

# **Luftföroreningshalter och akutbesök för astma samt några andra luftvägssjukdomar i Stockholm 1998-2002.**

**Projektrapport till Naturvårdsverket**

**Bertil Forsberg, Bo Segerstedt**

**2004**

**Institutionen för folkhälsa & klinisk medicin  
Umeå universitet  
901 87 Umeå**

## Sammanfattning

Denna studie har genomförts på uppdrag av Naturvårdsverket för att belysa eventuella korttidseffekter av luftföroreningar på akutbesök för astma och liknande tillstånd med ökad känslighet för luftföroreningar. Halternas samband med sjukhusinläggningar för andningsorganens sjukdomar har tidigare studerats inom miljöövervakningen. För att underlätta jämförelser har metodiken anpassats till dessa tidigare studier av sjukhusinläggningar, där betydelsen av halten de två senaste dygnen beräknas. Analyser av denna typ av miljö samband bedöms betydligt mindre känsliga för förändringar i diagnostik mm än övervakning av antalet fall i sig, vilket kan påverkas av en rad olika typer av faktorer utan koppling till miljön.

Uppgifter om befolkningens akutbesök för astma, kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) och akut luftrörskatarr vid 8 sjukhus i Stockholmsområdet dygn för dygn 1998-2002 har hämtats via landstinget. Luftföroreningsdata har hämtats från Stockholm luft- och bulleranalys (SLB) vid miljöförvaltningen i Stockholm. Analyserna har utförts med Poisson-regression. I analyserna tas hänsyn till tidstrender, årstidsmönster, influensaperioder, väderförhållanden, pollenhalt, veckodag, helgperioder mm. De studerade luftföroreningarna är ozon, kvävedioxid och partiklar. Alla luftföroreningsvariabler kan ses som indikatorer på olika typer av luftföroreningar, och har samtidigt beaktats i de slutliga analyserna.

Vi fann att antalet akutbesök för KOL ökar med ungefär 3 % och besöken för ospecificerad astma med cirka 2 % per  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ökning av dygnets maximala 8-timmarsmedelvärde av ozon. I den tidigare studien av sjukhusinläggningar för andningsorganen sågs en av antalet inläggningar för astma med drygt 4 % per  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ökning av ozonhalten. Denna studie tyder därmed på att den procentuella ökningen av antalet akutbesök för astma är ungefär hälften så stor jämfört med ökningen av antalet sjukhusinläggningar. Däremot är antalet akutbesök på sjukhus för ospecificerad astma i genomsnitt minst cirka fyra gånger fler per dygn än antalet astmainläggningar, varför antalet ozonrelaterade akutfall vid sjukhusen blir minst dubbelt så många som de ozonrelaterade inläggningarna.

Något oväntat tycks höjda halten av partiklar mindre än 10 mikrometer (PM10) inte generellt öka antalet akutbesök för studerade diagnoser. För KOL noteras att från de lägsta halterna till halter som är drygt 40 % över de genomsnittliga, ungefär inom intervallet  $5\text{-}23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ökar antalet akutbesök tydligt med stigande halt, varefter risken minskar vid högre halter. Troligen kan detta bero på att sammansättningen och toxiciteten hos partiklarna skiljer sig beroende på deras ursprung, och att flera olika exponerings-responssamband bygger upp det observerade.

### Tack

Ett varmt tack riktas till Christer Johansson m fl vid SLB-analys på miljöförvaltningen i Stockholm varifrån miljödata till studien har inhämtats, till Torbjörn Malm och medarbetare vid Stockholms läns landsting som tog fram sjukhusdata och till Palynologiska laboratoriet vid Naturhistoriska riksmuseet som levererat pollendata.

## **Innehållsförteckning**

<b>Introduktion</b>	<b>3</b>
<b>Studiepopulation och metod</b>	<b>4</b>
Studieperiod och population	4
Miljödata	5
Val av föroreningar i analyserna	5
Luftföroreningshalter och meteorologi	5
Diagnoskodade besök	6
Analys av luftföroreningarnas effekter	7
<b>Resultat</b>	<b>9</b>
Sambandskoefficienter	10
Sambandens form	11
<b>Diskussion</b>	<b>13</b>
<b>Referenser</b>	<b>15</b>

## 1. Introduktion

### *Bakgrund*

Denna studie har genomförts som en del av Naturvårdsverkets miljöövervakning. Syftet är att belysa luftföroreningars eventuella korttidseffekter på antalet akutbesök för astma och vissa andra sjukdomar med liknade symtom och en möjlig förhöjd känslighet för luftföroreningar. Inom den hälsorelaterade miljöövervakningen har tidigare beskrivits hur det dygnsvisa antalet akuta sjukhusinläggningar för andningsorganens sjukdomar påverkas av föroreningarna (1).

En direkt koppling mellan välutvecklade samhällens omgivningsmiljö och människors hälsa är ofta inte lätt att invändningsfritt belägga. Sannolikt utgör sambanden mellan dygn med förhöjda luftföroreningshalter och en tämligen omedelbar ökning av akuta luftvägsbesvär de mest säkerställda (2-10). Effekten ses i epidemiologiska studier där (I) människorna utgör "sin egen kontrollgrupp" eftersom det är riskens variation mellan dygn och inte mellan befolkningar eller områden som jämförs, (II) tidsföljden är välbeskriven och effekten kommer snabbt efter ökad exponering och (III) man kan dokumentera att risken verkligen minskar när exponeringen går ner. Därtill kan läggas att korttidseffekter i epidemiologiska studier finns väldokumenterade för lungfunktion, luftvägsbesvär, sjukhusinläggning för andningsorganen samt dödsfall i andningsorganens sjukdomar (2). Under senare år har därtill visats att dessa effekter förekommer även vid de halter som förekommer i Sverige, och att riskökningen (per haltökning) kan vara högre vid låga halter.

