

# Omgivningsluftens partiklar och astma

En kunskapsöversikt



***Bertil Forsberg***

*Docent*

*Enhetschef för Yrkes- och Miljömedicin  
Umeå Universitet*

Sammanfattning .....	2
1. Partiklar, mått och mekanismer .....	4
Partiklarnas ursprung .....	4
Mått på partikelhalten .....	5
Egenskaper och mekanismer.....	6
2. Påverkan på astma.....	8
Partikelföroreningarnas många hälsoeffekter .....	8
Symtom, lungfunktion, medicinering .....	8
Inläggning på sjukhus .....	10
3. Förekomst av astma och liknande tillstånd.....	11
Prevalens hos barn .....	11
Prevalens hos vuxna i Sverige .....	12
4. Utveckling av astma.....	13
Reducerad lungtillväxt och lungfunktion.....	13
Astmadebut .....	14
5. Hälsorelevansen av olika slags partiklar.....	17
Avgaspartiklar.....	17
Vedrök.....	17
Vägdamm.....	18
6. Risker, källor och normer .....	19
Problemet .....	19
Normerna .....	19
7. Referenser .....	20

## **Sammanfattning**

Förenklat skulle man kunna beskriva partikelföroreningen i stadsluft som tre typer av partiklar. En fraktion utgörs av ultrafina partiklar vars lokala källa i huvudsak är avgaser. En fraktion består av större, sekundärt bildade sulfat- och nitratpartiklar och åldrade, tillväxta sotpartiklar vilka oftast är mindre än 1-2 mikrometer och vanligtvis till liten del har lokalt ursprung. En fraktion karaktäriseras av grövre partiklar av mekaniskt och biologiskt ursprung, periodvis mest bestående av lokalt vägdamm.

Hälsoeffekterna tycks skilja sig mellan olika slag av partiklar beroende på deras ursprung och egenskaper. Effekterna i andningsorganen inkluderar inflammation, ökad retbarhet för andra faktorer och ökad infektionskänslighet. Upprepad exponering kan leda till bestående effekter, varav försämrad lungfunktion är en allvarlig effekt. Avgaspartiklar kan öka bildningen av IgE-antikroppar vilket ökar risken för sensibilisering, allergi och allergisk astma. För att partikulära luftföroreningar ska försämra den som redan har astma, ”räcker det” med att de ger retningar och irritation, men även vid försämring tycks förstärkning av inflammation vara en viktig komponent.

Korttidshalten (ofta senaste dygnets) av partiklar påverkar enligt en systematisk genomgång av dagboksstudier förekomsten av astmasymtom tydligare än lungfunktionen, troligen genom att ökad behovsmedicinering i samband med försämring av astma döljer effekter på lungfunktionen. En litteratursammanställning baserad på 23 studier fann att medicineringen ökade med cirka 4 % när halten ökade med 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En Europeisk studie innefattande Stockholm fann att antalet akutbesök för astma bland barn 0-14 år ökade med 1,5 % per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  högre halt av PM10 och i åldersgruppen 15-64 år med 1,0 % per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  högre halt av PM10. Längre tids exponering påverkar astmaförekomsten och lungfunktionen. Bland 5000 i södra Kalifornien medförde bostad inom 75 meter från en stor väg att oddset för att barnet skulle ha astma ökade med cirka 50%, och ännu mer om man minst bott på samma adress sedan man var 2 år. Utöver effekten av ortens föroreningsnivå sågs hos barn som bodde inom 500 meter från en motorväg en statistiskt säkerställd sämre utveckling av lungfunktionen jämfört med barn

som bodde minst 1500 meter från en motorväg. Bland vuxna svenskar ökar risken för astma med avgashalten vid bostaden.

Det finns ett stort antal studier som talar för att det är trafikavgaser som kan öka risken för utveckling av astma. Närhet till trafik har visat sig öka risken för en rad hälsoproblem, inte bara i andningsorganen utan också hjärt-kärlsjukdom och död. Det finns stöd för att avgaspartiklar mer toxiska än PM10 och PM2,5 i allmänhet. Det finns inte någon omfattande forskning kring vedrök och astma, men en litteraturöversikt visade att de akuta effekterna på astma av partiklar tycks vara kraftigare än de typiska där en stor andel av partiklarna kommer från vedeldning. En litteraturgenomgång visade att för just andningsorganens sjukdomar har den grövre delen av PM10 snarast en starkare effekt på akut sjuklighet.

Världshälsoorganisationen WHO har i sina nya guidelines rekommenderat en årsnorm för partiklar (mätt som PM10) på 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , vilket bara är hälften så högt som den gällande svenska miljö kvalitetsnormen för PM10. EU väntas besluta att införa en årsnorm för den finare fraktionen PM2,5 på 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , för vilken WHO har rekommenderat årsnormen 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och USA beslutat införa normen 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sverige har möjlighet att införa strängare miljö kvalitetsnormer än EU:s minimikrav, men har hittills inte valt att göra det.

## **1. Partiklar, mått och mekanismer**

### **Partiklarnas ursprung**

Partiklarna i omgivningsluften utgörs av en komplex blandning vars sammansättning varierar mycket i tid och rum beroende på faktorer som årstid, väder, omgivning och utsläppskällor. En del partiklar har ett "naturligt ursprung" och består exempelvis av små sand- eller jordpartiklar, havssalt eller biologiskt material som pollenfragment. Andra partiklar härrör från biltrafik, fartyg, förbränning av ved, kol och olja för el- och värmeproduktion eller från industrier som metallsmältverk och pappersmassafabriker. Partiklarna som kommer från förbränning kan vara bildade vid förbränningen (ibland benämnda "primära") och genom kondensation av gaser direkt från källan eller senare genom sammanslagningar och reaktioner i atmosfären. Den senare typen är exempelvis sulfatpartiklar som beror på svaveldioxidutsläpp och nitratpartiklar som beror på kvävedioxidutsläpp. Dessa "sekundärt bildade" partiklar kan nå maximala halter långt från källorna, medan de primära förbränningspartiklarna späds ut och avtar i antal med ökat avstånd från källorna. Från en stor väg kan man se hur halten av avgaspartiklar, sot och andra avgaskomponenter som kolmonoxid och kväveoxider avtar längs en sträcka över flera hundra meter. Antalet (av avgaspartiklar) kan vara flera gånger högre nära en väg än 100-200 meter därifrån, medan halten av sulfatpartiklar samtidigt inte skiljer sig mätbart (WHO, 2005). De små partiklarna penetrerar i stor utsträckning in i byggnader, dock olika effektivt beroende på byggnad, ventilation och vädring. Individens exponeringen för både avgas- och vägdammspartiklar är förhöjd när man befinner sig ute i trafik, enligt en studie från Helsingfors med cirka 10-20 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 2005).

