



rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

L02/19

För Miljökontoret i Trollhättans kommun

Förekomst och hälsopåverkan av små partiklar i utomhusluften

Göteborg 2002-04-25

IVL Svenska Miljöinstitutet

Karin Sjöberg

Förekomst och hälsopåverkan av små partiklar i utomhusluften

Inledning

Den svenska luftmiljön är internationellt sett god, med oftast betydligt lägre nivåer av luftföroreningar än i många andra länder. Luftföroreningar har trots detta betydelse för folkhälsan.

Under de senaste åren har hälsorisker till följd av luftburna partiklar uppmärksammas i allt större utsträckning. Den 1 juli 2001 infördes en miljö kvalitetsnorm avseende PM_{10} ("particulate matter", partiklar med en aerodynamisk diameter mindre än 10 μm) i utomhusluft.

På uppdrag av Miljökontoret i Trollhättans kommun har IVL Svenska Miljöinstitutet sammanställt kunskapsläget avseende förekomst och hälsopåverkan av små partiklar $PM_{2.5}$ (partiklar mindre än 2.5 μm) respektive PM_{10} .

Definition av partikelhalt

Halten av partiklar i luften kan uttryckas på olika sätt beroende på vilken mätprincip som används. I Sverige finns det relativt långa mätserier avseende mängden sot i luften, en metod som bygger på att man mäter svärtningsgraden av det filter som luften sugits igenom. Sotpartiklar är mestadels små (mindre än 4-5 μm i aerodynamisk diameter).

Partikelhalten kan också bestämmas utifrån den massa (vikt) som partiklarna har. Måttet TSP (totalt svävande partiklar) innebär att massan av partiklar upp till cirka 40 μm mäts. Man kan också avskilja de större partiklarna, som inte kan tränga ner i luftvägarna, och mäta halten av en mindre partikelfraktion, såsom PM_{10} och $PM_{2.5}$.

En tredje mätprincip är partikelräknande instrument, som anger halten i antal partiklar per luftvolym. De allra minsta partiklarna kallas ofta för "ultrafina", vanligtvis avses då partiklar med en diameter mindre än 0.1 μm . De ultrafina partiklarna dominerar vid antalsmätningar, men har i stort sett ingen påverkan på partikelmassan.

Källor till partiklar

Små partiklar bildas vid ofullständig förbränning av kol, olja, biobränslen och andra drivmedel och bränslen. Utsläppen har minskat kraftigt under de senaste decennierna, både på grund av förbättrad förbränningsteknik och installation av reningsutrustning. I de centrala delarna av städerna dominerar fordonsavgaser som källa till luftburna partiklar. Småskalig vedeldning är också en viktig källa till partikelutsläpp i vissa områden, men det är stora osäkerheter i skattningen av storleken på dessa utsläpp. I tabell 1 återfinns en sammanställning av skattade utsläpp av partiklar i Sverige från

olika källor, men som framgår av tabellen är det i dagsläget stora osäkerheter i de uppgifter som finns tillgängliga.

Tabell 1 Skattade utsläpp av partiklar till luft i Sverige 1995.

Källa	Utsläpp (ton / år)	Kommentar
<i>Vägtransporter</i>		
Tunga dieselfordon	6 600	
Lätta dieselfordon	600	
Bensinfordon med katalysator	300	
Bensinfordon utan katalysator	1 400	
Uppvirvling från vägbanan	?	Troligen av samma storleksordning som avgasutsläppen från vägtransporter
<i>Andra rörliga källor</i>		
Arbetsmaskiner	6 800	
Flygtrafik	?	Troligen av marginell betydelse
<i>Uppvärmning och energiproduktion</i>		
Tungolja	5 000	
Lättolja	600	
Kol	1 200	
Ved	9 000 - 60 000	Mycket osäkert
<i>Industriella processer</i>	9 000	
<i>Byggnation</i>	80 - 1 000	
Totalt	42 000 - 100 000	

Källa: Areskoug, 2000

Partiklar från uppvirvlat stoft, som vägdamm, stoft från bildäck etc. är större i storlek än partiklar från förbränning. De är huvudsakligen större än 10 µm och bedöms därför vara mindre hälsovådliga än partiklar från förbränning.