Tidigare har vi inom den hälsorelaterade miljöövervakningen funnit att antalet akuta sjukhusinläggningar för andningsorganens sjukdomar påverkas av luftföroreningar (1). Både för samtliga inläggningar totalt och för astmainläggningar var halten av ozon sammantaget för fyra studerade städer (Stockholm, Göteborg, Malmö och Helsingborg) en signifikant riskfaktor. En ökning av ozonhalten med  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  medförde nästan 2 % fler inläggningar för andningsorganen totalt och drygt 4 % fler inläggningar för astma. Dessa effekter är internationellt sett starka. Ökad halt av partiklar (PM10) tenderade också att öka antalet akut inlagda för andningsorganen, men sambandet var inte statistiskt säkerställt.

Medan dagboksметодик, sjukhusdata och dödlighetsdata kommit till stor användning vad gäller beskrivningar av luftföroreningseffekter, så har akuta besök inom öppenvård inte alls studerats lika mycket (2). Det finns starka skäl för att studera akuta öppenvårdsbesök för luftvägsbesvär, dels för att de är fler än sjukhusinläggningarna för samma population, och dels för att de kan tänkas ha en starkare koppling till föroreningshalterna. En allt större del av vården för sjukdomar som astma har dessutom överförts till öppenvård. Anledningen till att kunskaperna om öppenvårdsdata är sämre än för sjukhusinläggningar är att det inte finns något nationellt register för öppenvårdsbesök. Det finns således egentligen ingen hälsoövervakning alls inom exempelvis området akuta besök för astma i öppenvård. Datoriseringen av besöken inom öppenvård har kommit olika långt på olika platser. När en tidigare analys gällande datatillgång i Stockholmsområdet utfördes av allergologen Gunnar Bylin för miljöövervakningens räkning, framkom bilden av stora problem att få fram besöksdata. Datajournalssystem med möjlighet att ta ut besöksdiagnoser på dygnsnivå har dock gradvis införts hos de flesta vårdgivare.

### *Syfte*

Föreliggande studie har genomförts därför att det är angeläget att inom den hälsorelaterade miljöövervakningen studera i vilken omfattning dygn med förhöjda halter av olika föroreningar (kvävedioxid, partiklar, ozon) ger ett ökat antal akutbesök för luftvägsbesvär, och i synnerhet för astma. Syftet har varit att undersöka hur sambanden ser ut i Sverige förekommande halter och hur de förhåller sig till motsvarande samband mellan halter och antalet sjukhusinläggningar. Dessa föroreningar har satts i samband med försämring av personer med astma och KOL, och särskilt för ozon och partiklar är mekanismerna tämligen väl belysta (2).

Önskemålet att få kännedom om hur kopplingen mellan halter och riskökning ser ut för akutbesök respektive sjukhusinläggningar för exempelvis astma och kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) gjorde att talar studien förlades till ett område där sambanden till sjukhusinläggningar redan studerats, nämligen StorStockholm.

Naturvårdsverket har angivit att sakrapporter inom den nationella miljöövervakningen skall följa en viss mall, vara relativt kortfattade (8-10 sidor) och riktade till en bredare allmänhet. Resultaten avses även att publiceras i en vetenskaplig tidskrift.

## **2. Studiepopulation och metod**

### *Studieperiod, population och besöksdata*

Besöksorsaken ingår i inhämtade data kodad enligt 10:e revisionen av den internationella sjukdomsklassifikationen (ICD). Undersökningen av luftföroreningspåverkan omfattar studiepopulationens registrerade akutbesök för astma, kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) och akut bronkit vid 8 sjukhus i Stockholmsområdet under 5-årsperioden 1998-2002. För astma har även den största undergruppen ospecificerad astma studerats separat, eftersom antalet akutbesök för astma kopplad till specifika riskfaktorer, exempelvis djurallergi, antas mindre påverkat av luftföroreningar. Även uppgifter om akutbesök för influensa inhämtades för att kunna ta hänsyn till influensaperioder. Studiepopulationen består av befolkningen i Stockholm samt 10 kranskommuner och motsvarar ungefär den population på ca 1,2 miljoner personer från 41 församlingar som tidigare använts i studierna APHEA, APHEIS och inom miljöövervakningens inläggningsstudie. De sjukhus som ingår i studien är:

Södersjukhuset  
Karolinska sjukhuset  
Huddinge Universitetssjukhus  
S:t Görans sjukhus  
Södertälje sjukhus  
Danderyds sjukhus  
Norrtälje sjukhus  
Nacka Närsjukhus

De tre först nämnda sjukhusen (Södersjukhuset, Karolinska och Huddinge) stod för närmare 80 procent av akutbesöken. Uppgifterna om dygnvis antal besök är inte att betrakta som fullständiga, ett icke specificerbart bortfall förekommer bl a genom icke diagnossatta besök. Av betydelse för studien är dock att bortfallet inte systematiskt bedöms vara högre eller lägre när föroreningshalterna är höga eller låga, och bedöms därigenom inte påverka akutbesökens samband med föroreningshalterna.