Den stora variationen i partiklars sammansättning och storlek gör det omöjligt att relevant beskriva partikelhalten med ett enkelt mått på det sätt som koncentrationen av exempelvis ozon eller svaveldioxid kan anges. Trots detta brukar halten av partiklar i miljönormer regleras som masskoncentrationen (vikt per volym luft) av partiklar mindre än en viss storlek.

## Mått på partikelhalten

Det vanligaste måttet på halten av partiklar i utomhusluft är PM10, som något förenklat beskriver masskoncentrationen av partiklar mindre än 10 mikrometer i diameter, och anges med sorten mikrogram per kubikmeter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Storleksavgränsningen är gjord utifrån att större partiklar än så i liten utsträckning inandas och därför är mindre farliga. PM2,5 är ett mått på masskoncentrationen av den finare fraktionen inom PM10, dvs halten av partiklar mindre än 2,5 mikrometer i diameter, ibland definierade som ”respirabla partiklar”. Detta mått har blivit allt mer vanligt eftersom en betydande del av dessa finare partiklar når ut i de delar av lungorna där det mesta av gasutbytet sker. När halten av PM10 eller PM2,5 mäts med hjälp av insamling på filter, blir det även möjligt att i efterhand göra kemiska analyser av partiklarnas sammansättning. Detta görs inte så ofta eftersom dessa analyser är ganska dyra, men analyserna gör det möjligt att dra slutsatser om partiklarnas ursprung och även om potentiell farlighet. I en typisk svensk tätort domineras partikelmassan mätt som PM10 och PM2,5 av sekundärt bildade partiklar (sulfat, nitrat, salter, sot mm) och vägdamm. Vid omfattande vedeldning kan lokalt ett ganska stort bidrag till halten komma från vedröksutsläpp.

De mycket små partiklarna i luften, vanligen mindre än 0,1 mikrometer (100 nanometer), brukar kallas för ultrafina partiklar. Dessa partiklar når längst ut i lungblåsorna och väger så lite att de trots enorma antal i omgivningsluften bidrar ytterst lite till partikelmassan uttryckt som PM10 eller PM2,5. Dessa partiklar beskrivs därför bättre med måttet antal partiklar per volym luft, ofta per kubikcentimeter (som ”number concentration”, NC). Typiskt ultrafina partiklar är de primärt bildade partiklarna i bilavgaser.

Förenklat skulle man kunna beskriva partikelföroreningen i stadsluft som tre typer av partiklar. En fraktion utgörs av ultrafina partiklar vars lokala källa i huvudsak är avgaser. En fraktion av större, sekundärt bildade sulfat- och nitratpartiklar och åldrade, tillväxta sotpartiklar vilka oftast är mindre än 1-2 mikrometer och vanligtvis till liten del har lokalt ursprung. En fraktion av grövre partiklar av mekaniskt och biologiskt ursprung, periodvis mest bestående av lokalt vägdamm.

## **Egenskaper och mekanismer**

Hur partiklarna deponeras i andningsorganen, transporteras, ingår i reaktioner med kroppsceller o.s.v. påverkas av egenskaper som deras storlek, form, vattenupptagningsförmåga samt kemiska sammansättning och yta. Dessa egenskaper hänger ofta samman med varandra. Förbränningsgenererade partiklar är generellt små (mindre än 1 mikrometer) och innehåller sot, kolväten och reaktionsbenägna metaller. Till de reaktionsbenägna metallerna hör exempelvis järn, nickel och koppar som i vissa former driver på oxidativ stress i andningsorganen. Partiklar som bildats på mekanisk väg (slitage etc) är typiskt större än 1 mikrometer. Vägdamm består av små korn av vägbeläggning och sand (med innehåll av kisel, aluminium, kalium mm) liksom fragment från hjul (däckkomponenter) och bromsbelägg (koppar m.fl. metaller). Vägdamm och andra stora partiklar bär ofta bakteriebildade gifter (endotoxiner) vilka visats kunna ha betydelse för inflammatoriska effekter. Partiklarna kan också bära olika typer av allergen, inklusive latex från slitage av bildäck.

De direkta effekterna av partiklar i andningsorganen inkluderar inflammation och lungskador, ökad retbarhet för andra faktorer och ökad känslighet för infektioner. Upprepade förekomst av sådana direkta effekter kan leda till strukturella förändringar och bestående effekter. Försämrad lungfunktion är allvarlig som kronisk effekt och kan påverka annan sjuklighet. Resultat från experimentella studier tyder dessutom på att de ultrafina partiklarna kan ta sig från andningsorganen via blodet till andra organ som levern och hjärtat, vilket öppnar för andra mekanismer än de som är aktuella i andningsorganen.

Risken att utveckla astma beror både på våra gener, vilka gör oss mer eller mindre benägna att få astma, men också på många faktorer i vår miljö. Vid uppkomst av astma är en förändring i immunsystemets balans mot en antikroppsprofilerad respons en typisk komponent. Luftföroreningar som underlättar sensibilisering för allergen och driver på inflammation har ofta gemensamt att de besitter en kraftig förmåga att skapa oxidativ stress. Detta innebär en dos av oxidativa (destruktivt reaktionsbenägna) ämnen överstiger vad det anti-oxidativa försvaret (baserat på bl.a. vitamin C och E) klarar av.

