

# Miljøzoner, partikler og sundhed

Af Henrik Køster og Mads Paabøl Jensen, COWI,

Ole Hertel og Steen Solvang Jensen, DMU,

Pia Berring, Miljøstyrelsen

## 1. Baggrund og formål

I de seneste år er der kommet øget fokus på partikler som en af de mest sundhedsskadelige emissioner fra trafikken. Samtidig er der udviklet partikelfiltre, der kan reducere mængden af partikler i udstødningen med helt op til 80%. I dag kan partikelfiltre eftermonteres på lastbiler, men det forventes at alle nye lastbiler vil være forsynet med filtre, når Euro 4-normen træder i kraft i 2006.

Der er ingen lovkrav om montering af partikelfiltre, og et generelt krav om montering af filtre på alle tunge køretøjer vil være urealistisk. For det første vil det være vanskeligt at finansiere, idet et filter koster 50-60.000 kr. For det andet vil det heller ikke være samfundsøkonomisk rentabelt, da investeringen er stor i forhold til miljøgevinsten, når køretøjernes restlevetid tages i betragtning. For det tredje kan der være tekniske vanskeligheder med at montere filteret på en ældre lastbil, hvor effekten desuden kan være meget beskednen.

I stedet for en generel lovgivning om partikelfiltre kan man indføre særskilte regler for centrale byområder, hvor der bor og færdes mange mennesker, som udsættes for partikelforurening. Reglerne kan indføres i en såkaldt miljøzone, der her er defineret som:

*"et geografisk afgrænset byområde, hvor der indføres særlige bestemmelser eller restriktioner for trafikken med henblik på at reducere miljøbelastningen i byen."*

Det overordnede koncept for miljøzoner er beskrevet i en tidligere rapport (1), og med §92d i Færdselsloven, som blev vedtaget i april 2000, er der lovgrundlag for at indføre miljøzoner i danske byer. Man kan derfor forestille sig, at der i én eller flere byer indføres en miljøzone, hvor tunge køretøjer kun har adgang, såfremt de har partikelfiltre. Konsekvenserne af en sådan zone er vurderet i en rapport, som COWI og DMU har gennemført for Miljøstyrelsen i 2001 (5).

## 2. Metode

Miljøzonens konsekvenser for miljø, økonomi og sundhed er belyst for tre case-byer, hvor der er indsamlet foreliggende trafikdata og gennemført interview med relevante aktører. På baggrund af casestudierne og en national vurdering af de miljø- og sundhedsmæssige effekter er der foretaget en vurdering af de samlede konsekvenser ved indførelse af miljøzoner i henholdsvis de fire og de ti største byer i Danmark. Den sundhedsmæssige vurdering er baseret på

en metode opstillet af verdenssundhedsorganisationen WHO, som tager udgangspunkt i ændringer i  $PM_{10}$  i bybaggrunden (4).

I dette paper gives først en kort gennemgang af partikelforurening og dens konsekvenser. Dernæst gives en kort beskrivelse af en svensk miljøzoneordning, og til sidst beskrives det gennemførte projekt og dets resultater.

### 3. Partikelforurening i byområder

Luftforureningen i en bygade er et resultat af bidrag fra trafikken i selve gaden (gadebidrag), bidrag fra andre kilder i byen inklusive trafik i andre gader (bybidrag), samt bidrag fra andre kilder (regionalt bidrag). Partikelemissionen fra trafikken udstødning afhænger primært af trafikmængden, dens fordeling på type og alder samt køremønstret. Denne emission bidrager til den ultrafine størrelsesfraktion af partikler i gaden ( $PM_{0.1}$  – partikler under  $0,1 \mu m$ ). Trafikken bidrager imidlertid også med mekanisk dannede partikler i form af slid på dæk og vejbelægning samt ophvirvlet vejstøv. Disse partikler findes især i den grove størrelsesfraktion (partikler større end  $PM_{2.5}$ ). Fine partikler i størrelsesintervallet  $0,1-2,5 \mu m$  er primært sekundære partikler dvs. kemisk dannede partikler i atmosfæren ud fra emission af kvælstofoxider ( $NO_x$ ),  $NH_3$  (ammoniak) og svovldioxid ( $SO_2$ ). De sekundære partikler er især partikulært bundet ammoniumsulfat og ammoniumnitrat. De fine partikler er primært langtransporteret luftforurening, og trafikken bidrager indirekte hertil gennem emission af især  $NO_x$  og kun i beskedent omfang gennem emission af  $NH_3$  og  $SO_2$ . Trafikrelateret partikelforurening omfatter derfor den direkte emission, mekanisk dannede partikler og ophvirvling samt de sekundære partikler. WHO har for Østrig, Schweiz og Frankrig vurderet, at 31-38% af  $PM_{10}$  i by- og landbaggrunden er trafikrelateret.