## *Miljödata*

Stockholm luft- och bulleranalys (SLB) vid miljöförvaltningen har en huvudmätstation på Södermalm vars mätvärden har använts för att indikera variationen i luftföroreningshalterna. Timmedelhalter av kvävedioxid, partiklar mindre 10 mikrometer i aerodynamisk diameter (PM10) och ozon har använts i analyserna. För partiklar och kvävedioxid har dygnets medelvärde beräknats då minst 75% av timvärdena funnits, för ozon har det dygnets maximala glidande 8-timmarsmedelvärde under dagtid beräknats då minst 75% av timvärdena förelåg. Vissa känslighetsanalyser har dessutom utförts med PM2.5 som partikelindikator istället för den i en miljö kvalitetsnorm reglerade storleksfraktionen PM10. Meteorologiska data har inhämtas från SLB och SMHI (Observatorielunden) och jämförts, varefter SLB:s data använts eftersom bortfallet var lägre. Uppgifter om pollenhalter har inköpts från Palynologiska laboratoriet vid Naturhistoriska riksmuseet.

## *Val av föroreningar i analyserna*

Analys av luftföroreningars betydelse ur hälsosynpunkt kan göras med modeller där en eller flera luftföroreningsvariabler studeras åt gången. Med så kallade ”enkla” föroreningsmodeller, där en förorening åt gången studerats, kan sammanblandning eller maskering av effekter uppstå på grund av att betydelsefulla föroreningar inte ingår i analysen. Å andra sidan är det inte alltid lämpligt att inkludera flera variabler delvis indikerar samma föroreningstyp, då detta kan leda till ökad statistisk osäkerhet i de enskilda effektskattningarna. Eftersom varje dygnsuppgift som saknas leder till att dygnet ifråga utgår ur analysen, bör variabler med större bortfall inkluderas bara om de antas bidra med viktig och unik information. Vidare antas risken att finna slumpbetingade samband öka med antalet samband som studeras.

Vår teoretiska utgångspunkt har varit att tre typer av föroreningar kan vara av betydelse för dygnsvis antal akutbesök för studerade diagnoser. Dessa föroreningstyper är (I) lokalt genererade motoravgaser som kväveoxider och ”ultrafina” avgaspartiklar, (II) ozon och (III) storskaligt intransporterade och regionalt utbredda förbränningsprodukter främst i form av partiklar.

Utifrån våra teoretiska utgångspunkter och våra tidigare erfarenheter från analyser av samvariation mellan föroreningarna, har vi valt att studera eventuella effekter utifrån halten av ozon (dygnets maximala 8-timmarsmedelvärde), kvävedioxid och partiklar främst i form av PM10. Vi har som slutlig analys en beräkning som samtidigt inkluderar dessa tre föroreningar, men har också studerat resultaten för analyser med en och två föroreningar åt gången. I analyser av relationerna till antal besök har vi liksom i tidigare analyser av sjukhusinläggningar enbart studerat sambandet till medelvärdet av halten samma dygn (lag 0, från engelskans ”lagged 0 days”) och föregående dygn (lag 1), d v s sambandet till lag01. Detta innebär att antalet testade samband hålls nere och risken att finna slumpbetingade samband begränsas. De effekter som studeras är därmed enbart sådana som antas visa sig inom samma dygn eller dygnet efter exponeringen. Ytterligare fördröjda effekter kan eventuellt förekomma men har alltså inte studerats i nu redovisad analys.

## *Luftföroreningshalter och meteorologi under studieperioden*

Luftföroreningshalterna som urban bakgrundshalt, d.v.s. en typisk halt inom staden, under studieperioden redovisas i Tabell 1, och temperatur samt dagpunktstemperatur (används som mått på luftfuktighet) i Tabell 2.

**Tabell 1. Luftföroreningshalter under studieperioden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

	<b>O3</b>	<b>NO2</b>	<b>PM10</b>
Minimum	5.1	4.6	4.2
25 percentil	43.4	12.7	11.9
Medelvärde	58.8	17.4	15.8
Medianvärde	58.7	18.5	18.5
75 percentil	73.7	22.9	21.9
Maximum	124.8	65.6	97.4
Std avvikelse	21.7	8.0	10.1
Kvartilavstånd	30.2	10.2	10.0
Antal dygn	1794	1781	1770

**Tabell 2. Meteorologi under studieperioden ( $^{\circ}\text{C}$ )**

	<b>Temperatur</b>	<b>Daggpunkt</b>
Minimum	-15.7	-18.7
25 percentil	1.6	-1.0
Medelvärde	7.7	4.0
Medianvärde	7.3	3.7
75 percentil	14.3	9.8
Maximum	24.6	19.4
Std avvikelse	7.7	7.1
Kvartilavstånd	12.6	10.8
Antal dygn	1815	1815

*Antal diagnoskodade akutbesök under studieperioden*

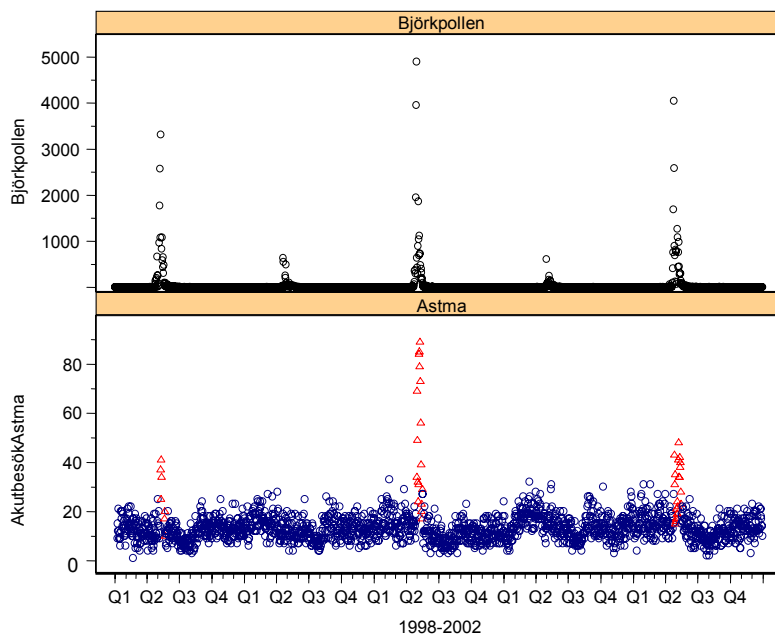
Antal besök uppdelade efter diagnosgrupp redovisas i Tabell 3, där besök registrerade som ospecificerad astma utgör en delmängd av all astma.