Miljöfaktorerna tycks också kunna leda till aktivering eller avstängning av viktiga gener, vilket i sin tur kan påverka vad som händer när man utsätts för en miljöfaktor. Bland de komplexa sambanden kan exempelvis konstateras att forskare i USA har visat att exponering för dieselavgaser leder till en ökad bildning av IgE-antikroppar vid allergenexponering, vilket talar för en ökad risk för sensibilisering, allergi och allergisk astma. För att luftföroreningarna skall kunna försämra den som redan har astma, ”räcker det” med att de kan framkalla retningar och irritation, men även i detta fall tycks förstärkning av inflammation vara en viktig komponent.

I avsnitt 5 ges en sammanfattning av den bedömda hälsorelevansen av speciella typer av partiklar: avgaser, vedrök och vägdamm. Andra speciella typer av partiklar är ännu föga studerade ur astmasynpunkt, exempelvis partiklarna i tunnelbane- och järnvägstunnelar.

Hälsoeffekterna tycks skilja sig mellan olika slag av partiklar beroende på deras ursprung och egenskaper. Effekterna i andningsorganen inkluderar inflammation, ökad retbarhet för andra faktorer och ökad infektionskänslighet. Upprepad exponering kan leda till bestående effekter, varav försämrad lungfunktion är en allvarlig effekt. Avgaspartiklar kan öka bildningen av IgE-antikroppar vilket ökar risken för sensibilisering, allergi och allergisk astma. För att partikulära luftföroreningar ska försämra den som redan har astma, ”räcker det” med att de ger retningar och irritation, men även vid försämring tycks förstärkning av inflammation vara en viktig komponent.

## **2. Påverkan på astma**

### **Partikelföroreningarnas många hälsoeffekter**

Partikulära luftföroreningar har sammankopplats med en rad olika typer av hälsoeffekter, varav betydelsen för astma och effekter i andningsorganen är en viktig del (WHO, 2003; WHO, 2005; WHO, 2006). Partikelhalten har också visat sig ha betydelse bl.a. för hjärt-kärlsjukdom såväl för akuta tillstånd som för utveckling av hjärtsjukdom och dödsfall (Pope & Dockery, 2006; WHO, 2006). Det finns även allt fler studier som tyder på att födelseutfallet (födelsevikt, prematura födslar) och spädbarnsdödligheten påverkas av partikelexponering under fosterstadiet. Effekterna på sjukdomar i andningsorganen är länge kända och studerade, medan insikterna vuxit under senare år för att det saknas vetenskapligt stöd för existensen av tröskelnivåer som måste överskridas för att riskerna ska öka (WHO, 2003; WHO, 2006).

### **Symtom, lungfunktion, medicinering**

Vid en systematisk genomgång av dagboksstudier avseende korttidseffekter av partikelhalten på barn och unga (under 18 års ålder) identifierades 22 vetenskapliga artiklar som uppfyllde inkluderingskriterierna (Ward & Ayres, 2004), varav vissa avsåg multicenterstudier. Den största av dessa studier var Europeiska PEACE-studien, vilken i sig omfattade 28 paneler av barn med astma eller astmaliknande tillstånd. Deltagarna i studierna var vanligtvis 6-11 år, oftast selekterade utifrån förekomst av astmasymtom eller astmadiagnos. De effekter som analyserades var vanligtvis astmasymtom, behovsmedicinering och maximalt utandningsflöde (PEF). Sammanställningen visade att resultaten skiljer sig mycket från undersökning till undersökning, vilket kan bero på såväl partiklarnas karaktär som skillnader mellan de undersökta grupperna. Sammanvägt ökade oddset för astmasymtom (symtom från nedre luftvägarna såsom pip/väsningar) med 1,57 gånger (baserat på 5 studier) för en haltökning på 50 µg/m<sup>3</sup> av PM<sub>2,5</sub> och 1,22 gånger (baserat på 16 studier) för 50 µg/m<sup>3</sup> av PM<sub>10</sub> (vanligtvis som medelvärde för ett dygn). Effekterna på maximalt utandningsflöde (PEF) var som genomsnittliga effekter tämligen små. En minskning med cirka 3 liter per minut för en haltökning på 50 µg/m<sup>3</sup> av PM<sub>2,5</sub>

vilket för barn motsvarar endast cirka 1% minskning. Det kan noteras att studier som kunde skilja mellan barn med och utan astmasymtom fann en större effekt på dem utan astma. Det är dock visat i ett par studier att ökad behovsmedicinering i samband med försämring av astma kan dölja effekter på lungfunktionen av luftföroreningar.

I en annan meta-analys har sammanfattats studier av hur korttidshalten (vanligtvis ett dygnsmedelvärde) av PM10 enligt panelstudier av barn med astma eller luftvägssymtom påverkar maximalt utandningsflöde (PEF) respektive variationen i förekomst av hosta (Anderson et al, 2005). Totalt inkluderades 40 panelresultat för PEF och 38 för hosta, varav 28 kom från den Europeiska multicenterstudien PEACE med barn selekterade utifrån en enkätbaserad screening för astma. I denna meta-analys konstaterades att inverkan på PEF som genomsnittlig effekt var en minskning med cirka 0,8 liter per minut för en haltökning på 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  av PM10 när fristående studier vägdes ihop, och drygt hälften så stor om resultaten från PEACE också inkluderades.

För hosta fann Anderson et al liksom Ward & Ayres att oddset i fristående studier ökade med drygt 1,2 gånger (baserat på 10 undersökta paneler) för en haltökning på 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  av PM10, och bara en tredjedel så mycket när resultaten från PEACE vägdes in. Detta kan enligt författarna bero på ett selektivt urval där de starkaste sambanden mer ofta blir publicerade från fristående studier, medan multicenterstudier som PEACE publicerar resultaten lika för alla centra i studien enligt ett strikt och i förväg upprättat protokoll.

I en stor panelstudie med 133 barn med astma i Seattleområdet konstaterades att oddset för en svår astmaattack ökade ungefär 1,6 gånger för en haltökning på 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  av PM10 (Slaughter et al, 2003).

