denne vurdering understøttes af MECA (Manufacturers of Emission Controls Association), der er af den overbevisning, at hvis produktionen øges til omkring 200. 000 stk. /år vil priserne på selve filtret kunne falde til omkring 650 - 2. 250 \$ for et filter afhængig af regenererings systemet.

Som det er nævnt tidligere, er der flere fabrikanter, der allerede nu har meldt ud, at Euronorm 4 kan opfyldes uden brug af filtre.

Sammenfattende kan følgende anføres:

Der findes i dag filtertyper, der passer til forskellige kørselsmønstre. En god effekt af filtre kræver en særdeles god løbende vedligeholdelse af motorerne. I praksis kan der ikke forventes en god effekt ved montering af filtre på alle køretøjer, men for en stor del af lastvognsparken skønnes det muligt at finde et fornuftigt fungerende filter.

Gennemsnitsprisen for et filter vil på kort sigt være ca. 60. 000 kr., men med en vis variation. Prisen forventes dog at falde i takt med en øget produktion og efterspørgsel, således at prisen om nogle år forventes at

falde til 11-12. 000 kr., såfremt Euronorm 4 fører til masseproduktion af filtre.

Driften af et partikelfilter vil være forbundet med nogle ekstra omkostninger for vognmændene. Under antagelse af, at cirka en fjerdedel af alle lastbiler monteres med et filter der kræver additiv, og med indregning af det teoretisk øgede brændstofforbrug, samt service af filtret to gange årligt, vil det i gennemsnit koste vognmændene ca. 2. 700 kr. pr. lastbil om året. Et lignende beløb må forventes i forbindelse med drift af filtre på busser. Såfremt der monteres filter på alle de knap 60. 000 køretøjer, vil det i alt beløbe sig til ca. 165 mio. kr. ²

² En fjerdedel af det totale kørte km. regnes som kørsel med et filter der kræver additiv. Det øgede brændstof forbrug regnes som en 0,5 % forøgelse af et forbrug på 33 l. /100 km. og en dieselpriis på 5,75 kr. ekskl. moms. Service er beregnet som 2 * 3 timer á 300 kr.

6. Samfundsøkonomiske overvejelser

Den samfundsøkonomiske analyse kan bidrage til at afgøre, hvorledes man samfundsmæssigt bør anvende sine ressourcer, så man får mest muligt for pengene. Samtidig giver analysen beslutningstageren en systematisk gennemgang af en række fordele og ulemper ved et givet tiltag. Dermed repræsenterer analysen som udgangspunkt et væsentligt prioriteringsværktøj i det samlede beslutningsgrundlag. I dette tilfælde er det overordnede formål at bevare sundhed, hvorfor reduktionen i skadevirkningerne fra luftforurening ideelt set bør indgå i et samlet beslutningsgrundlag, hvor man på tværs af forskellige skadevoldende elementer søger at skaffe mest mulig sundhedsbevarelse for pengene.

Forslag til omkostningskrævende initiativer til reduktion af trafikens bidrag til partikelforureningen bør således ledsages af samfundsøkonomiske beregninger. Gennemførelsen heraf kræver, at det er muligt at opgøre en række elementer, herunder initiativernes omkostninger, de fysiske effekter af initiativerne, de befolkningsgrupper, der påvirkes af effekterne, de tidsrum hvori forskellige befolkningsgrupper er udsat for de fysiske effektændringer, sammenhængen mellem fysiske effektændringer og sundhedsskader samt en værdisætning af de reducerede sundhedsskader.

Opgørelsen af hvert af disse forhold vil i de konkrete tilfælde været tilknyttet varierende grader af usikkerhed. Tilstedeværelse af usikkerhed er ikke i sig selv et argument for at undlade at skønne over de samfundsøkonomiske konsekvenser. Det er her vigtigt at være opmærksom på, hvor robuste de samfundsøkonomiske overvejelser er, og hvordan de formidles. I tilfælde hvor der er tale om en stor og svært forudsigelig usikkerhed på adskillige væsentlige faktorer, kan det i praksis vise sig vanskeligt at foretage en meningsfuld sammenstilling af de forskellige forhold i en egentlig samfundsøkonomisk analyse.

Effekter

Der findes for luftforurening en lang række detaljerede modeller, der har været anvendt til at beregne dens negative miljø- og sundhedseffekter med henblik på at beregne omkostningerne. For partikler benyttes koncentration i bybaggrunden som mål for eksponeringen. Det er vurderingen, at eksponeringen af befolkningen er relativt godt beskrevet ved målinger af partikel koncentrationerne i bybaggrundsluften i form af PM_{10} og $PM_{2,5}$ koncentrationer. De sundhedsskadelige effekter af

PM₁₀ og PM_{2,5} er dokumenteret, gennem et stort antal udenlandske undersøgelser. Der foreligger kun relativt få undersøgelser der belyser effekterne af lang tids påvirkning med partikler, hvor primært to amerikanske befolkningsundersøgelser er væsentlige. Det vil være forbundet med en vis usikkerhed at overføre udenlandske data til danske forhold, men denne usikkerhed er dog ikke større end, at man i dag i stor udstrækning bl.a. i WHO-regi anvender disse sammenhænge, når effekterne i et land skal vurderes.

Da den kvantitative sammenhæng til de *ultrafine* partikler ikke er så velbelyst er man derfor henvist til at lave et groft overslag over effekterne, der kan give en fornemmelse af effekternes størrelsesorden.

Værdisætning

Selve værdisætningen af sundhedseffekterne er ligeledes vanskelig. I modsætning til goder, der omsættes på et marked, er det langt sværere at opgøre den samfundsmæssige omkostning ved sundhedsmæssige konsekvenser af f. eks. partikelforurening, da der ikke er nogen reel prissætning. Når man skal værdisætte sådanne konsekvenser, må man derfor tage et anderledes udgangspunkt, der som oftest er forbundet med en større usikkerhed.

Der er ofte blevet anvendt to forskellige indgangsvinkler til værdisætning, nemlig henholdsvis en omkostningsbaseret metode og en betalingsvillighedsmetode.

Den omkostningsbaserede metode opgør de direkte omkostninger for samfundet forårsaget af sundhedsskader, eksempelvis nedsat livsindkomst og hospitalsudgifter. Den kan tages som udtryk for et mindste skøn af den samfundsøkonomiske værdi, hvor der er set bort fra tab af velfærd som følge af et dårligere helbred og dødsfald.

Den betalingsvillighedsbaserede – eller præferencebaserede – metode opgør individets villighed til at betale for enten at reducere risici for sundhedsskader og for tidlig død eller alternativt individets vurdering af hvilken kompensation, der bør gives, for at sådanne konsekvenser bliver "acceptable". Værdien af et såkaldt "statistisk liv" fremkommer

som individernes samlede betalingsvillighed for en reduktion af dødsrisikoen, som indebærer, at én person mere statistisk set overlever³.

De to metoder kan til en vis grad supplere hinanden, idet den omkostningsbaserede metode kan anvendes til at få afdækket de faktiske omkostninger forbundet med helbredssekvenser, mens den betalingsviljebaserede kan anvendes til at anslå den velfærdsmæssige konsekvens. Begge dele er relevante for den samfundsøkonomiske analyse.

Man bør dog notere sig, at den del af den samfundsmæssige værdi, der baserer sig på betalingsvillighedsmetoden er mere usikker, end den der baserer sig på den omkostningsbaserede metode.

For den omkostningsbaserede metode kan man i vid udstrækning direkte observere eksempelvis tab af arbejds løn og hospitalsomkostninger. For den betalingsvillighedsbaserede metode indebærer værdisætningen, at man skal afdække individers betalingsvilje enten ved at spørge folk direkte eller ved indirekte at observere, hvad folk rent faktisk betaler for at reducere egen risiko. Anvender man interviewtilgangen, rejser det en række krav til design af undersøgelsen, så respondenterne gives mulighed for at vurdere risiko, mv. Dette kan skabe visse problemer, da det kan være svært at forholde sig til ændringer i små risici for, at visse hændelser indtræffer, samtidig med at der er risiko for strategiske svar, mv. Dette bevirker, at betalingsvillighedsbaserede metode er mere usikker end den omkostningsbaserede.

Det gælder for begge typer af værdisætning, at overførsel af værdier fra et land til et andet er problematisk, og der bør som minimum tages højde for, at forskelle i indkomst påvirker betalingsviljen.

I tabel 6 er vist en oversigt over skønnede værdier anført for forskellige sundhedsskader for de to forskellige indgangsvinkler.

³ Hvis dødsrisikoen f. eks. reduceres med 0,1 pct., og 1. 000 individer hver i gennemsnit er villige til at betale 10. 000 kr. herfor, fås den samlede betalingsvillighed, da der er tale om et kollektivt gode, som $10. 000 * 1. 000 = 10. 000. 000$ kr. Reduktionen af dødsrisikoen indebærer, at $1. 000 * 0,001$ personer = 1 personer mere end hidtil overlever. Værdien af et statistisk liv bliver herefter $10. 000. 000 \text{ kr.} / 1 = 10. 000. 000$ kr.

Tabel 6

Helbredseffekt	Værdi i 1. 000 kr. pr. tilfælde (opregnet til 2002-priser ved hjælp af forbrugerprisindekset)	
	Omkostningsbaseret metode	Betalingsvillighedsmetode2
Mortalitet	1. 5731	9. 640
Hospitalsindlæggelser - kredsløb	52	63
Hospitalsindlæggelser – luftvej	52	63
Kronisk bronkitis	367	1676
Akut bronkitis	0,6	1,1
Dage med begrænset aktivitet	0,6	0,8
Astmaanfald i alt	0,1	0,2

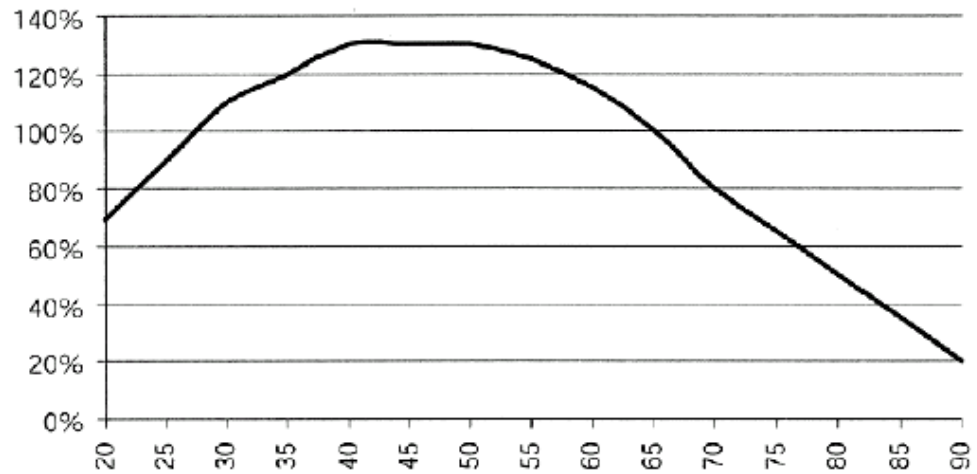
1: Den omkostningsbaserede metode baserer sig på en opgørelse fra WHO (1999). Som udgangspunkt værdisættes dødsfald for personer, der står uden for arbejdsstyrken ikke (WHO vurderer, at personer, der rammes af for tidlig død som følge af kredsløbs- og luftvejslidelser har en gennemsnitsalder på mellem 75 og 85 år). I Færdselsstyrelsens rapport "Partikelfiltre på tunge køretøjer" fra juni 2001, antages det, at et år uden for arbejdsstyrken kan værdisættes som et år i arbejdsstyrken. Et for tidligt dødsfald er i denne opgørelse opgjort som et tab af i gennemsnit 8 år, hvilket må vurderes at være højt sat, jf. opgørelserne over tabte leveår i tidligere afsnit om sundhedseffekter.

2: Den betalingsvillighedsbaserede metode her indeholder såvel de direkte omkostninger som en velfærdsmæssig betragtning. Opgørelsen for mortalitet baserer sig på BeTastudierne, der tager udgangspunkt i, at for tidligere dødsfald i gennemsnit giver et tab på 5 år.

Værdisætningen af mortalitet er beregnet ud fra, at et liv her fastlægges til 1,4 mio. €. Værdien af et statistisk liv følger dog en omvendt U-kurve, som vist i figur 11, således at betalingsvilligheden topper i 40-års alderen og herefter aftager gradvist. Estimatet på 1,4 mio. € er baseret på en undersøgelse af Jones-Lee (1999), der angiver et interval på 0,7-2,2 mio. €⁴. Andre opgørelser befinder sig, med ganske få undtagelser, i intervallet 0,7-6,1 mio. €.

⁴ NB: Der er under 200 respondenter i Jones-Lee's undersøgelse.

Figur 11 Sammenhængen mellem alder og betalingsvillighed for reduktion af risiko for dødsfald



Kilde: WHO: Health Costs due to Traffic-related Air Pollution: Economic Evaluation, 1999

Danske beregningspriser for statistisk liv

Vejdirektoratet anvender normalt en opgørelse over de personrelaterede omkostninger samt velfærdstab opgjort pr. trafikdræbt. Dette er opgjort til samlet 8,4 mio. kr. pr. trafikdræbt. Velfærdstabet er approximeret ved at multiplicere de personrelaterede omkostninger med en skønsmæssigt fastlagt faktor 2. Velfærdstabet er altså anslået til at være af samme størrelsesorden som de direkte personrelaterede omkostninger. I Vejdirektoratets opgørelse tages der ikke højde for, at trafikdræbte i gennemsnit er mellem 40 og 45 år. Alle trafikdræbte opgøres således med samme værdi – uanset alder.

Værdisætning af fremrykkede statistiske dødsfald som følge af luftforurening kan ikke ud fra en betalingsvillighedstilgang tillægges samme vægt som statistiske dødsfald i trafikken, idet de typisk berører ældre personer. Der er andre steder, såsom i Færdselsstyrelsen rapport fra 2001 om partikelfiltre, benyttet en faktor 0,61 til at korrigere for alderssammensætningen ved partikelrelaterede dødsfald.

EU-Kommissionens beregningspriser for statistisk liv

EU-Kommissionen samlede i november 2000 et panel af internationalt velrenommerede økonomiske eksperter fra EU, USA, Verdensbanken m. fl. til en workshop hvor problemstillingen om prisfastsættelse af statistisk liv i relation til luftforurening blev drøftet. Anbefalingen herfra var dels at anvende en værdi for statistisk liv på 1,4 mio. €, samt med hensyn til luftforurening at tage højde for aldersfordelingsproblematikken ved at reducere til 1 mio. € (i 2000-priser). Værdien på 1,4 mio. € fremkommer på grundlag af et meta-studie af betalingsvillighedsundersøgelser foretaget af Englands Department of Environment, Transport

and Regions. Panelet vurderede, at dette er det bedste faglige grundlag for fastlæggelse af en beregningspris for statistisk liv, men angiver også et mindste og højeste skøn på hhv. 0,9 mio. €. og 3,5 mio. €.

Panelet kritiserede den leveårstilgang, som er anvendt i den omkostningsbaserede opstilling i figur 11 ovenfor for at være inkonsistent, idet betalingsvilligheden ikke er proportional med antallet af tilbageværende leveår. Som det også fremgår af den omvendte U-kurve er betalingsvilligheden kun gradvist faldende henimod 70-års alderen. Værdien på 1 mio. € for statistiske liv knyttet til luftforurening fremkommer ved at aflæse den omvendte U-kurve ved 70-års alderen.

Den anbefalede beregningspris for et statistisk liv er efterfølgende anvendt ved opstillingen af Kommissionens Benefit Tables (BeTa), hvor der på grundlag af data fra ExternE-projektet er foretaget en revideret værdisætning af luftforureningsemissioner for de enkelte medlemslande. Herved er ExternE-tilgangen til prisfastsættelse af statistisk liv korrigeret med det af panelet anbefalede. I BeTa er antallet af statistiske dødsfald i øvrigt beregnet på grundlag af akut og kronisk mortalitet, ligesom der er sket korrektion for overførsel af eksponeringsfunktioner fra amerikanske til europæiske forhold.

Ved anvendelse i rent danske analyser, bør EU-beregningsprisen på 1 mio. € for statistiske liv knyttet til luftforurening korrigeres for forskellen i indkomstniveau mellem Danmark og EU-15 i henhold til konventionerne for benefit transfer.⁵ BNP pr. indbygger er næsten 50 pct. højere i Danmark end i EU-15, hvorfor betalingsvilligheden for reduktion af risici må vurderes at være højere (de fleste økonomer vurderer mere end proportionalt højere). Der skal dog ved korrektion for indkomst samtidig korrigeres for forskel i købekraftspariteter, således at de 1 mio. € iflg. OECD's opgørelse af disse skal opskrives med indeks 122⁶ [kildeangivelse mangler]. Inflationskorrigeret og omregnet til danske kroner vil beregningsværdien for statistisk liv ved luftforurening således udgøre

⁵ Navrud kritiserer i en nyere artikel i EARE norske miljømyndigheder for kun at korrigere (opad) for inflation, men ikke (nedad) for PPP - når man udfører benefit transfer fra USA. Det socio-økonomiske panel i IPCC beskæftigede sig, med bl.a. David Pearce som pennefører, indgående med spørgsmålet om statistisk liv - og på side 196 skriver de, at ved overførsel mellem lande skal VSL korrigeres for indkomst og PPP - det er sat op som en formel, hvor "Y is income (corrected for purchasing power parity)".

⁶ Schreyer, P. and F. Koechlin, OECD Statistics Directorate: Purchasing Power Parities 1999.

9,64 mio. kr.⁷ Denne beregning er konservativ, idet der er set bort fra, at præferencerne for miljøgoder stiger relativt mere med indkomsten.⁸

Tilsvarende kan den generelle beregningsværdi for statistisk liv (1,4 mio. €) omregnes til 13,6 mio. kr. i 2002-priser. Dette tal er godt 25 pct. under de værdier, som er fremkommet i det eneste danske betalingsvilighedsstudie, når disse inflationsjusteres (Kidholm, 1995). Men da tallet er fremkommet ved at tage et større antal undersøgelser i betragtning og er et resultat af EU-panelets drøftelser, må det anses for mere autoritativt.

Vurdering

Det fremgår af ovenstående, at vidensgrundlaget på en lang række vigtige områder er mangelfuldt, og en vurdering af luftforureningens effekter og værdisætningen af disse må bygge på de foreliggende målinger, modelberegninger og den udviklede samfundsøkonomiske metodik for værdisætning. Der arbejdes mange steder i verden intenst på at forbedre dette grundlag. Arbejdsgruppen mener derfor, at størrelsesordenen af de sundhedsmæssige effekter af ændrede partikelemissioner fra tunge køretøjer må skønnes på byniveau som et gennemsnit over tiden på grundlag af de foreliggende studier af sammenhænge mellem partikel-niveauer og sundhedseffekter.

Det vurderes, meget skønsmæssigt, at selve investeringen ved at montere partikelfiltre på alle tunge køretøjer beløber sig til ca. 3 - 4 milliarder kr., hvilket dog ikke inkluderer vognmændenes indtægtstab, der forårsages af, at køretøjerne nødvendigvis må tages ud af cirkulation, mens de får påmonteret filter.

I kapitel 4 blev det på baggrund af et studie fra Erfurt samt den øvrige sundhedsfaglige viden vurderet, at et centralt skøn for reducerede dødsfald som følge af montering af partikelfiltre på alle tunge køretøjer var en fremrykning af 450 dødsfald om året med et konfidensinterval på [0;900]⁹. Det vil imidlertid ikke være alle tunge køretøjer, der i givet fald ville få monteret partikelfiltre, hvorfor effekten må skønnes at være noget mindre. Samtidig er der tale om et "øjebliksbillede" for 2002. I og med partikelbidraget fra de tunge køretøjer, jf. afsnit 7.1, ventes at fal-

⁷ Da PPP for EU-15 og UK er omtrent den samme (hhv 102 og 103), gør det ikke nogen forskel at tallet stammer fra UK DETR.

⁸ Der skal korrigeres for elasticiteten for den marginale nytte af indkomst - idet der menes at være relativt større efterspørgsel på miljø- og sundhedsgoder ved højere indkomst. Brisson har sat elasticiteten til 0,3

⁹ Et konfidensinterval angiver det spæn, som den "sande" værdi med 90 pct. sandsynlighed falder indenfor.

de betydeligt i de kommende år, vil antallet af dødsfald forårsaget af den tunge trafiks udledning af partikler ligeledes falde. Dermed reduceres også effekten af en montering af partikelfiltre over årene.

For at udarbejde en samfundsøkonomisk analyse må man nødvendigvis have en opgørelse af, hvorledes konsekvenserne på partikelniveauerne og de deraf afledte sundhedseffekter af en påmontering af filtre udvikler sig over tid, ligesom en række andre konsekvenser på såvel benefit- som omkostningssiden bør opgøres. På det foreliggende grundlag er der ikke mulighed for at foretage et skøn over dette, hvilket er forudsætningen for at kunne foretage mere præcise skøn over de sundhedsmæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser.

Størrelsesordenen af tallene kunne indikere, at en montering af partikelfiltre kunne give et samfundsøkonomisk overskud, men da der er stor usikkerhed på alle delelementer på såvel omkostnings- som benefitsiden, har arbejdsgruppen konkluderet, at der ikke er grundlag for at give en egentlig samfundsøkonomisk vurdering af et sådant tiltag.

7. Igangsatte initiativer

Der er allerede flere væsentlige initiativer i gang, som er medvirkende til nedbringelse af partikelemissionerne fra tunge dieselkøretøjer. Initiativerne omfatter bl.a. indførelse af skærpede emissionsgrænser i EU-regi, som ventes på bare lidt længere sigt at medføre en yderligere reduktion af partikelemissioner fra tunge køretøjer på over 80 pct.

De initiativer, der omtales i det følgende, er kendetegnede ved, at de primært virker støttende for at fremme eftermontering af partikelfiltre eller gennem generalpræventive forhold. Opgørelsen af deres effekter og de dermed forbundne helbredsvirkninger er meget usikker og en økonomisk vurdering heraf forekommer ikke hensigtsmæssig. På samme måde skønnes det heller ikke relevant at vurdere rentabiliteten af allerede gennemført EU-regulering.

7.1. Nye Euronorm 4

Euronormerne er omtalt i afsnit 4.1. Her fremgår det, at grænserne for partikelemissioner er blevet skærpet væsentligt over de sidste 10 år. Således er grænseværdien for busser og lastbilers partikelemissioner blevet reduceret med over 70 pct. fra 0,36 til 0,10 g/kwh i perioden 1993 til 2001. Med Euronorm 4, der vil gælde allerede fra 2006, strammes kravet til partikelemission yderligere til 0,02 g/kwh.

Med Euronorm 4 normens indførelse for tunge køretøjer i 2006 er det hidtil blevet vurderet, at det ikke vil være muligt at opfylde denne uden påmontering af filtre. Det er dog af visse producenter blevet fremført, at de kan opfylde normen uden brug af filterteknologi. Dette vil dog forudsætte anvendelse af avancerede katalysatorer til at rense udstødningsgassen for NO_x (kvælstofoxider). Normen indebærer en reduktion af partikelemissionen på 80 pct. i forhold til Euronorm 3 og endnu mere i forhold til de ældre køretøjer, som først vil blive erstattet af de nye Euronorm 4 lastbiler.

Euronorm 4 medfører således i sig selv en endog meget væsentlig forbedring af luftkvaliteten, hvis effekt vil ske gradvist over en årrække. Ud over effekten ved at erstatte mere forurenende med mindre forurenende lastbiler er der også en positiv løbende effekt, der skyldes, at årskørslen for ældre køretøjer er mindre end for nye. Den positive udvikling kan således forventes accelereret over de kommende år alene på grund af de skærpede normers indførelse.

