

Hvordan vurderer Miljøstyrelsen effekten af partikelforurening

*Poul Bo Larsen
Kontoret for Biocid- og Kemikalievurdering
Miljøstyrelsen*

august 2001

Indledning

Inden for det seneste 10-15 år har ny viden om luftforureningen og dens sundhedsskadelige effekter skabt stor international opmærksomhed. Dette skyldes ikke mindst ny viden om små partikler (omtales som fine partikler eller PM_{2,5}, dvs partikler med diameter under 2,5 µm) og deres særlige bidrag til de sundhedsskadelige effekter. Inden for de seneste år er der således afholdt talrige internationale konferencer vedrørende luftforureningens og især partiklers effekter. Som konsekvens af denne øgede viden er der både nationalt og internationalt (U.S.-EPA), EU-kommisionen, WHO) foretaget revision af grænseværdierne for partikler og øvrige luftforureningskomponenter.

Herhjemme har man for at følge udviklingen og i forbindelse med indarbejdelsen af nye EU-grænseværdier nedsat en tværministeriel arbejdsgruppe mellem Sundhedsministeriet og Miljø- og Energiministeriet. I gruppen sidder der repræsentanter for Sundhedsstyrelsen, Miljøstyrelsen, Danmarks Miljøundersøgelser samt forskere inden for det miljømedicinske område. En vigtig del af gruppens arbejde er at vurdere de sundhedsmæssige konsekvenser af de aktuelle luftforurenings-niveauer i Danmark samt at vurdere, hvad indførelse af de nye EU-grænseværdier vil betyde.

Nedenfor sammenfattes kort gruppens arbejde med vurdering af komponenterne partikler og ozon, der umiddelbart må anses for at høre til de mest sundhedsskadelige komponenter i luften. En lang række data peger på disse to komponenter er særligt kritiske, men man må imidlertid gøre sig klart, at udsættelse af befolkningen altid vil bestå af luftens samlede indhold, der udgøres af en blanding af en lang række gasformige og partikelbundne komponenter, og at de effekter man ser i befolkningsundersøgelser, derfor vil være relateret til denne samlede udsættelse. De komponenter, der i undersøgelserne bedst kan relateres til effekterne, må således betragtes som de bedste *indikatorer* for forureningens sundhedsskadelige effekter.

Partikler

Det er især de fine partikler (PM_{2,5} sv.t. partikler mindre end 2,5 µm) der i dag anses for at være forbundet med sundhedsskadelige effekter. Disse partikler stammer overvejende fra forbrændingsprocesser fx trafikudstødning. Partikler (støv) der stammer fra forarbejdningsprocesser, afslidning og ophvirvling fra jordoverfladen samt partikler fra biologiske kilder fx pollen vil typisk udgøre en grovere fraktion med betydelige større partikeldiameter. Den grove partikelfraktion kan typisk måles som PM₁₀ (massen af alle

partikler mindre end 10 µm) eller som TSP (total mål for massen af alle partikelstørrelser i luften).

De fine partikler opfører sig modsat de grovere partikler som gasser, og udeluftens indhold af fine partikler vil derfor trænge ind i bygninger og fordele sig til indemiljøet, således at baggrunds niveauet indenfor stort set vil svare til udendørs niveauet. Dette betyder, at personer udsættes for luftens indhold af fine partikler både ude og inde.

De fine partikler vil, når de indåndes, kunne trænge helt ud i lungernes yderste forgreninger, alveolerne, hvorfra de kun fjernes meget langsomt. De større partikler derimod vil aflejres højere oppe i lungerne og vil her forholdsvis hurtigt med overfladeslimlaget blive transporteret bort fra lungerne og op til svælget.

Effekter ved kortvarig udsættelse

I forbindelse med de nyere befolkningsundersøgelser, hvoraf de fleste er amerikanske, har man undersøgt for effekter som dødelighed, sygelighed, hospitalsindlæggelser, forværrelse af symptomer fra luftvejslidelser, forbrug af astmamedicin, ændret lungefunktion og fravær fra arbejde/ skole. Det har især vagt opsig, at effekter på ovennævnte parametre er fundet ved partikelniveauer, der er aktuelle for vestlige byer i dag, dvs. effekter er således ikke kun fundet i forbindelse med svære forureningsepisoder, som det har været kendt fra tidligere tiders smogepisoder i fx London, eller de meget høje niveauer der i dag kan ses i visse byer i udviklingslande.

