

Luftföroreningshalter och akutbesök för astma samt några andra luftvägssjukdomar i Stockholm, Göteborg och Malmö 2001-2005

Projektrapport till Naturvårdsverket

Bertil Forsberg, Kadri Meister, Bo Segerstedt

Yrkes- och miljömedicin i Umeå rapporterar 2008:3

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

Sammanfattning

Denna studie inom den hälsorelaterade miljöövervakningen har genomförts på uppdrag av Naturvårdsverket för att belysa eventuella korttidseffekter av luftföroreningar på akutbesök för astma och andra sjukdomar i andningsorganen, vilka ofta medför 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 halterna de två senaste dygnet beräknas. Övervakning av denna typ av ”akuta samband” med halter i miljön bedöms mindre känslig än enklare epidemiologisk bevakning av antalet fall för trender och förändringar i diagnostik och vårdresurser, eftersom totala antalet fall i sig kan påverkas av en rad olika typer av faktorer utan koppling till luftföroreningsituationen.

Uppgifter om den skrivna befolkningens akutbesök under åren 2001 till och med 2005 för andningsorganens sjukdomar inklusive astma vid akutsjukhusen i StorStockholm (8 sjukhus), Göteborg och Mölndal respektive Malmö har inhämtats från Socialstyrelsens Patientregister. Uppgifterna från registret avser avidentifierade akutbesök med diagnoser dygn för dygn under perioden.

Luftföroreningsdata i form av urbana bakgrundshalter har hämtats från Stockholm luft- och bulleranalys (SLB) vid miljöförvaltningen i Stockholm, Göteborgs miljöförvaltning respektive Malmö miljöförvaltning. Vi har studerat partikelhalten som PM₁₀, avgashalten indikerad med kväveoxider (NO_x) samt ozon.

Tidsserieanalyserna har utförts med Poisson-regression. I dessa analyser 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 i kombinationer beaktats i de slutliga analyserna.

Vi fann att resultaten inte skiljer sig signifikant mellan studieområdena beträffande effekterna av partikelhalten som PM₁₀ och NO_x, medan vi för ozon fann kraftigare effekter i Göteborg. När resultaten vägdes ihop för de tre studieområdena beräknas att antalet akutbesök för andningsorganen ökar med 1,4% (95% KI= 0,4-2,4%) per 10 µg/m³ PM₁₀ och akutbesök för astma med 2,8% (95% KI= 1,8-3,7%). Motsvarande sammanvägda resultat för NO_x visar en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 0,5% (95% KI= 0,1-1,0%) per 10 µg/m³ och akutbesök för astma med 1,2% (95% KI= 0,4-2,1%).

Eftersom föroreningsituationen som indikatorerna representerar kan förändras med tiden, bör analyserna upprepas med viss periodicitet.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
1. Introduktion	3
Bakgrund	3
Syfte och omfattning	4
2. Studieuppläggning.....	5
Studiedesign	5
Besöksdata.....	5
Miljödata	5
Analyser	5
Luftföroreningshalter under studieperioden.....	6
Antal akutbesök per dygn under studieperioden	8
3. Resultat.....	9
Samband i parvis analys.....	9
Samband efter ihopvägning.....	9
4. Diskussion	17
5. Referenser.....	19

1. Introduktion

Bakgrund

Förhöjda halter av luftföroreningar i omgivningsluft kan leda till en försämring av personer med astma, kroniskt obstruktiv lungsjukdom eller andra sjukdomar i andningsorganen (1-2). Detta har främst visats med dagboksmetodik och data över antalet inlagda på sjukhus, mindre ofta med studier av akutbesök vid sjukhus eller vårdcentraler. Även i Sverige med förhållandevis låga partikelhalter har ökning av astmabesvär, ett ökat antal sjukhusinläggningar och ökad dödlighet konstaterats ha samband med främst halterna av trafikföroreningar och ozon. När astmatiker får akuta besvär ökar de vanligen dosen av sin snabbverkande astmamedicin, och när det inte hjälper söker man ibland akut vid en vårdcentral eller sjukhus. Astmamedicinerna har blivit mer effektiva med åren. Det är numera bara vid ovanligt svåra besvär man blir inlagd på sjukhus för sin astma, varför inläggningarna har minskat, och många luftföroreningsrelaterade fall kan missas om man bara studerar inläggningar på sjukhus.

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.

I vissa studier som prövat modeller där två-tre föroreningar inkluderats samtidigt, har effekterna av enskilda föroreningar som PM10, kvävedioxid och ozon i allt väsentligt kvarstått, även med kontroll för pollen (15). I andra studier har enskilda föroreningars effekt på dagliga antalet akutbesök för astma minskat eller uttraderats när flera föroreningar studerats samtidigt (16). Den möjligheten finns främst vid en stark positiv korrelation mellan föroreningarna. I vissa studier har säkerställda samband mellan föroreningshalter och akutbesök för astma konstaterats enbart för delar av året, exempelvis bara under sommarhalvåret i Edmonton, Kanada (17). I en finsk studie konstaterades att luftföroreningarnas effekter på akutbesök för astma och kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) bland äldre uppträder snabbare än effekterna på astmabesök bland barn (18).