En betydande del av de fina partiklarna (PM_{2,5}), främst i södra Sverige, härrör från långdistanstransport, och utgörs till största delen av olika sulfater och nitrater. Dessa s.k. sekundära luftföroreningar bildas genom atmosfärskemiska reaktioner från svaveldioxid och kväveoxider som släppts ut i Centraleuropa.

Partikelhalter i luften

Den 1 juli 2001 infördes en miljö kvalitetsnorm (MKN) avseende halten av PM₁₀, som innebär att angivna haltnivåer inte får överskridas efter 1 januari 2005. MKN motsvarar det första steget i EU-direktivet för PM₁₀. EU har också preliminärt infört ett andra steg, som skall gälla från 2010. Dessa nivåer skall dock omvärderas baserat på den nya kunskap som erhålls bl.a. om partiklars hälsoeffekter. I miljömålet "Frisk luft" anges även ett generationsmål för partikelhalten i utomhusluft. I tabell 2 redovisas aktuella haltnivåer för gällande MKN, EU-direktiv respektive miljömål. För PM_{2,5} finns för närvarande inga gränsvärden.

Tabell 2 Miljö kvalitetsnorm (MKN), EU-direktiv respektive miljömål för halten av PM_{10} i utomhusluft.

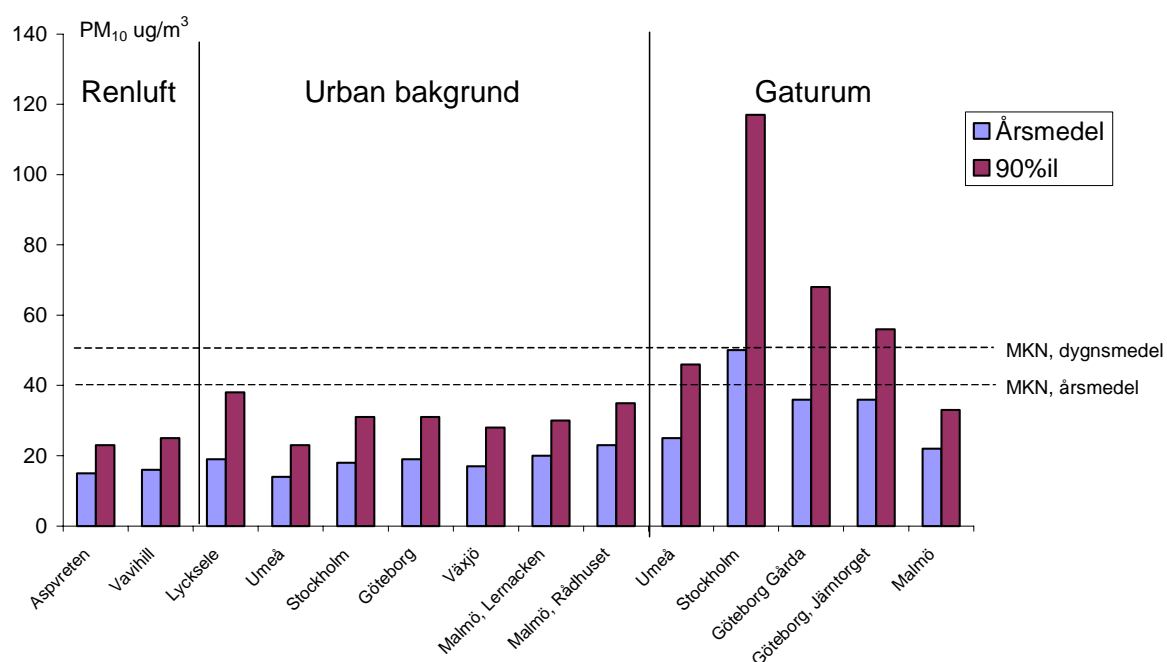
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MKN, EU steg 1, 2005	EU steg 2, 2010	Miljömål
Dygnsmedelvärde	50*	50**	30
Årsmedelvärde	40	20	15

