

Luftföroreningshalter och akutbesök för astma och andra luftvägssjukdomar i Stockholm, Göteborg och Malmö 2001-2008

Projektrapport till Naturvårdsverket, hälsorelaterad miljöövervakning avtal 2150901

Kadri Meister, Bertil Forsberg

Yrkes- och miljömedicin i Umeå rapporterar 2012:3

**Institutionen för folkhälsa och 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 alla sjukdomar i andningsorganen, vilka ofta medför ökad känslighet för luftföroreningar. Halternas samband med akutbesök för andningsorganens sjukdomar har tidigare studerats inom miljöövervakningen. För att underlätta jämförelser har metodiken anpassats till tidigare studier där betydelsen av halterna de två senaste dygnet beräknas. Övervakning av denna typ av direkta samband med halter i miljön är mindre känslig för trender och förändringar i diagnostik och vårdresurser än enklare epidemiologisk bevakning av antalet fall per år etc., eftersom totala antalet fall i sig kan påverkas av en rad olika typer av faktorer utan koppling till luftföroreningssituationen.

Uppgifter om den skrivna befolkningens akutbesök under åren 2001 till och med 2008 för andningsorganens sjukdomar inklusive astma vid akutsjukhusen i StorStockholm (9 sjukhus), Göteborg och Mölndal respektive Malmö har inhämtats från Socialstyrelsens Patientregister. Uppgifterna från registret avser oidentifierade 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. Vi har för första gången studerat effekterna för olika åldersgrupper: barn (till 18 år), vuxna (19-64 år) och äldre (från 65 år).

Tidsserieanalyserna har utförts med Poisson-regression. I dessa analyser tas hänsyn till tidstrender, årstidsmönster, influensaperioder, väderförhållanden, pollenhalt, veckodag, helgperioder mm. De inkluderade luftföroreningarna är ozon, kvävedioxid och partiklar. Alla luftföroreningsvariabler kan ses som indikatorer på olika typer av luftföroreningar, och har simultant beaktats i de slutliga analyserna.

Sambanden skiljer sig i några fall signifikant mellan studieområdena. För akutbesök för andningsorganen totalt och för astma alla åldrar fann vi kraftigare effekter av PM₁₀ i Malmö. För kväveoxider (NO_x) och akutbesök för andningsorganen totalt liksom för astma alla åldrar var den skattade effekten högre i Stockholm. Effekten av ozon på astma alla åldrar var lägre i Malmö.

När resultaten vägdes ihop för de tre studieområdena beräknas att antalet akutbesök för andningsorganen totalt ökar med 1.4% (95% KI = 0.0-2.9%) per 10 µg/m³ PM₁₀, akutbesök för astma med 2.1% (95% KI = -0.1-4.3%) per 10 µg/m³, medan akutbesök för astma bland barn med 2.9% (95% KI = 0.9- 4.8%) per 10 µg/m³.

Motsvarande sammanvägda resultat för NO_x visar en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 0.7% (95% KI = -0.1-1.5 %) per 10 µg/m³, akutbesök för astma med 1.6% (95% KI = 0.5-2.7%) samt akutbesök för astma bland barn med 1.7% (95% KI = 0.4-3.1%) per 10 µg/m³.

För ozon visar de sammanvägda resultat en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 1.3% (95% KI=0.5-2.1%) per 10 µg/m³, akutbesök för astma med 1.7% (95% KI=0.0-3.4%) samt akutbesök för astma bland barn med 1.8% (95% KI=0.2- 3.3%) per 10 µg/m³.

Eftersom föroreningsituationen som indikatorerna representerar kan förändras med tiden, bör analyserna upprepas med viss periodicitet. Vi ser för Malmö att vissa effekter är säkerställt högre under den senare delen av studien. I framtiden kommer trendanalyser att kunna genomföras lämpligtvis genom att resultat för 3-5-årsintervall jämförs.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
1. Introduktion	4
Bakgrund	4
Syfte och omfattning	5
2. Studieuppläggning.....	6
Studiedesign	6
Besöksdata.....	6
Miljödata	6
Analyser	6
Luftföroreningshalter under studieperioden	7
Antal akutbesök per dygn under studieperioden	9
3. Resultat.....	10
Samband mellan akutbesök och luftföroreningar.....	10
Samband efter ihopvägning.....	15
4. Diskussion	18
5. Referenser.....	20

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 (1-3). Detta har främst visats med dagboksметодik 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 (3-11). 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 (3). Det har visat sig 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 (16). I andra studier har enskilda föroreningars effekt på dagliga antalet akutbesök för astma minskat eller uttraderats när flera föroreningar studerats samtidigt (17). 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 (18). 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 (19).