En studie av akuta effekter av luftföroreningar på antalet sjukhusinläggningar för sjukdomar i andningsorganen genomfördes 2002 (1) och omfattade befolkningen i fyra områden: StorStockholm, Göteborg/Mölndal, Malmö/Burlöv samt Helsingborg. För att underlätta internationella jämförelser hade då metodiken anpassats till gällande "golden standard" och det pågående europeiska projektet APHEA2, där betydelsen av halten de två senaste dygnen analyserades med Poisson-regression med programvaran S-plus. Uppgifter om sjukhusinläggningar för luftvägsdiagnoser dygn för dygn perioden 1997-1999 inhämtades även då från Patientregistret. Luftföroreningsdata inhämtades från kommunernas miljöförvaltningar och meteorologiska data beställdes från SMHI. I studien analyserades

luftföroreningarnas effekter på antalet inläggningar för andningsorganen totalt i alla åldrar samt på inläggningar för astma oavsett ålder. I analyserna togs hänsyn till tidstrender, årstidsmönster, influensaperioder, väderförhållanden, veckodag, helgperioder mm. De studerade luftföroreningarna var ozon, kvävedioxid och partiklar. Dessa luftföroreningsvariabler kan ses som indikatorer på olika typer av luftföroreningar, och inkluderades samtidigt i analyserna. Effekterna av föroreningarna kan då i princip adderas vid kvantifieringar av luftföroreningsrelaterade fall.

För både samtliga inläggningar för andningsorganen och för astmainläggningar var halten av ozon sammantaget för städerna 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) medförde i dessa städer en ökning av antalet inlagda för andningsorganen, men sambandet var inte statistiskt säkerställt.

Syfte och omfattning

Statistik över antalet inläggningar vid svenska sjukhus (per dygn, diagnos etc.) har i mer än 15 år varit lättåtkomlig eftersom den samlas i ett nationellt patientregister vid Socialstyrelsens Epidemiologiska centrum (EpC). För exempelvis astma är dock akutbesök vid sjukhus flera gånger vanligare än inläggningar. Från 2001 finns med gradvis allt bättre täckning även uppgifter om antalet akutbesök vid sjukhus, vilket gör att luftföroreningshalternas betydelse för akutbesök för andningsproblem totalt sett och för specifika diagnoser som astma numera kan analyseras som ett viktigt komplement till analys av sjukhusinläggningar.

Syftet med denna studie är att belysa luftföroreningars korttidseffekter på antalet akutbesök för astma och andra sjukdomar i andningsorganen. Inom den hälsorelaterade miljöövervakningen har tidigare beskrivits hur det dygnsvisa antalet akuta sjukhusinläggningar för andningsorganens sjukdomar påverkas av föroreningarna (1). Studien som utfördes 2002 omfattade befolkningen i fyra områden: StorStockholm, Göteborg/Möndal, Malmö/Burlöv samt Helsingborg. För att underlätta internationella jämförelser hade då metodiken anpassats till gällande "golden standard" och det pågående europeiska projektet APHEA2. För jämförbarhets skull eftersträvas nu en likartad analys för luftföroreningar och akutbesök för andningsorganen.

Denna studie avsågs inledningsvis omfatta en analys av luftföroreningars betydelse för akutbesök för astma och andningsorganen totalt i städer representerande olika svenska miljöförhållanden, preliminärt Malmö, Göteborg och Uppsala, Sundsvall eller Umeå. Studien skulle omfatta 3-5 år av luft- och akutbesöksdata och lämpligtvis upprepas med 3-5 års mellanrum. När både miljödata och registerdata kunde granskas framgick att begränsningar i luftföroreningsdata från Uppsala och Sundsvall (främst saknade uppgifter om partikelhalter) och märkliga tidstrender i besöksdata i Umeå (troligen bortfall i rapporteringen) gjorde det nödvändigt att låta studien omfatta StorStockholm, Göteborg/Möndal respektive Malmö.

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

2. Studieuppläggning

Studiedesign

Vi använder tidsserieanalys för att utvärdera hur variationer i halterna av luftföroreningar påverkar antalet akutbesök och specificerar den relativa effekten (% fler fall) per haltökning justerad för andra faktorer. För jämförbarhets skull efterliknas metodiken i studien av akuta effekter av luftföroreningar på antalet inläggningar för sjukdomar i andningsorganen i ett par svenska städer (1). För att underlätta internationella jämförelser hade i den studien metodiken anpassats till gällande ”golden standard” och det stora europeiska projektet APHEA2, där betydelsen av halten de två senaste dygnen analyserades med Poisson-regression med programvaran S-plus. Vi har valt i princip samma ansats men använder nu den likartade mjukvaran R för regressionsanalyserna, eftersom vissa brister med S-plus uppmärksammats. Poisson-analyser med GAM i programvaran S-plus kunde vissa fall leda till överskattade samband. Risken för sådana problem uppstod om det fanns tillräckligt påtagliga samband mellan flera variabler som beskrevs med hjälp av s.k. mjuka funktioner.

Besöksdata

Uppgifter om den skrivna befolkningens antal akutbesök för andningsorganen per dygn vid respektive områdes akutsjukhus under perioden 2001-2005 har erhållits från Patientregistret vid Epidemiologiskt centrum (EpC) vid Socialstyrelsen. Besöksorsak erhöles kodad enligt 10:e revisionen av den internationella sjukdomsklassifikationen (ICD).

Vi har analyserat sambanden mellan halt och antal akutbesök för andningsorganen totalt (oavsett diagnoskod), för astma totalt samt för astma ej specificerad som allergisk.

Miljödata

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 bra indikeras av kväveoxider (NO_x), (II) ozon och (III) masskoncentrationen av partiklar (PM₁₀ ~ mindre än 10 mikrometer) som till betydande del är storskaligt intransporterade men även lokalt genererade främst i form av damm från vägar, byggplatser etc. Partiklar kan även bestå av havssalt, växtmaterial samt lokalt genererat sot från uppvärmning, förbränningsmotorer och industrier. Haltdata kommer från respektive miljöförvaltning och avser bakgrundshalter (taknivå) vid huvudmätstationen för respektive studieområde (Stockholm: *Södermalm*, Malmö: *Rådhuset*, Göteborg: *Femmanhuset*).