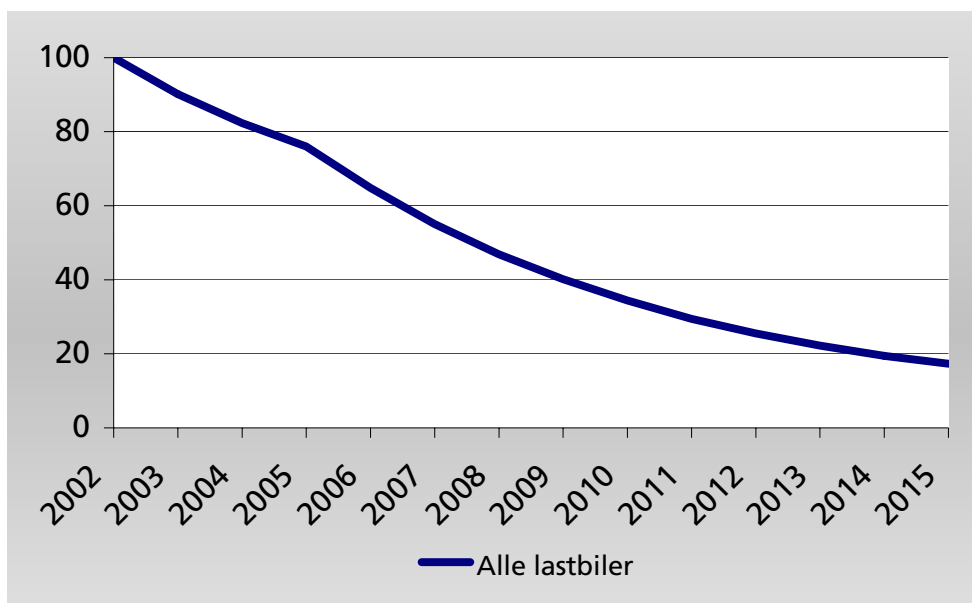
Dertil kommer, at andre normdannelser og fastlæggelse af grænseværdier på andre områder, f. eks. til brændstofkvaliteten, også kan være medvirkende til nedbringelse af partikelemissionerne. Euronorm 4 normens indførelse medfører ikke øgede udgifter for staten, men vil formentlig medføre, at køretøjerne bliver en smule dyrere end tilsvarende køretøjer, der opfylder Euronorm 3. Det er dog vanskeligt at give et egentligt bud på, hvor stor en omkostning der vil være tale om, da udviklingen af nye køretøjer også indeholder en række elementer, der ikke er bestemt af Euronormerne.

Euronorm 4 normerne vil i 2009 blive efterfulgt af nye Euronorm 5. Disse normer indeholder alene en stramning af kravene til NO_x (kvælstofoxider), og således ikke yderligere krav til udslippet af partikler.

Inden for EU er der i øvrigt indledt diskussioner om en yderligere stramning af partikelkraven (Euronorm 6) med virkning fra omkring 2010-2012.

Det fremgår af figur 12, at partikelemissionerne falder relativt hurtigt i takt med, at lastbilerne udskiftes til Euronorm 4 og 5. Helt uden, at der igangsættes yderligere tiltag, vil lastbilernes emissioner i byerne derfor om blot fire år være faldet til omkring det halve i forhold til niveauet i 2002, ved den naturlige fornyelse af vognparken.

Figur 12 Indekseret udvikling i lastbilers partikeludledning i byer



Det fremgår med stor tydelighed, at reduktionen af dieselbilernes partikelemissioner er hurtigt faldende. Således vil niveauet om godt 5 år være halveret i forhold til niveauet i 2002.

7.2. Mobil kontrol med dieselbilers røgtæthed

Danmark har gennemført EU bestemmelser om landevejssyn fra 1. januar 2003 med kontrol af, hvor meget dieselbiler soder. Landevejssynerne giver mulighed for at fange ”storforurenere”, herunder udenlandske køretøjer, uafhængigt af de periodiske syn. Landevejssynerne vil have en klar positiv effekt for de direkte berørte køretøjer, men måske mere vigtigt vil det tillige have en mere generelpræventiv virkning.

Ved landevejssyn kontrolleres de samme ting, som ved periodiske syn.

Effekten begrænses dog af, at det kun er ved de såkaldte ”sturvognskontroller”, hvor Statens Bilinspektion deltager, der kan foretages egentlige miljømålinger. I 2003 forventes der foretaget sådanne landevejssyn på samlet ca. 1. 900 køretøjer.

7.3. Typegodkendelsesordning for partikelfiltre

I forbindelse med storskalaforsøget med partikelfiltre i Odense er der indsamlet vigtig viden om indkøb og drift af partikelfiltre. Trafikministeriet har bevilget midler til, at denne viden kan omsættes til en principgodkendelsesordning for partikelfiltre. Ordningen er trådt i kraft primo 2003, hvor de første filtre vil blive godkendt. Ordningen er frivillig, og det er gratis at ansøge om en godkendelse.

Principgodkendelsen sikrer, at filtersystemet overholder Færdselsstyrelsens kravspecifikation. Herved sikres bl.a., at filteret fungerer, at det ikke giver anden forurening, og at filterfabrikanten har taget højde for arbejdsmiljøhensyn i forbindelse med serviceringen af filteret. Filtrene vil ikke i udgangspunktet blive godkendt til bestemte bilmærker.

Der har været vist stor interesse for ordningen blandt dem, der efterspørger transportydelse med dieselkøretøjer forsynet med filter (trafik-selskaber, amter og kommuner). Tillige har vognmændene udtrykt interesse for ordningen.

Der er på nuværende tidspunkt indsendt tre ansøgninger, og der forventes endnu tre – fire ansøgninger i den nærmeste tid. Det er Færdselsstyrelsens og Teknologisk Instituts opfattelse, at der blive udstedt ca. seks principgodkendelser medio 2003, og at der i alt i 2003 udstedes ca. ti principgodkendelser.

Godkendelsesordningen vil gøre det nemmere for filterkøbere at sikre, at filtersystemet er funktionsdueligt og give en vejledning i vigtige hensyn. På den måde vil ordningen være med til at afhjælpe nogle af de barrierer, der på grund af usikkerhed og manglende viden i dag findes mod anskaffelse af filtre.

7.4. Offentlige myndigheders efterspørgsel efter miljøvenlig transport

HUR stiller krav om brug af partikelfiltre i forbindelse med udbud af busruter i byområder. På nuværende tidspunkt er der ca. 380 af busserne i disse områder, der er forsynet med partikelfiltre. HUR regner med, at stort set alle rutebusser i byområderne vil være forsynet med partikelfiltre ved udgangen af 2005.

Andre trafikselskaber stiller i stigende omfang lignende krav. Derudover stilles der krav i forbindelse med udbud af renovationskørsel.

Initiativet har den fordel, at det kan målrettes mod de lokaliteter, hvor partikelemissionerne er størst. Samtidig har rutebusserne et kørselsmønster, som gør dem velegnede til at montere filtre på, hvilket fremgik af forsøget i Odense.

Sådanne krav fra offentlige myndigheder eller private transportkøbere fremmer yderligere den positive udvikling i reduktionen af trafikens bidrag til partikelforureningen.

8. Eventuelle nye initiativer

Partikelforurening optræder som en generel baggrundsforurening med betydelige, geografisk bestemte variationer. Mens trafikens bidrag til baggrundsforureningen er beskedent, kan dens bidrag til lokale variationer være væsentligt. De meget stærke stramninger, der er sket i EU-kravene til partikelemission, er et særdeles effektivt virkningsmiddel til at opnå en generel reduktion af trafikens bidrag til partikelforureningen. Effekten heraf er slået og vil fortsat slå igennem i forbindelse med udskiftning af gamle lastbiler med nye og mere miljøvenlige. Selv om der allerede om godt 5 år kan ses frem til en halvering af lastbilernes partikelforurening i byerne, vil den fulde effekt af de skærpede krav først opnås om yderligere nogle år. Som supplement til de generelt virkende normkrav kan der eventuelt være interesse i initiativer, der er målrettede mod de steder, hvor trafikens bidrag til forureningen er af størst betydning. Vurderingen af eventuelle nye tiltag skal således tages med udgangspunkt i, at hvis reduktionen i partikelemissionen ikke sker i tæt befolkede områder, er de helbredsmæssige konsekvenser beskedne.

I det beslutningsforslag (B56), der blev fremsat d. 22. januar 2002 om indførelse af partikelfiltre på busser og lastbiler, blev det foreslået, at der stilles krav om, at busser og lastbiler, der kører inden for særlige miljøzoner i de fire største byer, skal være forsynet med partikelfiltre. Kravet skulle ledsages af et statstilskud på 50 pct., der nedtrappes til 0 pct. når Euronorm 4 træder i kraft 1. oktober 2006.

Disse elementer - indførelse af lovkrav om montering af partikelfiltre, mulighed for tilskud til eftermontering af filtre samt brug af miljøzoner – omtales nedenfor sammen med andre initiativer, der kan bedre kontrollen med køretøjernes partikelemission, lette en tidligere introduktion af Euronorm 4 køretøjer og lette administrationen af eventuelle miljøzoneordninger.

8.1. Lovkrav om montering af filtre

I Færdselsstyrelsens rapport "Partikelfiltre på tunge køretøjer" fra juni 2001 er det blevet vurderet, om det er muligt at stille lovgivningsmæssige krav af denne art. Konklusionen er, at dette vil være i strid med både EU-traktaten og det særdirektiv, der omhandler foranstaltninger mod emission af forurenende luftarter fra dieselmotorer til fremdrift af køretøjer (88/77/EØF, med senere ændringer. Med en ændring af særdi-

rektivet er der indført totalharmonisering for bl.a. forskrifter om luftforurening, der betyder, at en medlemsstat kun må tillade markedsføring af produkter, der opfylder direktivets krav, og at der ikke må stilles strengere krav end anført i direktivet.

Endvidere vil det ikke være muligt at påberåbe sig den danske miljøgaranti, da der ikke på tidspunktet for EF-retsaktens vedtagelse, har været særlige danske regler på området.

Det vil således ikke være muligt at gennemføre montering af partikelfiltre på alle tunge dieselkøretøjer ved hjælp af generelle lovkrav.

8.2. Typespecifikke grænseværdier for nye køretøjers røgtæthed

Tekniske bestemmelser om periodisk syn af køretøjer fastsættes af Færdselsstyrelsen med baggrund i direktiv 77/143 med senere ændringer om teknisk kontrol med motordrevne køretøjer. Bestemmelser fremgår af Færdselsstyrelsens bekendtgørelse om detailforskrifter for køretøjers indretning og udstyr samt Vejledning for Statens Bilinspektion.

Dieselkøretøjers udstødning testes ved periodisk syn for røgtæthed, der er et udtryk for, hvor meget bilen forurener med bl.a. partikler.

Direktivet om teknisk kontrol giver mulighed for enten at anvende ens grænseværdier for alle dieselkøretøjer uanset bilens alder eller at anvende typespecifikke grænseværdier, der fastsættes i forbindelse med typegodkendelse af bilen.

Der er løbende gennem 1990'erne indført skærpede bestemmelser om luftforurening for nye dieselmotorer, herunder krav til partikelemissionen. Grænseværdierne for udstødningsgassens røgtæthed, der anvendes ved periodisk syn, er endnu ikke blevet skærpet, idet den i dag er ens for alle køretøjer og derfor også må tage hensyn til de køretøjer, der er lovligt indregistreret før skærpelsen af normkrav til nye køretøjer.

Kontrol af typespecifikke grænseværdier forudsætter ændring af Statens Bilinspektions måleudstyr, hvilket er bevilliget via Trafikpuljemidler. Derudover forudsættes en hensigtsmæssig datafangst, der kan overføre grænseværdier for den enkelte bil til Statens Bilinspektions IT-system uden ekstra tidsforbrug. En sådan datafangst forventes etableret inden det første aktuelle periodiske syn ca. 1 år efter den 1. juli 2003.

Den skærpede kontrol vil træde i kraft ved første syn, hvilket betyder efter 1 år for tunge køretøjer og efter 4 år for person- og varebiler. Hertil kommer dog øvrige syn – eksempelvis af brugte, importerede køretøjer.

Indførelse af typespecifikke grænseværdier vil kun omfatte nye biler og vil således først få afgørende virkning, når en væsentlig del af bilparken er omfattet af bestemmelserne.

Indførelsen af typespecifikke grænseværdier giver en forbedret kontrol. Det er ikke muligt at kvantificere den samlede reduktion af partikeludslip på grund af dette tiltag, men det må forventes at medføre, at bilernes motorer vedligeholdes bedre, så emissionen mindskes. Da det ikke er muligt at angive ordningens effekt m. h. t. partikelemission og partikelniveauer har arbejdsgruppen heller ikke fundet det muligt at kvantificere de helbredsmæssige effekter heraf.

8.3. Kontrol og mærkning af biler med filter

I forbindelse med, at Statens Bilinspektions måleudstyr ændres, så der kan måles på forskellige røgtæthedsgrænser, kan det overvejes, om der skal indføres en vejledende lav grænseværdi for biler med partikelfilter. Erfaringerne fra Odense har vist, at denne grænse vil kunne overholdes for velfungerende filtre, men vil overstiges hvis filtrene ikke fungerer tilstrækkeligt effektivt. Det er dog vigtigt at fastholde, at egentlige lovkrav for køretøjer med partikelfiltre ikke bliver skrappe end krav til køretøjer uden partikelfiltre.

Det kan endvidere overvejes at indføre en udstyrskode ”partikelfilter” på registreringsattesten for lastbiler og busser, der er forsynet med filtre, og som opfylder den lave grænseværdi for røgtæthed. En sådan registrering kunne danne baggrund for, at byer, der ønsker miljøzoner, kan udlevere klistermærker til biler med partikelfiltre, og dermed lette kontrollen.

Arbejdsgruppen finder det ikke muligt at kvantificere de helbredsmæssige effekter af en mærkningsordning.

8.4. Tilskud til eftermontering af partikelfiltre på tunge køretøjer

En mulighed for at fremme frivillig eftermontering af partikelfiltre på tunge køretøjer er, at staten yder et tilskud til dette. En tilskudsordning kan enten være i form af et procentvis tilskud eller et fast beløb pr. køretøj/filter. Et fast beløb kan evt. differentieres efter motorens ydeevne

(HK), da prisen på filtrene i det store hele er stigende med motorens ydeevne.

EU-retlige bindinger

Forslaget rejser en række EU-retlige spørgsmål. For det første skal EU-rettens statsstøtteregler overholdes, herunder navnlig traktatens artikler 87 og 88, samt Rådets forordning af 22. marts 1999 om fastlæggelse af regler for anvendelsen af EF-traktatens artikel 93 (nu art. 88) (659/99/EF). Hvis tilskuddet udgør en statsstøtteforanstaltning, skal det godkendes af Europa-Kommissionen, inden ordningen kan iværksættes.

Kommissionen har udstedt en meddelelse om rammebestemmelser for statsstøtte til miljøbeskyttelse (EF-Tidende nr. C 037 af 03/02/2001). Af meddelelsens pkt. 29 fremgår, at støtte til investeringer med henblik på virksomhedernes anvendelse af strengere standarder end gældende EF-standarder kan godkendes med op til 30 pct. brutto af de støtteberettigede omkostninger.

Det vurderes på den baggrund ikke muligt at yde en statsstøtte til eftermontering af partikelfiltre på over 30 pct. af de støtteberettigede omkostninger. En tilskudsordning skal endvidere notificeres over for EU-Kommissionen inden en eventuel iværksættelse, således at Kommissionen kan tage stilling til, hvorvidt den mener støtten kan gennemføres.

Anvendelse af tilskud

Dansk Transport og Logistik (DTL) har haft kontakt til en række vognmænd, der har erfaringer med brug af partikelfiltre. DTL peger på en række problemer forbundet med montering og drift af partikelfiltre. Dels er filterdriften forbundet med ekstraomkostninger til bl.a. service (1-12.000 kr. /år – dertil kommer de timer, hvor lastbilen må tages ud af drift) og additiver. Der har i en række tilfælde været uforudsete omkostninger bl.a. til motorrenovation og udskiftning af filtre før tid. Generelt vurderer vognmændene, at økonomien er for dårlig, da kun få transportkøbere er villige til at betale ekstra for en transport med partikelfiltre.

Flere af virksomhederne havde problemer med, at partikelfiltrene ikke virkede ordentligt. Dette blev nævnt som et særligt problem for renovationsbiler, slamsugere, entreprenørbiler med lastbilmonteret kran og for lastbiler, der blev anvendt til stykgodskørsel i de større byers centrum.

Størrelsen af partikelemissionerne hænger dog nøje sammen med motorens generelle vedligeholdelsestilstand, hvorfor en montering på ældre køretøjer i princippet anses teknisk at være mulig i en række tilfælde,

som det også er angivet i afsnittet om partikelfiltres virkningsgrad. Det kan dog være nødvendigt at gennemføre en motorreparation på en del af bilerne før det er muligt at installere et filter. Dette vil betyde ekstraomkostninger for vognmænd, der ikke løbende har vedligeholdt bilens motor optimalt.

Derfor vurderes det, at et tilskud på 30 pct. af omkostningerne ved køb og eftermontering af filtre i givet fald primært vil blive benyttet til nye køretøjer.

En tilskudsordning vil dog under alle omstændigheder med fordel kunne udnyttes af den gruppe af køretøjer, der alligevel vil skulle have eftermonteret partikelfilter for at opfylde f. eks. krav fra en offentlig myndighed. Dette gælder rutebusser og andre køretøjer, der varetager kørselsopgaver for amter og kommuner, hvor der i visse tilfælde stilles krav til køretøjernes miljøstandarder, samt for køretøjer, der berøres af en eventuel etablering af miljøzoner. Endvidere vil en tilskudsordning være interessant for vognmænd med eksportkørsel, idet de herved kan opnå en betydelig besparelse på de vejafgifter, der fra 31. august 2003 skal betales for kørsel i f. eks. Tyskland, ligesom der vil kunne spares øko-point ved kørsel gennem Alperne.

Såfremt en tilskudsordning primært kommer disse grupper til gode, vil der være tale om, at staten blot går ind og afholder en udgift, som en privat vognmand ellers ville have betalt af egen tilskyndelse. Dette såkaldte dødvægtstab vil være en utilsigtet virkning af en tilskudsordning, som vil være vanskelig at undgå.

Der er ikke foretaget beregninger af, hvad en sådan ordning vil koste, da det er arbejdsgruppens vurdering, at ordningen ikke vil have en tilstrækkelig effekt ud over de filtre, der under alle omstændigheder ville blive monteret. Der vil således mere eller mindre være tale om et rent finansieringstilskud uden en egentlig effekt i forhold til begrænsning af partikelemissioner. Det kan dog ikke udelukkes, at et tilskud vil have en slags signalværdi.

Det er arbejdsgruppens vurdering, at et tilskud på maksimalt 30 pct. brutto kun vil have en begrænset effekt, da vognmændene ikke umiddelbart kan opnå en gevinst, der står mål med deres egne udgifter til montering og til de løbende omkostninger til drift og service. Det vurderes derfor, at et eventuelt tilskud i væsentlig udstrækning ville blive benyttet ved montering af partikelfiltre på køretøjer, der alligevel ville have fået monteret et filter uden tilskud.

8.5. Tilskud til Euronorm 4 lastbiler indkøbt før 1. oktober 2006

Hensigten med eventuelt at indføre et statslige tilskud til køb af vogne, der opfylder de kommende Euronorm 4, før de bliver lovpligtige, vil være at præmiere vognmænd, som udviser en sådan adfærd.

EU-retlige bindinger

Tilskud til foropfyldelse af Euronorm 4 kan gives i henhold til Europa-parlamentets og Rådets direktiv 1999/96/EF af 13. december 1999 om indbyrdes tilnærmelse af medlemsstaternes lovgivninger om foranstaltninger mod emission af forurenende luftarter og partikler fra motorer med kompressionstænding til fremdrift af køretøjer og emission af forurenende luftarter fra køretøjsmotorer med styret tænding, som benytter naturgas eller autogas (LPG) som brændstof, og om ændring af Rådets direktiv 88/77/EØF (EF-Tidende nr. L 044 af 16/02/2000).

I betragtning nr. 13 til direktivet er anført, at medlemsstaterne bør have mulighed for ved hjælp af skatte- og afgiftslettelser at fremme markedsføringen af køretøjer, der opfylder de forskrifter, som er vedtaget på fællesskabsplan. Det anføres videre, at sådanne lettelser skal være i overensstemmelse med traktatens bestemmelser og opfylde visse betingelser, som skal forhindre konkurrencefordrejning på det indre marked. Endelig bemærkes det, at direktivet ikke begrænser medlemsstaternes ret til at lade emissioner af forurenende stoffer og andre stoffer indgå i beregningsgrundlaget for de løbende motorkøretøjsafgifter.

Artikel 3 i direktivet har følgende ordlyd:

"1. Medlemsstaterne kan kun indrømme skatte- og afgiftslettelser for motorkøretøjer, der opfylder bestemmelserne i direktiv 88/77/EØF som ændret ved nærværende direktiv. Disse lettelser skal opfylde såvel traktatens bestemmelser som følgende betingelser i litra a) eller b):

a) De skal gælde for alle fabriksnye køretøjer, der udbydes til salg på markedet i en medlemsstat, og som tidligere end krævet overholder grænseværdierne i række A i tabellerne i punkt 6. 2. 1 i bilag I til direktiv 88/77/EØF som ændret ved nærværende direktiv, og derefter fra den 1. oktober 2000 overholder grænseværdierne i række B1 eller B2 i de samme tabeller. De skal ophøre fra det tidspunkt, hvor overholdelsen af emissionsgrænseværdierne i artikel 2, stk. 3, bliver obligatorisk for fabriksnye køretøjer, eller inden det tidspunkt, hvor anvendelsen af emissionsgrænseværdierne i række B1 eller B2 i tabellerne i punkt 6. 2. 1 i

bilag I til direktiv 88/77/EØF som ændret ved nærværende direktiv bliver obligatorisk.

b) De skal gælde for alle fabriksnye køretøjer, der udbydes til salg på markedet i en medlemsstat, og som overholder de tilladte emissionsgrænseværdier i række C i tabellerne i punkt 6. 2. 1 i bilag I til direktiv 88/77/EØF som ændret ved nærværende direktiv.

2. For hver type motorkøretøj må afgiftslettelserne ikke overstige ekstraomkostningerne til det tekniske udstyr til overholdelse af grænseværdierne i enten række A eller række B1 eller B2 eller grænseværdierne i række C i tabellerne i punkt 6. 2. 1 i bilag I til direktiv 88/77/EØF som ændret ved nærværende direktiv, og monteringen heraf i køretøjet.

3. Kommissionen skal underrettes om planer om indførelse eller ændring af skatte- og afgiftslettelserne i denne artikel i så god tid, at den kan fremsætte sine bemærkninger dertil. "

Som det fremgår af ovenstående er der såvel efter statsstøttere reglerne som det nævnte direktiv krav om, at Kommissionen skal inddrages i forbindelse med planer om økonomiske incitament. En eventuel tilskudsordning skal derfor drøftes med Kommissionen forud for gennemførelsen.

Anvendelse af tilskud til køb af Euronorm 4 køretøjer

En ordning vedrørende føropfyldelse af Euronorm 4 normerne vil svare til den tilskudsordning, der var gældende ved anskaffelse af Euronorm 3-lastbiler i perioden fra 1. januar 1999 til 1. oktober 2001. Denne tilskudsordning blev endeligt vedtaget i efteråret 2001.

En sådan ordning for Euronorm 4 køretøjer skønnes med tilskud i størrelsesorden 12. 000-20. 000 kr. pr køretøj at koste ca. 50 mio. kr. i perioden 1. januar 2004 til 1. oktober 2006. Tilskudsbeløbet kan i givet fald nedtrappes i tiden frem til Euronorm 4 bliver obligatorisk.

Der er ikke i øjeblikket fastlagt endelige krav for alle komponenter af Euronorm 4, og der er heller ikke nu markedsført lastbiler, der kan overholde de forventede Euronorm 4 krav. Det skønnes, at endelig fastsættelse af samtlige krav til Euronorm 4 muligvis først kan ske ganske kort tid før ikrafttrædelsen. Det vurderes dog, at det vil være muligt at give tilskud til køretøjer, der opfylder de emissionsgrænseværdier, der allerede nu er enighed om.

I tabel 7 er skitseret en ordning, hvor tilskud til Euronorm 4 lastbiler nedtrappes i tiden frem til, at Euronorm 4 bliver obligatorisk 1. oktober 2006:

Tabel 7

Periode	Tilskud	Antal solgte Euronorm 4 biler	Samlet udgift
2004 og 2005	20. 000 kr.	1. 000 stk.	20 mio. kr.
1/1-1/10 2006	12. 000 kr.	2. 500 stk.	30 mio. kr.
	I alt:	3. 500 stk.	50 mio. kr.

Tilskuddets størrelse er fastsat ud fra Teknologisk Instituts vurdering af, at salgsprisen vil falde til omkring 12. 000 kr. per filter, når disse bliver obligatoriske. Antal solgte Euronorm 4 køretøjer er estimeret ud fra det årlige salg på ca. 5. 000 køretøjer.

Der er en risiko for, at denne type tilskudsordning (som det også er tilfældet ved tilskud til eftermontering) primært vil blive benyttet til køretøjer, der af andre grunde møder krav om partikelfiltre, eller til køretøjer, der anvendes til international kørsel. Dette fordi flere lande giver rabat på vejafgifter i forhold til køretøjernes miljøstandard. Såfremt tilskuddet primært bliver benyttet på denne vis, vil effekten for partikel-emissionen i Danmark være begrænset.

Arbejdsgruppen finder det vanskeligt at vurdere, hvor megen merkørsel i Danmark med filter en sådan ordning ville kunne medføre og de helbredsmæssige effekter heraf. Det vurderes dog, at tilskuddet i stor udstrækning vil blive benyttet til køretøjer, der enten anvendes til international kørsel, eller hvor man alligevel ville have valgt at købe en Euronorm 4 lastbil før normen træder i kraft.