* som 90-percentil, får överskridas 35 gånger per år

** som 98-percentil, får överskridas 7 gånger per år

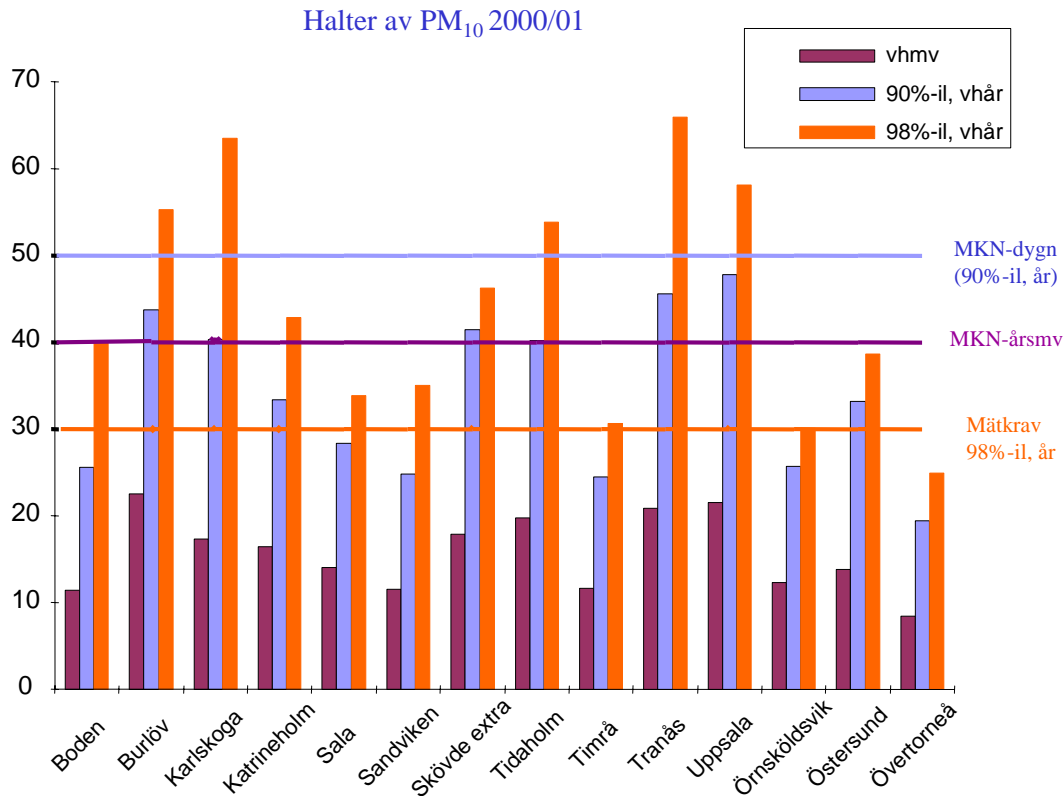
Förekomsten av partiklar i luften i form av PM_{10} har sedan början av 1990-talet uppmätts endast i ett fåtal kommuner i landet. I syfte att förbättra mätdataunderlaget startades därför det s.k. "Kartläggningsprojektet" på uppdrag av Naturvårdsverket, och sedan 1999 genomförs mätningar av PM_{10} och $PM_{2.5}$ på 8 platser med totalt 14 mätstationer. Inom Urban-mättnätet - ett samarbetsprojekt mellan IVL och ett 40-tal av landets kommuner - påbörjades vinterhalvåret 2000/01 PM_{10} -mätningar i 14 av kommunerna. Under innevarande vinter (2001/02) mäter 26 av Urban-kommunerna PM_{10} i urban bakgrundsluft.