**Tabell 3. Besöksdiagnosernas antal under studieperioden**

	<b>All Astma</b>	<b>Astma ospec KOL</b>	<b>Akut Bronkit</b>	
Minimum	1	0	0	0
25 percentil	8	5	2	2
Medianvärde	11	7	3	3
Medelvärde	12.2	8.1	3.0	3.5
75 percentil	15	10	4	5
Maximum	98 (31)*	58 (27)*	12	19
Std avvikelse	6.9	4.5	1.9	2.5

\*med episoder av gräspollenreaktioner uteslutna

Akutbesöken för astma visar sig ha ett starkt beroende av pollenhalten, särskilt björkpollenhalten (Figur 1). Därför finns ett behov av att särbehandla dygn med extrem påverkan av pollenhalten i analyserna av luftföroreningssamband.



**Figur 1. Björkpollenhalt (övre figur) och antal besök för astma (nedre figur) med uteslutna besöksdygn i rött.**

### *Analyser av luftföroreningarnas effekter*

I den befolkning som här studerats görs varje dag ett ganska stort antal akutbesök. Uppdelat på olika diagnoser inträffar många av dygnet inga eller få besök. Antalet akutbesök per dygn kan beskrivas som en process där besöken kan räknas i heltal från noll och uppåt (s.k. räknedata). Denna process antas följa en Poissonfördelning. Moderna studier av samband mellan dagligt antal akutbesök och luftföroreningshalter har därför regelmässigt använt olika typer av Poisson-regression, bland annat inom EU-projektet APHEA2 (10). Vi har i denna studie utnyttjat Poisson-regression för de multivariata sambandsanalyserna och vidare följt det gängse antagandet att den naturliga logaritmen av förväntat antal (fall) respektive dag är linjärt relaterat till en kombination av våra förklaringsvariabler.

För Poisson-analyserna i denna studie har vi (liksom i pågående APHEA2) använt en så kallad Generaliserad Additiv Modell (GAM), där vi i stället för att skatta ett linjärt förhållande till vissa förklaringsvariabler har använt en ”mjuk” (icke-linjärt specificerad) funktion för att korrigera för (snarare än att uppskatta) effekten av dessa variabler. Temperatur kan till exempel få anta ett svagt V-format samband till antalet fall, med den lägsta risken i mitten av temperaturintervall. Funktionerna erhålls genom en procedur som benämns ”lokalt viktad regression”. Man kan se det som att dataserien betraktas genom ett glidande fönster inom vilket en regressionslinje skattas i varje läge och ger en mjuk (engelsk fackterm: ”smooth”) funktion.

Oavsett luftföroreningarnas eventuella effekter på antalet besök dygn för dygn finns skillnader i antalet över tid, till exempel årstidscykler, kalendereffekter (veckodagsberoende, semesterperioder) och tidstrender. Årstidscykler kan ha sin förklaring i väderförhållanden, influensaepidemier, pollensäsonger etc. Årstidsmönstret kan skilja sig för olika diagnoser och åldersgrupper, besök för barnastma respektive kronisk obstruktiv lungsjukdom i den äldsta delen av befolkningen



förväntas exempelvis inte följa samma mönster. Kalendereffekter kan bero på både befolkningens aktiviteter och på sjukvårdens organisation. Långsiktiga tidstrender kan bero såväl på sjukdomsutvecklingen liksom på behandlingsmetodernas förändring.

Vädret kan förutom att bidra till årstidscykler också ha betydelse i ett kortare perspektiv. Exempelvis temperatur kan ge korttidseffekter vid särskilt kalla dygn under den kalla årstiden eller särskilt högra temperaturer under den varma årstiden.

När trendfunktioner, årscykler, kalenderdata, väderförhållanden, influensaperioder etc lagts in i en regressionsmodell ska skillnaden mellan verkliga besök och av modellen förväntat antal, s.k. residualer, sakna trender och cykliska mönster. Återstående korttidsvariationer i residualerna kan dock ha samband med korta fluktuationer i föroreningshalterna. I sambandsanalyserna har tagits hänsyn till tidstrender (som mjuk trend samt justering för vissa längre perioder med avvikande mönster), årstidsmönster (som mjuk årscykel), kalendereffekter (med dummy-variabler för veckodag), temperatur (mjuk funktion av medelvärdet för dagens och gårdagen) och daggpunktstemperatur (som mjuk funktion) samt vid behov även influensaläget (mjuk funktion av antal inläggningar per dygn) och björkpollenhalten (som mjuk funktion av medelvärdet för lag 2-5, med uteslutande av dygn där detta värde > 400). Dataproportionen som används för de mjuka funktionerna ("fönsterbredden") har valts främst utifrån studier av residualerna. Dagar med saknade värden har uteslutits vid analyserna. Influensa har ingått i analyserna av KOL och akut bronkit, och pollen i analyserna av astma.