#### 3.1 $PM_{10}$ i gaderummet

Partikelfiltre vil kun give anledning til beskedne sundhedsmæssige konsekvenser efter WHO's metode. Det skyldes, at der kun er tale om en marginal reduktion af det totale  $PM_{10}$  niveau i bybaggrunden, forbi det regionale bidrag er dominerende. Partikelfiltre vil imidlertid betyde en større reduktion i  $PM_{10}$  i *gaderummet* på grund af filtrenes effektivitet, og denne reduktion vil slå kraftigere igennem på gadeniveau end i bybaggrunden. På Jagtvej i København er det gennemsnitlige  $PM_{10}$  niveau målt til ca.  $33 \mu g/m^3$ , hvoraf trafikken bidrag fra gaden er ca.  $10 \mu g/m^3$ , det regionale bidrag  $22 \mu g/m^3$  og bytrafikken bidrag ca.  $1 \mu g/m^3$ . Trafikkens andel af  $PM_{10}$  i gaderummet kan forventes at blive reduceret med ca. 40% fra  $11 \mu g/m^3$  til  $7 \mu g/m^3$  ved montering af filtre dvs. at  $PM_{10}$  niveauet på Jagtvej vil blive reduceret fra ca.  $33 \mu g/m^3$  til  $29 \mu g/m^3$  svarende til en reduktion på ca. 12%.

#### 3.2 Ultrafine partikler

Partikelfiltres effektivitet gælder også for ultrafine partikler, og filtrene vil derfor få en væsentlig indflydelse på antallet af ultrafine partikler i gaderummet. Nyere forskning tyder på, at det især er de ultrafine partikler, som er sundhedsskadelige. Vægtmæssigt betyder dette næsten ingenting, fordi de ultrafine partiklers masse er forsvindende i forhold til  $PM_{10}$ .

Samtidige målinger af NO<sub>x</sub> og ultrafine partikler på Jagtvej i København samt på Albanigade i Odense har vist, at antallet af ultrafine partikler fra et gennemsnits dieselkøretøj er 370 ultrafine partikler pr. cm<sup>3</sup> pr. 1 ppb NO<sub>x</sub> (1 ppb er lig med 1 molekyle pr. 1 milliard molekyler i luften). For benzinkøretøjer er tallet 400 ultrafine partikler pr. cm<sup>3</sup> pr. 1 ppb NO<sub>x</sub>. Da NO<sub>x</sub> emissionen er størst for dieseldrevne køretøjer, er emissionen af ultrafine partikler dog større fra dieselkøretøjer end fra benzindrevne køretøjer.

Den tunge trafik bidrager med ca. 41% af NO<sub>x</sub> emissionen i Storkøbenhavn. Da benzin- og dieselkøretøjer stort set bidrager med lige mange ultrafine partikler pr. NO<sub>x</sub> emission, kan antallet af ultrafine partikler reduceres med ca. 33% (80% af 41%) ved montering af partikelfiltre med 80% effektivitet. Det gennemsnitlige antal ultrafine partikler i gaderum i København vil altså blive reduceret med op til 1/3 ved montering af partikelfiltre på tunge køretøjer. 2/3 af reduktionen skyldes filtre på lastbiler og omkring 1/3 filtre på busser. Antallet af ultrafine partikler i den regionale baggrund kan forventes at være lille, men der foreligger ikke målinger i Danmark til at afklare dette. Det regionale bidrag fra ultrafine partikler formodes således ikke at være dominerende som for PM<sub>10</sub>.