I figur 1 redovisas årsmedelhalter samt 90-percentil av dygnsmedelvärden för PM_{10} i de olika typmiljöer - renluft, urban bakgrund samt gaturum - där mätningar genomförs inom Kartläggningsprojektet. Av figuren framgår att MKN innehålls både i renluft (landsbygd) och urban bakgrundsluft. I gaturumsmiljö överskrids, alternativt tangeras, MKN avseende såväl årsmedel- som dygnsmedelvärdet på flertalet av mätplatserna.



Figur 1 Halter av PM_{10} under perioden september 1999 – augusti 2000, Kartläggningsprojektet.

Vinterhalvårsmedelvärden och 90-percentiler (för dygn under halvåret) för PM₁₀ uppmätta inom Urban-mättnätet 2000/01 presenteras i figur 2. Jämförelsen med motsvarande MKN är inte helt rättvisande eftersom resultaten inte omfattar mätningar under ett helt år. För flera av kommunerna kan man dock anta att risken för överskridande av MKN för dygn är relativt stor.



Figur 2 Halter av PM₁₀ under vinterhalvåret 2000/01, Urbanmättnätet.

Utifrån det bristfälliga mätdataunderlaget av PM₁₀ kan man ändå konstatera att dagens haltnivåer i svenska tätorter i många fall sannolikt överskrider det långsiktiga miljömålet.

Mätmetoder

Mängden partiklar i omgivningsluft kan mätas med olika typer av instrumentella metoder. Provluftens sugas in i instrumentet via ett speciellt utformat luftintag. Vilken storlek av partiklar som fångas in bestäms av luftintagets utformning. De fraktioner som oftast mäts är TSP, PM₁₀ och PM_{2.5}.

Partikelmätningarna i Sverige har främst genomförts med TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance)-instrument (inom "Kartläggningsprojektet") eller partikelinsamling på filter (IVL-metoden, inom Urban-projektet). TEOM är en kontinuerligt registrerande metod där massförändringen mäts och omräknas till en partikelhalt och timupplösning av mätdata kan erhållas. TEOM-tekniken skiljer sig från den referensmetod för PM₁₀ som rekommenderats i Europa (filtermetod), genom att partiklarna värms upp och vissa flyktiga komponenter kan därmed avdunsta. På

vissa håll rekommenderas därför en uppräknig av TEOM-resultat med 30%. IVL har utvecklat en provtagare för bestämning av dygnsmedelvärden, där partiklar insamlas på filter med efterföljande vägning på laboratorium. IVL-metoden har visat på god överensstämmelse med den EU-godkända filtermetoden Kleinfilergerät.

Partikelinsamling på filter ger även möjlighet att efteråt bestämma den kemiska sammansättningen av stoffet.

Hälsoeffekter

Sambandet mellan tillfällena med höga halter av partiklar, sot och svaveldioxid i omgivningsluften och hälsoeffekter, kronisk bronkit och ökad dödlighet (framför allt hos barn och vuxna med underliggande hjärt- och lungsjukdom) kunde konstateras vid epidemiologiska studier redan på 1950-talet. Många studier som genomförts under senare år visar på att partikulära luftföroreningar – även vid dagens betydligt lägre nivåer - är förknippade med en rad hälsoeffekter.

Det finns dock många olika sorters partiklar och man vet idag inte säkert vad som gör partiklarna hälsovådliga och vilka partiklar som ger upphov till olika besvär och sjukdomar. Partiklars påverkan på hälsan styrs troligen såväl av dess storlek som dess kemiska innehåll. Partiklar med en aerodynamisk diameter större än 10 µm fastnar i huvudsak i näsa, mun och svalg och misstänks huvudsakligen orsaka irritation. Vissa större partiklar som pollen kan dock orsaka och utlösa allergiska reaktioner. Partiklar som är mindre än 10 µm brukar kallas inandningsbara och fastnar beroende på storlek, andningsväg, andningsmönster och eventuell luftvägssjukdom i större eller mindre andel i olika delar av luftvägarna. Partiklar som är mindre än 2.5 µm kan ta sig ner till lungblåsorna, medan större partiklar deponeras längre upp i luftvägarna.