Under de senaste åren har uppmärksammats att Poission-analyser med GAM i programvaran S-plus i vissa fall kan leda till överskattade samband. Risk för sådana problem uppstår om det finns tillräckligt påtagliga samband mellan flera variabler som beskrivs av s.k. mjuka funktioner. Vi har inte här funnit några tecken på sådana problem. En förnyad analys av data inom APHEA2 (inkluderande Stockholmsdata) med en rekommenderad alternativ metod (programmet R och p-splines) har dock visat att slutsatserna om föroreningarnas effekt på antalet inläggningar för andningsorganens sjukdomar bara obetydligt påverkas av vald analys (11). Som en känslighetsanalys med dessa akutbesöksdata har vi på motsvarande sätt analyserat sambandet mellan luftföroreningar och besök för KOL.

### 3. Resultat

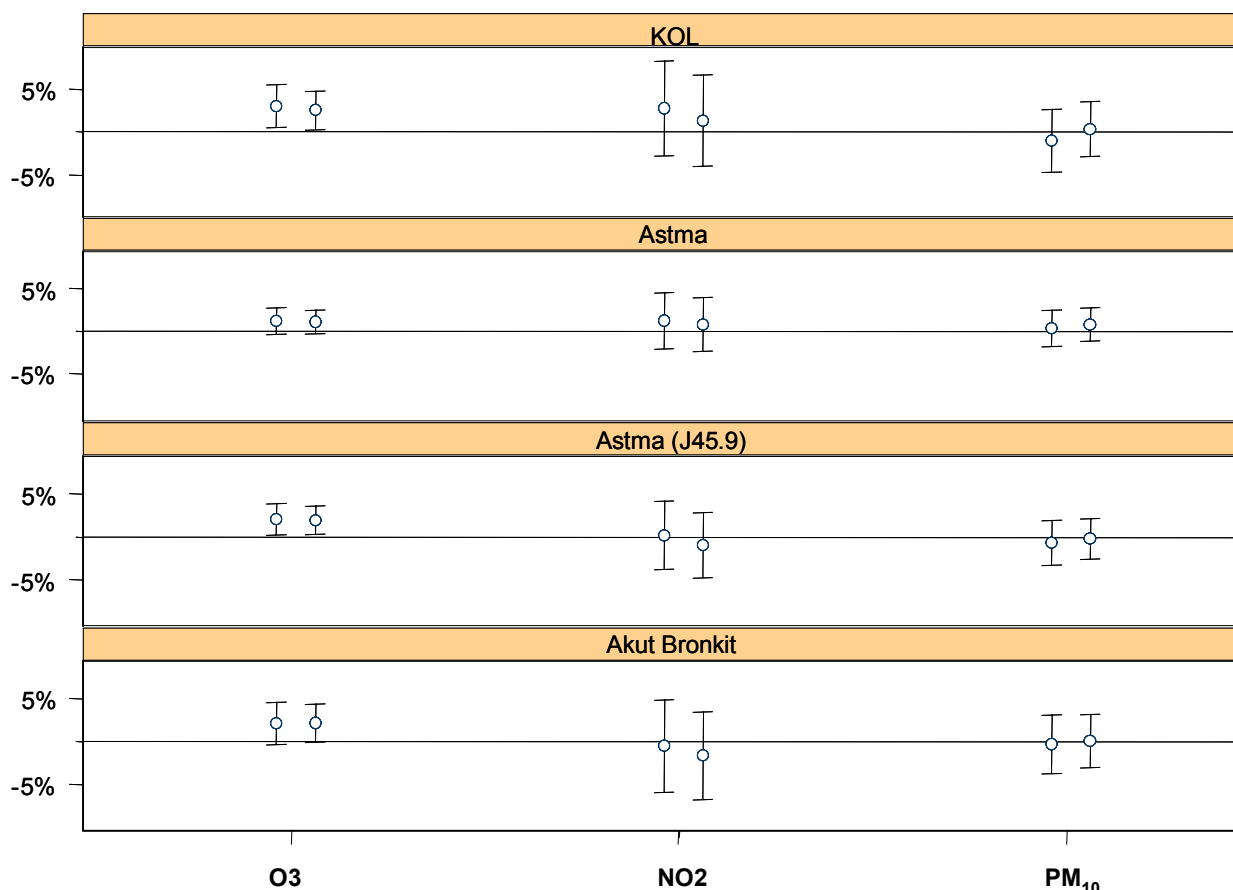
#### Sambandskoefficienter

I Tabell 4 redovisas regressionskoefficienter med respektive standardavvikelse. I de fall koefficienten är mer än dubbelt så stor som standardavvikelsen är samtidigt p-värdena mindre än 0.05, och vi betraktar sambanden som statistiskt säkerställda (signifikanta). Dessa markeras i tabellen med fet stil. Koefficienterna (b) redovisar hur en ökning av halten med 1 µg/m<sup>3</sup> förändrar logaritmen för den relativa risken (RR), dvs  $e^b = RR$  för 1 µg/m<sup>3</sup>. En tumregel är att för små tal man kan flytta decimalpunkten två steg åt höger och därigenom få den procentuella förändringen per 1 µg/m<sup>3</sup> ökad halt.