En studie av akuta effekter av luftföroreningar på antalet sjukhusinläggningar för sjukdomar i andningsorganen genomfördes 2002 och omfattade befolkningen i fyra urbana områden: StorStockholm, Göteborg/Mölndal, Malmö/Burlöv samt Helsingborg (2). Uppgifter om antal sjukhusinläggningar för luftvägsdiagnoser dygn för dygn perioden 1997-1999 inhämtades även då från Patientregistret. I studien analyserades luftföroreningarnas effekter på antalet inläggningar för andningsorganen totalt i alla åldrar samt på inläggningar för astma oavsett ålder. För såväl samtliga inläggningar för andningsorganen som för astmainläggningar var halten av ozon sammantaget för städerna en signifikant riskfaktor. En ökning av ozonhalten med 10 µg/m³ 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) korrelerade i dessa städer en ökning av antalet inlagda för andningsorganen, men sambandet under studieperioden blev inte statistiskt säkerställt.

En studie av akuta effekter av luftföroreningar på antalet akutbesök för sjukdomar i andningsorganen 2001-2005 genomfördes 2007 och omfattade befolkningen i tre urbana områden: StorStockholm, Göteborg/Mölndal samt Malmö/Burlöv (1). Då konstaterades att antalet akutbesök ökade kraftigt med ozonhalten i Göteborg, ökningen var cirka 5% per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Detta kan jämföras med referensvärden i WHO:s program för hälsokonsekvenser av luftföroreningar, AirQ, som 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 (13). För Stockholm och Malmö erhöles 2007 effekter på för akutbesök i den storleksordningen, dock inte statistiskt säkerställda.

De sammanvägda resultaten från alla tre områden visade för PM10 en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 1,4% (95% KI= 0,4-2,4%) per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och akutbesök för astma med 2,8% (95% KI= 1,8-3,7%). Motsvarande sammanvägda resultat för NOx visade en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 0,5% (95% KI= 0,1-1,0 %) per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och akutbesök för astma med 1,2% (95% KI= 0,4-2,1 %).

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, och nu även inom olika åldersklasser. Inom den hälsorelaterade miljöövervakningen har tidigare beskrivits hur de dygnsvisa antalen akutbesök för astma och andra sjukdomar i andningsorganen för alla åldrar påverkas av föroreningarna (1). Uppdelning efter åldersgrupper medför ganska låga dygnsfrekvenser, vilket ger mindre säkra skattningar (vidare konfidensintervall).

Studien som presenterades 2007 omfattade befolkningen i tre områden: StorStockholm, Göteborg/Mölndal samt Malmö/Burlöv. Det finns vissa skillnader mellan de nu använda studieområdena jämfört den tidigare studien pga administrativa förändringar i församlingsgränserna. För att illustrera övervakning av om effekterna förändras över tid, har vi som ett komplement även analyserat 2001-2005 och 2006-2008 på identiskt vis.

För att underlätta internationella jämförelser hade metodiken anpassats till gällande ”golden standard”. För jämförbarhets skull eftersträvas även en likartad analys för luftföroreningar och akutbesök som den tidigare använda för studier av inläggning på sjukhus för andningsorganen.

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 tidigare studier av akuta effekter av luftföroreningar på antalet akutbesök för sjukdomar i andningsorganen i tre 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. Vi använder programvaran R för regressionsanalyserna.

Besöksdata

Uppgifter om den skrivna befolkningens antal akutbesök för andningsorganen per dygn vid respektive områdes akutsjukhus under perioden 2001-2008 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), samt för för astma.

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. Halldata kommer från respektive miljöförvaltning och avser bakgrundshalter (taknivå) vid huvudmätstationen för respektive studieområde (Stockholm: Södermalm, Malmö: Rådhuset, Göteborg: Femmanhuset).

Meteorologiska data har inhämtas från SMHI. Data angående pollenhalt har inköpts från Palynologiska laboratoriet, 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 i den här studien använt modeller som samtidigt inkluderar dessa tre föroreningar.

I analyser av relationerna till antal besök har vi liksom i tidigare analyser av akutbesök 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, tidstrend, pollenförekomst, influensa (inläggningar) samt medeltemperatur (lag0-1) och medelvärdet av relativa luftfuktigheten (lag0-1). Tidstrenden och beroendet av meteorologin modelleras med "mjuka funktioner".