Den huvudsakliga hälsopåverkan anses för närvarande orsakas av partiklar mindre än 2.5 µm, även om de något större partiklarna också visat sig ha effekter. De mindre partiklarna innehåller oftast störst koncentration av potentiellt hälsoskadliga ämnen som metaller och tyngre organiska ämnen. De effekter som observeras är bl.a. påverkan på astma, lunginflammation och kronisk luftrörsinflammation (bronkit). Känsliga grupper är astmatiker, personer med andra luftvägssjukdomar samt barn.

Partiklar mindre än 0.1 µm kallas ultrafina och misstänks via lungblåsorna kunna tränga in i kärlen och orsaka eller förvärra hjärt- och kärlsjukdomar.

Eftersom mätdataunderlag i stor utsträckning saknas är det i dagsläget svårt att bedöma befolkningens exponering för partiklar. Man har dock kunnat konstatera att tobaksrökning påverkar exponeringen för små partiklar inomhus.

Vad gäller korttidsexponering för partiklar (dygnsvariation) har man inte kunnat påvisa någon tröskeleffekt, dvs. att det inte finns någon "säker" nivå, under vilken ingen persons hälsa påverkas. Världshälsoorganisationen (WHO) anger därför inget gränsvärde för partiklar. De senaste årens internationella studier visar på att hosta, nedre luftvägssymptom och medicinanvändning hos astmatiker ökar med cirka 3 % för varje ökning med 10 µg/m³ av PM₁₀. Motsvarande ökning i sjukhusintagningar och dödlighet är cirka 0.7 %, medan påverkan på lungfunktionen är relativt liten. För

låga halter, under ca $20 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ respektive ca $10 \mu\text{g PM}_{2.5}/\text{m}^3$ är underlaget för bedömning av eventuella hälsoeffekter mycket bristfälligt.

Studier i USA har uppskattat effekten på den totala dödligheten till en procents ökning för varje $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ökning i dygnsgenomsnittet av PM_{10} . Den huvudsakliga orsaken till ökningen var ökning av död i luftvägssjukdomar och hjärt-kärlsjukdomar. I fem västeuropeiska städer fann man att motsvarande effekt uppgick till 0.4%, dvs. knappt hälften av effekten i USA. Orsaken till en eventuell skillnad mellan USA och Europa är dock inte känd.

En nyligen genomförd studie i tio europeiska städer (bl.a. Stockholm), där man undersökt den ökade dödligheten under 40 dagar efter förhöjda partikelhalter, visade på en fördubbling av effekten på antalet dödsfall, 1.6% per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ökning av PM_{10} -halten, jämfört med 0.7% om man endast tog hänsyn till förändringen i PM_{10} -halt samma dag och dagen innan. Med typiska svenska tätortshalter (ca $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ger det lokala bidraget (ca $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en effekt på dödligheten åtminstone i samma storleksordning som dödsfallen till följd av trafikolyckor.

Hälsoeffekter vid långtidsexponering av partiklar har främst kunnat påvisas i form av ökad risk för bronkit och liknande tillstånd som kroniska problem med hosta eller kronisk bronkit. I några studier har man sett samband mellan exponering för luftburna partiklar och effekter på lungfunktionen hos barn och vuxna och luftvägssymptom hos barn. Dessa effekter har observerats vid årsmedelkoncentrationer ner till $10\text{-}20 \mu\text{g PM}_{2.5}/\text{m}^3$ eller $15\text{-}30 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$.

Långvarig partikelexponering påverkar också risken att dö vid en viss ålder. Utifrån studier i USA erhöles en skattning av 5.7% höjning av risken att dö vid en viss ålder om partikelnivån ökar med $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{PM}_{2.5}$).