**Tabell 4. Regressionskoefficienter (med standardavvikelse) från analyser med en, två och tre föroreningar samtidigt beaktade (fet stil markerar signifikanta samband, p<0,05).**

	Koefficienten avser	Från full modell	Från modell justerad för			Från ej justerad
			O3	NO2	PM10	
Astma	O3 (std)	0.00117 (0.00078)		0.00098 (0.00075)	0.00124 (0.00071)	0.00107 (0.00071)
	NO2 (std)	0.00121 (0.00167)	0.00059 (0.00162)		0.00134 (0.00162)	0.00078 (0.00160)
	PM10 (std)	0.00035 (0.00109)	0.00069 (0.00101)	0.00056 (0.00106)		0.00077 (0.00099)
COPD	O3 (std)	<b>0.00303</b> <b>(0.00128)</b>		<b>0.00279</b> <b>(0.00116)</b>	<b>0.00265</b> <b>(0.00124)</b>	<b>0.00255</b> <b>(0.00115)</b>
	NO2 (std)	0.00276 (0.00284)	0.00237 (0.00272)		0.00129 (0.00277)	0.00134 (0.00271)
	PM10 (std)	-0.00102 (0.00186)	-0.00051 (0.00178)	0.00018 (0.00168)		0.00036 (0.00164)
Akut Bronkit	O3 (std)	0.00213 (0.00125)		0.00206 (0.00116)	0.00221 (0.00121)	0.00215 (0.00114)
	NO2 (std)	-0.00051 (0.00275)	-0.00063 (0.00266)		-0.00173 (0.00267)	-0.00164 (0.00262)
	PM10 (std)	-0.00031 (0.00174)	-0.00040 (0.00169)	0.00033 (0.00161)		0.00010 (0.00159)
		<i>full modell</i>	<i>O3</i>	<i>justerad för NO2</i>	<i>PM10</i>	<i>ojusterad</i>
Astma ospec (J45.9)	O3 (std)	<b>0.00208</b> <b>(0.00093)</b>		<b>0.00205</b> <b>(0.00090)</b>	<b>0.00195</b> <b>(0.00085)</b>	<b>0.00196</b> <b>(0.00084)</b>
	NO2 (std)	0.00019 (0.00202)	-0.00094 (0.00197)		-0.00005 (0.00195)	-0.00095 (0.00194)
	PM10 (std)	-0.00067 (0.00132)	-0.00006 (0.00122)	-0.00064 (0.00128)		-0.00020 (0.00120)

De samband som blev statistiskt säkerställda i analysen som tar tre föroreningar i beaktande samtidigt avser alla beroendet av ozon och är alla positiva, dvs indikerar ökad risk med stigande föroreningshalt. Resultaten från analyserna med med alla tre föroreningarna samtidigt respektive en enkel modell utan inbördes justering för de övriga föroreningarna sammanfattas i Figur 2.



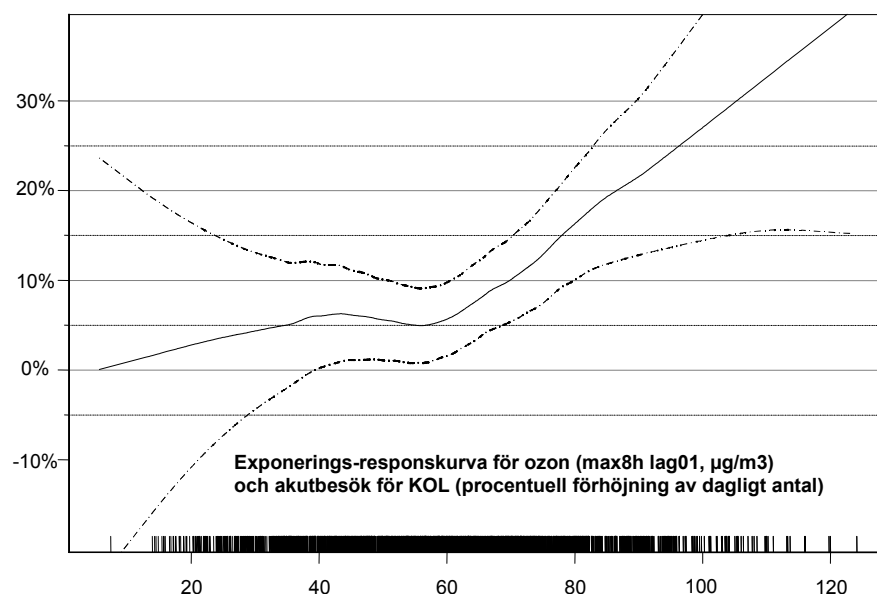
**Figur 2. Procentuell förändring av antal akutbesök för studerade diagnoser per 10 µg/m<sup>3</sup> ökning av halten. Värdet till vänster kommer från full modell (med alla tre föroreningarna samtidigt) och värdet till höger från en enkel modell utan justering för andra föroreningar.**

Förutom ozonhaltens betydelse, kan noteras att effekten av kvävedioxid skattas högre i de fulla modellerna (till vänster), men ändå inte kommer i närhet av att bli statistiskt säkerställd. För PM10 ligger koefficienterna från den fulla modellen lägre.