Meteorologiska data har inhämtats från SMHI, och använts för Göteborg och Malmö. För Stockholm har använts Miljöförvaltningens egna meteorologiska data. Data angående pollenhalt har inköpts från Palynologiska laboratoriet vid Naturhistoriska riksmuseet för Stockholm samt från Pollenanalysgruppen vid Göteborgs universitet för Göteborg och Malmö.

Analys

Analys av luftföroreningars betydelse ur hälsosynpunkt kan göras med modeller där en eller flera luftföroreningsvariabler studeras åt gången. Med så kallade ”enkla” föroreningssmodeller, 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.

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 (dagens maximala 8-timmarsmedelvärde), kväveoxider och partiklar i form av PM10. Vi har dels använt modeller med de två föroreningar som påverkar varandras resultat mest parvis. Dessutom har vi som slutlig analys en beräkning som samtidigt inkluderar dessa tre föroreningar. 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 lag0-1. 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.

Vid regressionsanalysen justeras på dygnsnivå för andra förhållanden som påverkar eller kunde påverka antalet akutbesök. Modellerna tar hänsyn till veckodag, allmänna helgdagar, månad, tidstrend, pollenförekomst, influensa (inläggningar) samt medeltemperatur (lag0 och lag1-2) och medelvärdet av relativa luftfuktigheten (lag0 och lag1-2). Tidstrenden och beroendet av meteorologin modelleras med "mjuka funktioner".

När resultaten är homogena (ej skiljer sig signifikant mellan städerna) görs även en sammanvägning med vikter proportionella till precisionen i respektive skattning.

Luftföroreningshalter under studieperioden

Luftföroreningshalterna som urban bakgrundshalt, d.v.s. en typisk halt inom staden, under studieperioden redovisas i Tabell 1. Göteborgs mätvärden är högst för alla tre föroreningarna, både räknat som medelvärde och som kvartilavståndet (IQR).

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

	PM10	NOx	Ozon
Stockholm			
Minimum	4	4	5
Maximum	90	175	127
Medelvärde	18	22	61
IQR	9	14	30
Göteborg			
Minimum	2	5	3
Maximum	77	459	164
Medelvärde	21	43	64
IQR	11	28	35
Malmö			
Minimum	5	5	3
Maximum	75	146	126
Medelvärde	18	27	58
IQR	8	15	32

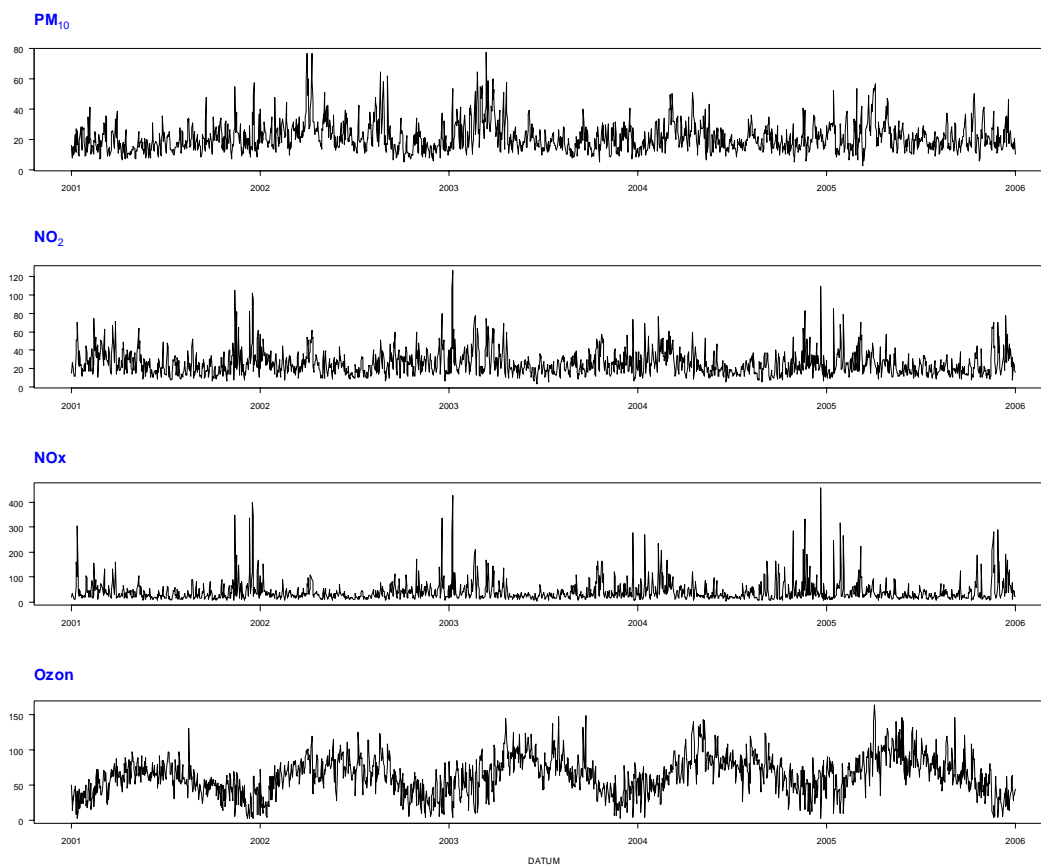
I Stockholm är den negativa korrelationen mellan NO_x och ozon ($r = -0,41$) av samma storleksordning som den positiva korrelationen mellan PM₁₀ och ozon ($r = 0,39$). Korrelationen mellan PM₁₀ och NO_x är också positiv men lägre ($r = 0,21$).