8.6. Miljøzoner i større byer

I april 2000 vedtog folketinget en ny paragraf i Færdselsloven - §92 d - som giver en kommune lov til at indføre forsøgsordninger med trafikale restriktioner, som f. eks. er miljømæssigt begrundet. Ordningen skal godkendes af Justitsministeriet, inden den kan sættes i værk.

Juridiske aspekter

Det vurderes, at der inden for de rammer, som er opstillet i færdselslovens § 92 d, ikke er begrænsninger for, hvilke forsøg der kan påtænkes tilladt. Der vil følgelig principielt også kunne påtænkes forsøg med miljøzoner, hvor der f. eks. stilles krav om, at tunge køretøjers adgang til en miljøzone gøres afhængig af, at de pågældende køretøjer har et partikelfilter påmonteret.

En eventuel tilladelse til et sådant forsøg vil imidlertid fuldstændig afhænge af forsøgets konkrete omstændigheder. Det er derfor ikke muligt generelt at anføre hvilke nærmere vilkår, Justitsministeriet i givet fald vil fastsætte i forbindelse med tilladelse til et sådant forsøg, herunder om der f. eks. skal være dispensationsmuligheder eller lignende. I bilag 3 findes et notat fra Justitsministeriet, der mere detaljeret gennemgår detaljerne i forbindelse med forsøg med miljøzoner.

Vedrørende spørgsmålet om størrelsen af en afgift, som opkræves som betaling for f. eks. et certifikat eller en tilladelse til kørsel i en miljøzone, fremgår det af bemærkningerne til § 92 d, at forsøg, som har hjemmel i § 92 d, kan indebære økonomiske konsekvenser for erhvervslivet – f. eks. i form af udgifter til parkeringsordninger, certificeringer, investeringer i nye køretøjer mv. Bestemmelsen giver ikke hjemmel til at gennemføre forsøg med f. eks. bompenge eller lignende opkrævninger af afgifter ud over standsnings- og parkeringsafgifter. Der kan maksimalt opkræves betaling for de faktiske omkostninger, der er forbundet med at producere og levere ydelser af den nævnte karakter.

Forsøg med miljøzoner vil som hovedregel ikke kunne udstrækkes ud over, hvad der er nødvendigt for at gennemføre en evaluering. Det vil normalt være op til maksimalt et år, men det vil kunne komme på tale at forlænge forsøget under hensyn til evalueringen, eller hvis evalueringen måtte vise, at der er grundlag for en lovmæssig regulering af området. Forsøget vil i disse tilfælde kunne tænkes at fortsætte, indtil der er taget stilling til, om der kan skabes lovhjemmel for en permanent ordning.

Praktiske aspekter

Miljøzone med alderskrav til køretøjer kendes fra Sverige. I de tre største svenske byer (Stockholm, Göteborg og Malmö) blev der i 1996 indført miljøzoner for tunge køretøjer. Reglerne var, at lastbiler kun måtte køre i zonerne, hvis de levede op til bestemte svenske miljønormer. Dette krav blev senere ændret til et mere generelt alderskrav for at leve op til EUs regler mod diskriminering, således at en lastbil uanset nationalitet kan få adgang til zonen, hvis den er mindre end 8 år gammel. Hvis bilen er mere end 8 år gammel, kan den få en dispensation, såfremt den har partikelfilter. I alle tre byer er der tale om forholdsvis store områder; i Stockholm dækker zonen således et område på 35 km² med 250. 000 indbyggere, mens zonen i Malmø er 9 km² stor og har 80. 000 indbyggere.

De fleste større byer i Danmark (hermed menes byer med flere end 30. 000 indbyggere) har gode fysiske muligheder for at etablere miljøzoner. De har stort set alle sammen en bykerne, som ligger inden for en ringgade. Bykernen er som regel den ældste del af byen, og den er præget af

mange butikker, restauranter og cafeer med deraf følgende trafik. Den er desuden ofte præget af, at gaderne er smalle. Ud over København er der i Danmark kun tre byer med mere end 100. 000 indbyggere, nemlig Århus, Odense og Ålborg. Alle disse tre byer har ringgader, der ville kunne bruges som afgrænsning af en miljøzone.

Det er afgørende at sikre sig, at der er en vis overensstemmelse mellem forskellige miljøzoner i forskellige byer, hvilket også er en af grundene til, at ordningerne skal godkendes af Justitsministeriet. Det vil ikke være rimeligt, hvis én by indfører én slags krav, og en anden by indfører en helt anden slags krav, således at transportørerne skal indhente flere forskellige tilladelser og certifikater. Der er derfor behov for en vis overordnet koordinering af de forskellige ordninger.

Umiddelbart kan man forestille sig to typer af ordninger, en hvor der stilles krav til køretøjets alder og en hvor der stilles krav om partikelfilter. En ordning hvor der stilles krav om alder er entydig og kræver formentlig ikke de store investeringer fra vognmændenes side, da disse i stor udstrækning vil kunne benytte deres nyeste køretøjer, når de kører i en miljøzone. En sådan model burde ikke give anledning til EU-retlige problemer, da den findes tilsvarende i Sverige. En ordning, hvor der stilles krav om partikelfilter, vil derimod have store økonomiske konsekvenser for vognmændene, da kun ganske få køretøjer i dag har monteret filter. Det samme vil i øvrigt være gældende, hvis der stilles krav om f. eks. opfyldelse af Euronorm 3 eller 4.

Derudover skønnes en ordning med alderskrav umiddelbart nemmere at administrere end ordninger, hvor der stilles eksplicit krav om opfyldelse af f. eks. Euronorm 4 normerne eller at køretøjet har partikelfilter.

Muligheden for effektiv kontrol er et vigtigt element i udformningen af en miljøzone. Fra vognmændenes side har man fremført, at man nødtigter, at nogle påtager sig ekstra udgifter, mens andre blot tilsidesætter reglerne.

Rent administrativt kan forbudet udformes som et kørselsforbud eller et standsningsforbud. Et kørselsforbud betyder ganske enkelt, at det er forbudt at køre ind i zonen, hvis der ikke er monteret partikelfilter, mens et standsningsforbud kun medfører, at det er forbudt at standse på offentligt område. Et standsningsforbud vil således ikke ramme transittrafikken, og det vil heller ikke ramme de biler, der parkerer på privat område. Et standsningsforbud kan håndhæves af kommunens parkeringsvagter, mens et kørselsforbud skal håndhæves af politiet. Hvis ordningen udformes som et standsningsforbud, har kommunen

dermed mulighed for selv at øge kontrollen, hvis det bliver nødvendigt. Hvis ordningen udformes som et generelt kørselsforbud, skal den hæves af politiet.

Det skal dog nævnes, at erfaringer fra de svenske miljøzoner tyder på, at op imod 95 pct. af samtlige lastbiler i zonen overholder reglerne. Som årsag angives, at transportørerne ikke ønsker at få et dårligt image blandt kunderne, og derfor vil de ikke risikere at få bøde for noget, der kan karakteriseres som miljømæssig forkert adfærd. Det kan dog ikke afvises, at forholdene vil være anderledes i Danmark, idet trafikadfærden kan adskille sig fra den svenske. Således har man f. eks. langt bedre erfaringer med overholdelse af hastighedsgrænser og sikkerhedsselekrav i Sverige. Dertil kommer, at miljøzoner i Sverige har mere permanent karakter end det umiddelbart vil være tilfældet i Danmark.

Det er ikke muligt umiddelbart at se på en bil, hvor gammel den er, eller om den har et partikelfilter, så en form for mærkning af køretøjet vil være nødvendig. Det kan f. eks. være et autoriseret mærkat, der monteres i forruden, på nummerpladen eller lignende. Ved at tilføje en udstyrskode "partikelfilter" på registreringsattesten for lastbiler og busser, der er forsynet med filtre, kan denne benyttes som grundlag for udstedelse af sådanne mærkater, jf. afsnit 8.3.

Så vidt vides er det kun Københavns Kommune, der har konkrete planer om miljøzoner. De øvrige større byer afventer en evaluering af den københavnske Citygodsordning, samt hvilke tiltag der i øvrigt vil blive givet tilladelse til.

8.7. Begrænsning af partikelemissioner ved indførelse af svovlfri diesel

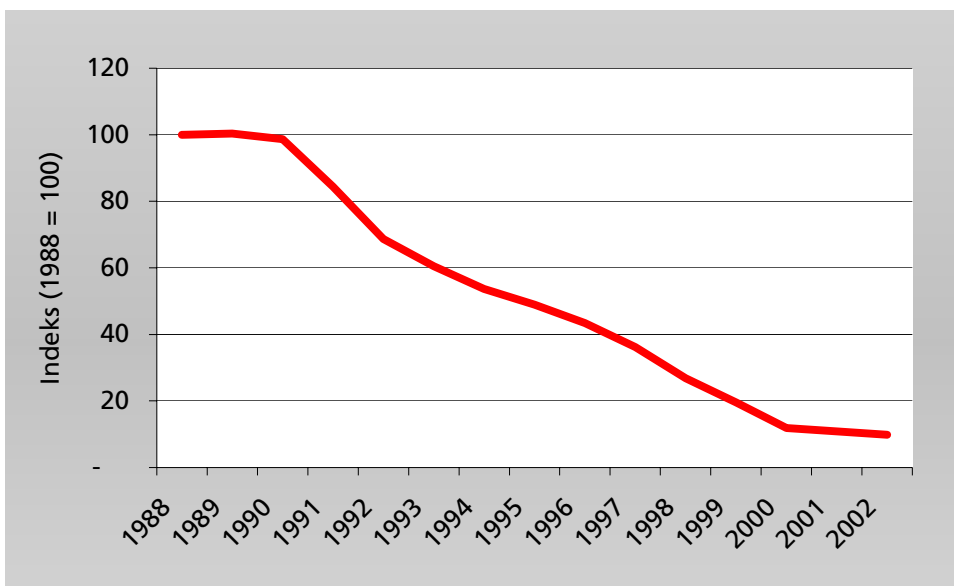
Svovlindholdet i diesel har været faldende over de seneste godt 20 år som følge af skærpede EU-krav. Den seneste beslutning om indførelse af svovlfri diesel (max. 10 ppm) er primært begrundet med, at det vil åbne mulighed for at reducere CO₂-emissionen fra den fremtidige bilpark, samt at det vil lette mulighederne for at opfylde de fremtidige emissionsnormer. Det indgår dog også i beslutningsgrundlaget, at man som sideeffekt vil opnå en reduktion af partikeludslippet fra den eksisterende bilpark. Adgang til svovlfri diesel må i øvrigt forventes at øge anvendelsesområdet for problemfri drift af partikelfiltre på tunge køretøjer.

I Danmark har man i vid udstrækning anvendt økonomiske incitamenter for at fremme en tidligere indførelse af vedtagne EU-krav. I 1992 blev svovlindholdet i diesel således reduceret til under 500 ppm (obliga-

torisk 1996) som følge af en afgiftsdifferentiering på 10 øre/l. I midten af 1999 blev indholdet af svovl yderligere reduceret til 50 ppm (obligatorisk 2005) som resultat af en afgiftsdifferentiering på 18 øre/l.

Transportsektorens SO₂-udledning er, som resultat af de skærpede EU-krav og Danmarks fremme af en tidligere indførelse af vedtagne EU-krav, blevet reduceret med omkring 90 pct. siden 1990 (ca. 98 pct. for lastbiler), hvilket fremgår af figur 13.

Figur 13 SO₂-udledning fra transportsektoren



Der er i slutningen af 2002 vedtaget en ændring af direktiv 98/70, som fastsætter krav til kvaliteten af benzin og diesel, herunder til indholdet af svovl. Ændringen indebærer, at svovlfri benzin og diesel (max 10 ppm svovl) skal være generelt tilgængelig i hele EU fra 1. januar 2005, og at der fra 1. januar 2009 kun må markedsføres svovlfri brændstoffer. Den sidstnævnte dato skal dog for diesel bekræftes af EU-kommissionen senest i 2006. Da der er problemer med markedsføring af flere kvaliteter på det danske marked, har den danske oliebranche tidligere indikeret, at det nye direktiv i praksis formentlig vil medføre, at der på det danske marked allerede fra 2005 vil ske en 100 pct. omlægning til svovlfri diesel. De seneste meldinger fra branchen tyder imidlertid på, at der i første omgang kun kan forventes en begrænset omlægning til svovlfri diesel.

I det nye EU-direktiv indgår en opfordring til medlemslandene om at anvende fiskale foranstaltninger for at fremme en hurtig indførelse af de mere miljøvenlige brændstoffer. I Tyskland er der fra 1. januar 2003 indført økonomiske incitamenter med henblik på allerede fra dette tids-

punkt at få markedsført de svovlfri brændstoffer. Tilsvarende ordninger er, eller er ved at blive indført i Sverige, Storbritannien og Schweiz.

Effekten på partikeludslippet ved omlægning til svovlfri diesel er beregnet til ca. 55 tons pr år, fordelt over både by og land.

Meromkostninger ved produktion af indførelse af svovlfri diesel

Den danske oliebranche har i april 2002 i breve til Skatteministeriet og Miljøministeriet meddelt, at merudgiften til fremstilling af svovlfri diesel i forhold til den nuværende kvalitet (50 ppm) er op til ca. 12 øre/liter¹⁰. Der er imidlertid i disse beregninger anvendt en meget kort afskrivningsperiode (2 år) for raffinaderiernes omstilling. Ved en mere normal afskrivningsperiode (f. eks. 15 år) er merudgiften opgjort til ca. 5 øre/liter. Dette stemmer godt med de beregninger, som EU-kommissionen har fået gennemført i forbindelse med udarbejdelsen af det reviderede brændstofdirektiv. Her er omkostningerne for et gennemsnitligt europæisk raffinaderi opgjort til 3,4 øre/liter (max. ca. 4,5 øre/liter), hvoraf merudgifterne ved selve driften er skønnet at ligge omkring 1 øre/liter. Det skal dog bemærkes, at udgifterne på danske raffinaderier - grundet disses beskedne størrelse - skønnes at være større end i EU som helhed. I tabel 8 er til sammenligning angivet de økonomiske konsekvenser for to scenarier, hvor der er anvendt følgende merproduktionspriser for benzin/diesel: Som anført af EU-kommissionen for et gennemsnitsraffinaderi (3,4 øre/liter), og som anført af den danske oliebranche med lang afskrivningsperiode (5 øre/liter).

Tabel 8

Merproduktionspris		3,4 øre/l	5 øre/l
Miljøgevinst ¹	mio. kr.	31	31
Meromkostninger ²	mio. kr.	75	110
Årlig nettoresultat	mio. kr.	-44	-79

¹⁾ Ved opgørelse af miljøgevinsten er anvendt en værdisætning af forureningskomponenterne som anført af Det Økonomiske Råd i "Dansk Økonomi Forår 2002" (2002) samt af Finansministeriet m. fl. i "Miljøpolitikens Økonomiske Omkostninger og Fordele (2000). Gevinsten består af reduceret emission af partikler (55 tons) og SO₂ (150 tons) samt en mindre stigning i emissionen af CO₂ på raffinaderierne (9. 250. tons).

²⁾ Salg af diesel 2,2 mia. liter

¹⁰ Oliebranchen har i en fornyet henvendelse til Skatteministeren og Miljøministeren den 11. april 2003 oplyst, at man vil kunne levere svovlfri diesel til det danske marked, såfremt der indføres en afgiftsdifferentiering på 6 øre/liter

Som det fremgår, er nettoresultatet i alle tilfælde negativt, mellem -2,0 øre/l og -3,6 øre/l. Break-even punktet opnås ved en meromkostning på 1,4 øre/liter. Tages der udgangspunkt i det tidligere svar fra Oliebranchen på 12 øre/l vil det samfundsøkonomiske afkast blive et underskud på 233 mio. kr. årligt.¹¹ Det skal understreges, at der er tale om et groft skøn, da der er stor usikkerhed forbundet både med opgørelsen af de miljømæssige effekter og ved værdisætningen af disse. De nævnte skøn udgør alene en del af de samfundsøkonomiske omkostninger. Hertil kommer virkningen på grænsehandlen, alt efter hvordan incitamenterne til køb af svovlfri diesel gives.

For de bilister, der anskaffer dieselmotorer (personbiler) forsynet med partikelfiltre, kan anvendelse af svovlfri diesel forventes at medføre en marginal forbedring af brændstoføkonomien grundet mindre behov for regenerering. På længere sigt forventes nye dieselmotorer at blive udstyret med "avancerede NO_x-katalysatorer", som muliggør optimering af motor og dermed en forbedret brændstoføkonomi. Dette er den væsentligste EU-begrundelse for indførelse af svovlfri diesel. Sådanne biler kan dog ikke forventes på det danske marked før tidligst i 2005.

Provenumæssige betragtninger

En afgiftsdifferentiering kan indføres på flere måder, alt efter om det ønskes, at meromkostningerne ved at producere svovlfri diesel (størrelsesorden 75-110 mio. kr. årligt ved hhv. 3,4 og 5 øre/l.) skal betales af staten, bilisterne eller deles i et bestemt forhold. Det kan ske ved:

- at afgiften på diesel med svovlindhold på over 10 ppm forhøjes (model a),
- at afgiften på diesel med under 10 ppm svovl lempes (model b),
- en kombination af a) og b)

Den sidstnævnte kombination blev anvendt i Danmark i 1999 i forbindelse med indførelsen af diesel med under 50 ppm svovl. Ved den lejlighed blev afgiften for diesel med et svovlindhold over 50 ppm forhøjet med 9 øre/liter, samtidig med at afgiften på diesel med svovlindhold under 50 ppm blev reduceret med 9 øre/liter, således at afgiftsdifferentieringen i alt udgjorde 18 øre/liter. I praksis blev resultatet en 100 pct. overgang til diesel med max. 50 ppm svovl. Dette betød også, at model-

¹¹ Med den seneste udmelding fra oliebranchen fra 11. april 2003, hvor der regnes med et beløb på 6 øre/liter, bliver underskuddet ca. 100 mio. kr. årligt.

len ikke var provenuneutral, men medførte en mindreindtægt til staten på 9 øre/liter diesel svarende til ca. 198 mio. kr. om året.

Model a), hvor afgiften på diesel med mere end 10 ppm svovl forhøjes, kan gennemføres ved, at de gældende afgiftssatser bibeholdes, men at forudsætningen for beskatning med den lave sats ændres fra 50 ppm svovl til 10 ppm svovl (det er den model, der er valgt i Tyskland). Det vil have som konsekvens, at afgiftssatsen for diesel mellem 10 ppm svovl og 50 ppm svovl vil blive forhøjet med 18 øre, fra 275 øre/liter til 293 øre/liter inkl. CO₂-afgift.

En afgiftsforhøjelse er umiddelbart ikke foreneligt med regeringens skattestop. Der gives dog en undtagelse på miljøområdet, hvor en afgiftsforhøjelse kan ske, hvis den er strengt nødvendig for at nå et bestemt miljømål. I givet fald skal provenuet føres tilbage i form af skattelettelser. Da indførelse af svovlfri diesel kan opnås på anden vis, f. eks. ved en nedsættelse af afgiften på svovlfri diesel, vurderes en afgiftsforhøjelse ikke at være ”strengt nødvendig”. Det vil således være imod skattestoppet at forhøje afgiften på svovlfattig diesel uanset, at svovlfattig diesel med videreførsel af den nuværende afgiftsdifferentiering på 18 øre pr liter må forventes at forsvinde fra det danske marked, og at afgiftsforhøjelsen derfor vil være provenuneutral.

Modellen vil imidlertid have en afledt effekt på grænsehandlen. Effekten afhænger af, hvor meget prisen på svovlfri diesel stiger i forhold til almindelig diesel. Stiger prisen med 5 øre/liter, som branchen selv har anført, vil der blive tanket ca. 25 mio. liter diesel mindre i Danmark til international godstransport, hvilket giver et provenutab på ca. 70 mio. kr.¹² Hertil kommer et tab fra personbiler og busvognmænds øgede tankning i udlandet.

Bliver merprisen ca. 3,4 øre/liter, som beregnet af EU-kommissionen, bliver provenutabet tilsvarende lavere i størrelsesorden 40 mio. kr.

Model b) medfører at afgiften for diesel med under 10 ppm reduceres, således at forbrugerne holdes skadesløse, mens staten får et provenutab.

Ud fra en samfundsøkonomisk indfaldsvinkel bør størrelsen af en afgiftsdifferentiering fastlægges ud fra den beregnede miljøgevinst på 1,4 øre/liter. En sådan løsning vil ikke være i strid med skattestoppet og

¹² I *Rapport om Grænsehandel* (Skatteministeriet, 2001) skønnes, at en afgiftsforhøjelse på 20 øre/liter vil føre til, at salget af diesel til international transport vil blive reduceret med ca. 100 mio. liter. Det er her skønnet, at en prisstigning på 5 øre/liter svarer til 25 mio. liter.

medføre et provenutab i størrelsesorden 30 mio. kr. Det er imidlertid usikkert, om en afgiftsdifferentiering i denne størrelsesorden vil være tilstrækkelig til at fremme omlægning fra svovlfattig til svovlfri diesel.

Vælges en afgiftslempelse på 3,4 øre/liter (svarende til den merpris, som er som beregnet af EU-Kommissionen), vil det for år 2004 medføre et provenutab på ca. 75 mio. kr. Det er gruppens vurdering, at en afgiftslempelse i denne størrelsesorden vil medføre en omlægning fra svovlfattig til svovlfri diesel.

Arbejdsgruppen vurderer, at en fremrykning af tidspunktet for indførelse af svovlfri diesel vil medføre en reduktion i det årlige partikeludslip på ca. 55 tons (både by og land). Efter arbejdsgruppens vurdering vil der ikke være samfundsøkonomiske gevinster ved en sådan fremrykning. De miljømæssige gevinster er beregnet til ca. 1,4 øre/liter, mens produktionsomkostningerne er skønnet at ligge i området 3,4-5 øre/liter. De marginale produktionsomkostninger forventes dog at være mindre.

Beregningerne viser således negative samfundsøkonomiske resultater for Danmark. En række af vore nabolande (Tyskland, Sverige, UK og Schweiz) har eller er imidlertid ved at indføre økonomiske incitamentter for at fremme udbredelsen af svovlfri diesel. Såfremt det også i Danmark måtte overvejes at gøre noget tilsvarende, er det arbejdsgruppens vurdering, at det – som konsekvens af det i Danmark indførte skattestop – i givet fald bør ske ved en afgiftslettelse af svovlfri diesel på 2-3 øre/liter. Konsekvensen vil være et årligt provenutab på 40-60 mio. kr.

8.8. Registreringsafgift for personbiler

På trods af, at person- og varebiler ikke er emnet for denne redegørelse, skal et andet udvalgsarbejde dog lige nævnes her. Regeringen nedsatte sidste år en arbejdsgruppe til at overveje eventuelle ændringer af registreringsafgiften. I forbindelse med dette arbejde har man noteret sig, at fremme af dieseldrevne biler vil have en positiv effekt set i forhold til ønsket om at reducere CO₂ – udslippet, men samtidig en negativ effekt i forhold til partikelemission. Arbejdsgruppen har nu afsluttet sit arbejde og her kan kort refereres nogle af de resultater, som gruppen kom med vedrørende partikler. I to ud af de tre modeller for en større omlægning af registreringsafgiften indgik et tillæg til dieselbiler i den nye model. Dette skete for at modvirke den stigende andel af dieselpersonbiler, som omlægningerne i øvrigt gav anledning til. Da der ikke ville blive gennemført en større omlægning af registreringsafgiften, er et sådant tillæg til dieselbiler ikke relevant.

Desuden blev det nævnt som en mulighed at give dieselpersonbiler med partikelfilter et nedslag i afgifterne, svarende til merproduktionsprisen inklusiv afgifter for en sådan bil. En differentiering af registreringsafgiften ud fra partikelemissioner er imidlertid ikke mulig efter gældende EU-regler, idet partikler indgår som delelement i en samlet norm, og der ikke må afgiftsfavoriseres med hensyn til en del af en samlet EU-norm.

Denne restriktion vurderes dog ikke at gælde, når der er tale om en årlig afgift som f. eks. ejerafgiften. Det kan derfor overvejes at give et nedslag i den årlige ejerafgift på en sådan måde, at salg af biler med lav partikelemission (partikelfilter) fremmes.

Konkret kunne et nedslag i den årlige grønne afgift på f. eks. 1. 500 kr. de første 3 år af køretøjets levetid overvejes. Et sådant nedslag skønnes at ville give et årligt provenutab på 30 – 35 mio. kr.

Endelig blev den foreslåede omlægning af registreringsafgiften for varebiler vurderet at have en positiv indflydelse på de fremtidige partikelemissioner. I dag er afgiften på store varebiler meget mindre end på små varebiler og dette giver en forskydning af salget mod større biler, der igen leder til større emissioner. Den langsigtede belastning af de offentlige finanser vil være 15-160 mio. kr. (afhængigt af udformningen), idet der tages hensyn til den afledte virkningen på bl.a. brændstofafgifter.