Da de ultrafine partikler formodes at have størst sundhedseffekt, kan en reduktion på op til en 1/3 i antallet af ultrafine partikler tænkes at have en væsentlig sundhedsmæssig effekt. Imidlertid foreligger der ikke gode helbredsdata for denne partikelfraktion. Det må derfor antages, at sundhedseffekterne ved montering af partikelfiltre på tunge køretøjer underestimeres ved brug af WHO's metode, som baserer sig på PM<sub>10</sub> i bybaggrunden, og denne underestimering kan være meget betragtelig.

### ***3.3 Eksponeringens fordeling***

En gennemsnitlig reduktion i antallet af ultrafine partikler på 1/3 vil betyde en væsentlig reduktion i befolkningens eksponering med ultrafine partikler. Dette skyldes, at reduktionen vil ske i byerne og i gaderummene, hvor mange mennesker opholder sig. En stor del af befolkningen bor i de største byer, og mange mennesker opholder sig i gaderum under transport. Endelig bor der mange mennesker langs trafikerede gader. Disse forhold gælder i særlig grad for de største byer, hvor miljøzonerne tænkes indført.

Der findes endnu ikke samtidige målinger af ultrafine partikler udendøre og indendøre i Danmark, men det er sandsynligt, at ultrafine partikler opfører sig som gasser (f.eks. kulilte) og dermed oppebærer næsten samme koncentrationer indendøre som udendøre. Bygninger giver derfor ikke nogen væsentlig beskyttelse mod udendørs ultrafine partikler.

## **4. Miljøzoner i tre svenske byer**

Siden 1. juli 1996 har der eksisteret en miljøzoneordning for de centrale områder i byerne Stockholm, Göteborg og Malmø, der på mange måder kan sammenlignes med den ordning, der er undersøgt i dette projekt. Den svenske miljøzoneordning indebærer, at lastbiler og

busser over 3½ tons kun har adgang til zonen, hvis motoren er yngre end 8 år, eller køretøjet opfylder et emissionskrav, der i praksis kræver montering af katalysator og partikelfilter.

Der lå et grundigt udredningsarbejde til grund for indførelsen af miljøzoner i de svenske byer. Således blev trafikale, sundhedsmæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser af miljøzoner belyst før indførelsen i juli 1996. Antallet af lastbiler, der ikke opfyldte kravet, blev estimeret. Det samme gjorde antallet af lastbiler, som ville få installeret ny motor eller monteret katalysator og partikelfilter med henblik på at opfylde kravene. Analysen af de sundhedsmæssige effekter viste størst miljøgevinst for gamle køretøjer som ville få eftermonteret partikelfiltre, mens det generelle alderskrav betød mindre. Det er således bedre at have et gammelt køretøj med filter end et nyere køretøj uden. Den miljømæssige gevinst ved et generelt alderskrav er derfor langt mindre end gevinsten ved et krav om partikelfilter.

Den samfundsøkonomiske analyse viste, at de prisfastsatte miljøgevinster svarer til 80% af omkostningerne ved ordningen. Medregnes ikke-prisfastsatte miljøgevinster er det de tre byers vurdering, at de totale gevinster overstiger omkostningerne, dvs. at miljøzoneordningen er samfundsøkonomisk rentabel.

## **5. Miljøzoner i Danmark**

### ***5.1 Afgrænsninger og forudsætninger***

Miljøzonen tænkes udformet således, at busser og lastbiler over 6 tons kun har adgang til zonen, såfremt de er udstyret med partikelfilter. Varebiler er således *ikke* omfattet af miljøzonen.

I undersøgelsen er det forudsat, at et partikelfilter reducerer et køretøjs partikelemission med 80% for alle størrelsesfraktioner af partikler. Det er desuden forudsat, at monteringen af et filter koster 60.000 kr. Disse forudsætninger er bl.a. baseret på resultater fra projektet om partikelfiltre på tunge køretøjer i Odense (2).