Malmö har samma korrelation mellan NO_x och ozon som i Stockholm ($r = -0,41$), men betydligt lägre korrelation mellan PM₁₀ och ozon ($r = 0,17$) och något högre mellan PM₁₀ och NO_x ($r = 0,28$).

Även Göteborg har en korrelation som liknar Stockholm och Malmö för NO_x och ozon ($r = -0,40$) men mer liknar Malmö för PM₁₀ och ozon ($r = 0,21$) och ligger mellan de övriga för PM₁₀ och NO_x ($r = 0,25$).

Kvävedioxid har en hög korrelation med NO_x, ($r = 0,89-0,91$), men ligger cirka 25-30 % lägre i medelvärde.

Föroreningarna, särskilt ozon och kväveoxider, uppvisar i alla områdena ett årstidsberoende vilket för Göteborg illustreras i Figur 1.



Figur 1. Föroreningshalter som dygnsmedelvärden under studieperioden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Antal akutbesök per dygn under studieperioden

Antal besök uppdelade efter diagnosgrupp redovisas i Tabell 2, där besök benämnda ospecificerad astma (ej allergisk) utgör en delmängd av all astma. Antalet besök på akutsjukhus ligger något oväntat högre för Malmö än för Göteborg, vilket kan bero på vårdens organisation, besök på hälsocentraler och hos privatläkare. Detta är inget stort problem i sig eftersom analysen avser hur antalet rapporterade besök vid akutsjukhusen per dygn varierar med variationer i luftföroreningshalterna.

Tabell 2. Antal akutbesök per diagnosgrupp under studieperioden

	Andnings- organ totalt	Astma totalt	Astma ospecificerat
Stockholm			
Minimum	8	0	0
Maximum	204	75	41
Medelvärde	89	22	13
Göteborg			
Minimum	0	0	0
Maximum	39	13	8
Medelvärde	12	2	1
Malmö			
Minimum	0	0	0
Maximum	68	25	24
Medelvärde	22	6	4

3. Resultat

Samband i parvis analys

Nedan presenteras effekten som procentuell ökning av antalet akutbesök per haltökning de senaste två dygnen (lag 0-1) av 10 µg/m³. Resultaten i Tabell 3 kommer från modeller med två föroreningar inkluderade samtidigt, PM10 med kontroll för ozon, NO_x med kontroll för ozon samt ozon med kontroll för NO_x.

Tabell 3. Procentuell ökning av antal akutbesök per 10 µg/m³ haltökning.

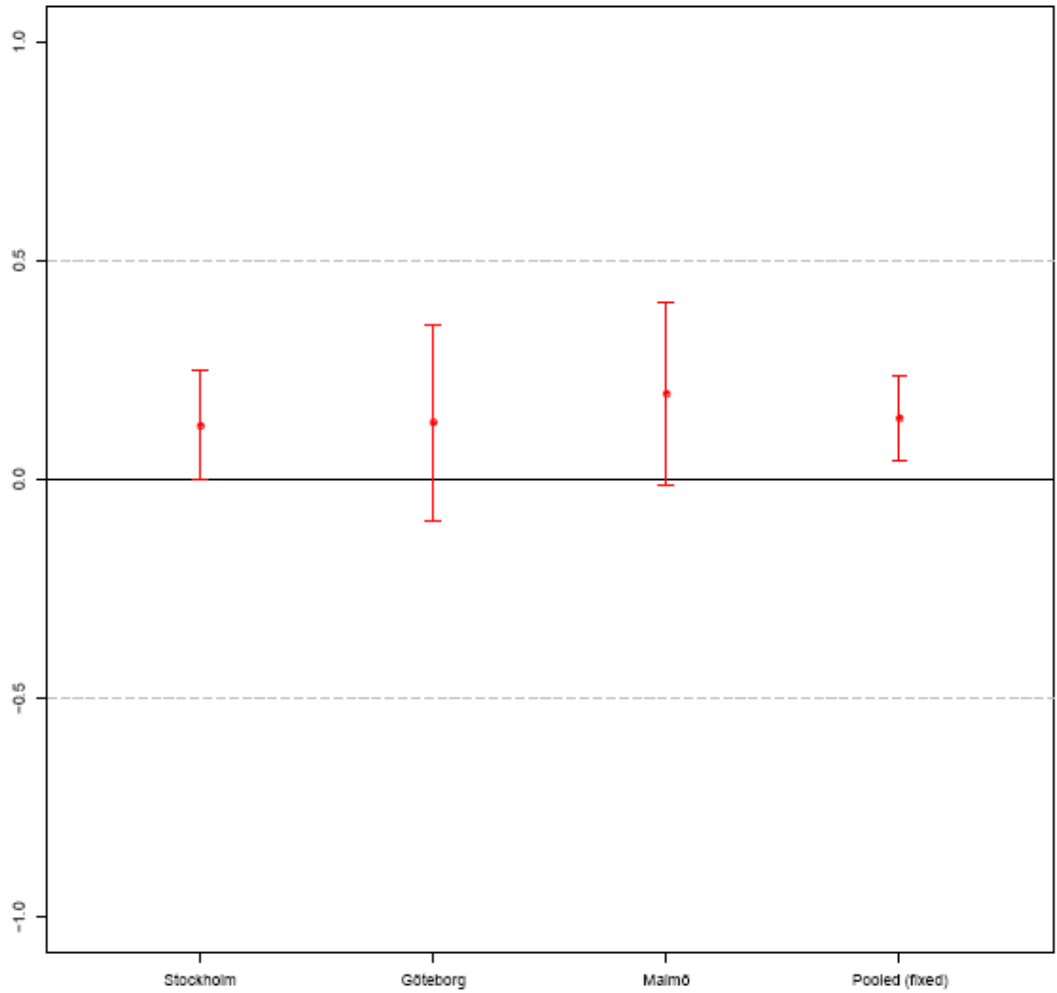
	Andnings-organ totalt	Astma totalt	Astma ospecificerat
Stockholm			
PM10	1,2	2,2	2,9
NO _x	1,4	1,3	1,4
Ozon	0,7	0,6	0,2
Göteborg			
PM10	1,3	2,2	0,1
NO _x	0,3	1,1	0,7
Ozon	2,1	5,1	5,0
Malmö			
PM10	1,9	5,0	4,1
NO _x	-0,1	1,7	-0,2
Ozon	1,0	0,5	0,0