Kommissorium for arbejdsgruppe vedrørende partikelredegørelse

Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg har den 13. september 2002 afgivet beretning om små partikler. Heraf fremgår det, at der er iværksat en række tiltag med henblik på at nedbringe luftforureningen med partikler fra tunge dieselmotorer. På den baggrund og ud fra ønsket om at sikre, at indsatsen sker på et solidt grundlag, der sikrer mest miljø for pengene, og ønsket om ikke at stille krav, der ensidigt fokuserer på et enkelt virkemiddel uden hensyntagen til den opnåede effekt og de realiserede omkostninger derved, konstaterer V, DF, KF og KRF i beretningen fra Miljø- og Planlægningsudvalget, at regeringen i foråret 2003 vil fremlægge en partikelredegørelse indeholdende en status for arbejdet samt forslag til den kommende indsats.

Der nedsættes en arbejdsgruppe, der skal udarbejde udkast til redegørelsen, som skal indeholde en vurdering af luftkvaliteten med hensyn til partikelkoncentrationer og deres oprindelse med udgangspunkt i Miljøministeriets arbejde med at forbedre vidensgrundlaget. Desuden skal redegørelsen indeholde en gennemgang af de igangværende og de allerede tagne initiativer til nedbringelse af forureningen med partikler, samt en vurdering af eventuelle nye initiativers omkostningseffektivitet, herunder:

- Skatteministeriets arbejde vedrørende registreringsafgiften
- Færdselsstyrelsens arbejde med at indføre en typegodkendelsesordning for partikelfiltre
- Mobil kontrol med dieselmotorers røgtæthed
- Typespecifikke grænseværdier for nye køretøjers røgtæthed.
- Vedtagne EU-normer (EURO4 normerne)
- Miljøzoner i større bykommuner
- Svovlfrit brændstof

- Økonomiske incitamenter til montering af partikelfiltre til tunge køretøjer

Yderligere initiativer kan evt. analyseres med henblik på at vurdere om de udgør et omkostningseffektivt alternativ til de nuværende tiltag.

Arbejdsgruppen skal komme med en vurdering af de erhvervsøkonomiske, samfundsøkonomiske, miljømæssige og sundhedsmæssige konsekvenser af de nævnte initiativer. I arbejdet skal indgå en vurdering af, hvorvidt nye initiativer har EU-retlige konsekvenser, og hvordan disse i givet fald tænkes håndteret. Arbejdsgruppen skal inddrage en kommende partikelanalyse fra Institut for Miljøvurdering.

Finansieringen af eventuelle nye initiativer skal ske i overensstemmelse med skattestoppet og inden for de eksisterende økonomiske rammer.

Det foreslås, at arbejdsgruppen sammensættes af repræsentanter fra Finansministeriet, Miljøministeriet, Skatteministeriet, Sundhedsstyrelsen, Justitsministeriet og Trafikministeriet med Trafikministeriet som formand.

Vurdering af partikelforureningens og dieselpartiklers sundhedsskadelige effekter

Miljøministeriets og Sundhedsstyrelsens
arbejdsgruppe for udendørs luftforurening
april 2003

Forord

I 1998 tog Sundhedsstyrelsen initiativ til at nedsætte en fælles arbejdsgruppe for Miljøministeriet (det daværende Miljø- og Energiministerium) og Sundhedsstyrelsen med henblik på at foretage vurderinger af de sundhedsmæssige aspekter i forbindelse med udendørs luftforurening, samt løbende at vurdere betydningen af nye EU-grænseværdier på området. I forbindelse med gruppens arbejde og som resultat af gruppens diskussioner udarbejdes der kortfattede monografier, der sammenfatter gruppens holdning med hensyn til sundhedsmæssige aspekter vedrørende konkrete luftforureningskomponenter og spørgsmål knyttet hertil.

Gruppen er pr. april 2003 sammensat af følgende personer:

Læge Jette Blands, Sundhedsstyrelsen
Læge Barbara Hjalsted, Sundhedsstyrelsen
Professor Steffen Loft, Københavns Universitet
Lektor, læge Torben Sigsgaard, Århus Universitet
Overlæge dr. med. Ebbe Taudorf, Ålborg Sygehus
Seniorforsker Finn Palmgren, Danmarks Miljøundersøgelser
Civilingeniør Christian Lange Fogh, Miljøstyrelsen
Cand. scient. Ulrik Torp, Miljøstyrelsen
Cand. pharm. Poul Bo Larsen, Miljøstyrelsen (formand)

Vurdering af partikelforureningens og dieselpartiklers sundhedsskadelige effekter

1. baggrund og formål

Denne sammenfatning er udarbejdet som et baggrundsdokument om partikelforureningens sundhedsskadelige effekter som et indspil til regeringens kommende partikelredegørelse. Fokus i vurderingen er på betydningen af de ultrafine forbrændingspartikler fra dieseludstødning.

Nærværende vurdering er en opdatering og sammenstilling af tidligere vurderinger og en tilføjelse af den seneste nyere viden på området. Som væsentlige referencer og arbejder indgår:

"Vurdering af partikler i udeluft". Statuspapir pr. august 2000" Miljøministeriets og Sundhedsstyrelsens arbejdsgruppe for udendørs luftforurening.

"Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark". Rapport nr. 358, 2001. Danmarks Miljøundersøgelser samt opdateret notat af rapporten pr. 5. juni 2002.

"Partikelfiltre på tunge køretøjer" rapport fra Færdselsstyrelsen, juni 2001

"Helbredseffekter af partikulær luftforurening i Danmark – et forsøg på kvantificering" artikel i Ugeskrift for Læger, august 2002

"Helbredseffekter af trafikgenererede ultrafine partikler" artikel i Ugeskrift for Læger, august 2002,

"Samfundsøkonomisk vurdering af partikelfiltre" rapport fra Institut for Miljøvurdering, november 2002

"Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study" artikel publiceret i Lancet oktober 2002.

"Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study", artikel publiceret i Lancet, oktober 2002.

"Air pollution and health", oversigtsartikel publiceret i Lancet, oktober 2002.

"On health risks of ambient PM in the Netherlands", national hollandsk vurdering oktober 2002.

Sammenfatningen skal i videst muligt omfang søge at besvare en række sundhedsfaglige problemstillinger og spørgsmål formuleret af Trafikministeriet. For i videst mulig udstrækning af besvare de ofte sammensatte spørgsmål og fremlagte problemstillinger er det fundet mest hensigtsmæssigt at foretage en opdeling i en række enkeltspørgsmål:

I hvilken udstrækning er der dokumentation for at der er en sammenhæng mellem partikelniveauer og effekter ?

Hvilke sammenhænge er der fundet mellem partikelniveauer i luften og effekter?

Hvad betyder undersøgelsesernes forskellige målemetoder for partikler i forhold til vurdering af helbredseffekter?

Er der en nedre tærskelværdi?

Er der særlige egenskaber ved partiklerne der er afgørende for effekt fx kemisk indhold eller partikelstørrelse (grove, fine og ultrafine partikler), og hvad betyder de forskellige kilder til partikelforureningen?

Hvilken indflydelse har øget dødelighed på tabte leveår?

Hvordan skal øget sygelighed tolkes?

Hvad betyder effekterne på befolkningsniveau?

Hvor hurtigt og i hvilket omfang opnås helbredsmæssig gevinst ved reduktion af partikeludsættelsen?

I hvilken udstrækning kan helbredseffekterne værdisættes?

I hvilken udstrækning kan effekten af regulering af konkrete partikelkilder forudsiges fx regulering af dieselmotørens partikeludslip?

Hvilke konklusioner kan der drages ud fra en overordnet sundhedsfaglig vurdering – er der grundlag for tiltag?

2 Dokumentation fra befolkningsundersøgelser

Såvel blandt forskere som blandt internationale organisationer og nationale myndigheder synes der at være en bred erkendelse af, at partikelforureningen kan tilskrives en række betydelige sundhedsskadelige effekter i befolkningen. Denne erkendelse er gradvist opbygget i takt med den øgede viden der er fremkommet på området som følge af de seneste 10 års meget store internationale forskningsmæssige indsats, hvor et meget stort antal befolkningsundersøgelser har vist sammenhænge mellem luftens indhold af partikler og helbredseffekter.

Man må imidlertid være opmærksom på at befolkningsundersøgelser kun vanskeligt kan anvendes som endelige beviser for årsags-sammenhænge, idet de som oftest belyser og beskriver sammenhænge mellem miljøfaktorer og specifikke effekter/sygdomme, og således ikke kan anvendes til mekanistisk til at forklare disse sammenhænge. Jo oftere, og jo tydeligere denne sammenhæng påvises - og gerne ved forskelligartede metoder -, jo større er imidlertid sandsynligheden for at der foreligger en reel årsags-virkningssammenhæng.

Ved en videnskabelig vurdering af befolkningsundersøgelser kan der opstilles en række kriterier, hvis opfyldelse giver stigende tiltro til, at der foreligger en reel årsags-virkningssammenhæng mellem de sammenhænge der ses i undersøgelserne. Disse såkaldte kausalitetskriterier er udviklet af Hill i 1965 og kan oplistes på følgende måde:

- a) **tidsmæssig sammenhæng**, dvs. effektmålene er optrådt i en logisk tidsfølge efter eller i forbindelse med udsættelse.

b) **konsistens**, dvs. at der fundet tilsvarende sammenhæng i andre undersøgelser også hvor evt. øvrige faktorer, herunder tid og sted har varieret

c) **kohærens/ sammenhæng**, dvs. at der fx er biologisk sammenhæng mellem de forskelligartede effekter der er registreret.

d) **sammenhængens størrelse**, dvs. er der en tydelig forøget risiko knyttet til udsættelsen

e) **biologisk gradient**, dvs. om der kan observeres en dosis-respons-sammenhæng således at øgede eksponeringsniveauer giver forøget effekt

f) **plausibilitet**, dvs. at sammenhængen mellem udsættelse og effekt kan forklares ud fra kendte mekanismer vedrørende skadevirkning eller de kan eftervises eksperimentelt i laboratoriet

g) **effekternes specificitet**, dvs. at effekterne er specifikke og at sammenhængen er så entydig som mulig for de udvalgte effektmål

h) **belysning mulige bias/ confoundere**, dvs. at undersøge om der kan være en systematisk fejl i design eller i målingerne i undersøgelserne, og om der er taget højde for andre faktorer som kan have indflydelse på effektmålet.

i) **effekt ved intervention**, kan der ses ophør/ reduktion af effekterne ved afbrydelse for udsættelsen

Hvorvidt befolkningsundersøgelserne vedrørende partikler opfylder disse kriterier skal kort beskrives nedenfor:

a) tidsserieundersøgelserne (mere end 100 undersøgelser) bekræfter i rigt mål den tidsmæssige sammenhæng mellem forøget udsættelse og effekternes optræden i umiddelbar tilknytning hertil. Sammenhængen er også underbygget ud fra et begrænset antal undersøgelser, hvor afbrydelse/ begrænsning af udslip har medført reduktion i de sundhedsskadelige effekter

b) det meget store antal af undersøgelser (> 100) med en række regionale forskelle og forskelle i forsøgsdesign, i klima/ temperatur, og i partikelsammensætningen viser påfaldende ensartede resultater m.h.t. effekter af partikelforurening både kvalitativt og kvantitativt (dosis-respons).

c) der er en logisk sammenhæng mellem registreringen af en række forskellige typer af effekter fx påvirkning af lungefunktion, luftvejssymptomer, forbrug af luftvejs medicin, hospitalsindlæggelser og død som følge af luftvejslidelse. Endvidere påvisning af effekter på blodets viskositet, påvirkning af hjertefunktion, hospitalsindlæggelse som følge af hjertekarsygdomme, og hjertekardødsfald.

d) sammenhængens størrelse kan generelt ikke siges at være stor, idet den forøgede risiko der findes ved de forholdsvis begrænsede forskelle i eksponering inden for de enkelte undersøgelser må anses for forholdsvis lille, set i forhold til fx undersøgelser omhandlende rygning, eller undersøgelser fra arbejdsmiljøet, hvor der kan være tale om meget kraftige udsættelser og dermed stærkt forøgede risici. Materialets størrelse og den gentagne påvisning af de anførte sammenhænge understøtter imidlertid at sammenhængen er til stede, om end forøgelsen af

den relative risiko er forholdsvis begrænset. (Forholdsvis små værdier i forbindelse med øget risiko vil i tilfældet udeluftforurening imidlertid have stor betydning i samfundsmæssig målestok, idet hele befolkningen og især bybefolkningen er omfattet af udsættelse og risiko).

e) Der foreligger i de enkelte undersøgelser ofte meget velbelyste dosis-respons-sammenhænge, dels m.h.t. forskellige partikelfraktioner (PM10 og PM2,5) og dels med hensyn til proxy-mål for eksponering fx nærhed af trafikerede vej, således at der påvises en gradvis stigning af effekterne ved stigende udsættelse.

f) de biologiske mekanismer og betydningen af de forskellige partikelfraktioner er endnu ikke klarlagt. Viden inden for området er dog øget i stigende grad inden for de seneste år, således at både luftvejslidelser, forøget lungecancer og hjertekar-påvirkninger nu i stigende omfang kan forklares/ eftervises.

g) effekterne der måles på, typisk død, lungecancer, luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme kan ikke siges at være entydige for udendørs partikelforurening, idet partikelforureningen synes at virke ind på effektområder, der overordnet kan karakteriseres som generelle folkesygdomme.

h) generelt vil ikke-optimalt forsøgsdesign, ikke-repræsentative måledata og tilstedeværelse af andre faktorer der har indflydelse på de målte effekter være medvirkende til at undersøgelsen enten ikke finder nogen sammenhænge, eller at disse sammenhænge bliver tilfældige og forskelligartede. Systematiske fejl vil dog kunne give tendens til enslydende sammenhænge, men der er intet, der tyder på at dette er tilfældet, idet der dels er anvendt forskelligartede forsøgsdesign, og idet der ved analyse af resultaterne i vid udstrækning er anvendt metoder der tager højde for, og kompenserer for effekten af en række andre betydende faktorer.

i) der er i tilfælde ved reduktion af partikelniveauer og ved ophør fra en konkret kilde påvist sundhedsmæssige forbedringer for en række af de relevante effektmål bl.a. dødelighed, hospitalsindlæggelser og luftvejssymptomer

Af ovenstående fremgår at kriterierne i fuldt mål er opfyldt hvad angår påvisning af en årsags-virkningssammenhæng mellem partikelforurening og påvirkning af hjerte-kar-sygdomme og luftvejslidelser samt øget forekomst af lungecancer og dødsfald. Årsags-virkningssammenhængen understøttes i stigende omfang af øget viden om bagvedliggende biologiske virkningsmekanismer. Der foreligger kun for et fåtal af andre miljøområder så veldokumenterede sammenhænge for sundhedsmæssig påvirkning som inden for partikel- og luftforureningsområdet.

Mens der således næppe er tvivl om at partikelforureningen medfører sundhedsskadelige effekter er der usikkerheder med hensyn til en række detailspørgsmål, der søges diskuteret mere indgående i det efterfølgende:

De udførte undersøgelser kan således ikke umiddelbart give svar på hvad partikelforureningen betyder i tabte leveår for den enkelte, da det er af stor betydning om de fremrykkede dødsfald forekommer hos ældre, svækkede person eller i andre aldersgruppe fx hos børn.

Effekten af langvarig udsættelse for partikler formodes at medvirke til udviklingen af og forværre eksisterende lidelser, således at andelen stiger af personer der efterfølgende har øget risiko for indlæggelser/ død. Det er imidlertid ikke klart i hvilket omfang disse risikogrupper øges.

Andre usikkerhedsmomenter er betydningen af de forskellige kilder og deres bidrag til de sundhedsskadelige effekter samt i hvilken udstrækning de fine (PM_{2,5}) eller de ultrafine partikler eller øvrige specifikke indholdskomponenter, der kan gøres til hovedansvarlige for effekterne.

Endelig er der ud fra de foreliggende undersøgelser usikkerhed om, hvorvidt der eksisterer et nedre eksponeringsniveau, der er tærskelværdi for partiklers sundhedsskadelige effekter, idet en sådan tærskelværdi har kunnet påvises i de hidtidige undersøgelser. I denne sammenhæng er betydningen af dosis-respons kurvens forløb ved de lavere niveauer og tilstedeværelsen af et naturligt partikelbaggrunds niveau af stor vigtighed.

3. Hvad er partikler og hvor kommer de fra?

Partikler i luften kan skematisk opdeles efter størrelse:

Partikelbenævnelse	Størrelse (diameter) i mikrometer (µm)
Grove partikler	> 2,5
Fine partikler	0,1 – 2,5
Ultrafine partikler Nanopartikler	< 0,1 < 0,02

De mindste partikler (ultrafine partikler) i området ca. 0,010-0,1 µm dannes fra dampfase ved høj temperatur, fx i forbrændingsmotorer, kraftværkskedler eller industrielle processer. Den væsentligste kilde til ultrafine partikler er trafik, især dieselmotorer. Sodpartikler fra forbrændingsprocesser har typisk størrelsen 0,05 – 0,2 µm.

De fine partikler er et resultat af en række kemiske/fysiske omdannelser, dvs. de er ældre end de ultrafine partikler. En del af de fine partikler er dannet som følge af koagulation mellem ultrafine partikler indbyrdes eller mellem fine og ultrafine partikler. Denne proces tager en vis tid, som bl.a. betyder, at ultrafine partikler fra biler normal ikke når at koagulere, mens de findes i gaden, hvor opholdstiden kun er nogle få minutter. De fine partikler kan holdes svævende i mange døgn og dermed transporteres over adskillige tusinde kilometer. De væsentligste kilder til fine partikler er afbrænding af svovlholdigt brændsel samt alle forbrændingsprocesser, der giver anledning til dannelse af kvælstofoxider, dvs. trafik, kraftværker, opvarmning m.v.

Grove partikler dannes typisk ved forskellige mekaniske processer, fx jord- og vejstøv ophvirvlet af vinden, havsprøjt (som tørrer ud til saltpartikler), vulkaner, vegetation (pollen), dæk- og kørebaneslid, trafikskabt turbulens i gader, byggeri og industrielle aktiviteter. Disse partikler har en væsentlig kortere levetid, idet de p.g.a deres tyngde kun holder sig svævende i kortere tid og afsættes på overflader. Desuden undergår de kun i begrænset omfang i kemiske/fysiske omdannelser.

Vejtrafikken udgør ca. 54% af den samlede PM₁₀ emissionen herhjemme, hvor især tunger køretøjer (22%) og varebiler er dominerende (22%). Af faste kilder udgør emissioner fra brændeovne den betydeligste kilde (21%), idet denne kilder er omtrent lige så stor som den samlede PM₁₀-emission fra kraftværker, industri og anden opvarmning.

Herhjemme er gennemsnits PM10-niveauet i bybaggrund i København i 2002 målt til ca. $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens gennemsnits PM10 langs trafikerede veje i København er målt til $31\text{-}47 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Gennemsnit for baggrundsniveauet i landområder er målt til ca. $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.¹

4. Anvendte eksponeringsmål

I befolkningsundersøgelserne er partikelindholdet målt som en eller flere af følgende partikelparametre : TSP, PM10, sodpartikler, PM2,5 eller sulfatindhold (har navnlig tidligere været meget tæt relateret til PM2,5). Færre undersøgelser har inkluderet mål for ultrafine partikler (PM0,1 og mindre) mens andre undersøgelser har anvendt proxy-mål såsom nærhed ved trafikerede veje, NO_x eller CO-niveauer.

Langt de fleste anvender måledata fra målestationer i byområder som en tilnærmelse til hele bybefolkningens udsættelse. Dette synes relevant i forhold til en generel vurdering af fx PM10 og især PM2,5, mens udsættelse for sod og ultrafine partikler er mere afhængig af nærhed til kilden fx brændeovne og trafikerede veje.

Kun ganske få og typisk mere begrænsede undersøgelser har anvendt personbåret måleapparat, som giver det bedste mål for den *personlige* udsættelse. Denne form for eksponeringsmål er dog alt for resursekrævende for større befolkningsundersøgelser, men metoden er værdifuld i forbindelse opnåelse af større forståelse for individuel/ befolkningsgruppers udsættelse samt ved udvikling af modelberegninger til estimering af befolkningens udsættelse .

Amerikanske undersøgelser med personbårne målinger angiver dog en god sammenhæng mellem målestationens PM2,5-målinger og den personligt målte eksponering for PM2,5 i udemiljøet, hvilket indikerer at PM2,5 fra de amerikanske målestationer har en forholdsvis god korrelation til befolkningens PM2,5 udsættelse (Sarnat et al. 2001; Brunekreef & Holgate 2002). I disse undersøgelser var målestationernes niveauer af svovldioxid, ozon og nitrogendioxid kun dårligt korreleret med de personbårne målinger af de samme stoffer, men kunne ofte anvendes som proxy-mål (indirekte relaterede mål) for PM2,5 målinger, idet de var tæt forbundet med PM2,5 i udemiljøet. For danske forhold er NO_x -niveauer tæt korreleret til trafikrelateret PM.

US EPA (2002) konkluderer i deres seneste udkast til baggrundsdokument for luftkvalitetskriterium for partikler, at PM2,5 målinger fra faste målestationer er en anvendelig indikator for befolkningens udsættelse, hvorimod sammenhængen ikke er så stærk for PM10. Der synes således i en række tilfælde at findes en stærkere sammenhæng mellem PM2,5 og helbredseffekter end for PM10. Endvidere konkluderes ud fra analyse af en række tidsseriestudier, at de målte niveauer af gasformige komponenter (kulilte, kvælstofoxider, svovldioxid og ozon) ikke kan være bagvedliggende årsager til de observerede sammenhænge mellem PM2,5 og effekter, men at niveauerne af disse gasser i højere kan anses som indirekte mål PM2,5 niveauerne fremfor at optræde som konfoundere. En lignende vurdering er gengivet i den hollandske vurdering vedrørende partikelforureningens helbredseffekter (RIVM 2002).

En større engelsk undersøgelse udført med personbårne målinger viser tilsvarende en forholdsvis konstant sammenhæng mellem befolkningens udsættelse for fine partikler målt ved personbåret udstyr ved færden i udemiljøet og de målte niveauer fra faste målestationer, der måler bybaggrund.

¹ Tallene vedr. emissioner og niveauer opdateres løbende. Nyere vil evt. fremgå af partikelredegørelsen

I undersøgelsen fandt man, at personer der bevæger sig af forskellige ruter i byrummet, og ved benyttelse af forskellige transportmidler udsættes for et partikelniveau der er ca. dobbelt så stort som måleniveauerne for bybaggrund angiver. Dvs. målinger vedrørende bybaggrund vil generelt undervurdere befolkningens udsættelse (Adams et al. 2001).

Baggrundsniveauer for ultrafine partikler er kun målt i ganske få europæiske byer, og det er fortsat ikke nøjere undersøgt, hvorvidt baggrundsniveauet er relateret til den personlige udsættelse for ultrafine partikler.

Målestationers data vedrørende PM_{2,5} og PM₁₀ er et anvendeligt mål i relation til befolkningens gennemsnitlige udsættelse for disse fraktioner. Målestationers PM_{2,5} og PM₁₀ måledata syntes ikke at kunne repræsentere et mål for befolkningens udsættelse for ultrafine partikler.

5 Betydning af partikelstørrelse og -indhold

Partiklernes størrelse har betydning for hvor i luftvejene og i hvilket omfang partiklerne aflejres. Grove partikler aflejres hovedsageligt i de øvre luftveje efter indånding. Partikler mindre end 10 μg^3 i diameter aflejres længere nede i bronkierne, hvor de kan fjernes ved hjælp af luftvejenes små fimrehår, der børster partiklerne op i svælget. De fine og ultrafine partikler kan nå helt ud i de yderste forgreninger af lungerne, alveolerne, hvor der ikke er fimrehår, men hvor partiklerne fjernes væsentligt langsommere af makrofager eller trænger ind i lungevævet. Ultrafine partikler har i højere grad tendens til at aflejres i luftvejene end de fine og grovere partikelfraktioner, hvor en større andel udåndes eller aflejres øverst i luftvejene. Personer med luftvejslidelser og børn tilbageholder i større omfang end raske voksne personer partikler i luftvejene (MM & SST 2000).