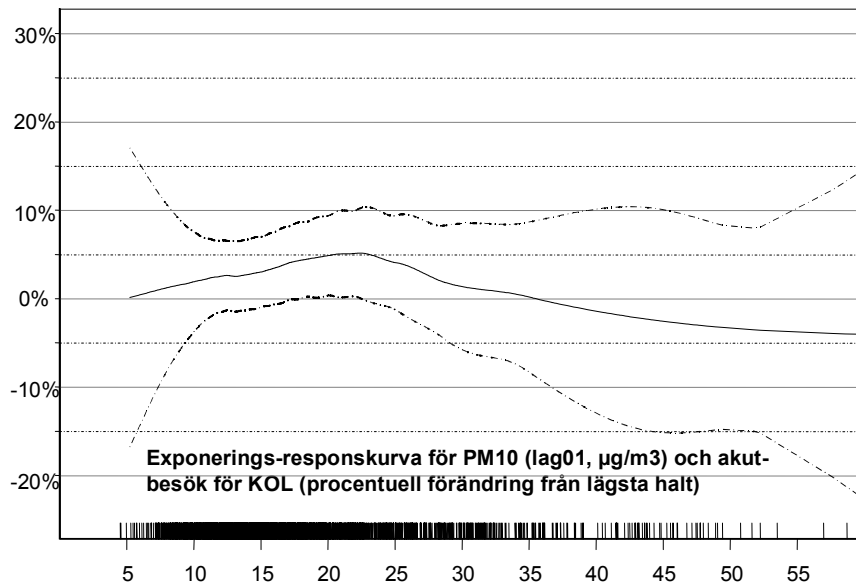
### *Sambandens form*

Eftersom sambandsanalyserna bygger på antagandet att sambanden mellan halt- och riskökning är linjära, har rimligheten i detta antagande testats genom att effektskattningen (som koefficient) ersatts med skattning av en ”mjuk” halt-responskurva. Antagandet om en linjär relation tycks någorlunda rimligt. Dessa analyser tyder beträffande ozoneffekten på att antalet akutbesök för KOL visar på en viss riskökning redan från låga halter upp till ungefär 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och en kraftig riskökning ungefär från medelvärdet på 58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , med en kort plåtå däremellan (Figur 3). De två streckade linjerna anger ett 95%-igt konfidensintervall.

I Figur 4 redovisas motsvarande mjuka funktion för hur en ökning av PM10-halten procentuellt ökar akutbesöken för KOL. Upp till 75-percentilen finns en linjär ökning, som vid högre vänder till en minskning. Detta innebär att koefficienten och signifikanstestet för ett samband över hela haltskalan kan vara missvisande.



**Figur 3. Sambandet mellan ozonhalten och akutbesök för KOL beskrivet som en mjuk funktion.**



**Figur 4. Sambandet mellan halten av PM10 och akutbesök för KOL beskrivet som en mjuk funktion.**

Det samband som framgår av Figur 4 tyder på att från de lägsta halterna till halter som är drygt 40 % över de genomsnittliga, ungefär för intervallet 5-23 µg/m<sup>3</sup> (som genomsnitt under de två senaste dygnen) så ökar antalet akutbesök tydligt med stigande halt, medan ändå högre halter är förknippade med sjunkande risk. Vid 35 µg/m<sup>3</sup> är risken inte alls förhöjd jämfört med vid 5 µg/m<sup>3</sup>. För de fåtal dygn som haft ännu högre halter (antal streck på x-axeln) skattas en sänkt risk fast med stor osäkerhet enligt det 95%-iga konfidensintervallet.

#### 4. Diskussion

Inom miljöövervakningen är det viktigt att kunna upprepa studierna för att kunna studera eventuella förändringar som beror på miljön. Vi har därför studerat korttidssambanden mellan uppmätta föroreningshalter och antal akutbesök för ett par viktiga sjukdomar i andningsorganen, främst astma och KOL. Dessa miljö samband bedöms betydligt mindre känsliga för förändringar i diagnostik mm än övervakning av antalet fall i sig, vilket kan påverkas av en rad olika typer av faktorer utan koppling till miljön. Studier av akutbesök kan ses som ett viktigt komplement till studier av akuta inläggningar på sjukhus för motsvarande sjukdomar, eftersom exempelvis akuta besvär för astma till allt större del hanteras inom den öppna vården. Akuta inläggningar på sjukhus för astma var under i studiepopulationen i genomsnitt drygt 2 per dygn (1) medan akutbesöken var cirka 6 gånger fler enligt denna analys.

För jämförbarhets skull har vi i denna studie använt metodik som i princip anpassats till den pågående europeiska studien APHEA2 och som tidigare inom miljöövervakningen tillämpats på analys av sjukhusinläggningar. Vi tar dock hänsyn till tre föroreningsindikatorer samtidigt i modellen mot högst två föroreningar samtidigt i APHEA2. Detta beror dels på att vi bedömt att det finns tre föroreningstyper som karakteriserar variationen i luftkvalitet. När det finns viss positiv samvariation, t ex mellan PM10 och ozon, kan effekten av endera föroreningen felaktigt förefalla större och mer precist bestämd (högre statistisk säkerhet) i en analys som beaktar enbart den föroreningen, eftersom effekten av den uteslutna föroreningen innesluts i den studerade. Med analyser som samtidigt inkluderar flera föroreningar, får man därmed ofta något lägre och mindre signifikanta koefficienter för positivt korrelerade föroreningar. För att beräkna den totala effekten av förorenad luft, kan man då räkna samman effekterna. Om bara en förorening i taget används i analyserna, ska dock effekter av positivt korrelerade föroreningar inte räknas samman.

Under senare tid har uppmärksammats att användandet av Poisson regression med GAM i statistikprogrammet S-plus under vissa förutsättningar kan medföra vissa skevheter i resultaten. Med den analysansats som använts inom APHEA2, och som varit modell även för denna analys, tycks resultaten påverkas endast obetydligt av vald analysmetod (11). Jämförande analyser av luftföroreningarnas effekt på akutbesök för KOL visade på helt obetydliga skillnader i resultat mellan Poisson-regression med mjuka funktioner i programvaran S-plus och analyserna med brytpunkter i programvaran R.

Vi fann att antalet akutbesök för KOL ökar med ungefär 3 % och besöken för ospecifik astma med cirka 2 % per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ökning av dygnets maximala 8-timmarsmedelvärde av ozon. WHO:s beräkningsprogram för hälsokonsekvenser av luftföroreningar, AirQ, anger en ökning av inläggningar för sjukdomar i andningsorganen på 0,6-0,9 % per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ökning av dygnets maximala 8-timmarsmedelvärde (12). I vår tidigare studie av sjukhusinläggningar för andningsorganen i fyra städer var den sammanvägda effekten drygt dubbelt så stark (1). En ökning av ozonhalten (som medelvärde för de två senaste dygnen) med 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  medförde nästan 2 % fler inläggningar för andningsorganen totalt och drygt 4 % fler inläggningar för astma. Denna studie tyder därmed på att den procentuella ökningen av antalet akutbesök för astma är ungefär hälften så stor jämfört med ökningen av antalet sjukhusinläggningar för motsvarande sjukdomsgrupp. Däremot är antalet akutbesök på sjukhus för ospecificerad astma i genomsnitt minst cirka fyra gånger fler per dygn än antalet astmainläggningar, varför antalet ozonrelaterade akutfall vid sjukhusen blir minst dubbelt så många som de ozonrelaterade inläggningarna.