Vurderingen af de miljø- og sundhedsmæssige effekter bygger endvidere på resultater fra en national undersøgelse af miljø- og sundhedseffekten af montering af partikelfiltre på alle tunge køretøjer, som er udført for Færdselsstyrelsen af Danmarks Miljøundersøgelser, Kræftens Bekæmpelse og Institut for Folkesundhedsvidenskab, Københavns Universitet (3).

### ***5.2 Case byer***

De valgte case-byer er København, Aalborg og Vejle. For hver af disse tre case-byer er afgrænsningen for miljøzonernes udstrækning fastlagt og beskrevet. Afgrænsningen af miljøzonerne er foretaget under hensyntagen til befolkningstæthed og fysiske forhold. Miljøzonerne er placeret således at den tættest befolkede del af byområdet er omfattet af zonen. Med hensyn til de fysiske forhold har det været vigtigt at foretage afgrænsningen af zonen således, at det er let for trafikanterne at se, hvornår de kører ind i zonen.

I **København** er der valgt en miljøzone, som omfatter hele området inden for Ring 2. Denne forholdsvis store zone er valgt for at få de store befolkningskoncentrationer i brokvartererne med i zonen. Zonen omfatter et område med næsten en halv million indbyggere.

I **Aalborg** er der valgt et område i centrum, som afgrænses af Limfjorden og Ringgaden, da det udgør en naturlig og veldefineret afgrænsning. Det blev overvejet at tillade en transitroute ad Vesterbro, der går i forlængelse af Limfjordsbroen, men den ville i givet fald skære igennem det tættest befolkede område, hvorved sundhedseffekten ville blive undermineret.

I **Vejle** er miljøzonen defineret som området inden for Vejfirskanten, da det er den mest naturlige afgrænsning af centrum, og da det endvidere er et velkendt begreb i Vejle. Uden for Vejfirskanten er det vanskeligt at definere en naturlig afgrænsning, fordi byen breder sig i radialer langs med indfaldsvejene.

For alle tre byer gælder, at de veje, der udgør zonegrænsen, *ikke* er en del af miljøzonen. Man behøver altså ikke at have partikelfilter for at køre på zonegrænsen.

For hver af case-byerne er trafiktal for lastbil- og bustrafik i zonerne estimeret, primært på baggrund af trafikdata fra kommunerne. De trafikale effekter af miljøzonerne er vurderet på baggrund af disse trafikdata samt ud fra interview med relevante transportører, dvs. vognmænd, fragtmænd, turistbusselskaber samt virksomheder med egen distribution.

Dernæst er de sundhedsmæssige konsekvenser vurderet ud fra den beregnede reduktion i befolkningens eksponering med partikler. På basis af en metode udviklet af WHO (4) er der beregnet reduktioner i dødsfald og sygdomstilfælde. Herudfra er der lavet en overordnet vurdering af de økonomiske konsekvenser, og endelig er der foretaget en vurdering af konsekvenserne af at indføre miljøzoner i henholdsvis de 4 og de 10 største byer i Danmark.

### ***5.3 Resultater fra interview med transportører***

Interviewene med transportørerne gav oplysninger om kørselsomfang, kørselsmønstre, vognparkens sammensætning, køretøjernes alder mv. samt information om transportørernes forventede reaktion på et krav om partikelfiltre.

Interviewene viste, at planlægningen af transporten kun i ringe udstrækning vil blive påvirket af et krav om partikelfilter. Svarene tyder på, at det er de færreste transportører med kørsel inden for miljøzonerne, som i større omfang vil forsøge at planlægge sig ud af et krav. Transportørerne gav udtryk for, at det vil være mere rentabelt at montere filter på alle de lastbiler, som i dag kører i zonen for at bevare en høj grad af fleksibilitet i planlægningen.