Befolkningsundersøgelserne peger på, at det især er den fine partikelfraktion PM_{2,5} der er forbundet med de sundhedsskadelige effekter, men det er i dag uafklaret om effekterne alene vil kunne tilskrives nogle enkelte partikelkarakteristika, eller det snarere er summen af en række forhold, der er afgørende for skadevirkningerne. En række særligt betydende forhold har været forslået:

- antallet af partikler (bestemmes stort set alene af de ultrafine partikler)
- størrelsen af den samlede partikeloverflade (igen vil de ultrafine partikler være afgørende)
- indhold af metaller fx, jern, nikkel
- indhold af syre
- indhold af skadelige organiske stoffer fx PAH-stoffer (polyaromatiske hydrocarboner)
- vedhæftning af skadelige gasser og andre komponenter til partikeloverfladen

(MM & SST 2000)

Det er i dyreeksperimentelle forsøg påvist, at ultrafine partikler i højere grad end de fine og grovere partikelfraktioner fremkalder oxidativt stress og betændelsesreaktioner i lungerne, hvorfor der er fremsat teorier om de ultrafine partikler som særligt skadelige (Seaton et al. 1995; Donaldson et al. 2001). Ved partiklernes fremkaldelse af betændelsesreaktioner frigives en række signalstoffer fra lungevævet som dels påvirker lungefunktionen og frembringer luftvejssymptomer (hvor personer med luftvejslidelser er særligt følsomme). Derudover har man i befolkningsundersøgelser fundet resultater der tyder på at partikelniveauerne både kan påvirke blodet koaguleringssevne, blodets viskositet og have indflydelse på hjertefunktionen (Vrang et al. 2002; Dockery 2001). Dette kan være en forklaring på af personer med hjerte-kar-sygdomme også er særligt følsomme, men der savnes flere data på dette område for en bedre forståelse af de mekanistiske sammenhænge.

Endelig er det velkendt at partiklerne indeholder eller kan være vedhæftet en række potente sundhedsskadelige og kræftfremkaldende stoffer som PAH, visse metaller, samt flygtige organiske forbindelser som benzen, 1,3-butadien og formaldehyd. Ved aflejring af partikler i lungevævet kan der lokalt på celleniveau således opstå koncentreret udsættelse.

Endelig kendes også fra en række sammenhænge af kombinationen med udsættelse af flere stoffer samtidig kan medføre en forstærket effekt. Således er det i dyreeksperimentelle undersøgelser fundet at samtidig udsættelse med partikler og ozon medfører et forstærket sundhedsskadeligt potentiale (MST 1997).

M.h.t. partikelforurening og allergi peger dyreeksperimentelle og humane undersøgelser på at udsættelse med dieselpartikler kan virke forstærkende m.h.t. fremkaldelse af allergi over for andre stoffer fx pollen (MM & SST 2002).

Ved at sammenkæde viden fra laboratorieundersøgelser med viden fra befolkningsundersøgelserne vinder opfattelsen i stigende grad frem, at de skadelige effekter af partikelforureningen i betydeligt omfang må anses at være forbundet med forbrændingspartikler fra diverse forbrændingsprocesser (boligopvarmning, energiproduktion og trafik). Toksikologiske undersøgelser giver således ikke umiddelbart grundlag for at tilskrive opløselige sulfat og nitrat i partiklerne den afgørende betydning, selvom betydningen af disse partikler ikke kan udelukkes ud fra befolkningsundersøgelserne (RIVM 2002).

Epidemiologiske undersøgelser har primært fundet helbredseffekter relateret til PM10 og PM2,5, da det er disse parametre, der er blevet målt. Der savnes bedre viden om i hvilken udstrækning partiklernes sammensætning eller særlige størrelsesfraktioner er af betydning for de observerede effekter. Det er således næppe sandsynligt at en enkelt partikelparameter kan relateres til de samlede helbredseffekter, idet effekterne snarere må anses at være en følge af de forskellige partikelfraktioners individuelle effekter, samt de vekselvirkninger der kan opstå i forbindelse hermed og med de øvrige forureningskomponenter i luften. Ud fra den eksisterende viden synes det ved regulatoriske tiltag især relevant at fokusere både på partikelmassekoncentrationen (PM10 eller PM2,5) og på ultrafine forbrændingspartikler.

6. Effekter og dosis-respons

6.1 Tidsserieundersøgelser

Der foreligger et meget stort antal befolkningsundersøgelser, såkaldte tidsserieundersøgelser, der beskriver sammenhængen mellem dag-til-dag variationer i luftforureningen og forekomsten af sundhedsskadelige effekter i befolkningen. Disse undersøgelser viser i meget stor udtrækning, at navnlig luftens indhold af partikler udviser sammenhæng med øget dødelig, og øget sygelighed i befolkningen.

Dødelighed

Health Effects Institute i USA udgav i 2000 en rapport med en meget omfattende og grundig vurdering af måledata for luftforurening og sygelighed og dødelighed for de 90 største byer i USA (HEI 2000). Forfatterne og en særligt nedsat komite til vurdering af deres arbejde fandt en meget stærk og ensartet sammenhæng mellem daglige variationer i partikelniveauer (angivet som PM10) og dødelighed. I den statistiske bearbejdning af data blev der tages hensyn til eventuelle effekter fra øvrige forureningskomponenter, men dette svækkede ikke effekten af PM10.

Samlet for de 90 byer fandtes at en stigning på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ svarede til en øget dødelighed på 0,5% (gennemsnit for stigning i antal dødsfald på selve dagen med PM-stigning og de to første dage efter).

I forbindelse med det store europæiske forskningsprogram vedrørende luftforurening og sundhed "APHEA" har man fundet tilsvarende sammenhænge ved en fælles analyse af data for 29 europæiske byer (i alt 43 millioner indbyggere). Her fandt man at en stigning på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i PM10 eller sodpartikler var sammenkædet med 0,6% stigning i dødsfald. For personer over 65 år var stigningen 0,8% (Katsouyanni et al. 2001).

Det har været diskuteret, hvorvidt øget dødelighed i forbindelse med en forureningsepisode blot har medført en fremskyndelse af dødstidspunktet med forholdsvis få dage hos hovedsageligt ældre, svækkede og syge personer med hjerte-kar-sygdomme og luftvejslidelser. Dette spørgsmål er ikke umiddelbart besvaret i ovenstående undersøgelser. En nyere undersøgelse, der undersøgte effekten på dødeligheden i op til 40 dage efter forøgede partikelniveauer viste, at effekten på dødeligheden blev mere end fordoblet (fra 0,7% til 1,6% pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10) ved således at forlænge "observationsperioden" fra 2 til 40 dage. Dette peger på en længerevarende effekt af episodisk forhøjede partikelniveauer end blot nogle få dage (Zanobetti et al. 2001).

Tilsvarende finder Schwartz (2000), ved at se på måned-til-måned variationer i partikelniveau frem for dag-til-dag variationer, at effekten af ændringer i PM2,5-niveau øges, hvilket ifølge forfatteren indikerer, at partikelforureningen ikke blot påvirker levetiden med nogle få dage. Ved dag-til-dag variationer medførte en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i PM2,5 en øget dødelighed på 2,1%, mens tilsvarende forskel i partikelniveau over en måned var relateret til en øget dødelighed på 3,75%.

At dødsfaldene ikke er særligt knyttet til terminalt syge patienter på hospitalerne er endvidere blevet underbygget af at stigningen i dødsfald i tilknytning til partikelforureningen i stor udstrækning sker som følge af dødsfald uden for hospitalet (Brunekreef & Holgate 2002).

Laden et al. (2000) opdelte ud fra kemisk analyse PM2,5 partikler i forskellige fraktioner alt efter kilde. Ved at følge dødelighed og niveauerne af fine partikler i seks amerikanske byer fandt forfatterne, at en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i PM2,5 var sammenkædet med en øget dødelighed på 1,6%. For PM2,5-fraktionen fra trafik var en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning sammenkædet med en øget dødelighed på 3,4%, mens en tilsvarende stigning for fine partikler fra kulafbrænding var relateret med en øget dødelighed på 1,1%. PM2,5 af mineralsk oprindelse var ikke forbundet med stigning i dødelighed. Den del af fine partikler der kunne henføres til trafik blev således fundet til at have mere end dobbelt så stor dosis-respons som totalmålet for fine partikler indeholdende alle fraktioner (3,6% mod 1,6% pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2,5).

I en nyere undersøgelse fra Erfurt i Tyskland, hvor man bestemte partikelforureningen ved en række forskellige partikelmål fandt man, at en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i PM2,5 var sammenkædet med en stigning i dødelighed på 2,5%, når dødeligheden blev kumuleret over fem dage efter forureningsepisoden. Undersøgelsen viste endvidere at antallet af ultrafine partikler på tilsvarende vis var sammenkædet med dødelighed, og at en 2,5 gangs stigning i antallet af partikler (stigning på 12.700 partikler pr. cm^3 luft fra 8.000 til 20.700 partikler pr. cm^3) var relateret til en øget dødelighed på 4,6%, mens en 2,5 gangs øgning i PM2,5 niveauet (en stigning på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fra $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ til $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) var relateret til en øget dødelighed på 5%. Undersøgelsen viste således, at de aktuelle niveauer af ultrafine partikler og PM2,5 påvirkede dødeligheden i lige stort omfang og

næsten uafhængigt af hinanden (HEI 2000, Palmgren et al. 2002). Niveauerne af fine og ultrafine partikler er forholdsvis uafhængige (dvs tyder på forskellige betydende kilder) og ultrafine partikler udgør vægtmæssigt en varierende, men meget lav procentdel af PM_{2,5} (i Erfurt omkring 2,5%), hvorfor en vurdering af effekter af de ultrafine partikler alene p.b.a. deres vægtmæssige andel af PM_{2,5} vil underestimere effekten af de ultrafine partikler betydeligt (ca. 40 gange).

Nogle undersøgelser har endvidere fundet sammenhæng mellem forøgede partikelniveauer og øget spædbørnsdødelighed (Brunekreef 1997).

Sygelighed

En række andre undersøgelser viser sammenhæng mellem partikelforureningen og nedsat lungefunktion, øget forekomst af luftvejssymptomer og øget brug af astma-medicin samt øget fravær fra arbejde og skole (WHO 2000; MM/SST 2000). For tidsserie-undersøgelserne angiver WHO (2000) at de skadelige effekter, der er observeret forbundet med PM₁₀ niveauer i stort omfang kan tilskrives den finere partikelfraktion PM_{2,5} indeholdt i PM₁₀, frem for de grovere partikler. Således angiver WHO en stejlere dosis-respons sammenhæng for PM_{2,5} end for PM₁₀. Fra tidsserieundersøgelserne angives således, at en episodisk stigning på 10 µg/m³ i PM_{2,5} og PM₁₀ er relateret til en øget dødelighed på henholdsvis 1,5%, henholdsvis 0,7%. Tilsvarende angives også for langtidsundersøgelserne en større effekt af PM_{2,5} end af PM₁₀ m.h.t. dødelighed og m.h.t. fremkaldelse af bronkitis hos børn.

WHO (2000) angiver følgende sammenhæng mellem kortere episoders (dage) partikelniveau og sygelighed:

Effekt	Procentvis stigning per 10 µg/m³ PM₁₀
Dødelighed (af alle årsager)	0,7 % (1,5% PM _{2,5})
Hospitalsindlæggelser, Luftvejssygdomme	0,8 %
Hypigere brug af astmamedicin	3,1 %
Hypigere symptomer med hoste	3,6 %
Hypigere forekomst af Vejrtrækningsbesvær	3,2 %
Fald i lungefunktion	0,13 %

I den opdaterede analyse fra Health Effects Institute vedrørende de 90 største byer i USA fandt man en statistisk sikker sammenhæng mellem PM₁₀ og sygelighed, hvor en 10 µg/m³ stigning var sammenkædet med en stigning på 1% stigning af hospitalsindlæggelser som følge af hjerte-kar-sygdomme og en indlæggelsesstigning på 2% som følge af luftvejslidelser (HEI 2000).

Ved vurdering af data for 29 europæiske byer fandt man blandt ældre over 65 år at en stigning i PM10 på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ var sammenkædet med en 1% stigning i indlæggelser som følge af kroniske luftvejssygdomme og en 0,5 % stigning i indlæggelser som følge af hjerte-kar-sygdomme. I de tilfælde partikelniveauerne var målt som sodpartikler var stigningen pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på 1% for hjertekarindlæggelser, hvilket peger på sod-/dieselpartikler som særligt problematiske (Brunekreef & Holgate 2002).

Wichman & Peters (2000) fandt endvidere ved undersøgelse af astmapatienter i Erfurt, at effekten af ultrafine partikler var større m.h.t. til at påvirke lungefunktion end PM2,5 og PM10. I Helsinki fandt man i en undersøgelse med voksne astmapatienter nedsat lungefunktion relateret til antallet af ultrafine partikler, hvorimod effekten ikke kunne påvises i relation til PM2,5 og PM10 (Wichman & Peters (2000)). En anden undersøgelse i Finland med børn med astma viste også en sammenhæng mellem niveauet af ultrafine partikler og lungefunktion, men effekten relateret til PM10 og sodniveauer var tydeligere (Wichman & Peters 2000).

6.2 Undersøgelser vedrørende lang tids udsættelse

I hvilken udstrækning partikelforureningen påvirker den generelle sygelighed og dødelighed i befolkningen kan imidlertid bedre belyses af nedennævnte undersøgelser, hvor man sammenligner den vedvarende udsættelse af befolkninger i områder med forskellige luftforureningsniveauer.

Dødelighed

To amerikanske undersøgelser fra 1993 og 1995 var især med til at sætte fokus på partikelforureningen. I den første undersøgelse fulgte man over 8000 personer fra seks byer i 14-16 år, for at undersøge sammenhængen med niveauerne af de forskellige luftforureningskomponenter og dødeligheden. Efter justering for en række andre medvirkende årsagsfaktorer (aldersfordeling, legemsvægt, rygning osv.) fandt man for PM2,5 en statistisk sikker sammenhæng mellem partikelniveauerne og årlige dødsfald i befolkningen, hvor en stigning på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2,5 var forbundet med en øget dødelighed på 14%. For de grovere partikelmål PM10 og TSP sås ligeledes en statistisk sikker – men ikke så udpræget – sammenhæng. For PM10 var en stigning på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forbundet med en øget årlig dødelighed i befolkningen på 10% (Dockery et al. 1993; WHO 2000). Den gennemsnitlige betydning af partikelforureningen for forkortelsen af levealder blev for denne undersøgelse opgjort til 2-3 år. (Lippmann 1998).

I en noget større undersøgelse fra 1995 fulgte man på lignende måde 552.000 personer i 151 byområder i syv år og fandt tilsvarende en tydelig sammenhæng mellem partikler (PM2,5) og dødelighed, idet antallet af årlige dødsfald her steg 7% pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2,5 i luften (Pope et al. 1995; WHO 2000). Det gennemsnitlige fald i levealder som følge af partikelforureningen er for denne undersøgelse opgjort til 1,5-2 år (Lippman 1998).

Denne undersøgelse er for nyligt blevet opdateret, så befolkningen nu er blevet fulgt i 16 år frem til 2000, hvor antallet af dødsfald blandt de undersøgte var blevet tredoblet. Analysen blev nu foretaget med mere avancerede metoder, hvor der endvidere kunne tages hensyn til fødevarevaner hos de involverede. Igen fandt man statistisk sikker sammenhæng mellem PM2,5 og dødelighed. Dette var mindre tydeligt for partikler målt som PM10 og PM15, og ingen sammenhæng kunne eftervises i for partikler større end PM15. Som et gennemsnit over hele perioden på de 16 år fandt man at

dødeligheden pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5} steg med 6%². Partikelforureningen blev af forfatterne fundet at have samme indflydelse på dødeligheden som moderat overvægt. Den øgede dødelighed blev fundet overvejende at skyldes øgede dødsfald som følge af hjerte-kredsløbsslidelser og luftvejslidelser (tilsammen øget med 9% pr $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5}) og lungecancer (øget 14% pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5}). De gennemsnitlige PM₁₀ niveauer for alle byer i hele perioden lå på $28,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. For PM_{2,5} var gennemsnitsniveauet på $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ or den seneste periode fra 1999-2000 mod $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for perioden 1979-1983 (Pope et al. 2002). Skønt lavere niveauer i den seneste periode sås en større dosis-respons i den sene periode, hvilket enten peger på stejlere dosis-respons ved de lavere niveauer eller at nutidens partikelforureningen er mere skadelig end tidligere tiders forurening.

En helt ny hollandsk undersøgelse har fulgt 5000 personer i alderen 55 - 69 år fra 1986 til 1994. I denne undersøgelse måltes bybaggrunds-niveauer for kvælstofdioxid (NO₂) og for sodpartikler. Endvidere vurderede man effekten af at bo i nærheden (mindre end 100 meter) fra trafikerede veje., Undersøgelsen viste en 95% forøgelse af dødsfald som følge af hjerte-kar-sygdomme og luftvejslidelser blandt de personer der boede inden for 100 meters afstand fra trafikerede veje (disse personer udgjorde ca. 5% af personerne der indgik i undersøgelsen). Ud fra de målte niveauer af sodpartikler samt under hensyntagen til et ekstra bidrag med sodpartikler ved bopæl nær en trafikeret vej fandt man, at en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i sodpartikler (fra et niveau på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ til $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) for personer nær trafikerede veje var sammenkædet med en forøgelse i hjertekar- og luftvejsdødsfald på 71%. Dødsfald som følge af andre årsager var lettere forøget, men ikke i et omfang der var statistisk sikkert (Hoek et al. 2002).

I Undersøgelsen af Pope et al. 2002 er stigningen i hjertekardødsfald og luftvejsdødsfald øget med 9% pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5}, mens den hollandske undersøgelsen af Hoek et al. (2002) blandt 55-69 årige finder en 95% forøgelse i denne type dødsfald som følge af bopæl nær ved trafikerede veje. Denne væsentligt større effekt kan dels forklares ved, at den selekterede aldersgruppe i større omfang er følsom overfor partikelforureningen, men måske også ved at personerne som følge af bopæl i nærhed ved trafikken i betydeligt højere grad har været udsat for ultrafine forbrændingspartikler, idet relativt ensartede niveauerne af fine partikler i de to undersøgelser ikke umiddelbart skulle give anledning til store forskelle i effekter.

En ny Irsk undersøgelse har fulgt luftforureningen og dødsfald i Dublin m.h.p. at vurdere effekten af forbud mod salg af kul til privat opvarmning som blev indført i 1990. Antal dødsfald i en seksårig periode før forbuddet blev sammenlignet med antal dødsfald i en seksårig periode efter og sat i relation til luftforureningsniveauerne. Efter forbuddet sås et fald i luftforureningen for svovldioxid og for sodpartikler, hvor gennemsnitsniveauerne for svovldioxid faldt fra $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ til $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og gennemsnitsniveauet for sod faldt fra $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ til $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, svarende til et fald på 70%. I sammenhæng med denne reduktion, fandt man et fald i dødeligheden på 5,7%, hvor antal af hjertekar-dødsfald faldt med 10,3% (243 dødsfald pr. år) og dødsfald som følge luftvejslidelser faldt med 15,5% (116 dødsfald pr. år). Forfatterne vurderede ikke at andre forhold såsom forskelle i temperatur, rygevaner, sygdoms epidemier etc. havde nogen afgørende betydning for dette meget hurtige fald i dødelighed, og konkluderede at faldet i dødeligheden måtte tilskrives den forbedrede luftkvalitet, især m.h.t. sodpartikler.

² Ved at se på øget dødelighed hos personer henholdsvis over og under 75 år fandt man, at dødeligheden blandt personer på 75 år eller derover steg med 10% pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5}, mens stigningen for befolkningen under 75 år var på 5 % (Thurston et al. 2003).

De nævnte undersøgelser vedrørende langtidsudsættelse for partikler peger således på væsentligt større effekt på dødsfald pr. 10 µg/m³ partikler end ved kortvarige forhøjede partikelniveauer. Dette indikerer at partikelforureningen ikke blot fremskynder dødsfald nogle få dage, men at den medfører en generel forringelse af helbredet, således at en større andel af borgerne bliver bragt i højrisikogrupper og dermed bidrager til en øget dødelighed i befolkningen.

Beregninger ud fra de amerikanske data peger på et fald i den forventede middellevealder for hele befolkningen på ca. 1 år for hver gang det gennemsnitlige PM_{2,5} niveau stiger 10 µg/m³ (Brunekreef 1997; Brunekreef & Holgate 2002). Lippmann (1998) anfører at for de personer som rammes af den nedsatte levertid mister ca. 14 år (beregningsgrundlaget ikke anført!), mens en norsk vurdering angiver 7 tabte leveår som et gennemsnit for de dødsfald der skyldes partikelforureningen (SFT 2000).

sygelighed

WHO (2000) anfører følgende sammenhænge mellem langvarig udsættelse for partikler (år) og effekter:

Effekt	Procentvis stigning per 10 µg/m ³	
	PM _{2,5}	PM ₁₀
Bronkitis blandt børn	+ 34%	+ 29%
% ændring i FEV₁ hos børn	- 1,9%	- 1,2%
% ændring i FEV₁ hos voksne	-	- 1,0%

Endvidere angiver WHO (2000) et estimat over, hvad niveauer på 10 og 20 µg/m³ PM_{2,5} over baggrundsniveau ville betyde mht. antallet af børn med bronkitissymptomer og børn med nedsat lungefunktion.

Effekt	Øget PM _{2,5} niveau over baggrundsniveau:	
	10 µg/m ³	20 µg/m ³
Øget antal børn med Bronkitissymptomer	ca. 3350	ca. 6700
Øget antal børn med reduceret lungefunktion (under 85% af normal lungefunktion)	ca. 4000	ca. 8000

Beregningsen er foretaget med udgangspunkt i en befolkning på 1 million personer, hvoraf 200.000 er børn.

Horak et al. (2002) undersøgte knap 975 skoleelever fra forskellige egne af Østrig og fandt ved måling af lungefunktionen hos børnene 2 gange årligt i 3 år, at børn udsat for højere PM10 niveauer havde dårligere udviklet lungefunktion i forhold til børn ved lavere PM10-niveauer.

I Schweiz fandt man blandt 2500 voksne i områder med årsmiddelværdier fra 10 til 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10, at en 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i gennemsnitsniveau var forbundet med et fald i lungefunktionsmålene FEV₁ på 1,6% og i FVC på 3,4% (Heinrich et al. 2002).

I det tidligere Østtyskland er der efter sammenlægningen med Vesttyskland set et markant fald i partikler og svovldioxid. I en række regioner er der foretaget undersøgelser, hvor der er fundet en meget betydelig nedgang i hyppigheden af ikke-allergiske luftvejslidelser og –symptomer hos grupper af skolebørn, der dels blev undersøgt lige efter sammenlægningen og dels nogle år senere. (Heinrich et al. 2002)

6.3 Tærskelværdi

WHO (2000) angiver ingen vejledende grænseværdier for partikler, da der ikke kan fastsættes et nedre eksponeringsniveau uden sundhedsskadelige effekter, hverken i forbindelse med tidsserieundersøgelserne eller undersøgelserne vedrørende lang tids udsættelse.

Daniels et al. (2000) undersøgte dosis-respons kurvernes forløb for partikelniveauernes effekt på dødelighed for de 20 største byer i USA. Der kunne ikke påvises nogen nedre grænse uden påvirkning af dødelighed. Ved opsplitning i dødelighed af forskellige årsager fandt man, at det specifikt var dødelighed som følge af luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme, der var uden nogen nedre tærskel. Dødsfald af andre årsager syntes at have en tærskelværdi på omkring 50-65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hvorunder partikelforureningen ikke havde indflydelse på disse andre dødsårsager. Forfatterne angiver at den bedste dosis-responsbeskrivelse kunne opnås ved at anvende en simpel lineær sammenhæng.

HEI (2000) anfører imidlertid i deres analyse over 90 byer, at der var en tendens til at dosis-respons m.h.t. sygelighed og dødelighed var højere ved variationer i PM10 niveau ved lavere niveauer (under 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) end ved tilsvarende partikelvariationer over dette niveau, altså et stejlere dosis-responsforløb ved lave eksponeringsniveauer.

Et stejlere dosis-responsforløb ved de lavere niveauer er også fundet i forbindelse med lang tids udsættelse, idet man i den største undersøgelse omfattende 150 byområder fandt større effekt ved de lavere niveauer i dag i forhold til de højere niveauer tidligere. Dette forhold kan også være en følge af en ændret sammensætning af forureningen, hvor nutidens forurening medfører et større skadeligt potentiale end tidligere.

I forbindelse med diskussionen om tærskelværdi er det i øvrigt væsentligt at holde sig for øje, at der altid vil eksistere et vist naturligt baggrundsniveau bestående bl.a. af vandopløselige salte, af mineralske støvpartikler og af organiske partikler stammende fra vegetationen. Sådanne baggrundspartikler anses for mindre sundhedsskadelige end forbrændingspartiklerne.

6.4 Følsomme og udsatte grupper

Personer med hjerte-kar-sygdomme og kroniske luftvejslidelser er såvel i tidserieundersøgelserne samt i undersøgelser, der belyser lang tids udsættelse, fundet at være særlige risikogrupper. Disse

grupper omfatter hver især ca. ¼ million danskere. Især de ældre grupper af befolkningen, men også de mindre børn er fundet at være i risiko for partikelforureningens effekter. Hos børn er flere faktorer af betydning for en øget følsomhed. Hos spædbørn er lungerne stadig i et følsomt udviklingsstadium, og børn indånder pr. kg legemsvægt større luftmængde end voksne, hvilket ved et givent partikelniveau vil medføre større udsættelse end hos voksne.