Med hensyn til sundhedsskadelige effekter fra akutte forureningsepisoder har WHO i 1996 i deres seneste revurdering af partiklers sundhedsskadelige effekter opstillet følgende tabel over sammenhæng mellem forøgede niveauer og effekter:

Effekter i forbindelse med korterevarende forøget partikelniveau (WHO 1996):

Effekt	procentvis stigning pr 10 µg/m³ PM₁₀
Dødelighed, 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 %

WHO anfører endvidere i deres vurdering:

- at de talrige undersøgelser der ligger til grund for vurderingen peger på klare og entydige sammenhænge mellem sundhedsskadelige effekter og forhøjede partikelniveauer i forbindelse med korterevarende forureningsepisoder
- at der foreligger overvejende ensartede dosis-response-sammenhænge imellem de sammenlignelige undersøgelser

- at effekter som følge af kortvarige forurenigsepisoder kan forventes ved selv lave niveauer ($< 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som PM_{10}), og at der ud fra de foreliggende data ikke umiddelbart kan defineres en nedre tærskelværdi for effekterne

Dette er et markant skift i forhold til WHO-vurderingen i 1987, hvor man ikke forventede at der optrådte effekter med påvirkning af dødelighed under et partikelniveau på $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Effekter ved vedvarende udsættelse

Det har i forbindelse med ovennævnte sammenhænge været diskuteret voldsomt om den øgede dødelighed i forbindelse med luftforurenigsepisoder blot skulle tages som et udtryk for at dødstidspunktet for personer, der alligevel ville dø inden for kort tid, blot blev fremskyndet nogle få dage som følge af en luftforurenigsepisode (harvesting effect), således at der ikke var tale om en større påvirkning af dødelighed i befolkningen.

Hvorvidt dette er tilfældet, er belyst i to større amerikanske undersøgelser, hvor man har fulgt op til $\frac{1}{2}$ million personer i en række nordamerikanske byer og set på forskelle i dødelighed i relation til årlige gennemsnitsværdier af luftforureningen, dvs man har undersøgt på hvilken måde vedvarende udsættelse for forskellige forureningsniveauer påvirker dødeligheden.

I den ene undersøgelse blev 8111 personer fra seks byer fulgt i 14-16 år. Dødeligheden i de forskellige byområder blev sat i relation til forureningsniveauerne af en række udvalgte forureningskomponenter. Efter justering for andre faktorer med mulig indflydelse på dødelighed (forskelle i alder- og kønsfordeling, rygning, uddannelsesniveau, erhvervsmæssig eksponering og legemsvægtindex) fandt man statistisk sikker sammenhæng mellem partikelniveau og dødelighed. Sammenhængen blev tydeligere jo mindre partikelstørrelse effekterne blev realteret til, dvs. tydeligst sammenhæng blev fundet i forhold til $\text{PM}_{2,5}$, dernæst PM_{10} og derpå TSP. Niveauerne af andre forureningskomponenter bortset fra sulfat (der er en bestanddel af de fine partikler) udviste ikke samme statistiske sammenhæng med dødelighed. De gennemsnitlige partikelniveauer (årsværdier) for de seks byer lå i intervallet $11-29,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2,5}$. Per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i $\text{PM}_{2,5}$ -niveau kunne man observere en øget årlig dødelighed i befolkningen på 14% (Dockery et al., 1993; WHO 1996).

I en anden undersøgelse hvor 552.000 personer i 151 byområder blev fulgt i syv år, fandt man ligeledes statistisk signifikant sammenhæng mellem partikelniveauer og dødelighed. I denne undersøgelse korrigerede man også for andre medvirkende faktorer, idet man fra spørgeskema havde oplysninger om personernes alder, køn, race, ryge- og alkoholvaner, højde og vægt, erhvervsmæssige eksponering og uddannelse. I undersøgelsen lå årsmiddelværdierne i intervallet $9-33,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for $\text{PM}_{2,5}$. Ved et øget partikelniveau på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{PM}_{2,5}$) fandt man en stigning i årlig dødelig på 7%. Den øgede dødelighed var især forårsaget af ekstra dødsfald som følge af luftvejsslidelser og hjerte-kredsløbsslidelser. Forekomst af dødsfald som følge af lungekræft var endvidere positivt relateret til indholdet af sulfatniveauet (Pope et al., 1995; WHO 1996).