Det finns dagar med mycket höga uppmätta björkpollenhalter i början av maj 2006 i alla städer, varför en indikatorfunktion för den episoden är inkluderad i alla modeller för alla städer.

I slutändan görs även en sammanvägning av skattningarna med vikter proportionella till precisionen i respektive skattning, samt med hänsyn till skillnader mellan de olika skattade effekterna för respektive område (s.k. random effects analysis).

Luftföroreningshalter under studieperioden

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

	PM10	NOx	Ozon
Stockholm			
Minimum	2	2	3
Maximum	95	175	142
Medelvärde	16	20	61
IQR	9	13	32
Göteborg			
Minimum	2	4	2
Maximum	83	459	164
Medelvärde	21	42	63
IQR	11	29	33
Malmö			
Minimum	3	5	1
Maximum	75	146	141
Medelvärde	18	26	59
IQR	8	8	31

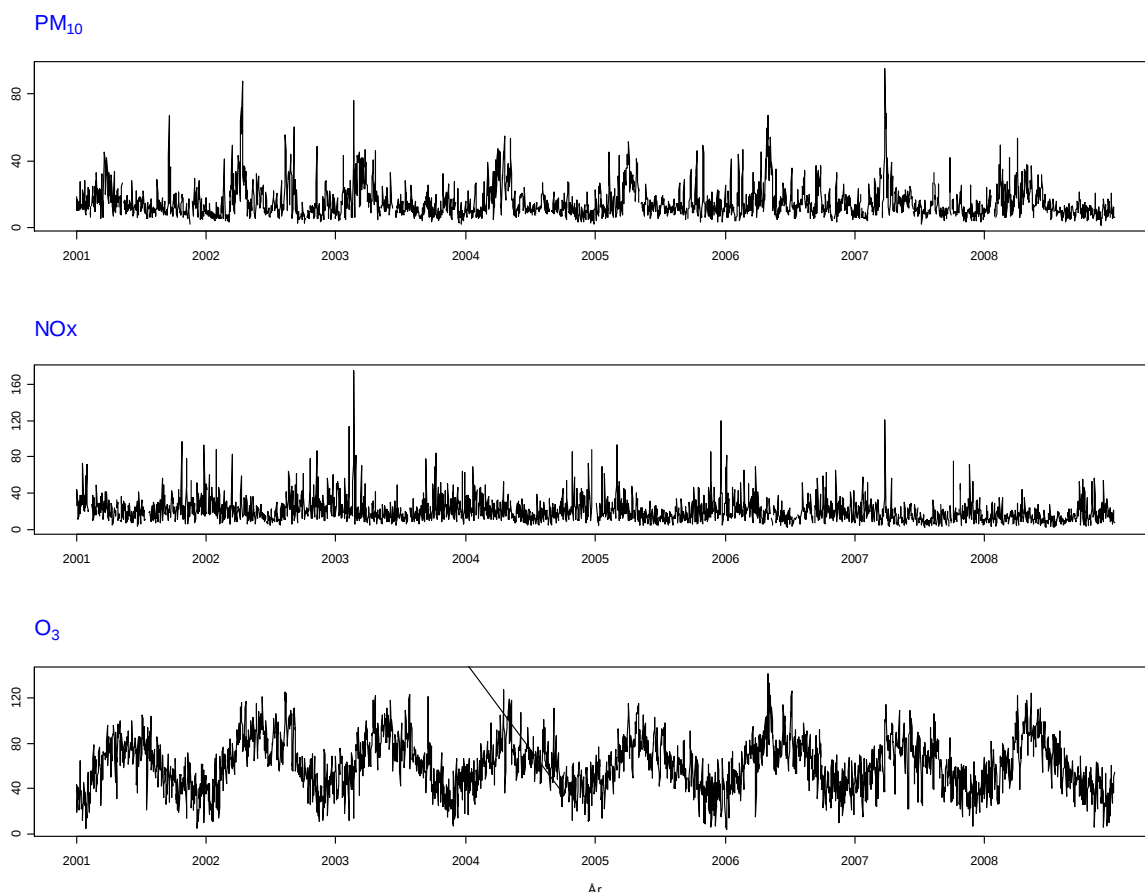
Luftföroreningshalterna som urban bakgrundshalt, d.v.s. en typisk halt inom staden, under studieperioden redovisas i Tabell 1. Göteborgs mätvärden är högst för alla tre föroreningarna, både räknat som medelvärde och som kvartilavståndet (IQR).

I Stockholm är den negativa korrelationen mellan NO_x och ozon ($r = -0,37$) 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 ($r = 0,24$).