Personer med bopæl tæt ved trafikerede veje må ud fra de tilgængelige data anses for en særlig risikogruppe.

Også andre grupper vil være særligt udsatte for trafikforureningen i byer, fx chauffører, cykelbude, gadehandlere og andre der opholder sig i miljøer med tæt trafik, samt personer med højt aktivitetsniveau og øget vejtrækning (kondiløbere, legende børn).

Epidemiologiske data vedrørende dosis-respons giver ikke altid et entydigt billede vedrørende betydningen af de grovere partikelfraktioner. Generelt synes det dog m.h.t. dødelighed og sygelighed at effekten pr. masseenhed i luften er stigende i rækkefølgen TSP, PM10, PM2,5. I relation til helbredseffekter anses ultrafine forbrændingspartikler (sod) at være betydende. Dosis-responsammenhænge i forbindelse med dag-til-dag variationer set i forhold til dosisresponsammenhænge i tilknytning til langvarig udsættelse indikerer at reducere af de gennemsnitlige niveauer i højere grad end reducere af kortvarige topniveauer vil medføre de største sundhedsmæssige gevinster. Der synes ikke at være en nedre tærskelværdi for de sundhedsskadelige effekter som dødelighed forårsaget af luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme. Tværtimod angives i visse tilfælde stejle dosis-responsammenhænge ved de lavere niveauer som er relevante for de danske byområder.

Befolkningsundersøgelserne peger på børn, ældre og personer med hjerte-kar-sygdomme og kroniske luftvejslidelser samt særligt udsatte personer (dvs. bopæl ved eller ophold/ færden tæt ved trafikeret vej) som risikogrupper i forbindelse med partikelforureningen. Undersøgelser der baserer vurderingerne på baggrundsmålinger og effekter i den generelle befolkning anses at undervurdere partikelforureningens effekter i undergrupper der er særligt udsatte og i undergrupper der er særligt følsomme.

7. Vurderinger af befolkningsmæssige helbredseffekter og samfundsøkonomiske konsekvenser

7.1 Betydningen af øget dødelighed og tabte leveår.

Som nævnt ovenfor anses partikelforureningen ikke udelukkende at fremskynde dødstidspunktet nogle få dage. Øget dødelighed er ikke kun fundet hos den ældre del af befolkningen, men også i andre aldersgrupper, bl.a. børn.

Øget dødelighed knyttet til partikelforurening er overvejende forårsaget af et stigende antal dødsfald som følge af luftvejslidelser (astma, kronisk bronkitis, luftvejsinfektioner og lungecancer) og hjertekarsygdomme, hvor partikelforureningen i sidstnævnte tilfælde fremmer risikoen for slagtilfælde, herunder blodpropper. M.h.t. sidstnævnte kan det anføres, at fremkomst af en blodprop i høj grad kan være en alt eller intet effekt, således at hvis begivenheden hos en risikoperson ikke indtræder i dag, så kan der gå mange år før den pludselig opstår. For visse kroniske luftvejslidelser fx astma gælder, at disse ofte følger et cyklisk forløb med gode og dårlige

perioder, hvor sammenfald mellem flere betydende faktorer samtidig (fx luftforurening) kan være afgørende for at et dødeligt anfald fremprovokeres (MM & SST 2000).

Herhjemme optræder årligt ca. 12.000 dødsfald pr. 1 million indbyggere. De lidelser, hvor partikelforureningen især har indflydelse er i betydeligt omfang årsag til disse dødsfald, idet hjerte-kar-sygdomme, apopleksi og alderdomssvaghed, luftvejslidelser, samt lungekræft, hver især tegner sig for ca. 25%, 14%, 10% og 6% af det samlede antal dødsfald.

I et forsøg på at vurdere partikelforureningens effekt på tabte leveår har man ud fra de to amerikanske befolkningsundersøgelser vedrørende effekterne af langvarig partikeludsættelse beregnet, at pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5} påvirkes den forventede middellevetid for hele befolkningen med ca. 1,1 år (Brunekreef 1997; WHO 1996). Ved beregningen tages udgangspunkt i at $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5} medfører en 10% stigning i dødelighed (gennemsnit for de to undersøgelser) og den øgede dødelighed indregnes for alle årgange mellem 25 og 90 år.

WHO (2000) udtrykker resultatet for en tilsvarende beregninger lidt anderledes, idet man med tager udgangspunktet i en fødselsårgang på 100.000 individer og for $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ øgning af PM₁₀ beregner, at når årgangen bliver 50 år, så vil antallet af overlevende som følge af partikelforureningens bidrag være reduceret yderligere med 383, ved 60 år yderligere med 1250 og ved 70 år yderligere med 3148 i forhold til et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lavere niveau.

Pope (2001) beregner med samme metode et worst-case estimat og anvender en øget dødelighed på 25%, der er forskellen i dødelighed mellem den mest og mindst forurenende by i USA. Såfremt den øgede dødelighed gør sig gældende lige fra fødslen medfører forureningen et tab på 3,1 år i den forventede gennemsnitlige levetid for befolkningen. Antages den øgede dødelighed først at gøre sig gældende efter 45 års alderen medfører partikelforureningen et tab på 2,5 år i den forventede levetid. Til sammenligning anfører forfatteren, at en fordoblet dødelighed som følge af cigaretrykning vil medføre 8,6 tabte leveår.

Nevalainen & Pekkanen (1998) anvender en tilsvarende metode til at beregne partikelforureningens indflydelse på levealderen i Finland. Ved anvendelse af den øgede dødelighed for hver af de to amerikanske undersøgelser beregnedes et tab i forventet levealder for den finske befolkning på 0,7 henholdsvis 1,4 år.

Rabl (2001) beregner partikelforureningens effekt i tabte leveår. Ved at anvende effekten på dødelighed for den største af de amerikanske undersøgelser beregnedes 6000 tabte leveår pr. år for 1 million mennesker pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i PM_{2,5}. Såfremt data vedrørende spædbørnsdødelighed også blev indregnet blev tallet 10% højere.

Leksell & Rabl (2001) beregnede partikelniveauernes effekt på tabte leveår under anvendelse af en ny dynamisk model, som gjorde det muligt at tage hensyn til ændringer i de gennemsnitlige partikelniveauerne over tid. Forfatterne fandt ved at anvende data fra den største af de amerikanske befolkningsundersøgelser, at effekten pr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ var forholdsvis kontant uanset hensyntagen til disse ændringer over tid og at effekten således kunne beskrives ved en lineær sammenhæng i forhold til partikelniveauet. Ved denne metode kunne beregnedes, at en ændring i det gennemsnitlige niveau på $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5} over et år modsvarede en ændring i forventet levetid hos en person på 0,22 dage. For en ændring på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over et år ville dette således for en million mennesker svare til en ændring i levetid på 6000 år.

Såfremt $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5} over et år medfører et tab i levetid på 2,2 dage pr. person pr år, betyder dette, at der over en livstid på en 70 årig periode mistes 154 dage sv.t til 0,4 år for en person. Dvs. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5} over livstid modsvarer et fald i befolkningens forventede levealder på 0,4 år ud fra denne ovenstående beregningsmetode (dvs ca. den halve effekt i forhold til Brunekreef's beregninger). Hvis man antager at det kun er en vis andel af befolkningen der oppebærer den øgede risiko for at dø af luftforureningen, vil denne andel være udsat for et tilsvarende højere tab i forventet levealder.

US EPA (1999) anfører i en rapport til kongressen vedrørende cost-benefit vurdering af tiltag på luftforureningsområdet, hvad forbedringen i partikelniveauerne betyder for dødeligheden i forskellige aldersgrupper. Det vurderes, at efterlevelse af reguleringen pr. 2010 vil medføre 23.000 færre dødsfald pr. år i USA. Af disse dødsfald vil 1% spares i aldersgruppen 30-34 (forventet restlevetid i denne gruppe. 48 år), 4% i gruppen mellem 35-44 (forventet restlevetid 38 år), 6% i gruppen 45-54 (forventet restlevetid 29 år), 12 % i gruppen 55-64 (forventet restlevetid 21 år), 24% i gruppen 65-74 (forventet restlevetid 14 år), 30% i gruppen 75-84 (forventet restlevetid 9 år), og 24% i gruppen over 85 (forventet restlevetid 6 år).

Beregningerne er foretaget ud fra dosis-responsammenhængen i den største af de to amerikanske undersøgelser vedr. langtidsudsættelse for luftforurening. Det anføres, at det også ville være fagligt korrekt at anvende dosis-respons fra den mindre undersøgelse, og at dette ville medføre noget større tal.

Det gennemsnitlige niveau af partikelforureningen i Danmark må anses at påvirke den forventede levealder af befolkningen. De udenlandske beregninger der er udført m.h.t. tabt levealder angiver et tab i den forventede gennemsnitslevetid for befolkningen som helhed på 0,4-1,1 år pr. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5}. Det anses hovedsageligt at være blandt ældre og personer med hjertekar-sygdomme og kroniske luftvejslidelser hvor dødeligheden er påvirket, hvorfor påvirkningen i levetid hos disse undergrupper er forholdsmæssigt større end et befolkningsvægtet gennemsnit. Øget dødelighed hos børn vil selvsagt have stor betydning for antal tabte leveår.

På grund af aldersfordelingen i vort samfund bliver der til stadighed flere ældre i Danmark, hvorfor luftforureningsniveauerne i dag er med til at forøge andelen af følsomme personer, således at der kan forventes flere følsomme, ældre fremover.

Yderligere anses andelen af personer med luftvejsallergi at være i stigning, hvilket også fremover vil øge antallet i denne risikogruppe. Inden for risikogruppen med kronisk obstruktive lungelidelser (KOL) har Danmark p.t. verdensrekord i dødsfald forårsaget af disse lidelser. Med hensyn til hjertekarsygdomme er tendensen imidlertid modsat, idet dødsfald forårsaget af disse lidelser er faldende, som følge af betydeligt fald hos især den mere velstillede del af befolkningen.

7.2 Betydningen af øget sygelighed

Såvel tidsserieundersøgelserne som undersøgelserne der omfatter sammenligninger mellem befolkninger, der vedvarende er udsat for forskellige partikelniveauer finder sammenhæng mellem partikelniveauer og øget sygelighed. De effekter der hyppigst beskrives, er øget forekomst af luftvejssymptomer, hoste, brug af astmamedicin, vejrtrækningsbesvær, samt fald i lungefunktion. Endvidere er partikelforureningen knyttet til et øget antal indlæggelser forårsaget af kroniske

luftvejslidelser (astma og bronchitis) og hjerte-kar-sygdomme. Øget forekomst af luftvejsinfektioner og øget forekomst af lungecancer er ligeledes relateret til partikelforureningen. Hos børn er der endvidere konstateret sammenhæng mellem partikelforurening og påvirkning af tilvækst i lungefunktion.

I øjeblikket er de dokumenterede effekter primært relateret til forværring af symptomer hos personer der i forvejen lider af luftvejslidelser og hjertekarsygdomme. En sådan forværring af eksisterende lidelser må på befolkningsniveau anses at medføre, at en andel af befolkningen får forværret deres tilstand, dvs. bliver mere syge og har større risiko for alvorlige og dødelig følgevirkninger.

Det er vanskeligt ud fra det foreliggende grundlag at sige noget vedrørende omfanget af forværringen af eksisterende sygdomme og i hvilken udstrækning dette rammer en bred gruppe eller det primært omhandler en mindre gruppe der således belaster sundhedssystemet særligt hårdt med gentagne indlæggelser etc. Den øgede dødelighed som følge af luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme i relation til vedvarende partikelforurening tyder dog på at effekterne rammer forholdsvis bredt i befolkningen således at en betydelig andel af befolkningen disponeres. Et andet aspekt der er mindre belyst i befolkningsundersøgelserne er om partikelforureningen medfører nye tilfælde med luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme.

Dyreforsøg peger på at partikelforureningen kan virke fremmede for udvikling af luftvejsallergi, og at den kan påvirke udviklingen af åreforkalkning. Man har dog ikke fra de hidtidige befolkningsundersøgelser kunne påvise, at luftforureningen i sig selv skulle medføre en stigning i forekomsten af allergiske luftvejslidelser.

For danske forhold vides, at den ældre del af befolkningen, og derved den sårbare andel, er stigende, hvorfor det vil det være en fordel at påbegynde reduktionen af PM så tidligt som muligt. Dette begrundes såvel i de akutte effekter som i det faktum at den fulde effekt af en reduktion først vil slå fuldt igennem, når effekten på de kroniske skader også er indtrådt. For hjertekarsygdomme ved man fra rygestop, at risikoen for at få coronar sygdom først er nede på normalt niveau efter ca. 3-5 år. For lungerne ser ud til at det øgede rygebetingede tab af lungefunktion ikke genvindes ved rygestop, og at dette øgede tab i lungefunktion bibeholdes gennem det fortsatte aldersbetingede tab af lungefunktion.

I Danmark skønnes ca. 230.000 personer at lide af kroniske obstruktive lungesygdomme og astma og ca. 260.000 personer at lide af hjertekarsygdomme (der vil være et vist overlap mellem disse grupper). I alt tegner hjertekarsygdomme sig for ca. 1.026.000 sengedage på de danske hospitaler, mens luftvejslidelserne er årsag til ca. 440.000 sengedage, hvilket i alt udgør ca. 20% af det årlige sengedagsforbrug.

I 2001 var udgifterne til lægemidler inden for hjerte-kar-sygdomme opgjort til 1.729 millioner kroner, mens udgifter til astmamidler androg 827 millioner kroner.

Forskellen mellem at reducere partikelniveauet nu i forhold til om fx 3 år vurderes ikke umiddelbart at ændre på omfanget af de helbredsmæssige gevinster, men blot at medføre en tidsforskydning. Da den ældre del af befolkningen er stigende, og da der er kroniske effekter af luftforureningen, som netop rammer denne gruppe og øger dens følsomhed, vil det være en fordel at påbegynde reduktionen af PM så tidligt som muligt for denne gruppe.

7.3 Vurderinger af samfundsmæssige konsekvenser

En forskergruppe fra Frankrig, Østrig og Schweiz præsenterede i en WHO-rapport i 1999 en opgørelse over partikelforureningens betydning for befolkningssundheden og de samfundsøkonomiske konsekvenser heraf. I undersøgelsen anvendtes en dosis-respons-sammenhængen fra den største amerikanske undersøgelse, hvor man omregnede PM_{2,5} dosis-respons til PM₁₀ dosis-respons da det luftforureningen for de tre lande er opgjort i PM₁₀. Dette sv.t. at en 10 µg/m³ stigning i PM₁₀ medfører en øget årlig dødelighed på 4,3%.

I undersøgelsen blev 7,5 µg/m³ PM₁₀ anset for et naturligt baggrundsniveau, hvorfor effekterne kun blev beregnet som følge af partikelniveauer over dette baggrundsniveau. For de tre lande beregnedes ud fra de aktuelle partikelniveauer som befolkningerne var udsat et øget antal årlige dødsfald i forhold til baggrundsniveauet på 5.600 for Østrig (8,1 millioner indbyggere), 31.700 for Frankrig (58,7 millioner indbyggere) og 3.300 for Schweiz (7,4 millioner indbyggere), svarende til mellem 340 og 370 årlige dødsfald pr. 1 million indbyggere i de tre lande, eller 6% af den samlede årlige dødelighed. Trafikken blev ud fra dens bidrag til partikelforureningen (PM₁₀) anset at bidrage med mellem 42 og 55% af den forøgede dødelighed.

Forfatterne prissatte herefter de samfundsøkonomiske omkostninger i forbindelse med disse dødsfald ud fra metode om befolkningens betalingsvillighed sv.t. 0,9 millioner Euro pr. dødsfald (aldersjusteret i forhold til et udgangspunkt på 1,4 millioner Euro pga. dødsfaldene hovedsageligt indtræder hos ældre).

For Østrig beregnedes de årlige omkostningerne som følge af dødsfaldene sig til 5.019 millioner Euro, for Frankrig 28 523 millioner Euro, og for Schweiz til 2983 millioner Euro. Partikelbidraget fra trafikken blev vurderet til at andrage mellem 42 og 53% af disse omkostninger.

Også partikelforureningens effekter m.h.t. sygelighed og prissætning heraf blev vurderet. De samfundsøkonomiske omkostninger som følge af sygelighed androg ca. 1/3 af omkostningerne i forbindelse med dødelighed (Seethaler 1999).

For Norge (4,5 millioner indbyggere) har man tilsvarende ud fra dosis-respons-sammenhængen fra de to store amerikanske langtidsundersøgelser beregnet at PM₁₀ niveauet er årsag til 2200 årlige dødsfald (ingen nedre tærskelværdi for effekt). Såfremt der blev indregnet en tærskelværdi på 7,5 µg/m³ som anført ovenfor i trelandeundersøgelsen var effekterne halveret. Antallet af tabte leveår pr. dødsfald er angivet til 7 år. De totale samfundsøkonomiske omkostninger som følge af øget antal dødsfald og øget sygelighed i befolkningen blev opgjort til mellem 10 og 28 milliarder N-kroner, idet der ikke blev indregnet nogen tærskelværdi for effekt, mens omkostningerne lå mellem 3 og 16 milliarder N-kroner med tærskelværdi indregnet. Omkostningerne som følge af for tidlige dødsfald var klart dominerende over for omkostningerne i forbindelse med sygelighed i opgørelsen. De nedre niveauer for omkostningerne er resultatet ud fra en værdisætning af tabte leveår, mens de øvre omkostningsniveauer repræsenterer værdisætning af et statistisk liv ud fra befolkningens betalingsvillighed (SFT 2000).

Miljøministeriet og Sundhedsstyrelsen vurderede ud fra målinger af de aktuelle partikelniveauer i byer (gademålinger) at en reduktion i partikelniveauet med ca. 1/3, dvs. en reduktion med 5 µg/m³ PM_{2,5} ville medføre et fald i dødelighed på 3,5% i byområder sv.t. ca. 400 sparede dødsfald pr. 1 million byboere. Endvidere vurderedes at en sådan reduktion blandt 200.000 børn ville medføre ca. 1700 færre børn led af bronkitissymptomer og at 2000 færre børn fik nedsat lungefunktion. Endvidere kunne forventes et fald i antal lungekræfttilfælde. Vurderingen blev foretaget ud fra dosis-respons-sammenhænge angivet af WHO (MM & SST 2000).

I Storbritannien (59,7 millioner indbyggere) har den statslige komite vedrørende helbredseffekter af luftforurening (Committee on the Medical Effects on Air Pollutants) tilsvarende vurderet at dag-til-dag variationer i PM10-niveauer i byområder årligt medfører 8.100 dødsfald og 10.500 hospitalsindlæggelser for luftvejslidelser. Det anføres, at hvis man skulle tage højde for lang tids udsættelse for partikler og anvende dosis-respons-sammehængen fra de amerikanske undersøgelser, ville effekterne blive betydeligt større (Department of Health 1998).

I Holland (15,9 millioner indbyggere) har man netop afsluttet en vurdering af helbredseffekterne af partikelforureningen. Ved udelukkende at forholde sig til dødelighed som følge af dag-til-dag variationer i partikelniveauerne beregnes partikelforureningen at medfører 1700 – 3000 årlige dødsfald årligt. Såfremt effekten af lang tids påvirkning af de gennemsnitlige partikelniveauer i Holland beregnes v.h.a. dosis-respons fra de amerikanske undersøgelser (som i undersøgelserne ovenfor) anslås partikelforureningen at medføre mellem 10.000 og 15.000 dødsfald årligt (RIVM 2002).

I forbindelse med det europæiske samarbejde APHEIS er der blevet indsamlet data vedrørende partikelniveau (PM10 og sod) og dødelighed i 26 større europæiske byer. Byerne omfattede fra Tel Aviv og Madrid i syd til Stockholm og Dublin i nord. Toulouse i Frankrig havde den laveste dødelighed på 456 årlige dødsfald pr. 100.000 indbyggere, mens størst dødelighed fandtes i Bucharest med 1127 årlige dødsfald pr. 100.000 indbyggere. Ud fra dødelighedstallene blev det beregnet at en årlig reduktion m.h.t. PM10 på $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ville medføre et reduceret antal dødsfald på mellem 13 og 32 pr. 100.000 indbyggere afhængigt af de årlige dødsrater i byerne. Ved en tilsvarende reduktion af de daglige niveauer beregnedes 2 til 5 sparede dødsfald pr. år pr. 100.000 indbyggere som følge af gevinsten for akutte effekter. Der observeredes således en ca. 6 gange større gevinst, når de langvarige effekter blev inddraget. For sod blev en reduktion af det daglige niveau på $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beregnet til at medføre 2-4 reducerede dødsfald pr. år pr. 100.000 indbyggere i byerne. I vurderingerne anvendtes tilsvarende dosis-repsonssammenhænge som i WHO-trelandeundersøgelsen (APHEIS 2002).

Palmgren et al. (2000) anvendte samme dosis-repons-sammenhæng som i WHO's trelandeundersøgelse til vurdering af de helbredsmæssige følger af luftforureningen i Danmark. PM10 niveauerne (gennemsnitsniveau på $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10) vurderes, under forudsætning at ingen nedre tærskel eksisterer, at medføre 5000 årlige dødsfald i Danmark, 3300 ekstra hospitalsindlæggelser som følge af hjerte-kar-sygdomme og 2250 ekstra hospitalsindlæggelser som følge af luftvejssygdomme, 2,7 millioner persondage med begrænset aktivitet som følge af luftvejssygdomme og 210.000 astmaanfald hos personer over 15 år og 28.000 astmaanfald hos personer under 15 år.³

Undersøgelsen fandt kun yderst marginal påvirkning af det gennemsnitlige PM10-niveau ved at montere partikelfiltre på alle tunge dieseldrøjetøjer, idet dieseludstødning består af ultrafine partikler som kun udgør en forsvindende lille vægtmæssig andel af PM10. Såfremt de helbredsmæssige gevinster alene skulle relateres til denne vægtmæssig reduktion af PM10, kunne det beregnes, at man ville opnå en reduktion med 22 sparede dødsfald pr. år ved at montere partikelfiltre. Såfremt man modsat antog at antallet af ultrafine partikler alene var betydende for de sundhedsskadelige effekter, vurderede man at en reduktion på 33% i den samlede emissionen af ultrafine partikler i byområder som følge af montering af dieselfiltre på tunge dieseldrøjetøjer

³ Ved vurdering af en nedre tærskel sv.t. et formodet ikke-menneskeskabt baggrunds niveau på $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 vil effektberegninger for den menneskeskabte andel (ca. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) udgøre ca. 2/3 af de angivne tal.

medføre ca. 1250 sparede dødsfald pr. år, samt en reduktion i den ovenfor anførte sygelighed med ca. 25% (Palmgren et al., 2000; Raashou- Nielsen et al., 2002).

Angivelse af det meget store interval for sundhedsmæssige gevinster (fra 22 og op til 1250 sparede dødsfald pr. år) er en følge af, at viden vedrørende betydningen af de enkelte delkomponenter i partikelforureningen er meget begrænset, og det anføres, at man må formode at effekten af de ultrafine partikler er ansvarlig for en meget større del af helbredseffekterne end deres masse antyder (Raashou-Nielsen et al. 2002).

Denne vurdering var udgangspunkt for Færdselsstyrelsens rapport (2001), hvor man søger at prissætte helbredsgevinster og omkostninger ved montering af partikelfiltre. I rapporten lægges hovedvægten på en omkostningsbaseret værdisætning af et dødsfald, idet omkostningerne opgøres til 1,5 millioner kr. pr. dødsfald. Med hovedvægten lagt på 22 sparede dødsfald (dvs. reduktionen i ultrafine partikler menes udelukkende at medføre sundhedsmæssige gevinster i forhold til deres vægtmæssige bidrag til PM10) opnås en sundhedsøkonomisk gevinst på 33 millioner kr., hvortil der lægges 16 millioner kroner som følge af reduktioner i sygeligheden. Denne gevinst skal ses over for en udgift på 1,5 – 2,0 milliarder kr. til montering af partikelfiltre på tunge køretøjer.

Hvis der imidlertid tages udgangspunkt i ca. 1000 sparede dødsfald (dvs. ultrafine partikler anses for at være hele årsagen til sundhedsskader) opnås en sundhedsmæssig gevinst på 2,2 milliarder kroner.

Såfremt et dødsfald prissættes ud fra WHO's angivelse for betalingsvillighed (7,4 millioner pr. dødsfald) øges værdien for de sundhedsøkonomiske gevinster til 9 milliarder kr. årligt.