Resultat beträffande korttidseffekten av PM10-halten på behovsmedicinering för astma har redovisats i en sammanfattande meta-analys publicerad i Italien (Romeo et al, 2006). Baserat på 23 identifierade panelstudier fann man att oddset för medicinering ökade med närmare 1,2 gånger vid en ökning av halten med 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## Inläggning på sjukhus

Den största studien av korttidseffekter av partikelhalten (PM10) på sjukhusinläggningar i Europa, APHEA-2 (Atkinson et al, 2001; Atkinson, 2004) omfattar 8 stora populationer varav StorStockholms befolkning utgör en. Efter beaktande av effekter beroende på väder, influensa mm fann man i APHEA-2 att antalet akutbesök för astma bland barn 0-14 år ökade med 1,5 % per 10 µg/m<sup>3</sup> högre halt av PM10 som medelvärde för de två senaste dygnet. Inläggningar för astma i åldersgruppen 15-64 år ökade med 1,0 % per 10 µg/m<sup>3</sup> högre halt av PM10, och inläggningar för astma och kronisk obstruktiv lungsjukdom i åldersgruppen 65 år och däröver (där dessa sjukdomar överlappar varandra) ökade med 1,0 % per 10 µg/m<sup>3</sup> högre halt av PM10. Dessa samband var känsliga för samtidigt beaktande av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), vilket tyder på att effekterna korrelerade till PM10 var mest beroende av föroreningar från trafik som är huvudsaklig källa till NO<sub>2</sub>.

Utifrån en meta-analys baserad på 10 studier av inläggningar på sjukhus för astma fann Romeo et al (2006) att antalet ökade med 1,7 % per 10 µg/m<sup>3</sup> högre halt av PM10.

När det USA:s motsvarighet till svenska Naturvårdsverket, US EPA (United States Environmental Protection Agency) tog fram underlag för en ny partikelnorm ([http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/s\\_pm\\_2006\\_sp.html](http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/s_pm_2006_sp.html)) valde man för konsekvensberäkningar angående partikelhaltens betydelse för sjukhusinläggningar för astma att använda resultaten från en välgjord studie från Seattle (Sheppard et al, 1999; Sheppard et al, 2003). I den undersökningen ökade antalet inläggningar för astma hos personer under 65 års ålder med 8,1-10,9 % (beroende på statistisk analysmodell) per 50 µg/m<sup>3</sup> högre halt av PM10. Om man istället använde halten av PM<sub>2,5</sub> så var ökningen 6,5-8,7 % per 25 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub>.

### **3. Förekomst av astma och liknande tillstånd**

#### **Prevalens hos barn**

Det finns tämligen många studier som studera förekomsten (prevalensen) av astmasymtom i samhällen med olika miljö. Dessa studier har väldigt varierande uppläggning och har inte särskilt överensstämmande resultat. Det kan bero på att dessa studier ofta inte är särskilt utplagda för att spegla just luftföroreningar eller avgasexponeringen. På senare år har dock kommit några studier som utgått ifrån föroreningsdata eller trafikdata för individens bostad eller bostadsområde.

En studie från Birmingham, England, fann för barn 0-5 år gamla som varit på sjukhus för astma att risken var förhöjd bland dem som bodde i områden med höga trafikflöden (Edwards et al, 1994).

En av ett par liknande studier från Nederländerna inkluderade skolbarn från 24 skolor inom 400 m från livligt trafikerade motorvägar, med cirka 5-22 000 lastbilar per dygn och 33-156 000 personbilar (Janssen et al, 2003). Motorvägarna valdes ut så att sambandet antal mellan tunga fordon och personbilar skulle bli lågt. Man mätte luftföroreningshalter på skolgårdarna och fann bland annat att halten av sotpartiklar var starkt kopplad till tung trafik. Man fann att luftvägsproblem och allergi mot pollen var vanligare bland barnen som vistades på skolor nära mycket tung trafik, däremot fann man ingen effekt på lungfunktionen, och mindre betydelse av personbilstrafik nära skolorna.

En liknande studie från Nederländerna och samma forskargrupp fann att sänkt lungfunktionen hos barn hade samband med halten av sotpartiklar uppmätt i skolorna och med boende nära motorvägar (Brunekreef et al, 1997).

En prevalensstudie från Frankrike syftade till att belysa betydelse av bostadsortens luftföroreningshalt för luftvägssjuklighet hos barn (Pénard-Morand et al, 2005). Nära 5000 skolbarn i åldrarna 9-11 år från sex olika städer vilka bott i minst tre år på samma adress, genomgick en klinisk undersökning som inkluderade allergitest

(”pricktest”) och mätning av luftrörskänslighet som ansträngningsutlöst sänkning av PEF på mer än 10 procent. Som mått på tidigare luftföroreningsexponering användes ett medelvärde över de senaste tre årens medelhalter vid de närmaste mätstationerna av 29 tillgängliga. Förekomsten av astma, allergisk snuva och luftrörskänslighet visade signifikanta samband med föroreningsgraden. Oddset för ansträngningsutlöst luftrörskänslighet ökade med 1,4 gånger per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10 och för allergisk snuva respektive astma med 1,3 gånger, men resultatet för astma var inte fullt statistiskt säkerställt. I en senare analys har den franska forskargruppen redovisat att allergisk astma och positivt testresultat för inomhusallergen var signifikant mer vanligt för barn som bodde i områden med halter av PM2,5 på över 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Annesi-Maesano et al, 2007) .

En grupp av närmare 5000 barn i åldern 5-7 år rekryterades 2003 för att ingå i en kohortstudie innefattande 13 samhällen i södra Kalifornien, varav nio samhällen de samma som i ”the Children’s Health Study” (McConnell et al, 2006). Den första undersökningen har tvärsnittskaraktär, d.v.s. uppgifter från en enkät besvarad av föräldrarna har utifrån bostadsadressen analyserats mot data angående närhet till stora vägar. Forskarna fann att bostad inom 75 m från en stor väg ökade oddset för att barnet skulle ha astma med cirka 50% (OR= 1,50), och ännu mer om man minst bott på samma adress sedan man var 2 år. Liknande samband fanns också till symtom tydande på astma.