Malmö har liknande korrelation mellan NO_x och ozon som i Stockholm ($r = -0,44$), men betydligt lägre korrelation mellan PM₁₀ och ozon ($r = 0,16$) och något högre mellan PM₁₀ och NO_x ($r = 0,26$).

Även Göteborg har en korrelation som liknar Stockholm för NO_x och ozon ($r = -0,39$) och för PM₁₀ och NO_x ($r = 0,27$). Korrelationen för PM₁₀ och ozon ($r = 0,21$) liknar mer Malmö.

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



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

Antal akutbesök per dygn under studieperioden

Antal besök uppdelade efter diagnos- och åldersgrupp redovisas i Tabell 2-3.
Andningsorgan totalt utesluter dock akutbesök pga av influensa.

Tabell 2. Antal akutbesök för sjukdomar i andningsorganen per åldersgrupp under studieperioden

	Andnings- organ totalt	Andnings- organ barn	Andnings- organ vuxna	Andnings- organ äldre
Stockholm				
Minimum	18	2	5	0
Maximum	363	170	166	47
Medelvärde	111	45	51	15
Göteborg				
Minimum	2	0	0	0
Maximum	113	57	63	26
Medelvärde	42	18	17	7
Malmö				
Minimum	2	0	0	0
Maximum	87	53	49	20
Medelvärde	28	14	11	4

Tabell 3. Antal akutbesök för astma per åldersgrupp under studieperioden

	Astma totalt	Astma barn	Astma vuxna	Astma äldre
Stockholm				
Minimum	0	0	0	0
Maximum	177	95	83	9
Medelvärde	26	15	9	2
Göteborg				
Minimum	0	0	0	0
Maximum	29	18	18	7
Medelvärde	8	4	3	1
Malmö				
Minimum	0	0	0	0
Maximum	26	23	13	6
Medelvärde	7	4	2	0

3. Resultat

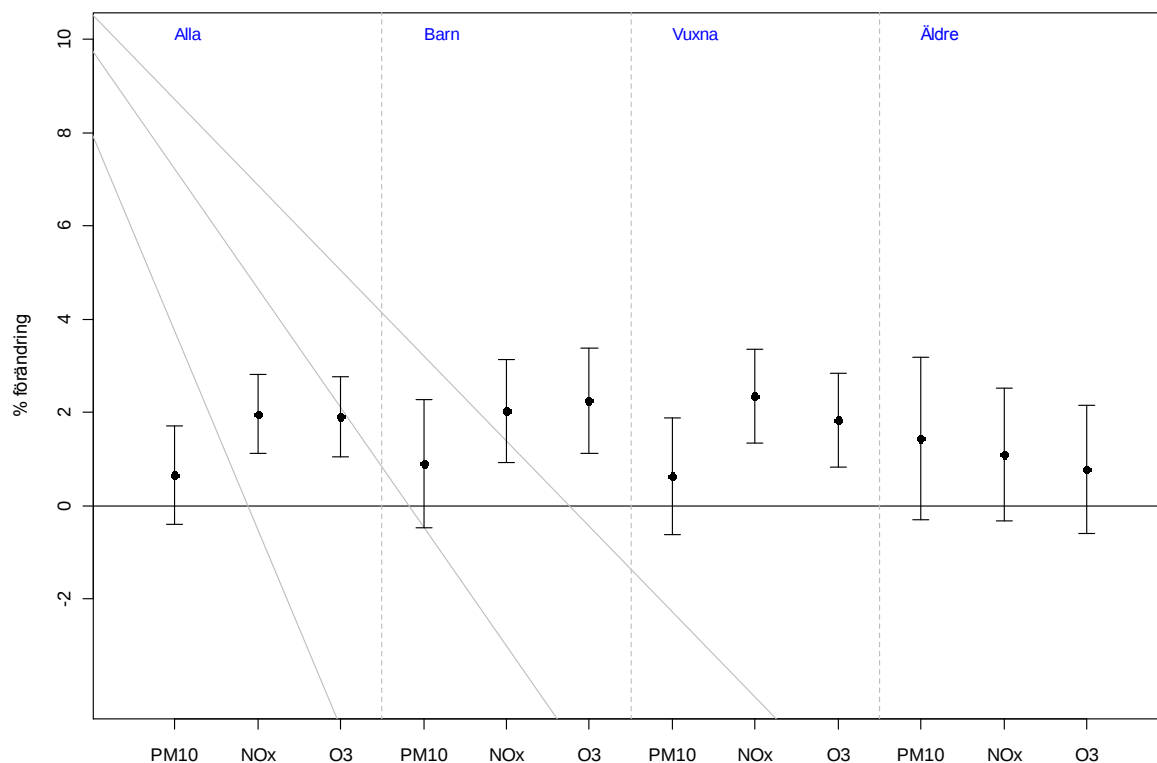
Samband mellan akutbesök och luftföroreningar

Nedan presenteras effekten som procentuell ökning av antalet akutbesök per haltökning de senaste två dygnen (lag 0-1) av $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Resultaten i Figur 2-4 visar ökning av antalet akutbesök för andningsorganen totalt i olika åldersgrupper i de tre städerna.