De små vognmænd gav udtryk for den største skepsis i forhold til indførelse af et evt. krav, og det var også de små vognmænd som ytrede sig mest pessimistisk angående de

erhvervsmæssige konsekvenser af et krav. Det var en udbredt holdning, at en omkostning på 60.000 kr. pr. bil ville være en hård belastning for vognmændene, og flere anførte at omkostninger i denne størrelsesorden sandsynligvis ville tvinge flere vognmænd til at lukke.

En meromkostning på 60.000 kr. afskrevet over en lastbils fulde levetid er beregnet til at svare til en ekstra omkostning på ca. 15-25 øre pr. km, afhængigt af bilstørrelse og køremønstre. Dette tal skal ses i lyset af, at kørsel med lastbiler over 6 tons er beregnet til at koste mellem 5 og 10 kr. pr. km.

Transportørerne anerkendte at de totale omkostninger pr. km kun vil blive øget beskedent, men pointerede samtidig at det er problematisk for et i forvejen presset erhverv at skaffe kapital med kort varsel til finansiering af omkostninger i den størrelsesorden som et partikelfilterkrav vil medføre.

#### ***5.4 De transportmæssige konsekvenser i de tre case-byer***

De transportmæssige konsekvensvurderinger omfatter skøn over antallet af lastbiler, som påvirkes af et krav og andelen som forventes at få monteret et filter, samt et skøn over trafikarbejdet i og uden for zonen for de lastbiler som påmonteres partikelfilter.

Konsekvensvurderingerne for de tre case-byer blev gennemført for tre forskellige grader af offentlig medfinansiering: 0%, 50% og 100%. Interviewene viste, at medfinansieringsgraden kun havde ringe effekt på trafikarbejdet, idet forskellen mellem 0% og 100% medfinansiering var omkring 10% på trafikarbejdet. Da miljøeffekten er afhængig af trafikarbejdet vil medfinansieringsgraden også kun have en beskedent konsekvens for miljøeffekten. De sundhedsmæssige og økonomiske vurderinger er derfor givet med udgangspunkt i en offentlig medfinansiering på 0%. Mellem 10.800 og 13.500 turistbusser og lastbiler over 6 tons skønnes at få monteret partikelfiltre, hvis der indføres en miljøzone i København, svarende til 90% af det antal lastbiler, der i dag kører i zonen. For Aalborg og Vejle skønnes antallet at være henholdsvis 1.700-2.550 og 640-1.120, svarende til henholdsvis 85% og 80% af det antal lastbiler, der i dag kører i zonen. Til sammenligning er der i dag i hele Danmark ca. 33.500 lastbiler over 6 tons, ca. 11.500 sættevogne og ca. 3.500 turistbusser (over 5 tons).

Det samlede trafikarbejde både inden for og uden for zonen med lastbiler og turistbusser er vurderet for hver af de tre case-byer. Skønnene er behæftet med betydelig usikkerhed, ligesom skønnene er følsomme over for ændringer i forudsætningerne. Vurderingerne skal derfor ikke opfattes som absolutte tal, men som kvalificerede skøn over de forventede resultater ved indførelse af et krav. Der er tale om tendenser og indikationer, men på et niveau, så resultaterne er vurderet at kunne indgå i de videre konsekvensvurderinger af miljøzoner.

#### ***5.5 De sundhedsmæssige konsekvenser i de tre case-byer***

De sundhedsmæssige konsekvensvurderinger er foretaget ud fra befolkningens eksponering med partikelforurening med partikler under 10 µm (PM<sub>10</sub>). Emissionernes betydning for

luftkvaliteten er først analyseret. Dernæst er befolkningseksponeringen beregnet og endelig er de sundhedsskadelige vurderinger foretaget på baggrund af dosis-respons sammenhænge. Med den anvendte tilgang kan de sundhedsmæssige effekter betragtes som et laveste skøn.