Efterfølgende har gruppen bag de sundhedsmæssige vurderinger i lyset af nyere undersøgelser opdateret deres vurdering, idet man nu anvender dosis-reponsammenhængen for PM_{2,5} direkte fra den opdaterede amerikanske undersøgelse af Pope et al., 2002. Dette øger det nedre estimat med 50%, således at der nu som et minimum regnes med 33 sparede dødsfald, mens det øvre estimat nu sættes til 1000 sparede dødsfald. Samtidig introduceres en ny beregningsmetode, hvor ny viden inddrages om effekter af ultrafine partikler (Erfurt-undersøgelsen af Wichmann et. al., se HEI 2001): I denne tidsserieundersøgelse er fundet et 4,6% fald i forbindelse med et 60% procents fald i antallet af ultrafine partikler. Denne dosis-respons for ultrafine partiklers effekter anvendes nu på danske forhold, idet man i de nye beregninger skønner at montering af partikelfiltre på tungekøretøjer vil medføre en reduktion af det samlede udslip af ultrafine partikler på 20% i byområderne. Et fald på 20% sidestilles ud fra undersøgelsen med en reduktion i dødelighed på 1,5%. En sådan reduktion blandt 3 millioner byboere i Danmark, hvor der skønsmæssigt dør 30.000 pr år, vurderes at svare til en reduktion på ca. 450 dødsfald pr. år (Palmgren et al. 2002).

Denne gevinst må anses at optræde umiddelbart ved reduktionen af de ultrafine partikler, idet udgangspunktet for beregningerne som nævnt er effekterne som følge af dag-til-dag variationer i partikelniveauerne.

Sidstnævnte beregning er foretaget ud fra dosis-responsmål fra en enkelt undersøgelse hvorfor den må vurderes med forsigtighed. Imidlertid må estimatet på 450 sparede dødsfald alligevel anses som mere sandsynligt og troværdigt, end de hver især meget usandsynlige yderestimer på 33 henholdsvis 1000 sparede dødsfald. At de ultrafine partikler har væsentligt større betydning end deres ringe massebidrag til PM_{2,5} og PM₁₀ tilsiger understøttes af den nye undersøgelse af Hoek et al. (2002), hvor vedvarende partikeksposering nær trafikerede veje (dvs. hvor eksponeringen af ultrafine partikler er høj) netop bidrager til at give en betydelig højere effekt end PM₁₀-niveauet umiddelbart giver anledning til at formode.

Som en kommentar til det nedre estimat på 33 sparede dødsfald kan nævnes, at dette under anvendelse af data vedrørende dosis-respons for den trafikrelaterede del PM_{2,5} (Laden et al. 2000) kan sættes til ca. 70 sparede dødsfald, idet undersøgelsen af Laden et al. (2000) fandt at dosis-respons for den andel af PM_{2,5}, der stammer fra trafik er mere end dobbelt så stor som dosis-respons for det samlede PM_{2,5} niveau.

Der er således en generel tendens til at tilskrive de ultrafine partikler fra trafikudstødning og andre forbrændingsprocesser en selvstændig betydning for de skadelige effekter. Vurderes den helbredsmæssige betydning af disse bidrag vil udgangspunkt i baggrundsniveauer for PM_{2,5} eller PM₁₀ undervurdere effekterne af to grunde. Dels vil en vægtbaseret dosis-reponsammenhæng være uegnet, da de ultrafine partikler kun udgør en forsvindende del af massen, og dels vil PM_{2,5} eller PM₁₀ målene i baggrunden være et meget ringe eksponeringsindikator for de ultrafine partikler, da befolkningen overvejende udsættes for disse i umiddelbar nærhed af kilden.

Dette må have in mente når man vurderer den nyligt udarbejdede rapport "Samfundsøkonomisk vurdering af partikelforurening" fra Institut for Miljøvurdering (IMV 2002).

I denne rapport værdisættes hvert enkelttilfælde af de helbredsmæssige effekter, dvs. prisen pr. dødsfald, pr. indlæggelse, pr. dag med astma- og bronkitissymptomer, og pr. tabt arbejdsdag. Værdisætningen sker dels ud fra en omkostningsbaseret metode, der tidligere har været anvendt af Færdselsstyrelsen (Færdselsstyrelsen 2001), og dels ved en metode angivet af WHO, der indebærer en noget højere prissætning, idet man her har forholdt sig til befolkningens betalingsvillighed for at undgå at blive udsat effekterne.

Som for de udenlandske opgørelser er prissætningen m.h.t. dødsfald den mest betydende post inden for den økonomiske opgørelse over sundhedsskaderne.

Tunge dieseldrøjetøjer angives at stå for 33% af trafikens partikelemission i byer. Når udgifter til montering af partikelfiltre på ca. 60.000 tunge køretøjer var modregnet, fandt rapporten, at baseret på betalingsvillighed ville det rent samfundsøkonomisk kunne betale sig at montere filtre på de tunge køretøjer, hvis dette medførte et fald i årlige dødsfald på 51 eller mere. Ud fra den omkostningsbaserede metode hvor værdisætningen var sat noget lavere for sundhedsskaderne optrådte der først samfundsøkonomiske gevinster, hvis der kunne spares mere end 204 årlige dødsfald.

Varebiler angives at bidrage til 55% af trafikens partikelemission i byer. De tilsvarende tal for at opnå samfundsøkonomiske gevinster ved at montere partikelfiltre på ca. 244.000 varebiler blev opgjort mindst 99 sparede dødsfald (betalingsvillighed) henholdsvis mindst 425 sparede dødsfald (omkostningsbaseret). For montering af partikelfiltre på ca. 5400 taxaer var grænserne for samfundsmæssig gevinst 4 sparede dødsfald (betalingsvillighed) henholdsvis 17 sparede dødsfald (omkostningsbaseret).

Sammenholdes disse beregninger med den opdaterede sundhedsvurdering i forbindelse med partikelfiltre på tunge køretøjer (Palmgren et al. 2002), hvor reduktion i udslippet af ultrafine partikler beregnes at spare ca. 450 dødsfald pr. år, så fremgår det, at der er samfundsøkonomisk gevinst ved at montere partikelfiltre på tunge køretøjer ved begge beregningsmetoder (betalingsvillighed og omkostningsbaseret).

Tilsvarende gør sig gældende for montering af partikelfiltre på varevogne, idet disse bidrager med 66% højere partikelemission end de tunge køretøjer, hvorfor de sundhedsmæssige gevinster vil ligge højere end for de tunge dieseldrøjetøjer.

Opgørelserne over de sundhedsmæssige gevinster ved at reducere udslip og dermed befolkningens udsættelse for ultrafine dieselpartikler er usikre. Såfremt den sundhedsmæssige gevinst ved montering af partikelfiltre alene beregnes ud fra nedgangen i PM_{2,5} (sv.t. vægten af de ultrafine partikler) undervurderes effekten betydeligt. Dvs. der må regnes med væsentligt større effekt end de tidligere beregnede 33 sparede dødsfald pr. år ved montering af partikelfiltre på tunge dieseldetøjer. Regnes udelukkende med, at antallet af ultrafine partikler er ansvarlige for alle skadeeffekter og at disse skader reduceres proportionalt med reduktion af udslippet af ultrafine partikler, vil denne beregningsmetode medføre en overestimering af de gavnlige effekter, beregnet til ca. 1000 sparede dødsfald pr år. På den baggrund synes en beregning baseret på et datasæt vedrørende dosis-responsammenhængen for ultrafine partikler, på trods af materialets begrænsede karakter, at angive en mere sandsynlig størrelsesorden for de sundhedsmæssige gevinster, idet der beregnes ca. 450 sparede dødsfald.

Ved opgørelse af de samfundsøkonomiske omkostninger ved øget sygelighed og dødelighed kan det konstateres at de beregnede beløb er meget afhængige af metoden for prissætningen. I alle former for beregninger synes øget dødelighed at belaste med de største samfundsøkonomiske omkostninger. Værdien af et menneskeliv er meget vanskelig at prissætte på en meningsfyldt måde, og valg af prissætningsmetode for dødsfald får således en afgørende betydning for udfaldet af de samfundsøkonomiske konsekvenser af luftforureningen.

8. Vurdering, konklusion og anbefaling

Dette afsnit er formuleret så det i videst muligt omfang besvarer de i indledningen stillede spørgsmål:

I hvilken udstrækning er der dokumentation for at der er en sammenhæng mellem partikelniveauer og effekter?

Sammenhængen mellem partikelforurening og sundhedsskader er påvist i et meget omfattende antal befolkningsundersøgelser, hvor der er opnået forholdsvis ensartede sammenhænge uanset variationer i undersøgelserne m.h.t. til tid og sted og i analysemetoder. Omend de biologiske mekanismer for årsagsvirkningssammenhængen ikke er fuldt klarlagt, foreligger der i dag en række laboratorieundersøgelser og forklaringsmodeller, der understøtter opfattelsen af en reel årsagsvirknings-sammenhæng. Der foreligger kun for et fåtal af andre miljøområder så veldokumenterede sammenhænge for sundhedsmæssig påvirkning som inden for partikel- og luftforureningsområdet. Såvel kvalitativt som kvantitativt opfylder befolkningsundersøgelserne på området i fuldt mål de valideringskriterier man anvender for underbyggelse af årsagssammenhænge.

Hvilke sammenhænge er der fundet mellem partikelniveauer i luften og effekter?

Partikelniveauer i luften er fundet at have påvirkning på dødelighed og sygelighed. Den øgede dødelighed er primært en følge af dødsfald forårsaget af kroniske luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme, men øget dødelighed er også fundet som følge af lungecancer og øget dødelighed blandt spædbørn.

Påvirkning af sygelighed er påvist i form af øget antal hospitalsindlæggelser forårsaget af forværring af luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme, samt i forbindelse med registrering af øget forekomst af luftvejsgener og -symptomer, og ved øget anvendelse af astmamedicin, ved forringet lungefunktion, og ved øget sygefravær.

Den gennemsnitlige partikeludsættelse over lang tid anses at betyde væsentligt mere for de skadelige effekter end kortvarige episoder med forhøjede partikelniveauer. En forskel på 10 µg/m³

i PM_{2,5} årsgennemsnittet modsvarer således en forskel i dødeligheden i befolkningen på 6%.

Hvad betyder undersøgelsesernes forskellige målemetoder for partikler i forhold til vurdering af helbredseffekter?

Anvendelse af forskellige målemetoder har medført øget forståelse, men også genereret nye spørgsmål i forbindelse med vurdering af partikelforureningens effekter. Forskellige målemetoder, kan være mere eller mindre repræsentative for befolkningens udsættelse, og vurdering af helbredseffekter må ses i sammenhæng hermed. Anvendelse af måledata for PM_{2,5} og PM₁₀ fra faste målestationer, der måler baggrunds niveauer i byer, er relevante mål til anvendelse af vurderinger af helbredsmæssige effekter i befolkningen. For sodpartikler og ultrafine partikler vil målestationers data for disse fraktioner næppe udgøre et godt mål for befolkningens eksponering, idet nærhed af kilderne vil være af afgørende betydning for udsættelse.

Er der en nedre tærskelværdi?

Der er ikke fundet nogen nedre tærskelværdi for partikelniveauet med hensyn til de sundhedsmæssige påvirkninger som fx øget dødelighed forårsaget af luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme. Tværtimod angives i visse tilfælde stejlere dosis-respons sammenhænge ved de lavere niveauer som er relevante for danske byområder.

Er der særlige egenskaber ved partiklerne der er afgørende for effekt fx kemisk indhold eller partikelstørrelse (grove, fine og ultrafine partikler), og hvad betyder de forskellige kilder til partikelforureningen?

Epidemiologiske undersøgelser har primært fundet helbredseffekter relateret til PM₁₀ og PM_{2,5}, da det er disse parametre, der er blevet målt. Der savnes bedre viden om i hvilken udstrækning partiklernes sammensætning eller særlige størrelsesfraktioner er af betydning for de observerede effekter. Det er således næppe sandsynligt at en enkelt partikelparameter kan relateres til de samlede helbredseffekter. Ud fra den eksisterende viden anbefales det ved regulatoriske tiltag især relevant at fokusere både på partikelmassekoncentrationen (PM₁₀ eller PM_{2,5}) og på ultrafine forbrændingspartikler. Dieselpartikler er særlig i fokus, dels er partiklerne ultrafine, og dels indeholder de en række kendte meget sundhedsskadelige stoffer. Endvidere er befolkningen pga. nærhed ved kilderne i høj grad udsat for disse partikler.

Sammensætningen af partikelforureningen i dag synes ikke at være mindre sundhedsskadelig end tidligere tiders partikelsammensætning, snarere tværtimod. Partikler bestående af vandopløselige salte og mineralholdigt jordstøv anses for mindre betydelige i sundhedsmæssig henseende.

Hvilken indflydelse har øget dødelighed på tabte leveår?

Ud fra de nordamerikanske data vedrørende dødeligheden ved forskellige partikelforureningsniveauer er der foretaget en række beregninger vedrørende betydningen med hensyn til tabte leveår. Disse beregninger angiver et tab i den forventede gennemsnitslevetid for befolkningen som helhed på 0,4-1,1 år pr. 10 µg/m³ PM_{2,5}. Det anses hovedsageligt at være blandt ældre og personer med hjerte-kar-sygdomme og kroniske luftvejslidelser hvor dødeligheden er påvirket, hvorfor påvirkningen i levetid hos disse grupper er forholdsmæssigt større.

Hvordan skal øget sygelighed tolkes?

Befolkningsundersøgelserne peger på børn, ældre og personer med hjerte-kar-sygdomme og kroniske luftvejslidelser samt særligt udsatte personer (dvs. bopæl ved eller ophold/ færden tæt ved trafikeret vej) som risikogrupper i forbindelse med partikelforureningen. Det er således et vist

udsnit af befolkningen det er særligt relevant af fokusere på i forbindelse med partikelforureningen og luftforureningen generelt.

Partikelforureningen anses at forværre tilstanden hos personer med kroniske luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme, således at disse er i øget risikovirkninger for alvorlige følgevirkninger og død. Partikelforureningens rolle i forbindelse med frembringelse af nye tilfælde med allergiske luftvejslidelser og hjerte-kar-sygdomme er endnu ikke afklaret.

Hvad betyder effekterne fra partikelforureningen på befolkningsniveau?

Partikelforureningen må anses at medføre betydelige sundhedsmæssige konsekvenser for befolkningen, som følge af en reduktion i den forventede levetid og øget sygelighed. For danske forhold er det beregnet op til 5000 årlige dødsfald på landsplan som følge af partikelforureningen. Såfremt man forstillede sig at reducere 1/3 (proportionalt på alle fraktioner) ville dette ud fra de hidtidige effektvurderinger svare til en nedgang i årlige dødsfald på ca. 1700; 1100 færre hospitalsindlæggelser som følge af hjerte-kar-sygdomme og 750 færre hospitalsindlæggelser som følge af luftvejssygdomme; 900.000 færre persondage med begrænset aktivitet som følge af luftvejssygdomme og 70.000 færre astmaanfald hos personer over 15 år og 9.000 færre astmaanfald hos personer under 15 år.

Hvor hurtigt og i hvilket omfang opnås helbredsmæssig gevinst ved reduktion af partikeludsættelsen- og hvad betyder en evt. udskydelse af reduktionstiltag?

Erfaringer fra andre lande, hvor partikelniveauerne er blevet reduceret viser at der opnås helbedsgevinster umiddelbart i forbindelse med reduktionen. I Irland kunne effekten på dødelighed således registreres inden for de første 6 år efter et markant fald i sodpartikler som følge af forbud mod salg af kul til opvarmning. Fald i dag-til-dag partikelniveauer må forventes umiddelbart at medføre et fald i akutte effekter i overensstemmelse med de fundne dosis-responsammenhænge. For de omfangsmæssigt mere betydende dosis-responsammenhænge baseret på gennemsnitsniveauer over tid kan man ikke udelukke, at der vil gå en kortere årrække, førend der opnås fuld sundhedsmæssig gevinst m.h.t. reduceret sygelighed og dødelighed. Forskellen mellem et reduceret partikelniveau i dag i forhold til om fx 3 år vurderes ikke umiddelbart at ændre på omfanget af de helbredsmæssige gevinster, idet gevinsterne da blot vil optræde med tilsvarende tidsforskydning. Da den ældre del af befolkningen, og dermed den sårbare andel, er stigende, vil det være en fordel at påbegynde reduktionen af partikelforureningen så tidligt som muligt.

I hvilken udstrækning kan helbredseffekterne værdisættes?

Ved opgørelse af de samfundsøkonomiske omkostninger ved øget sygelighed og dødelighed kan det konstateres at de beregnede beløb er meget afhængige af metoden for prissætningen. I alle former for beregning synes øget dødelighed at belaste med de største samfundsøkonomiske omkostninger. Værdien af et menneskeliv er meget vanskelig at prissætte på en meningsfyldt måde, og valg af prissætningsmetode for dødsfald får således en afgørende betydning for udfaldet af de samfundsøkonomiske konsekvenser af luftforureningen.

I hvilken udstrækning kan effekten af regulering af konkrete partikelkilder forudsiges fx regulering af dieselmotorers partikeludslip?

Opgørelse over de sundhedsmæssige gevinster ved at montere partikelfiltre og derved nedbringe udslip og niveauer af ultrafine dieselpartikler er usikre. Regnes med en effekt udelukkende svarende til partiklernes vægt, og dermed reduktion i PM_{2,5}-niveauet undervurderes effekten betydeligt. Dvs. der må regnes med væsentligt større effekt end de tidligere beregnede 33 sparede dødsfald pr. år

ved montering af partikelfiltre på tunge dieseldrøjetøjer. Regnes udelukkende med at antallet af ultrafine partikler er ansvarlige for alle skadeeffekter, og at disse skader reduceres proportionalt med reduktion af udslippet af ultrafine partikler, vil denne beregningsmetode medføre en overestimering af de gavnlige effekter, som tidligere er beregnet til ca. 1000 sparede dødsfald pr år. På baggrund heraf vurderes en beregning baseret på et datasæt vedrørende dosis-responssammenhængen for ultrafine partikler, på trods af materialets begrænsede karakter, at angive en mere sandsynlig størrelsesorden for de sundhedsmæssige gevinster, idet der beregnes ca. 450 sparede dødsfald ved montering af partikelfiltre på tunge køretøjer.

Hvilke konklusioner kan der drages ud fra en overordnet sundhedsfaglig vurdering – er der grundlag for tiltag?

På baggrund af den foreliggende internationalt baserede viden om partikelforureningens sundhedsskadelige effekter og omfanget af disse effekter, vurderes det overvejende sandsynligt, at der i Danmark kan opnås betydelige samfundsmæssige helbredsgevinster ved at nedbringe befolkningens udsættelse for partikler.

Størst viden haves om de fine partiklers betydning for de sundhedsskadelige effekter, men ultrafine forbrændingspartikler herunder dieselpartikler mistænkes i stigende grad for at have en betydelig rolle. Kilder til fine og ultrafine partikler er ofte forskellige og tiltag der samtidig, eller hver især nedbringer befolkningens udsættelse for fine og ultrafine forbrændingspartikler må derfor anbefales.

Reduktion af befolkningens udsættelse for dieselpartikler vurderes at ville medføre betydelige sundhedsmæssige gevinster (skønsmæssigt i størrelsesordenen 450 sparede dødsfald pr. år ved montering af filtre på tunge dieseldrøjetøjer), og montering af partikelfiltre på dieseldrøjetøjer kan således anbefales ud fra en sundhedsfaglig synsvinkel.

Referencer

Adams HS, Nieuwenhuijsen MJ, & Colville RN (2001). Determinants of fine particles (PM_{2.5}) personal exposure levels in transport microenvironments, London, UK. *Atmospheric Environment* **35**, 4557-4566.

APHEIS (2002). Air Pollution and Health: A European Information System, Health Impact Assessment of Air Pollution in 26 European Cities. APHEIS Second-year Report 2000-2001.

Brunekreef B (1997). Air pollution and life expectancy. Is there a relation? *Occupational and Environmental Medicine* **54**, 781-784

Brunekreef B & Dybing E (2002) WHO project "Systematic review of health aspects of air quality in Europe": Particulate Matter. Draft 15 Nov 2002, 29p.

Brunekreef B & Holgate ST (2002). Air pollution and health. *The Lancet* **360**, 1233-1242.

Clancy L, Goodman, Sinclair H, & Dockery DW (2002). Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *The Lancet* **360**, 1210-1214.

- Daniels MJ, Dominici F, Samet JM, & Zeger SL (2000). Estimating particulate matter-mortality dose-response curves and threshold levels: An analysis of daily time-series for the 20 largest US cities. *American Journal of Epidemiology* **152**, 397-406.
- Dockery DW (2001). Epidemiologic evidence of cardiovascular effects of particulate air pollution. *Environmental Health Perspectives* **109**, suppl 4, 483-486.
- Dockery DW, Pope CA, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, Ferris BG, & Speizer FE (1993). An association between air pollution and mortality in six US cities. *New England Journal of Medicine* **329**, 1753- 1759.
- Donaldson K, Stone V, Seaton A, & MacNee (2001). Ambient particle inhalation and the cardiovascular system: Potential mechanisms. *Environmental Health Perspectives* **109**, suppl 4, 523-527.
- Færdselsstyrelsen 2001. Partikelfiltre på tunge køretøjer. Færdselsstyrelsen, 87 p.
- HEI (2000a). The national morbidity, mortality, and air pollution study. Part II: Morbidity and Mortality from air pollution in the United States. Research report no. 94. Health Effects Institute, 82 p.
- HEI (2000b). Daily mortality and fine and ultrafine particles in Erfurt, Germany, Part I: Role of particle number and particle mass. Health Effects Institute, research report no. 98, 96p.
- Heinrich J, Grote V, Peters A, & Wichmann H-E (2002). Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub: Epidemiologie der Langzeiteffekte. *Umweltmed. Forsch. Prax* **7**, (2), 91-99.
- Hoek G, Brunekreef B, Goldbohm S, Fischer P, & van der Brandt PA (2002). Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet* **360**, 1203-1209.
- Horak F, Studnicka M, Gartner C, Spengler JD, Tauber E, Urbanek R, Veiter A, & Frischer T (2002). Particulate matter and lung function growth in children: a 3 year follow-up study in Austrian Schoolchildren. *European Respiratory Journal* **19**, 838-8845.
- IMV (2002). Samfundsøkonomisk vurdering af partikelfiltre. Institut for Miljøvurdering, 65 p.
- Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopoli Y, Rossi G, Zmirou D, Ballester F, Boumghar A, Andersen HR, Wojtyniak B, Paldy A, Braunstein R, Jm Pekkanen J, Schindler C, & Schwartz J (2001). Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology* **12**(5), 521-531.
- Laden F, Neas LM, Dockery DW, & Schwartz (2000). Association of fine particulate matter from different sources with daily mortality in six US cities. *Environmental Health Perspectives* **108**(10), 941-947.

- Leksell I & Rabl A (2001). Air pollution and mortality: Quantification and valuation of years of life lost. *Risk Analysis* **21**, 843-857.
- Lipmann M (1998). The 1997 US EPA standards for particulate matter and ozone. In: *Air Pollution and Health. Issues in Environmental Science and Technology* **10**, 75-100.
- MM & SST (2000). Vurdering af partikler – status pr. august 2000-. Miljø- og Energiministeriets og Sundhedsstyrelsens fælles arbejdsgruppe for udendørs luftforurening, 22p.
- Nevalainen J & Pekkanen (1998). The effect of particulate air pollution in life expectancy. *The Science of the Total Environment* **217**, 137-141.
- Palmgren F, Wåhlin P, Berkowicz R, Hertel O, Jensen SS, Loft S, & Raashou-Nielsen O (2001). Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 358. 91p.
- Palmgren F, Wåhlin P, Berkowicz R, Loft S, & Raashou-Nielsen O (2002). Opdatering pr. 5. juni 2002 af undersøgelsen: Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark, 11p.
- Pope CA (2001) Epidemiology of mortality and chronic exposure to air pollution. Presented at the symposium “The measurement and economic valuation of the health effects of air pollution”, London, February 19-20 2001.
- Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, & Thurston GD (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of American Medical Association* **287**(9), 1132-1141.
- Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer E, & Heath CW (1995). Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. *Am J Respir Crit Care Med* **152**, 669-674.
- Raashou-Nielsen O, Palmgren F, Jensen SS, Wåhlin P, Berkowicz R, Hertel O, Vrang M-L, & Loft S (2002). Helbredseffekter af partikulær luftforurening i Danmark – et forsøg på kvantificering. *Ugeskrift for Læger* **164**, 3959-3963.
- Rabl A (2001). Interpretation of air pollution mortality: number of deaths or years lost? Presented at the symposium “The measurement and economic valuation of the health effects of air pollution”, London, February 19-20 2001.
- RIVM (2002). On health risks of ambient PM in the Netherlands. Executive summary, Netherlands Aerosol Programme. RIVM (National Institute for Public Health and the Environment), report no. 650010033, 70 p.
- Sarnat JA, Schwartz J, Catalano PJ, & Suh HH (2001). Gaseous pollutants and particulate matter epidemiology: confounders or surrogates? *Environmental Health Perspectives* **109**, 1053-1061.
- Schwartz J (2000). Harvesting and long term exposure effects in the relation between air pollution and mortality. *American Journal of Epidemiology* **151**, 440-448.