### **Prevalens hos vuxna i Sverige**

I en svensk enkätstudie av närmare 2800 vuxna från Umeå, Uppsala och Göteborg beräknades utifrån trafikflödesuppgifter avgashalten vid bostaden med kvävedioxid som indikator (Modig et al, 2006). Undersökningen visade på ett statistiskt signifikant haltberoende inte bara för besvärsupplevelse utan också för astmasymtom under det senaste året.

## **4. Utveckling av astma**

### **Reducerad lungtillväxt och lungfunktion**

Förutom den akuta effekt på lungfunktionen som förhöjda partikelhalter visats ha (se ovan om PEF-mätning i panelstudier) finns det undersökningar som visat på effekter av längre tids exponering på lungfunktionen mätt som forcerad utandningsvolym under 1 sekund (FEV1). Dels finns studier av tvärsnittskaraktär, där man vid ett tillfälle undersökt individernas lungfunktion och studerat dess relation till luftföroreningshalten på orten, exempelvis studien av Brunekreef omnämnd i avsnittet ovan. Dessutom finns ett mindre antal studier som är mer detaljerade där man följt lungfunktionens utveckling med åren hos en grupp barn eller tonåringar (kohortstudier). Det är troligt att en hämmad utveckling av lungfunktionen hos unga också ökar risken för astma.

Den första välgjorda Europeiska studien angående sambandet mellan partikelhalten som PM10 och utvecklingen av lungfunktionen hos barn bygger på uppföljning 975 skolbarn i Österrike två gånger per år (höst och vår) 1994-1997 (Horak et al, 2002). Halten av PM10 var i genomsnitt 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på sommaren och 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på vintern. Lungfunktionen bl.a. mätt som FEV1 utvecklades sämre med åldern ju högre somarmedelvärdet av PM10 var. Det fanns även ett samband till halten av ozon och kvävedioxid.

De senaste åren har mycket uppmärksamhet ägnats ett par välgjorda studier baserade på ”the Children’s Health Study” i 12 samhällen i södra Kalifornien. I en analys av luftföroreningseffekterna på lungfunktionens utveckling inkluderades 1759 barn med genomsnittlig ålder på 10 år vars lungfunktion följdes under 8 år från 1993 (Gauderman et al, 2004). Studien visade att utvecklingen av FEV1 påverkades negativt av luftföroreningshalten på orten. Sambandet var särskilt starkt till elementärt kol och kvävedioxid, men säkerställt också för PM2,5 vilket talar för att det främst var avgaspartiklar som låg bakom sambandet. Andelen som vid 18 års ålder hade en FEV1 på mindre än 80 procent av förväntat var nästan fem gånger så hög (7,9 jämfört med 1,6 %) i det mest förorenade området jämfört med i det minst förorenade, där medelhalten av PM2,5 skilde sig med ungefär 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I en senare studie har samma forskargrupp visat att man kan se en negativ effekt på utvecklingen av lungfunktionen både relaterad till ortens generella luftföroreningsnivå och till att bo nära en starkt trafikerad motorväg (Gauderman et al, 2007). Den studien bygger på barnen inkluderade i kohorten 1993 och en ny kohort från 1996, totalt 3677 barn från 12 områden i södra Kalifornien. Barnen hade en genomsnittsålder på 10 år vid den 8 år långa uppföljningsstudiens start. Förutom bakgrundshalten av luftföroreningar på respektive ort studerades hur nära någon motorväg barnen bodde. Av resultaten framgår att utöver effekten av ortens föroreningsnivå, hade barn som bodde inom 500 meter från en motorväg en statistiskt säkerställd sämre utveckling av lungfunktionen bl.a. mätt som FEV1 jämfört med barn som bodde minst 1500 meter från en motorväg.

Forskarna bakom ”the Children´s Health Study” i södra Kalifornien har även bekräftat att sänkta lungfunktionsvärden hos dessa barn har samband med risken att också utveckla astma (Islam T et al, 2007).

## **Astmadebut**

Om det finns många studier beträffande luftföroreningar och akut försämring av astma och angående prevalensen av astmasymtom på orter med olika miljösituation, så finns det dessvärre få studier som undersökt debut av astma hos tidigare friska personer (incidens) i relation till luftföroreningsexponering på hemorten eller nära bostaden. De fåtal bra studier som finns gäller de flesta av dem uppkomst av astma hos barn.

I en studie baserad på en födelsekohort (PIAMA) med cirka 4000 barn från Nederländerna undersöktes sambandet mellan trafikrelaterade luftföroreningar (bl.a. PM<sub>2,5</sub>) och utvecklingen av astmatiska/allergiska symptom fram till 2 års ålder (Brauer et al, 2002). Luftföroreningsexponeringen vid bostaden beräknades med hjälp av en validerad modell med bl.a. geografiska data om trafik och bebyggelse. Studien visade att astmasymtom och läkardiagnosticerad astma var vanligare bland barnen med högre avgasexponering.

Födelsekohorten från Nederländerna har senare följts upp vid 4 års ålder (Brauer et al, 2007). Åter används modellräknade halter av trafikföroreningar vid bostaden (bl.a. PM<sub>2,5</sub> och sot) som mått på exponering. Vid 4 års ålder fann man att oddset för läkarдиаgnosticerad astma ökade med cirka 10% per µg/m<sup>3</sup> högre halt av PM<sub>2,5</sub> vid bostaden (OR= 1,3 för 3,3 µg/m<sup>3</sup>). Man fann också ett samband till förekomst av pip i bröstet, luftvägsinfektioner och svåra förkylningar. Däremot fann man ingen effekt på total IgE-halt.

En motsvarande studie med en födelsekohort från München fann vid 2 års ålder ett samband mellan luftföroreningar och problem med hosta (Gehring et al, 2002). En senare analys av barn i Münchenområdet hämtade från två födelsekohorter, utgick ifrån trafik- och haltmätningar och beräknade avgashalten vid bostaden (Morgenstern et al, 2007). Närhet till en stor väg och beräknad halt av kvävedioxid visade ett signifikant samband bl.a. till astmatisk bronkit. Författarna menar dock att det är för tidigt att bedöma hur risken för astma påverkats redan vid två års ålder.