Samband efter ihopvägning

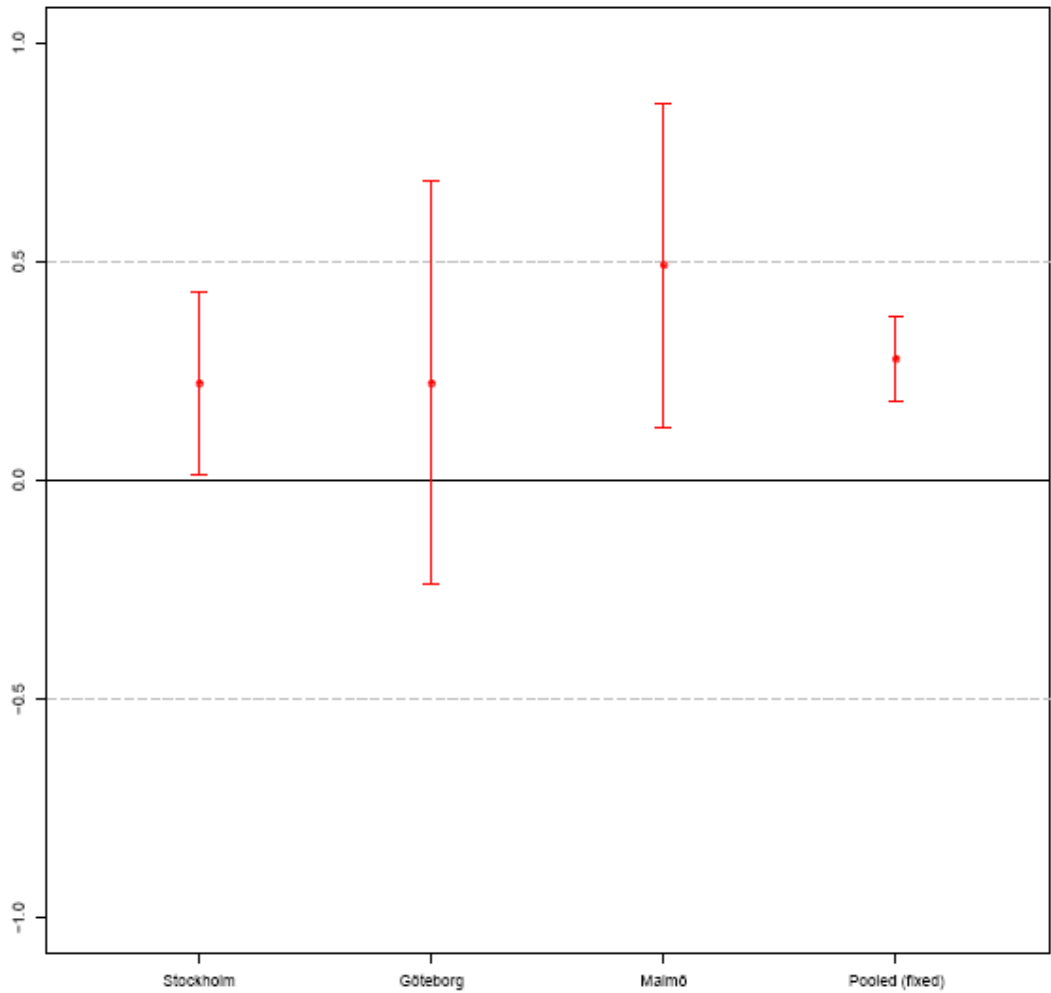
Resultaten i Figur 2-7 visar ökningen som % per 1 µg/m³ av PM10 och NO_x (samt 95% konfidensintervall) från modeller med ozon inkluderat simultant. Sambanden visas dels per område, dels ”poolade” för de tre områdena. Resultaten för ozon har inte viktats ihop eftersom de skiljer sig signifikant mellan områdena.

De sammanvägda resultaten visar för PM10 en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 1,4% (95% KI= 0,4-2,4%) per 10 µg/m³, akutbesök för astma med 2,8% (95% KI= 1,8-3,7%) samt akutbesök för astma ej specificerad som allergisk med 2,9% (95% KI= 1,9-3,8%).