Seethaler R (1999). Health costs due to road traffic-related air pollution – an impact assessment project of Austria, France and Switzerland. Prepared for WHO Ministerial Conference on Environment and Health, London 1999, 105 p.

SFT (2000). Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning. Rapport fra Statens Forurensningstilsyn, 55 p.

Thurston G, DeLeon S, Ito K, Burnett R, Shi Y, & Pope CA (2003). The susceptibility of older adults to PM air pollution. Præsentation og poster præsenteret ved konferencen "Particulate matter: Atmospheric sciences, exposure and the fourth colloquium on PM and human health" Pittsburgh 31. marts-4. april 2003.

US EPA (1999). The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 to 2010. EPA Report to Congress, EPA-410-R-99-001, 114 p.

US EPA (2002). Air quality criteria for particulate matter (third external review draft, April 2002). <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/partmatt.cfm?ActType=default>

Vrang M-L, Hertel O, Palmgren F, Wåhlin P, Raashou-Nielsen O, & Loft SH (2002). Ugeskrift for Læger **164**, 3937-41.

Wichmann HE & Peters A (2000). Epidemiological evidence of the effects of ultrafine particle exposure. Phil Trans R Soc Lond **358**, 2751-2769.

WHO (2000). Air Quality Guidelines for Europe. Particulate Matter. WHO Regional Publications, European Series no 91, 186-193.

Zanobetti A, Schwartz J, Samoli E, Gryparis A, Touloumi G, Atkinson R, Le Tertre A, Bobros J, Celko M, Goren A, Forsberg B, Michelozzi P, Rabczenko D, Ruiz EA, & Katsouyanni K (2002). The temporal pattern of mortality responses to air pollution: A multicity assessment of mortality displacement. Epidemiology **13**, 87-93.

Bilag

Rapportering af sundhedseffekter (sygelighed og dødelighed) som følge af luftforurening – her især partikelforurening.

Luftforureningens sundhedsskadelige effekt omfatter **akutte og kroniske sygdomme i luftveje og hjerte-kar system**. Forskellige studier medtager i den forbindelse forskellige sygdomsgrupper alt efter fokus. Oftest er der tale om hospitalsindlæggelser og dødsfald opgjort efter den internationale sygdomsklassifikation International Classification of Diseases and Related Health Problems, 9. eller 10. revision⁴ (ICD9/ICD10), dvs. registerbaserede oplysninger af sygdomsgruppens hoveddiagnose, den såkaldte aktionsdiagnose⁵. I Danmark indrapporteres disse data efter ICD10 til Sundhedsstyrelsens Landspatientregister og Dødsårsagsregister. Herved bliver kun sygdomsforekomst, der omfatter hospitalsindlæggelser, ambulatorie- og skadestuebesøg medregnet, medens sygdomme, der ”alene” kræver kontakt til den praktiserende læge/ speciallæge, eller slet ikke kræver lægekontakt, ikke medtages.

Andre studier medtager i stedet selvrapporterede data, dvs. de involverede personers egen opfattelse og oplevelse af deres symptomer/ sygdomme. Det er således studiets design og metode, der afgør karakteren af sygdomsregistreringen/ sygdoms-symptom rapporteringen.

Sundhedseffekter som følge af partikelforurening omfatter følgende:

Luftvejslidelser – dvs. sygdomme i åndedrætsorganerne:

Her drejer det sig for indlæggelsernes vedkommende om akutte infektioner i øvre luftveje, influenza og lungebetændelse, akut og kronisk bronkitis, kronisk obstruktiv lungesygdom (KOL eller rygerlunger), astma samt kræft i åndedrætsorganerne, hvor især lungekræft er betydende. De tilsvarende sygdomsklassifikationer er for ICD9's vedkommende 460-519 og 160-165 (kræftlidelserne), og for ICD10's vedkommende diagnoserne J00-J99 samt for kræftsygdommens vedkommende C30-39.

Eksempel:

Ofte deles befolkningen op i aldersgrupper hvortil de relevante sygdomsgrupper så allokeres. Som f.eks. i APHEA⁶, hvor følgende indlæggelser registreres:

Astma: 0-14 år og 15-64 år: ICD9 493,

KOL (kronisk bronkitis, rygerlunger) og astma: 65+ år: ICD9 460-519 og

alle luftvejslidelser 65+ år: ICD9 460-519

Hjerte-kar sygdomme – dvs. sygdomme i hjerte og kredsløb:

Her tænkes især på sygdommene blodtryksforhøjelse, iskæmiske hjertesygdomme (hjertesygdom pga nedsat ilttilførsel) inkl. AMI (blodprop i hjertet), rytmeforstyrrelser, hjerneblødning og blodprop i hjernens kar samt åreforkalkningssygdomme andetsteds. For ICD9's vedkommende drejer det sig her om ICD9 390-438, for ICD10's vedkommende I00-I99.

⁴WHO's internationale sygdomsklassifikation, en sygdomsklassifikation, der indebærer en gruppering af sygdomme efter fastlagte kriterier.

⁵ Udover aktionsdiagnosen registreres patienter ved udskrivelsen ofte med 2 eller flere betydende diagnoser.

⁶ Air Pollution and Health: a European Approach

Eksempel:

I APHEA således:

Hjertesygdomme: 0-64 år og 65+ år: ICD9 390-429

Iskæmisk hjertesygdom: 0-64 år og 65+ år: ICD9 410-414

Hjerneblødning, blodprop i hjernen: 65+ år: ICD9 430-438

Danske tal for nævnte sygdomsgrupper:**Dødsårsagsregisteret:**

Ved ethvert dødsfald i Danmark skal en læge foretage ligsyn og udfærdige dødsattest, som herefter skal indsendes til Sundhedsstyrelsen, hvor den indgår i dødsårsagsstatistikken. Til kodning benyttes som anført ICD10.

Af Sundhedsstyrelsens seneste dødsårsagsstatistik fra 1999 (Dødsårsagsregisteret, Nye tal fra Sundhedsstyrelsen. Årg. 6. nr. 8 2002) ses det, at dødsfald i absolutte tal forårsaget af sygdomme i åndedrætsorganerne samlet for mænd og kvinder har været stigende fra 1985 til 1995 (4.566 til 5.622), og herefter igen har udvist en stigning fra 1998 til 1999 (5.284 til 5.628), medens de aldersstandardiserede rater samlet har været lidt svingende men nogenlunde uændret omkring 100 pr. 100.000 indbyggere fra 1985-99. Opdeles dødsfaldene imidlertid på køn ses kvinderne nu i absolutte tal at have indhentet mændene i 1995 (2.824 mod 2.789) for fortsat i 1999 at ligge højere (2.971 mod 2.657), således at stigningen efter 1995 næsten udelukkende hviler på kvinder. På de aldersstandardiserede rater ses kvinderne dog fortsat at ligge lavere end mændene (i 1999 91 mod 134 pr. 100.000), med en noget svingende, men alligevel stigende tendens.

Dødsfald på grund af hjertesygdomme (absolutte tal, samlet for mænd og kvinder) er derimod faldet konstant fra 19.281 i 1985 til 14.449 i 1999, aldersstandardiseret fra 415 i 1985 til 268 i 1999. Også her har kvinderne, men dog først i 1999, indhentet mændene i absolutte tal (7.250 mod 7.190). De aldersstandardiserede rater for begge køn viser indtil 1998 en smuk faldende tendens, som dog for kvinderne afløses af en lille stigning i 1999 (3,5%). Hjertesygdom domineres helt af iskæmisk hjertesygdom, hvor tallet for mænds vedkommende siden 1985 er faldet med 45% og blandt kvinder 35%. Anden hjertesygdom end iskæmisk (her findes bl.a. ledningsforstyrrelser) er steget indtil 1995 og har siden ligget stabilt, medens forhøjet blodtryk siden 1995 har vist en stigende tendens.

Cancerregisteret:

Af Sundhedsstyrelsens seneste rapport fra Cancerregisteret 1998 (Nye tal fra Sundhedsstyrelsen. Årg. 6. nr. 6 2002) ses lungekræft stadig at være en stor sygdomsgruppe hos især midaldrende og ældre. Knap 40% flere mænd end kvinder rammes, men medens forekomsten for mænd synes at have toppet (1990 2048 nye tilfælde eller 86 pr. 100.000 indb., 1998 1942 eller 79 pr. 100.000 indb.) synes tallet for kvinder fortsat at stige (1990 1120 nye tilfælde eller 39 pr. 100.000 indb., 1998 1422 eller 48 pr. 100.000 indb.), selvom der ses en tendens til stagnation (1997 1427 eller fortsat 48 pr. 100.000 indb.)

Landspatientregisteret:

Der har ikke siden 1995 været foretaget regelmæssige rapportering af sygdomsmønstre fra Sundhedsstyrelsens Landspatientregister, og der foreligger således ikke umiddelbare tal herfra for indlæggelser for luftvejslidelser og hjerte-kar sygdomme. (Kan dog skaffes!)

Fra Danmarks Statistik (Stat. årbog 2002, tal fra 2000) ses sygdomme i hjerte-kredsløbsorganer med ca. 87.000 indlæggelser at svare til ca.13% af de samlede indlæggelser i Danmark og er dermed én af de hyppigste årsager til sygehusindlæggelser. Der er dog stor forskel på de enkelte aldersgruppers indlæggelsesmønster og blandt de 1-4 årige drenge og piger har godt hver tredje (henholdsvis 39% og 33%) i denne aldersgruppe været indlagt for sygdomme i åndedrætsorganer. I alt 58.000 personer blev indlagt for sygdomme i åndedrætsorganer

Selvrapporterede data:

Fra Statens Institut for Folkesundheds (SIF) sundheds- og sygelighedsundersøgelse fra 2000, oplyste 5% af voksenbefolkningen at have langvarig åndedrætssygdom, hyppigst i aldersgruppen 67-79 år. I de yngste aldersgrupper højest blandt kvinder, men omvendt i de 2 ældste aldersgrupper, og for de yngste aldersgruppers vedkommende stigende siden 1987.

Forældre til 7,6% børn under 16 år rapporterede, at børnene har haft astma eller astmatisk bronkitis – en nogenlunde uændret andel siden 1994.

6,5% angav, at de havde langvarig hjerte-kar sygdom, væsentlig højere blandt ældre end blandt yngre, og uden kønsforskel - og uændret siden 1987.

Endelig skal det bemærkes, at ca 1/6 (ca. 1,7 mia. kr.) af medicinomsætningen på årligt 10 mia. kr., herhjemme udgøres af medicin mod hjerte-kar lidelser, og at den hyppigst anvendte form for receptpligtig medicin er blodtrykssænkende midler (Stat. årbog 2002).



Trafikministeriet
Lisa Bjergbakke
Frederiksholms Kanal 27
1220 København K

Dato:
Kontor: Færdselskontoret
Sagsbeh.: Anita Vedsø
Sagsnr.: 2002-84-0099
Dok.: AVE20633

Vedrørende arbejdsgruppen om regeringens partikelredegørelse

I henhold til aftale på arbejdsgruppens møde den 13. november 2002 har Justitsministeriet udarbejdet nedenstående bidrag til regeringens partikelredegørelse om lovgrundlaget for miljøzoner:

”I henhold til § 92 d, stk. 1, i færdselsloven (lovbekendtgørelse nr. 712 af 2. august 2001 med senere ændringer) kan justitsministeren, når det findes færdselssikkerhedsmæssigt forsvarligt, efter høring af politiet tillade amtsråd og kommunalbestyrelser i disses egenskab af vejbestyrelse eller vejmyndighed at udføre tidsmæssigt og geografisk begrænsede forsøg med færdselsregulerende foranstaltninger, der ikke kan udføres i medfør af færdselslovens bestemmelser, herunder forsøg der alene er begrundet i miljømæssige hensyn. Justitsministeren kan i forbindelse med sådanne forsøg fravige bestemmelserne i færdselslovens § 2, nr. 2, 6, 8 og 11-13, § 5, stk. 2, samt §§ 6, 10, 11 og 13. Ministeren kan udstede forskrifter i forbindelse med en konkret tilladelse.

I henhold til forarbejderne til § 92 d giver bestemmelsen bl.a. mulighed for at gennemføre forsøg med etablering af ”miljøzoner”. Miljøstyrelsen har i en rapport fra 2000 (”Miljøzoner i byerne”) defineret en miljøzone som et geografisk afgrænset byområde, hvor der indføres særlige restriktioner for biltrafikken med henblik på at reducere trafikkenes miljøbelastning i byen.

Det er forudsat i forarbejderne, at forsøgene udfærdiges på en sådan måde, at det giver højst mulig miljømæssig fordel og mindst mulig gene for trafikken.

§ 92 d er bredt formuleret, og der vil således kunne udføres forsøg begrundet i enten miljømæssige eller færdselsregulerende hensyn eller begge dele. Med forsøgene påtænkes det at frembrin-

ge praktiske erfaringer med henblik på en vurdering af behovet for eventuelle permanente ændringer i færdselsloven.

Bestemmelsen i § 92 d omhandler alene forsøg med færdselsregulerende foranstaltninger, hvor forsøget enten ikke er hjemlet i loven eller vil kræve dispensation fra visse bestemmelser i færdselsloven. Der findes således en række bestemmelser i færdselsloven, hvorefter lovens almindelige bestemmelser kan fraviges ved f.eks. afmærkning. Som eksempel kan nævnes § 14, stk. 2, hvorefter ikke registreringspligtig knallert skal føres på cykelsti, medmindre andet er afmærket. Sådanne ”forsøg” er ikke omfattet af anvendelsesområdet for § 92 d.

Forsøg efter § 92 d kan udføres på de arealer, der er omfattet af lov om offentlige veje (lovbekendtgørelse nr. 671 af 19. august 1999 med senere ændringer) og lov om private fællesveje (lovbekendtgørelse nr. 670 af 19. august 1999 med senere ændringer).

Det er alene kommuner og amtskommuner, som (eventuelt efter anmodning fra andre interesserede) kan udføre forsøg i henhold til færdselslovens § 92 d.

Det fremgår af ordlyden af bestemmelsen, at der alene er hjemmel til at tillade tidsmæssigt og geografisk begrænsede forsøg. Den tidsmæssige og geografiske begrænsning vil afhænge af det enkelte forsøg, herunder mulighederne for evaluering af forsøget. Som hovedregel vil forsøg således ikke tidsmæssigt kunne udstrækkes ud over, hvad der er nødvendigt for at gennemføre en evaluering. Det vil normalt være op til maksimalt et år. I tilfælde af forsøg med miljøzoner vil det eventuelt kunne komme på tale at forlænge forsøget under hensyn til evalueringen. Endvidere vil et forsøg kunne forlænges, hvis evalueringen heraf måtte vise, at der er grundlag for en lovmæssig regulering af området, således at forsøget fortsætter, indtil der er taget stilling til, om der kan skabes lovhjemmel for en permanent ordning.

Det er kun de i § 92 d udtrykkeligt nævnte færdselslovsbestemmelser, som kan fraviges i medfør af bestemmelsen i § 92 d. Andre fravigelser kan kun finde sted i det omfang, det i øvrigt fremgår af færdselsloven (f.eks. kan færdselsreglerne i henhold til § 95, stk. 2, fraviges ved afmærkning).

I henhold til § 92 d, stk. 2, indsendes ansøgning om tilladelse til forsøg af amtsrådet eller kommunalbestyrelsen til Justitsministeriet ledsaget af en nærmere beskrivelse af forsøget.

Ansøgningen skal indeholde:

- En beskrivelse af forsøget, herunder forsøgets tidsplan, formål, forventede konsekvenser i forhold til de nuværende trafikale og miljømæssige forhold samt økonomiske konsekvenser i forhold til virksomheder/transporterhvervet i forsøgsområdet.

- En beskrivelse af, hvilke bestemmelser i færdselsloven der efter kommunens eller amtets opfattelse skal gives dispensation fra, herunder oplysning om hvorfor forsøget ikke kan gennemføres efter andre bestemmelser i færdselsloven.
- Oplysninger om omkostninger og finansiering af forsøget.
- Tilkendegivelser og høringssvar fra politiet, vejmyndigheder, nabokommuner/amter og andre berørte lokale myndigheder samt om nødvendigt relevante interesseorganisationer inden for blandt andet godstransporterhvervet, buskørselserhvervet og anden transport.
- En vurdering af, hvorvidt forsøget er færdselssikkerhedsmæssigt forsvarligt og miljø-mæssigt hensigtsmæssigt, indeholder konkurrenceforvridende elementer, strider imod EU-retten eller indebærer en erstatningspligt for det offentlige mv.
- En beskrivelse af den fornødne afmærkning, herunder om afmærkningen kræver dispensation fra vejafmærkningsbekendtgørelsen eller vejafmærkningscirkulæret.

Ved justitsministerens endelige afgørelse af, hvorvidt der kan meddeles tilladelse til et givet forsøg, vil det blive tillagt vægt, om forsøget skønnes at være færdselssikkerhedsmæssigt og miljø-mæssigt forsvarligt. Der vil i den forbindelse blive lagt betydelig vægt på politiets udtalelser i sagen, idet det forudsættes, at det lokale politi inddrages i planlægningen af forsøget.

Det vil endvidere blive tillagt vægt, om forsøget virker konkurrenceforvridende eller medfører åbenlyse uhensigtsmæssigheder for enkelte erhverv eller erhvervsgrupper.

Ved vurderingen af, hvorvidt der skal meddeles tilladelse til et forsøg efter færdselslovens § 92 d, skal det tillige vurderes, om forsøget er foreneligt med anden lovgivning, herunder med EU-rettens bestemmelser. Et forsøgs overensstemmelse med EU-retten vil afhænge af en individuel vurdering af forsøgets konkrete omstændigheder.

Justitsministeren vil kunne fastsætte vilkår for godkendelsen af forsøget, og det vil altid være et vilkår, at ministeren til enhver tid vil kunne tilbagekalde en tilladelse, hvis forsøget viser sig at have en effekt, der ikke er færdselssikkerhedsmæssigt forsvarlig.

I visse tilfælde vil det være nødvendigt, at en tilladelse til forsøg efter § 92 d ledsages af en bekendtgørelse. Dette kan f.eks. være tilfældet, hvor forsøget indeholder sanktionsbestemmelser om bøde, idet der alene kan pålægges bøder, hvis den sanktionerede handling enten allerede er

strafbar i den nuværende færdselslov, eller hvis handlingen er sanktioneret i regler udstedt i medfør af loven.

Det bemærkes, at det fremgår af bemærkningerne til færdselslovens § 121, stk. 1, nr. 7 og 8, at de gældende bestemmelser om pålæggelse af standsnings- og parkeringsafgift også gælder i forbindelse med overtrædelse af standsnings- og parkeringsregler i forbindelse med forsøg efter § 92 d. Det er således ikke i disse tilfælde nødvendigt at udstede en særskilt bekendtgørelse med henblik på at opnå hjemmel til at pålægge standsnings- eller parkeringsafgifter. ”

Bidraget er endvidere sendt med elektronisk post til adressen lbj@trm.dk.

Der henvises til Deres j.nr. 102-117.

Med venlig hilsen

Partikelanalyse fra Institut for Miljøvurdering

Institut for Miljøvurdering (IMV) har udarbejdet en partikelanalyse, der ud over tunge køretøjer også omhandler varebiler og taxier. Væsentlige dele af rapporten bygger på de samme baggrundsrapporter m.v. som ”Partikelfiltre på tunge køretøjer – rapport fra arbejdsgruppe til belysning af mulighederne for at fremme udredelsen af partikelfiltre til lastbiler og busser i Danmark (Færdselsstyrelsen, 2001). Rapporten indgår også i væsentlig grad i IMV’s analyse.

I rapporten værdisættes hvert af de enkelte helbredsmæssige effekter, dvs. prisen pr. for tidligt dødsfald, pr. indlæggelse, pr. dag med astma- og bronkitissymptomer, og pr. tabt arbejdsdag. Værdisætningen sker dels ud fra en omkostningsbaserede metode, og dels ved den betalingsvillighedsmetode fra WHO – begge dele blev anvendt i Færdselsstyrelsens rapport.

Tunge dieselkøretøjer antages af IMV at stå for 33 pct. af trafikens partikelemission i byer. Når skønnede udgifter til montering i løbet af 2004 af partikelfiltre på ca. 60.000 tunge køretøjer modregnes, angiver IMV, at ud fra betalingsvillighed vil det rent samfundsøkonomisk kunne betale sig at montere filtre på alle de tunge køretøjer, hvis dette medfører et fald i årlige for tidlige dødsfald på 51 eller flere. Ud fra den omkostningsbaserede metode optræder der først ligevægt ved 204 sparede for tidlige dødsfald.

Varebiler angives at bidrage til 55 pct. af trafikens partikelemission i byer. De tilsvarende tal for at opnå samfundsøkonomiske gevinster ved at montere partikelfiltre på ca. 244.000 varebiler bliver opgjort til mindst 99 sparede for tidlige dødsfald (betalingsvillighed) henholdsvis mindst 425 sparede for tidlige dødsfald (omkostningsbaseret). For montering af partikelfiltre på ca. 5.400 taxier er grænserne for samfundsøkonomisk gevinst 4 sparede for tidlige dødsfald (betalingsvillighed) henholdsvis 17 sparede for tidlige dødsfald (omkostningsbaseret).

Sammenholdes beregningerne fra Institut for Miljøvurdering med det tidligere omtalte opdaterede skøn for sundhedseffekterne i forbindelse med partikelfiltre på tunge køretøjer, hvor reduktion i udslippet af ultrafine partikler vurderes at spare ca. 450 for tidlige dødsfald pr. år, så fremgår det, at der er samfundsøkonomisk gevinst ved at montere par-

tikelfiltre på tunge køretøjer ved begge beregningsmetoder (betalingsvilighed såvel som omkostningsbaseret).

Tilsvarende gør sig gældende for montering af partikelfiltre på varevogne, idet disse bidrager med 66 pct. højere partikelemission end de tunge køretøjer, hvorfor de sundhedsmæssige gevinster vil ligge højere end for de tunge dieselskøretøjer.

IMV har søgt at udspænde et sandsynligt interval for den samfundsøkonomiske virkning set over en 15 års periode ved montering af filtre på ca. 60.000 tunge dieselskøretøjer. Det er IMV's vurdering, at resultatet befinder sig et eller andet sted mellem et tab på 3 mia. kr. og en gevinst på 83 mia. kr.

Det er arbejdsgruppens vurdering, at den anførte øvre grænse for en sådan mulig effekt er overvurderet. Denne vurdering bygger bl.a. på følgende forhold:

Der forudsættes monteret partikelfiltre på alle dieselskøretøjer

Storskalaforsøget med partikelfiltre i Odense har påvist, at partikelfiltre ikke kan fungere på alle køretøjer. Dette afhænger især af motorens tilstand. Endvidere vil den fungere mindre effektivt på andre køretøjer, afhængig af bl.a. kørselsmønsteret, ligesom anslået ca. 10 pct. af køretøjerne næsten har hele deres kørsel uden for landets grænser.

Montering af partikelfiltre på alle dieselskøretøjer ville kun kunne ske ved egentlig lovgivning, hvilket arbejdsgruppen har vurderet ikke er muligt.

Selv ikke fuld dækning af omkostningerne ved eftermontering kan fuldt ud opveje den enkelte vognmands ulemper ved en eftermontering.

Implementeringshastigheden er sat til ét år

Det er en vigtig forudsætning for IMV's beregninger, at montering af filtre på alle tunge dieselskøretøjer gennemføres i løbet af året 2004. Dette forudsætter, at der dels træffes en meget hurtig beslutning, og dels at verdensproduktionen af filtre i løbet af knap et år kan 6-dobles (den nuværende verdensproduktion anslås til ca. 10.000 filtre/år). Endelig skal der også sikres værkstedskapacitet til at kunne foretage montering af 60.000 filtre på så kort tid.

Intervaller for undgåede for tidlige dødsfald

Der benyttes i IMV's redegørelsen et interval for hvor mange for tidlige dødsfald, der kan spares ved montering af partikelfiltre på 60.000 tunge

dieselkøretøjer. Det høje skøn er sat til godt 1200 for tidlige dødsfald, hvilket arbejdsgruppen vurderer, at der ikke er et tilstrækkeligt sundhedsfagligt belæg for at antage.

Værdisætning

IMV's værdisætning af for tidlige dødsfald er baseret på WHO's tal fra 1999, som også er anvendt i Færdselsstyrelsens rapport fra 2001. Tallene er dog ikke opregnet (og/eller omregnet) korrekt til 2000-niveau. Det korrekte tal er 6,5 mio. kr. (og ikke 7,4 mio. kr.). I øvrigt er værdisætningen af disse for tidlige dødsfald generelt usikker. Det skal i den forbindelse understreges, at redegørelsen opererer med en anden opgørelse, hvor tallet for dødsfald er højere sat. Det har således ikke den store betydning for den samlede værdisætning.