De sundhedsmæssige vurderinger er konkret foretaget med udgangspunkt i WHO-undersøgelsen for Østrig, Frankrig og Schweiz (4). Denne undersøgelse omfatter alene partikler karakteriseret ved vægten af partikler under 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) for hvilken der foreligger relativt omfattende epidemiologiske undersøgelser. Indikatoren for partikelforurening er  $\text{PM}_{10}$  i bybaggrunden, som er forureningen i tagniveau i modsætning til f.eks. forureningen i gadeniveau. Med denne metode har det været muligt at beregne reduktionen i antallet af dødsfald og sygelighed som følge af at indføre miljøzoner.  $\text{PM}_{10}$  i bybaggrunden er domineret af det regionale bidrag, dvs.  $\text{PM}_{10}$  uden for byen, og derfor er effekten af filtre beskeden. Bybaggrunden i København er således vurderet til ca. 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , som består af et regionalt bidrag på ca. 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og et bidrag fra trafikken i København på ca. 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Af trafikens bidrag andrager den tunge trafik omkring 47%. Miljøeffekten af at montere filtre er en reduktion af trafikens bidrag med knap 40% fra 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  til 0,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , men dette vil kun få  $\text{PM}_{10}$  i bybaggrunden til at falde fra 23 til 22,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  svarende til knap 2%. Metoden og resultater er detaljeret beskrevet i (3). Data for København er benyttet som udgangspunkt for detaljerede vurderinger af effekten af partikelfiltre, idet der foreligger emissionsopgørelser, modelberegninger af luftkvalitet samt validering af modelberegninger i forhold til luftkvalitetsmålinger. Resultaterne herfra er efterfølgende generaliseret til Aalborg og Vejle.

Beregningerne ud fra  $\text{PM}_{10}$  i bybaggrunden viser, at en miljøzone i København forventes at kunne reducere antallet af dødsfald med 2,4 årligt. Endvidere forventes antallet af hospitalsindlæggelser som følge af kredsløbssygdomme og luftvejssygdomme at blive reduceret med knap 3 tilfælde, kronisk og akut bronkitis med ca. 10 tilfælde, astmaanfald med ca. 115 tilfælde og dage med begrænset aktivitet pga. luftvejssygdom ca. 1.300. For Aalborg og Vejle er den tilsvarende forventede reduktion i dødsfald henholdsvis 0,5 og 0,2 årligt, og tilsvarende lavere reduktioner i sygelighed i forhold til København. Der mangler viden om, hvornår de samlede sundhedseffekter af at sætte partikelfiltre på vil vise sig, men det vurderes at de beregnede sundhedseffekter først vil slå fuldt igennem efter en længere årrække.

Reduktionen i sundhedseffekterne omfatter kun selve byområderne, som omfatter mere end selve miljøzonen i byerne. Det har ikke været muligt at vurdere de sundhedsmæssige effekter uden for selve byområderne, som følge af at den tunge trafik med ærinde i miljøzonerne, også kører uden for byområderne.

### ***5.6 De økonomiske konsekvenser i de tre case-byer***

Der er ikke gennemført en egentlig samfundsøkonomisk analyse, hvor de samlede gevinster er vejret op mod de samlede omkostninger. Derimod er der redegjort for omkostningerne til montering af filtrene, og hvilke sundhedsmæssige gevinster i form af reduceret partikeleksponering et krav vil medføre.

Omkostningerne er beregnet under forudsætning af, at alle de lastbiler, der bruges til transport inden for zonen, får monteret et filter. I tilfældet uden offentlig medfinansiering er omkostningerne skønnet til ca. 650-800 mio. kr. for København, ca. 100-150 mio. for Aalborg og 40-70 mio. kr. for Vejle. Til sammenligning skønnes de samlede omkostninger til montering af filtre på alle biler over 6 tons i hele landet at beløbe sig til ca. 2.900 mio. kr.

Den opgjorte sundhedsgevinst stammer alene fra en reduceret befolkningseksponering af partikelemissioner. Ved indførelse af en miljøzone i København, Aalborg eller Vejle er det vurderet at der kan spares hhv. 21 mio., 4 mio. og 2 mio. kr. årligt i form af reduceret sygdom og dødelighed. Resultaterne skal betragtes som grove estimater, der er forbundet med betydelig usikkerhed.

Et krav om partikelfilter i miljøzoner kan give anledning til en række afledte effekter, f.eks. reduktion af andre emissioner, højere brændstofforbrug og mindre støj. Disse effekter er hverken værdisat eller forsøgt kvantificeret.