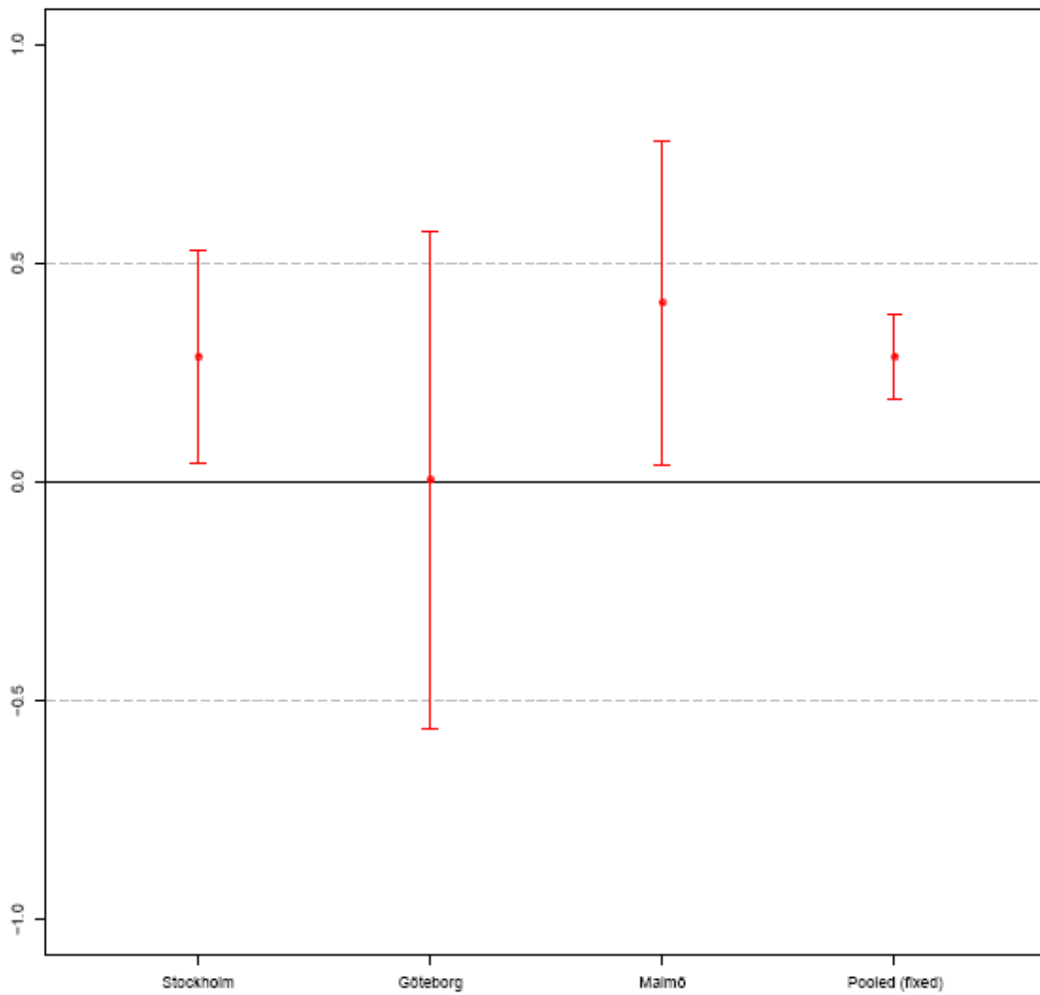
Motsvarande sammanvägda resultat för NO_x visar en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 0,5% (95% KI= 0,1-1,0 %) per 10 µg/m³, akutbesök för astma med 1,2% (95% KI= 0,4-2,1 %) samt akutbesök för astma ej specificerad som allergisk med 0,9% (95% KI= -0,2-1,9%).



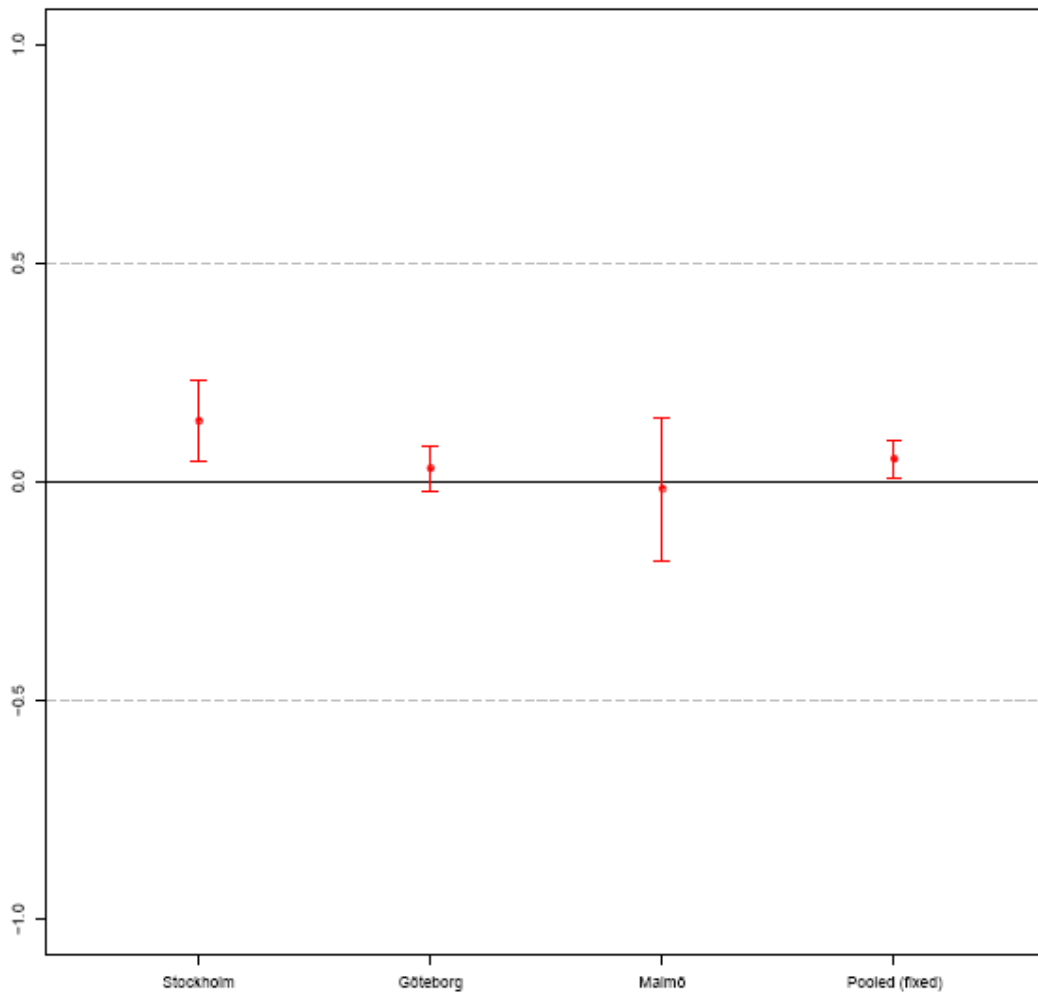
Figur 2. Procentuell ökning av akutbesök för andningsorganen per 1 µg/m³ ökning av PM10 (med 95% konfidensintervall) redovisat per område och sammanvägt för alla tre områdena (pooled).