En svensk studie av astmadebut hos vuxna bygger på att avgassituationen noggrant har undersökts, bl.a. med mätningar av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) som avgasindikator, hos över 200 nydebuterade vuxenastmatiker i Luleåområdet (Modig et al, 2006) Samtidigt mättes halten hos lika många slumpmässigt utvalda kontrollpersoner från samma område. Efter korrigering för andra riskfaktorer visade det sig att risken för att drabbas av astma påverkas av avgashalten vid bostaden, signifikant för dem som hade disposition för allergi. Det fanns också en tendens att trafikflödet inom 200 m radie från bostaden påverkade risken för att få astma. Ett högt flöde (över 7800 fordon per dygn i medeltal) ökade risken 2,4 gånger för dem som bott mer än 2 år på platsen, men sambandet var inte helt statistiskt säkerställt.

Korttidshalten (ofta senaste dygnet) av partiklar påverkar enligt en systematisk genomgång av dagboksstudier förekomsten av astmasymtom tydligare än lungfunktionen, troligen genom att ökad behovsmedicinering i samband med försämring av astma döljer effekter på lungfunktionen. En litteratursammanställning baserat på 23 studier fann att medicineringen ökade med cirka 4 % när halten ökade med 10 µg/m<sup>3</sup>. En Europeisk studie innefattande Stockholm fann att antalet akutbesök för astma bland barn 0-14 år ökade med 1,5 % per 10 µg/m<sup>3</sup> högre halt av PM10 och i åldersgruppen 15-64 år med 1,0 % per 10 µg/m<sup>3</sup> högre halt av PM10. Längre tids exponering påverkar astmaförekomsten och lungfunktionen. Bland 5000 i södra Kalifornien medförde bostad inom 75 meter från en stor väg att oddset för att barnet skulle ha astma ökade med cirka 50%, och ännu mer om man minst bott på samma adress sedan man var 2 år. Utöver effekten av ortens föroreningsnivå sågs hos barn som bodde inom 500 meter från en motorväg en statistiskt säkerställd sämre utveckling av lungfunktionen jämfört med barn som bodde minst 1500 meter från en motorväg. Bland vuxna svenskar ökar risken för astma med avgashalten vid bostaden.

## **5. Hälsorelevansen av olika slags partiklar**

### **Avgaspartiklar**

Redovisningen av studier ovan visar att det finns ett stort antal studier som talar för att det är just trafikavgaser som kan öka risken för utveckling av astma eller åtminstone framkalla astmasymptom. Närhet till trafik har visat sig öka risken för en rad hälsoproblem, inte bara i andningsorganen, och de ultrafina avgaspartiklarna antas spela en nyckelroll (WHO, 2005). Det krävs emellertid mycket höga antalskoncentrationer av avgaspartiklar för att masskoncentrationen (som PM<sub>2,5</sub> eller PM<sub>10</sub>) ska bli påtagligt förhöjd, och exempelvis halten av kväveoxider eller sotmätningar kan vara en känsligare markör på avgaspartiklar än PM<sub>2,5</sub> eller PM<sub>10</sub>.

I en tysk panelstudie med astmatiker fann man starkare korttidseffekter av ultrafina partiklar än partikelmassa. Samma förhållande sågs i en liknande studie från Helsingfors. Flera andra studier från Finland och Tyskland har dock inte bekräftat att masskoncentrationen respektive partikelantalet skiljer sig nämnvärt beträffande graden av samband till luftvägseffekter.

Det finns stöd för att avgaspartiklar mer toxiska än PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub> i allmänhet från experimentella studier och studier som analyserat partiklarnas innehåll (WHO, 2006). Epidemiologiska studier av dödlighet talar också för att dessa förbränningsorsakade partiklar är mer betydelsefulla än andra delar av partikelmassan som ju inkluderar partiklar med ”naturligt ursprung” som jord, biologiskt material och havssalt.

### **Vedrök**

Vedrök utgör ett mycket stort hälsoproblem i många länder där mat lagas över öppen eld och eldstäder ofta saknar ordentlig rökgång (WHO, 2006). I moderna samhällen har uppmärksamats att en stor andel av partikelutsläppen och masskoncentrationen under eldningssäsongen kan härröra från småskalig vedeldning. Dessa förbränningspartiklar skiljer sig från avgaspartiklar bl.a. genom att i genomsnitt vara större. Det finns inte

någon omfattande litteratur kring vedrök och astma, men en litteraturoversikt visade att de akuta effekterna på astma av partiklar (PM10) tycks vara kraftigare än de typiska där en stor andel av PM10 kommer från vedeldning (Boman et al, 2003).

## Vägdamm

Brunekreef och Forsberg (2005) fann i litteraturgenomgång med jämförelser av riskkoefficienterna för grov- och finfraktionen att den finare fraktionen visserligen har en starkare koppling till mortalitet, men att det för morbiditet (inläggningar och akutfall) är små skillnader i det vetenskapliga stödet och i relativ riskökning per haltökning. För andningsorganens sjukdomar har den grövre fraktionen snarast en starkare effekt på sjukhusinläggningar och akutbesök enligt litteraturgenomgången.

Vissa studier är mer relevanta för en bedömning av vägdammets effekter, och det är studier där grovfraktionen främst består av mineralpartiklar. PM10 dominerat av mineralpartiklar påverkade antalet akutbesök för bronkit i staten Washington och akutbesök för astma i Anchorage, Alaska (Brunekreef & Forsberg, 2005). Grovfraktionen (PM10-PM2.5) dominerad av mineralpartiklar i torra områden har dessutom påverkat dagligt antal dödsfall i Coachella Valley, Kalifornien och i Phoenix, Arizona.

Den epidemiologiska litteraturen talar därför för att PM10 från vägdamm, kan förväntas påverka åtminstone andningsorganens sjukdomar, t.ex. orsaka akuta problem för personer med astma. Detta är utifrån studier av grovfraktionen och områden med damm från torra omgivningar tämligen väl underbyggt för akuta effekter men mindre väl för kroniska (Brunekreef & Forsberg, 2005). I Stockholm har akuta inläggningar för andningsorganens sjukdomar, inklusive astma, visats öka med halten av vägdamm mätt som PM10 (VTI, 2006). Experimentella studier har också visat på inflammatoriska effekter av omgivningsluftens grova partiklar av mekaniskt ursprung.