### ***5.7 Indførelse af miljøzoner i flere byer***

Ved konsekvensvurderingen af miljøzoner i flere byer er det ikke umiddelbart muligt blot at opregne konsekvenserne for de tre case-byer til at omfatte henholdsvis de 4 og de 10 største byer i Danmark. Årsagen er, at de samme lastbiler bruges til transport i flere af byerne. Skønnene over antallet af køretøjer, der monteres med filter, i de to scenarier er dog baseret på informationen fra de tre case-byer samt på en række pragmatiske antagelser og forudsætninger.

I København vurderes at godt 12.000 køretøjer vil få monteret et partikelfilter ved indførelse af et miljøzonekrav. I de 4 største byer skønnes ca. 19.500 køretøjer at få monteret filtre, mens det for de 10 største byer er 24.000 køretøjer.

På baggrund af reduktioner i den befolkningsvægtede  $PM_{10}$  er der med WHO's dosis-respons sammenhænge og danske reference sundhedsdata beregnet, hvilken ændring der vil ske i dødelighed og sygelighed for alle byer i Danmark. Det skønnes, at et krav om miljøzone i de 10 største byer i Danmark årligt vil kunne reducere antallet af dødsfald med 6. For de 10 største byer forventes endvidere at antallet af hospitalsindlæggelser som følge af kredsløbssygdomme og luftvejssygdomme bliver reduceret med 7 tilfælde, kronisk og akut bronkitis med ca. 25 tilfælde, astmaanfald med ca. 270 tilfælde og dage med begrænset aktivitet pga. luftvejssygdom ca. 3.100. For de 4 største byer vil miljøzoner betyde en forventet reduktion i antal dødsfald på 4 og godt halvdelen af de reduktioner i sygelighed, som fandtes for de 10 største byer.

Resultaterne for scenariet uden offentlig medfinansiering er sammenfattet i nedenstående tabel:



**Tabel 1: Estimerede konsekvenser af miljøzoner**

	København	Aalborg	Vejle	De 4 største byer	De 10 største byer
Antal lastbiler som udstyres med filter	12.000	2.100	900	19.500	24.000
Omkostninger til montering (kr.)	720 mio.	126 mio.	54 mio.	1.130 mio.	1.440 mio.
Sparede dødsfald pr. år	2,4	0,5	0,2	4	6
Samfundsøkonomisk gevinst (kr. pr. år)	21 mio.	4 mio.	2 mio.	38 mio.	50 mio.

De samlede omkostninger til montering af partikelfiltre er beregnet under forudsætning af, at alle tunge køretøjer, som har ærinde i miljøzonerne har filtre.

## 6. Konklusion

Projektet har vist at konsekvenserne af indførelse af miljøzoner er meget komplekse, og at konsekvensvurderinger er en meget vanskelig opgave. Som følge heraf er der ikke gennemført en egentlig samfundsøkonomisk analyse, hvor samtlige effekter er kvantificeret og hvor der taget højde for udviklingen over tid. En pragmatisk sammenvejning af omkostninger og gevinster viser imidlertid, at omkostningerne er højere end gevinsterne, selv ved en afskrivning af omkostningerne til filtrene over en lastbils gennemsnitlige levetid.

Analysen viste, at graden af offentlig medfinansiering kun vil få beskedne indflydelse på trafikarbejdet i og udenfor miljøzonerne, idet næsten alle transportører, som betjener en miljøzone, vil montere filtre på alle køretøjer for at opnå maksimal fleksibilitet i udnyttelse af bilparken. Der var således kun få transportører der forventede, at de kunne planlægge sig ud af miljøkravet.