Något oväntat tycks halten av PM10 inte generellt öka antalet akutbesök, vilket förväntas utifrån den internationella litteraturen gällande vårdfall för andningsorganens sjukdomar. I vår tidigare analys av sjukhusinläggningar för andningsorganen i Stockholm 1997-1999 fanns däremot en tendens (om än ej statistiskt säkerställd) att inläggningarna ökar med halten av PM10. Formen på exponerings-responskurvorna för PM10 och akutbesök tyder på att de partiklar som dominerar vid låga till måttliga halter påverkar risken tämligen linjärt, medan dygn med höga halter karakteriseras av partiklar med en andra egenskaper. Vid riktigt höga partikelhalter, särskilt på vårvintern och våren, utgörs ofta partiklarna av uppvirvlat damm. Vi studerar nu i ett särskilt projekt om exponerings-responskurvorna skiljer sig åt för partiklar med olika ursprung. PM10-kurvans form skulle kunna vara den sammantagna effekten av 2-3 olika exponerings-responskurvor. Det är då ur övervakningssynpunkt inte lämpligt att slå ihop all partikelmassa till ett mått som PM10 utan hänsyn till partiklarnas karaktär. Istället kan man behöva studera olika slags partiklar separat, exempelvis gatudamm, intransporterade sekundära partiklar (ammoniumsulfat etc) respektive lokalt emitterade förbränningspartiklar.

Att personer med luftvägssjukdomar som astma även med Sveriges ganska låga föroreningshalter försämras av luftföroreningar trots de relativt låga halter som här förekommer, har vi tidigare visat med studier av inläggningar på sjukhus (1) respektive i dagboksstudier i (13,14).

## Referenser

1. Bertil Forsberg, Bo Segerstedt. Luftföroreningshalter och sjukhusinläggningar för luftvägssjukdomar i Stockholm, Göteborg, Malmö och Helsingborg 1997-1999 – Projektrapport till Naturvårdsverket. Umeå universitet, Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin, 2003.
2. Forsberg B, Bylin G. Uteboken – En bok för alla som bryr sig om en hälsosam utomhusluft. Naturvårdsverket och Statens folkhälsoinstitut, 2001.
3. Katsouyanni K, Zmirou D, Spix C, Sunyer J, Schouten JP, Ponka A *et al.* Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiological time-series data. The APHEA project: background, objectives, design. *Eur Respir J* 1995;8(6):1030-1038.
4. Anderson HR, Spix C, Medina S, Schouten JP, Castellsague J, Rossi G *et al.* Air pollution and daily admissions for chronic obstructive pulmonary disease in 6 European cities: Results from the APHEA project. *Eur Respir J* 1997;10:1064-1071.
5. Sunyer J, Spix C, Quenel P, Ponce-de-Leon A, Barumandzadeh T, Touloumi G *et al.* Urban air pollution and emergency admissions for asthma in four European cities: The APHEA project. *Thorax* 1997; 52:760-765.
6. Spix C, Anderson HR, Schwartz J, Vigotti MA, LeTertre A, Vonk JM *et al.* Short-term effects of air pollution on hospital admissions of respiratory diseases in Europe: a quantitative summary of APHEA study results. Air Pollution and Health: a European Approach. *Arch Environ Health* 1998;53(1):54-64.
7. Burnett RT, Dales RE, Raizenne ME, Krewski D, Summers PW, Roberts GR *et al.* Effects of low levels of ozone and sulfates on the frequency of respiratory admissions to Ontario Hospitals. *Environ Res* 1994;65:172-194.
8. Burnett RT, Brook JR, Yung WT, Dales RE, Krewski D. Association between ozone and hospitalisation for respiratory diseases in 16 Canadian cities. *Environ Res* 1997;72:24-31.
9. Schwartz J, Slater D, Larson TV, Pierson WE, Koenig JQ. Particulate air pollution and hospital emergency room visits for asthma in Seattle. *Am Review of Respir Disease*. 1993;147(4):826-31.
10. Atkinson RW, Anderson R, Sunyer J, Ayres J, Baccini M, Vonk J, Boumghar A, Forastiere F, Forsberg B, Touloumi G, Schwartz J, Katsouyanni K. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions – Results from APHEA2 Project. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1860-1866.
11. Atkinson RW, Anderson R, Sunyer J, Ayres J, Baccini M, Vonk J, Boumghar A, Forastiere F, Forsberg B, Touloumi G, Schwartz J, Katsouyanni K. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions, s 81-84, HEI Special Report: Revised Analyses of Time-Series Studies of Air Pollution and Health, Health Effects Institute, 2003.



12. WHO. AirQ Manual, Bilthoven, 2000.
13. Forsberg B, Stjernberg N, Falk M, Lundbäck B, Wall S. Air pollution levels, meteorological conditions and asthma symptoms. *Eur Respir J* 1993;6:1109-1115
14. Forsberg B, Stjernberg N, Linne R, Segerstedt B, Wall S. Daily air pollution levels and acute asthma in southern Sweden. *Eur Respir J* 1998;12:900-905.