M.h.t. andre effekter fra kronisk udsættelse anfører Pope et al.(1995) i forbindelse med et review over undersøgelser fra 1987-1993, at øget partikelniveau er forbundet med en stigning i luftvejssymptomer og en forringet lungefunktion. Undersøgelserne pegede samlet på en øgning af bronkitis og kronisk hoste på 10-25% i befolkningen og et fald i lungefunktion på ca. 2% per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stigning i PM_{10} -niveau.

WHO (1996) angiver at forekomsten af bronkitislignende symptomer hos børn stiger med 34% for hver gang det årlige gennemsnitsniveau af fine partikler stiger med $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, samtidig med at lungefunktionen hos børnene som et gennemsnit forringes med ca. 1,9%.

Vurdering af effekter ved aktuelle partikelniveauer i Danmark

I forbindelse med de nævnte effekter må især personer der lider af kroniske obstruktive lungesygdomme (ca. 230.000 danskere) og personer med hjerte-kredsløbsygdomme (ca. 260.000 danskere) anses for særlig *følsomme* over for partikelforurening. Børn, herunder spædbørn må formentlig også betragtes som en følsom gruppe samt ældre, syge og generelt svækkede personer.

Ud over grupper med særlig følsomhed må grupper der er særligt *udsatte* for partikelforureningen anses for potentielle risikogrupper. Dette inkluderer bla. personer der i høj grad udsættes for udstødningssgasser fx chauffører, cykelbude, gadehandlere og andre, der opholder sig i miljøer med tæt trafik.

Ovenfor angives en række alvorlige effekter som følge af luftens indhold af partikler. Da de fleste data vedrørende sundhedsskadelige effekter er relateret til måling af PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$, er det vanskeligt direkte at overføre disse fund til danske forhold, da vi indtil videre kun har målt partikelniveauerne som TSP-niveauer herhjemme. For en foreløbig vurdering kan TSP-niveauer imidlertid groft omregnes til PM_{10} - og $\text{PM}_{2,5}$ -niveauer under anvendelse af omregningsfaktorer, hvor $\text{PM}_{10} = 0,55 \times \text{TSP}$ og $\text{PM}_{2,5} = 0,6 \times \text{PM}_{10}$.

Det aktuelle byniveau for partikler målt som TSP ligger på en årsmiddelværdi på ca. $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i de større danske byer. Med ovenstående omregningsfaktorer svarer dette til ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$. Såfremt $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$ modsvarer en ændring i årlig dødelighed på 7% (værdien fra den største af de amerikanske undersøgelser), vil det betyde, at en reduktion af det aktuelle niveau med $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dvs. en reduktion med 25% af det nuværende skønnede $\text{PM}_{2,5}$ -niveau) ville medføre et fald i dødelighed på 3,5%. Blandt en befolkning på 1 million danskere med en årlig dødelighed på ca. 12.000, vil dette svare til et fald i dødeligheden på ca. 400 personer.

Tilsvarende kan der foretages et foreløbigt og noget usikkert skøn over, hvor meget en reduktion af $\text{PM}_{2,5}$ -niveauet kan forventes at påvirke forekomsten af bronkitis og antallet af børn med nedsat lungefunktion. En reduktion af det årlige $\text{PM}_{2,5}$ -niveau på $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ skønnes således at ville betyde, at der blandt 200.000 børn ville være ca. 1700 børn færre med bronkitis symptomer og ca. 2000 børn færre med nedsat lungefunktion.

Referencer

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 U.S. cities. *The New England Journal of Medicine* **329**, 1753-1759.

Lippmann M (1998). The 1997 US EPA standards for particulate matter and ozone. *Issues in Environmental Science and Technology* vol 10, 75-99.

Miljø- og Energiministeriet & Sundhedsstyrelsen (2000). Vurdering af partikler. Miljø- og Energiministeriets og Sundhedsstyrelsens arbejdsgruppe for udendørs luftforurening (august 2000).

Miljøstyrelsen (1997). Sundhedsmæssig vurdering af luftforurening fra vejtrafik. Miljøprojekt 352.

Pope CA, Dockery DW, & Schwartz J (1995). Review of epidemiological evidence of health effects of particulate air pollution. *Inhalation Toxicology* **7**, 1-18.

Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE, & Heath CW (1995). Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med* **151**, 669-674.

WHO (1996). Air quality Guidelines for Europe 1996. Particulate matter. Final edited draft, pp 82.