De sundhedsmæssige konsekvenser viser, at effekten for PM<sub>10</sub> i bybaggrunden er en reduktion af trafikens bidrag på ca. 40% fra ca. 1 til 0,6 µg/m<sup>3</sup> for København. Men da det regionale bidrag er på 22 µg/m<sup>3</sup> vil reduktionen kun være på 2% i forhold til bybaggrunden i København. Reduktionen i antal dødsfald og sygelighed og de deraf afledte sparede sundhedsmkostninger er derfor beskedne. Såfremt der monteres partikelfiltre på alle tunge køretøjer i Danmark ville reduktionen i antallet af for tidlige dødsfald være 22 om året ifølge WHO's metode ud af et samlet potentiale på 5000 dødsfald, såfremt al PM<sub>10</sub> forurening teoretisk kunne fjernes. Dvs. en samlet reduktion på 0,4% i antal dødsfald. Da befolkningseksponeringen i de 4 største byer andrager 21% af den totale befolkningseksponeringen svarer det til omkring 5 sparede dødsfald ved indførelse af miljøzoner i de 4 største byer.

Nyere forskning tyder dog på, at det især er antallet af de ultrafine partikler, som bidrager til sundhedseffekterne, og ovenstående vurdering formodes derfor at undervurdere sundhedseffekterne. Da koncentrationen er højest i de største byer og mest trafikerede gader, og der samtidig bor, arbejder og færdes mange mennesker i disse områder, vil der være en betydelig reduktion i eksponeringen for ultrafine partikler, og dermed sandsynligvis også af sundhedseffekterne. Såfremt de ultrafine partikler er den egentlige kilde til sundhedseffekterne, vil det teoretiske maksimale besparelspotentiale ved indførelse af miljøzoner i de 4 største byer være op til 350 dødsfald årligt (1/3 af 21% af 5.000).

Ud fra WHO's metode er de sparede sundhedsomkostninger ved indførelser af miljøzoner i de 4 største byer anslået til 38 millioner kr. årligt (1996-kr), som skal ses i forhold til omkostningerne til montering af filtre på 1.130 millioner kr., svarende til en første års forrentning på 3%. De sundhedsmæssige besparelser formodes dog at være væsentligt undervurderet.

## Taksigelser

De miljø- og sundhedsmæssige konsekvenser af miljøzoner er finansieret af Miljøstyrelsen. Vurderingen af de miljø- og sundhedsmæssige effekter bygger på en national undersøgelse af miljø- og sundhedseffekten af montering af partikelfiltre på alle tunge køretøjer, som er udført for Færdselsstyrelsen af Danmarks Miljøundersøgelser, hvor de sundhedsmæssige vurderinger er foretaget af Ole Raaschou-Nielsen, Kræftens Bekæmpelse og Steffen Loft, Institut for Folkesundhedsvidenskab, Københavns Universitet (3).

## Referencer

- (1) Miljøstyrelsen (2000): *Miljøzoner, Fase 1*, Miljøprojekt nr. 514, 2000
- (2) <http://www.fstyr.dk/udvikling/index.htm> (Odense-projektet)
- (3) Palmgren, F., Wåhlin, P., Berkowicz, R., Hertel, O., Jensen, S.S., Loft, S., Raaschou-Nielsen, O. (2001): *Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark*. Luftkvalitets- og sundhedsvurdering. Udført af Danmarks Miljøundersøgelser, Institut for Folkesundhedsvidenskab (Københavns Universitet) og Kræftens Bekæmpelse for Færdselsstyrelsen, 81 s. (foreløbig udgave).
- (4) WHO (1999): *Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution. An impact assessment project of Austria, France and Switzerland. PM10 Population Exposure*. Technical Report on Air Pollution. Prepared for the WHO Ministerial conference for Environment and Health, London June 1999. 80 s.  
[www.who.dk/london99/transport04.htm](http://www.who.dk/london99/transport04.htm)
- (5) Jensen, M.P., Køster, H., Jensen, S.S., Hertel, O. (2001): *Miljøzoner, partikler og sundhed*. Miljøprojekt 620, 2001. 137 s. Udarbejdet af COWI og DMU for Miljøstyrelsen. Rapporten er kun tilgængelig som PDF fil på [www.mst.dk/udgiv/Publikationer/2001/87-7944-632-9/pdf/87-7944-633-7.PDF](http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/2001/87-7944-632-9/pdf/87-7944-633-7.PDF)