I storstäder och andra områden med höga luftföroreningsnivåer verkar också lungcancerrisken vara upp till 50 % högre än på landsbygden, även om man tar hänsyn till rökvanor. I en lungcancerstudie på män i Stockholm användes modellberäknad bilavgasexponering för olika delar av länet, varvid de som bott i områden med en skattad kvävedioxidhalt på över $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hade 40% förhöjd risk. En viktig indikator på cancerframkallande ämnen i luftmiljön bedöms vara polycykliska aromatiska kolväten (PAH), som bl.a. bildas vid ofullständig förbränning. PAH kan förekomma i gasform, men återfinns ofta bundna till partiklars yta. Om uppkomst av cancer till följd av dieselavgaser kan orsakas av själva partiklarna eller till partiklarna bundna mutagena ämnen, såsom PAH, är dock inte klarlagt.

Slutsatser

Luftkvaliteten i svenska tätorter har förbättrats under de senaste decennierna och kommer sannolikt att bli ännu bättre i takt med att utsläppen minskar. Partikulära luftföroreningar är trots sjunkande haltnivåer förknippade med en rad hälsoeffekter. För att uppnå de av regeringen uppsatta miljömålen för partikelhalten i utomhusluft krävs ytterligare åtgärder. I regeringens proposition avseende miljömålen anges för partiklar endast ett generationsmål för PM_{10} . Anledningen till att inget delmål

föreslagits för partiklar är att kunskapen om nivåer och hälsorisker inte anses vara tillräckliga.

Osäkerheten i uppgifterna om partikelutsläppen i Sverige är, som framgått tidigare, mycket stora, och det är i dagsläget svårt att bedöma den kommande utvecklingen. Vid en framtida energiomställning till ett uthålligt energisystem förväntas biobränsle användas i betydligt större utsträckning än idag. En utbyggnad av biobränsleanvändningen, framför allt från individuell uppvärmning, kan föranleda en kraftig ökning av emissionerna. Inom trafiksektorn finns fastställda framtida avgaskrav för nyproducerade dieselfordon med avseende på partikelutsläpp, och enligt Vägverkets bedömningar kommer partikelemissionerna från avgaser att minska med drygt 50% fram till år 2010. Trafikarbetet genererar också markkuppvirvlat stoft, men underlag saknas för att kunna bedöma betydelsen av detta.

Beträffande människors exponering för partiklar finns det ytterligare en stor osäkerhetsfaktor i förekommande partikelnivåer inomhus. Studier kring detta har nyligen påbörjats, bl.a. inom Naturvårdsverkets forskningsprogram kring luftföroreningar och hälsoeffekter.

Referenser

Areskoug, m.fl. (2000), Particles in ambient air – a health risk assessment. Scand. J. Work Environ. Health 2000; 26 suppl. 1:1-96.

Areskoug, H. m.fl., (2001), Kartläggning av inandningsbara partiklar i svenska tätorter och identifikation av de viktigaste källorna. ITM-rapport 91.

Atkinson, R.W. (2001), Acute Effects of Particulate Air Pollution on Respiratory Admissions – Results from APHEA 2 Project. Am J Respir Crit Care Med, Vol 164, pp. 1860-1866.

Luftkvaliteten i Sverige sommaren 2000 och vintern 2000/01. Resultat från mätningar inom URBAN-projektet, (2001), IVL B-rapport 1426.

Luftkvalitet i tätorter vintern 2000/2001, Statistiska meddelanden, SCB, MI 24 SM 0101.

Miljöhälsorapport 2001. Socialstyrelsen. ISBN 91-7201-495-4.

Regeringens proposition 2000/01:130, Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier.

Uteboken - en bok för alla som bryr sig om en hälsosam utomhusluft (2001). Folkhälsoinstitutet. ISBN 91-620-1215-0.

Vägverkets mät- och beräkningshandbok för luftföroreningar, www.vv.se.

Zanobetti, A. et al. (2001), The Temporal Pattern of Mortality Responses to Air Pollution: A Multicity Assessment of Mortality Displacement, *Epidemiology*, January, Vol. 13, No. 1.