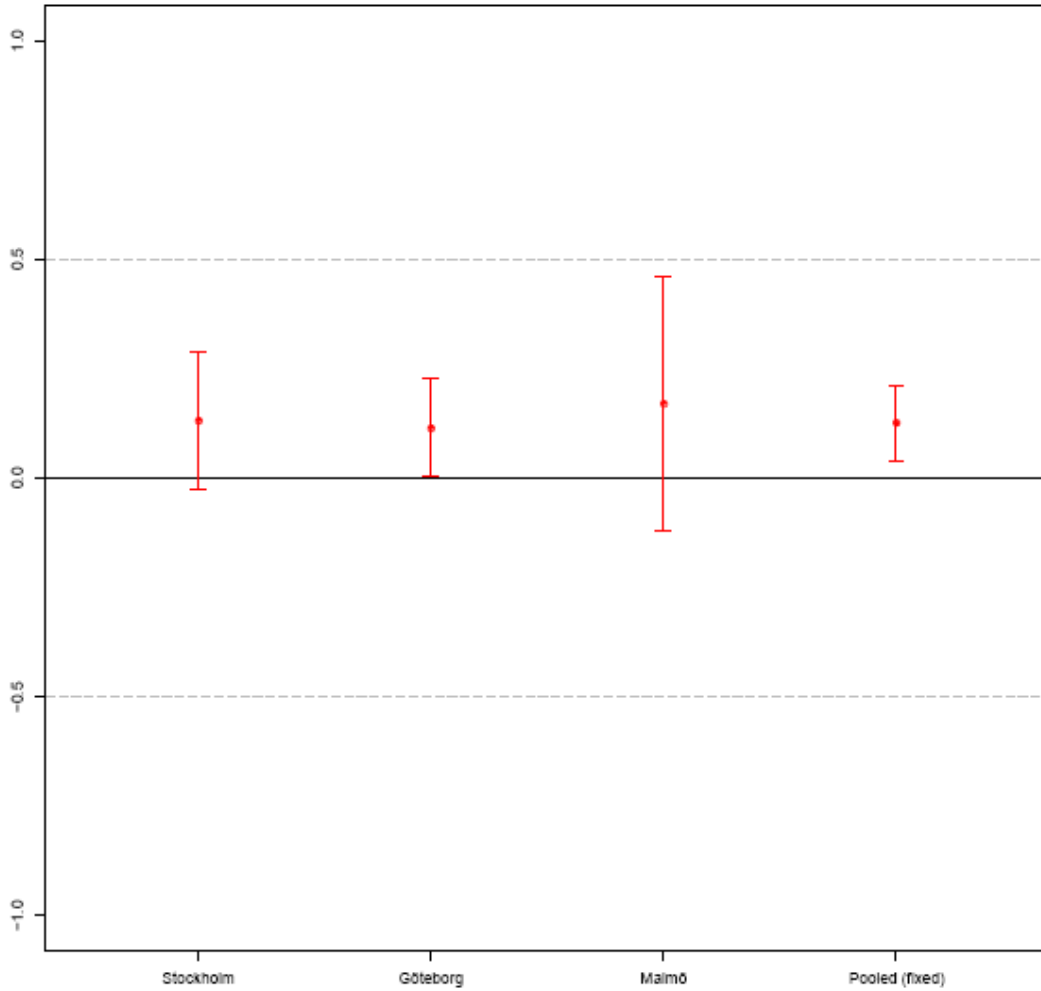
Figur 3. Procentuell ökning av akutbesök för astma per 1 µg/m³ ökning av PM10 (med 95% konfidensintervall) redovisat per område och sammanvägt för alla tre områdena (pooled).