## **6. Risker, källor och normer**

### **Problemet**

Det har genom intensive epidemiologisk forskning under senare år blivit allt mer tydligt att det inte går att påvisa någon nedre tröskelnivå under vilken partikelhalten är betydelselös ur hälsosynpunkt. Världshälsoorganisationen WHO fann därför under ett antal år att det var omöjligt att rekommendera en normnivå och avstod därför, tills man i sina senast omarbetade Air Quality Guidelines 2005 Update (WHO, 2006) åter lämnar rekommendationer.

Mätningar och partikelanalyser har visat att en betydande andel av masskoncentrationen av partiklar i svenska miljöer har sitt ursprung långt ifrån platsen ifråga. De viktigaste lokala haltbidragen till masskoncentrationen (mätt som PM10 eller PM2,5) kommer från trafiken som vägdamm (särskilt vid dubbdäcksanvändning), och i vissa regioner från småskalig vedeldning. På specifika orter kan andra källor också vara av betydelse, exempelvis färjetrafik eller industrier. Avgaspartiklar antas ha stor betydelse för hälsoeffekter som relateras till trafikföroreningar, men har tämligen liten betydelse för masskoncentrationen av partiklar (som PM10 eller PM2,5). Avgaspartiklarna har däremot stor betydelse för antalskoncentrationen av partiklar och även för sothalten. Dieselfordon ger generellt större partikelemissioner än bensindrivna fordon.

### **Normerna**

Världshälsoorganisationen WHO har i sina nya guidelines rekommenderat en årsnorm för partiklar (mätt som PM10) på 20 µg/m<sup>3</sup>, vilket bara är hälften så högt som gällande svenska miljökvalitetsnorm för PM10. EU väntas besluta att införa en årsnorm för den finare fraktionen PM2,5 på 25 µg/m<sup>3</sup>, för vilken WHO har rekommenderat årsnormen 10 µg/m<sup>3</sup> och USA beslutat införa normen 15 µg/m<sup>3</sup>. Sverige har möjlighet att införa strängare miljökvalitetsnormer än EU:s minimikrav, men har hittills inte valt att göra det.

## **7. Referenser**

Anderson HR, Atkinson RW, Peacock JL, Sweeting MJ, Marston L. Ambient particulate matter and health effects: publication bias in studies of short-term associations.

Epidemiology. 2005 Mar;16(2):155-63.

Annesi-Maesano I, Moreau D, Caillaud D, Lavaud F, Le Moullec Y, Taytard A, Pauli G, Charpin D. Residential proximity fine particles related to allergic sensitisation and asthma in primary school children. *Respir Med*. 2007 Aug;101(8):1721-9.

Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, Ayres J, Baccini M, Vonk JM, Boumghar A, Forastiere F, Forsberg B, Touloumi G, Schwartz J, Katsouyanni K. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Nov 15;164(10 Pt 1):1860-6.

Atkinson RW for APHEA 2 Project. Acute effects of air pollution on admissions: reanalysis of APHEA 2. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004 Jun 1;169(11):1257-8.

Brauer M, Hoek G, Van Vliet P, Meliefste K, Fischer PH, Wijga A, Koopman LP, Neijens HJ, Gerritsen J, Kerkhof M, Heinrich J, Bellander T, Brunekreef B. Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Oct 15;166(8):1092-8.

Brauer M, Hoek G, Smit HA, de Jongste JC, Gerritsen J, Postma DS, Kerkhof M, Brunekreef B. Air pollution and development of asthma, allergy and infections in a birth cohort. *Eur Respir J*. 2007 May;29(5):879-88.

Boman C, Forsberg B, Järholm B. Adverse health effects from ambient air pollution related to residential wood combustion in modern society. *Scand J Work Environ Health* 2003;29(4):251-260.

Brunekreef B, Janssen NA, de Hartog J, Harssema H, Knape M, van Vliet P. Air pollution from truck traffic and lung function in children living near motorways. *Epidemiology*. 1997 May;8(3):298-303.

Brunekreef B, Forsberg B. Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health. *Eur Respir J*. 2005 Aug;26(2):309-18.

Edwards J, Walters S, Griffiths RK. Hospital admissions for asthma in preschool children: relationship to major roads in Birmingham, United Kingdom. *Arch Environ Health* 1994;49:223-7.

Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, Vora H, Thomas D, Berhane K, McConnell R, Kuenzli N, Lurmann F, Rappaport E, Margolis H, Bates D, Peters J. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med*. 2004 Sep 9;351(11):1057-67.

Gauderman WJ, Vora H, McConnell R, Berhane K, Gilliland F, Thomas D, Lurmann F, Avol E, Kunzli N, Jerrett M, Peters J. Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *Lancet*. 2007 Feb 17;369(9561):571-7.

Gehring U, Cyrys J, Sedlmeir G, Brunekreef B, Bellander T, Fischer P, Bauer CP, Reinhardt D, Wichmann HE, Heinrich J. Traffic-related air pollution and respiratory health during the first 2 yrs of life. *Eur Respir J*. 2002 Apr;19(4):690-8.

Horak F Jr, Studnicka M, Gartner C, Spengler JD, Tauber E, Urbanek R, Veiter A, Frischer T. Particulate matter and lung function growth in children: a 3-yr follow-up study in Austrian schoolchildren. *Eur Respir J*. 2002 May;19(5):838-45.

Islam T, Gauderman WJ, Berhane K, McConnell R, Avol E, Peters JM, Gilliland FD. Relationship between air pollution, lung function and asthma in adolescents. *Thorax*. 2007 Nov;62(11):957-63.

Janssen NA, Brunekreef B, van Vliet P, Aarts F, Meliefste K, Harssema H, Fischer P. The relationship between air pollution from heavy traffic and allergic sensitization, bronchial hyperresponsiveness, and respiratory symptoms in Dutch schoolchildren. *Environ Health Perspect*. 2003 Sep;111(12):1512-8.

McConnell R, Berhane K, Yao L, Jerrett M, Lurmann F, Gilliland F, Künzli N, Gauderman J, Avol E, Thomas D, Peters J. Traffic, susceptibility, and childhood asthma. *Environ Health Perspect*. 2006 May;114(5):766-72.

Modig L, Jarvholm B, Ronnmark E, Nystrom L, Lundback B, Andersson C, Forsberg B. Vehicle exhaust exposure in an incident case-control study of adult asthma. *Eur Respir J*. 2006;28(1):75-81.

Modig L, Forsberg B. Perceived annoyance and asthmatic symptoms in relation to vehicle exhaust levels outside home: a cross-sectional study. *Environ Health*. 2007 Sep 28;6:29.

Morgenstern V, Zutavern A, Cyrus J, Brockow I, Gehring U, Koletzko S, Bauer CP, Reinhardt D, Wichmann HE, Heinrich J. Respiratory health and individual estimated exposure to traffic-related air pollutants in a cohort of young children. *Occup Environ Med*. 2007 Jan;64(1):8-16.

Pénard-Morand C, Charpin D, Raheison C, Kopferschmitt C, Caillaud D, Lavaud F, Annesi-Maesano I. Long-term exposure to background air pollution related to respiratory and allergic health in schoolchildren. *Clin Exp Allergy*. 2005 Oct;35(10):1279-87.

Pope CA, Dockery D.W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect, *J. Air Waste Manage. Assoc.* 2006;56 (6):709–742.

Romeo E, De Sario M, Forastiere F, Compagnucci P, Stafoggia M, Bergamaschi A, Perucci CA. PM 10 exposure and asthma exacerbations in pediatric age: a meta-analysis of panel and time-series studies. *Epidemiol Prev.* 2006 Jul-Oct;30(4-5):245-54.

Sheppard L, Levy D, Norris G, Larson TV, Koenig JQ. Effects of ambient air pollution on nonelderly asthma hospital admissions in Seattle, Washington, 1987-1994. *Epidemiology.* 1999 Jan;10(1):23-30.

Sheppard L. Ambient air pollution and nonelderly asthma hospital admissions in Seattle, Washington, 1987-1994. In: Revised analyses of time series studies of air pollution and health. Health Effects Institute Special Report. Boston, MA, 2003.

Slaughter JC, Lumley T, Sheppard L, Koenig JQ, Shapiro GG. Effects of ambient air pollution on symptom severity and medication use in children with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2003 Oct;91(4):346-53.

VTI rapport 543 (2006). Effekter av vinterdäck – en kunskapsöversikt. VTI.

Ward DJ, Ayres JG. Particulate air pollution and panel studies in children: a systematic review. *Occup Environ Med.* 2004 Apr;61(4):e13.

WHO (2003). Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide, World Health Organisation, Copenhagen.

WHO (2005). Krzyzanowski, M., Kuna-Dibbert, B., Schneider, J. (Eds.), Health Effects of Transport-related Air Pollution. WHO Regional Publications, Copenhagen.

WHO (2006). Air Quality Guidelines Global Update 2005, Copenhagen.

## **Astma- och Allergiförbundet kräver att normen för partikelhalten i stadsluften måste halveras!**

Astma- och Allergiförbundets åttapunktsprogram för bättre luft i storstäderna.

1. Gränsvärdena för partiklar måste sänkas under dagens nivå.
2. Avgiftsbelägg dubbdäcksanvändning i storstädernas centrala delar.
3. Sänk hastighetsgränsen till 30 km/t i tätorter.
4. Förbjud vedeldning i tätbebyggda områden.
5. Skärp reningskraven på dieslavgaser.
6. Satsa på rena energislag.
7. Satsa på en långsiktig utbyggnad av kollektivtrafiken.
8. Godstransporterna på landsväg måste minska.

Alarmerande uppgifter i nya studier tyder på att risken för att barn ska utveckla astma och få en hämmad lungtillväxt ökar om man bor i områden med mycket trafik och avgaser. Man misstänker att farligast är de mycket små avgaspartiklarna innehållande reaktionsbenägna metaller och kolväten.

Vägdamm är ett stort problem i städerna, inte minst från bilar och däck. Detta måste tas på större allvar. I Oslo har det införts ett system med en extra avgift om man kör med dubbdäck. Något sådant borde kunna införas i Sveriges storstäders centrala delar och hastighetsgränserna bör sänkas i städerna.

Det har länge varit känt att personer med astma försämras av dålig utomhusluft. I denna rapport framkommer att det inte alls behöver vara särskilt höga halter för att antalet akuta vårdfall ska öka. Rapporten visar också att vägdamm, slitagepartiklar upprivna främst av dubbdäck, och andra grova partiklar som förr antogs tämligen harmlösa faktiskt har stor betydelse för akuta problem från andningsorganen.

De nya kunskaperna som redovisas i denna rapport visar att det behövs nya miljönormer som leder fram till renare luft i våra tätorter. Normen för de större partiklarna måste halveras. Det behövs också en ny norm som reglerar de små sotpartiklarna från avgaser och vedrök.

Regeringen måste ge Naturvårdsverket i uppgift att utforma normer som verkligen leder utvecklingen mot miljömålet Frisk luft. Hittills har Sverige inte gått ett steg längre än vad som krävs enligt EU:s minimikrav för nationella partikelnormer. Det betyder att de länder i EU som ligger sämst till med luften får styra Sveriges normer, vilket är en ren skandal mot bakgrund av de nya fakta som kommer fram om partiklars hälsoskadliga effekter.

För mer information kontakta:  
Carina Hååg  
Information Astma- och Allergiförbundet  
08 506 28 209, 070 604 35 36  
carina.haag@astmaoallergiforbundet.se

Ulf Brändström  
Kanslichef Astma- och Allergiförbundet  
08 506 28 214, 070-7952286  
ulf.brandstrom@astmaoallergiforbundet.se

**Astma- och Allergiförbundet**  
Besöksadress: S:t Eriksg 44  
Tel 08-506 28 200  
Fax 08-506 28 249