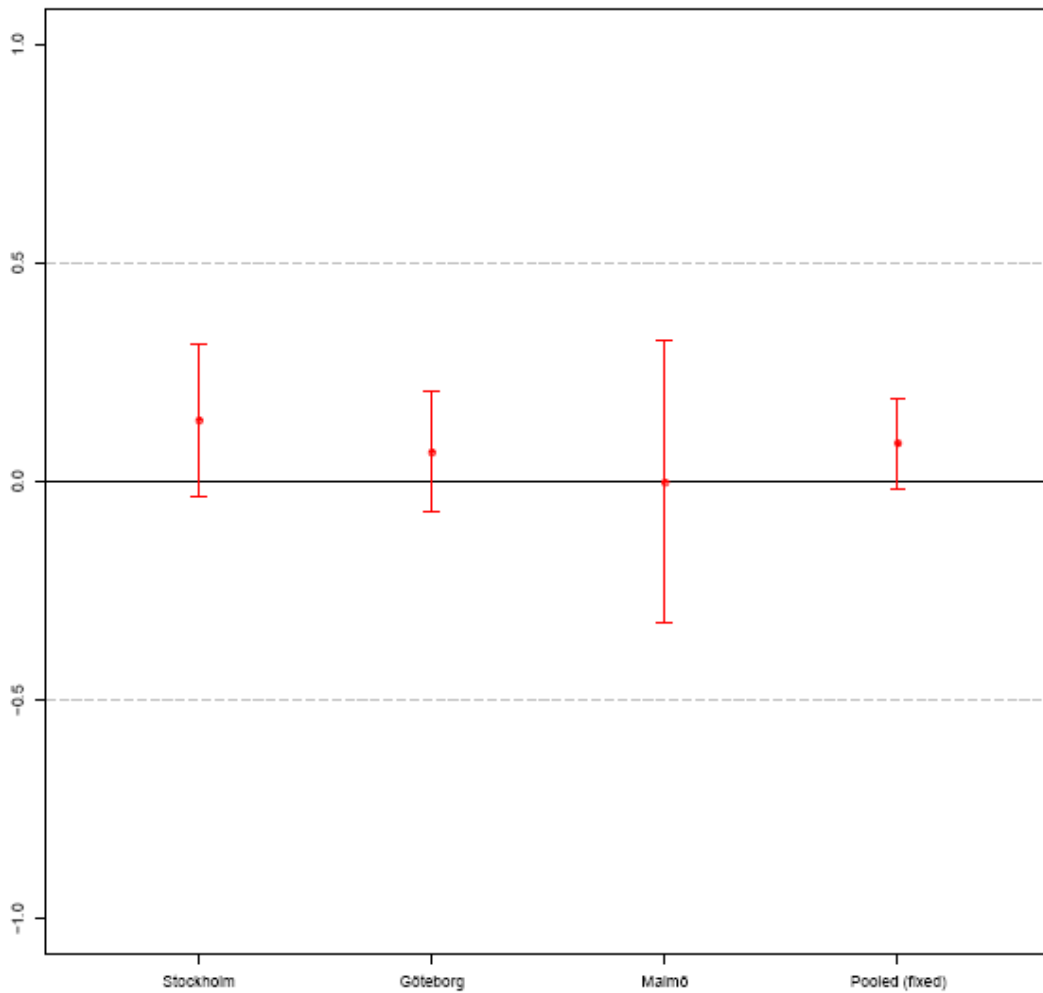
Figur 4. Procentuell ökning av akutbesök för astma ej specificerad som allergisk per 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ökning av PM10 (med 95% konfidensintervall) redovisat per område och sammanvägt för alla tre områdena (pooled).



Figur 5. Procentuell ökning av akutbesök för andningsorganen per 1 µg/m³ ökning av NO_x (med 95% konfidensintervall) redovisat per område och sammanvägt för alla tre områdena (pooled).



Figur 6. Procentuell ökning av akutbesök för astma per 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ökning av NO_x (med 95% konfidensintervall) redovisat per område och sammanvägt för alla tre områdena (pooled).



Figur 7. Procentuell ökning av akutbesök för astma ej specificerad som allergisk per 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ökning av NO_x (med 95% konfidensintervall) redovisat per område och sammanvägt för alla tre områdena (pooled).

Resultaten från modellerna med tre föroreningar simultant inkluderade visar på en viss minskning av koefficienterna, men bara i ett fall tappas statistisk signifikanta samband, effekten av PM_{10} på akutbesök för andningsorganen totalt får ett sammanvägt p-värde > 0,05.

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 andningsorganen totalt samt för astma inklusive en undergrupp utan specificerad allergi. 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 låg under i studieperioden exempelvis i Stockholm bara på cirka 10% av antalet akutbesök.

För jämförbarhets skull har vi i denna studie använt metodik som i princip anpassats till den europeiska studien APHEA2 och som tidigare inom miljöövervakningen tillämpats på analys av sjukhusinläggningar. Vi tar dock hänsyn till två-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 karaktäriserar 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.

De effekter vi fanns relaterade till halten av PM10 är något högre än typiska resultat från Europa och USA. Även effekten av PM10-halten på antal inläggningar för andningsorganen har dock varit kraftig i Sverige, så resultaten ligger i linje med tidigare svenska fynd.

Vi fann att antalet akutbesök ökade kraftigt med ozonhalten i Göteborg. WHO:s beräkningsprogram för hälsokonsekvenser av luftföroreningar, AirQ, anger en typisk 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. Akutbesöken för astma i Göteborg ökade i denna studie med cirka 5% per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Att personer med sjukdomar i andningsorganen 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). Vi har ändå enbart studerat effekterna av halterna samma dygn och föregående dygn (medelvärde för två dygn) och inte utvärderat effekter som är mer fördröjda. Det innebär att det med ytterligare några dagars fördröjning kan finnas kraftigare ”korttidseffekter” än de vi här redovisat (17-18).

Vi använder oss av indikatorer på olika föroreningstyper, exempelvis NO_x indikerande avgaser. Eftersom indikatorernas relation till icke studerade toxiska komponenter kan förändras över tid bör analyserna upprepas med viss periodicitet, förslagsvis med 3-5 års mellanrum.

5. 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.
15. Galan I, Tobias A, Banegas JR, et al. Short-term effects of air pollution on daily asthma emergency room admissions. *Eur Respir J* 2003;22:802–8.
16. Peel JL, Tolbert PE, Klein M, et al. Ambient air pollution and respiratory emergency department visits. *Epidemiology* 2005;6:164–73.
17. Villeneuve PJ, Chen L, Rowe BH, Coates F. Outdoor air pollution and emergency department visits for asthma among children and adults: a case-crossover study in northern Alberta, Canada. *Environ Health* 2007;6:40.
18. Halonen JI, Lanki T, Yli-Tuomi T, Kulmala M, Tiittanen P, Pekkanen J. Urban air pollution, and asthma and COPD hospital emergency room visits. *Thorax* 2008;63(7):635-41.