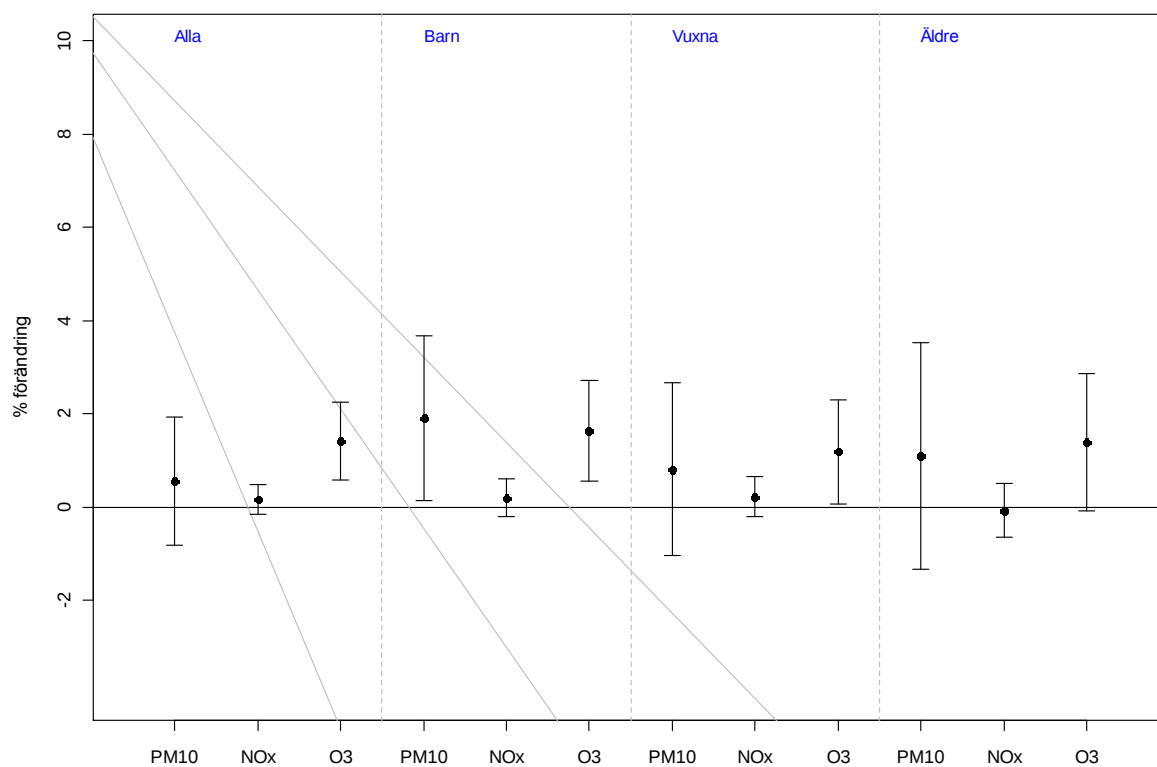
I Stockholm är både halten av NO_x och ozon signifikant som riskfaktor. En ökning av halten av NO_x med $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ökar dagligt antal akutbesök för andningsorganen med cirka 2% för alla åldrar och bland barn, samt med 2.4% bland vuxna. Motsvarande haltökning av ozon medför en ökning med cirka 2% för alla åldrar och 2.2% bland barn samt 1.8% bland vuxna. I Göteborg fann vi det tydligaste effekten för ozon, där en ökning av halten med $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ökar dagligt antal akutbesök för andningsorganen med 1.4% för alla åldrar, 1.6% bland barn samt med 1.2% bland vuxna.

I Malmö fann vi den tydligaste effekten för PM_{10} , där en ökning av halten med $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ökar dagligt antal akutbesök för andningsorganen med 3.5% för alla åldrar, 3.1% bland barn samt med 5.2% bland vuxna.

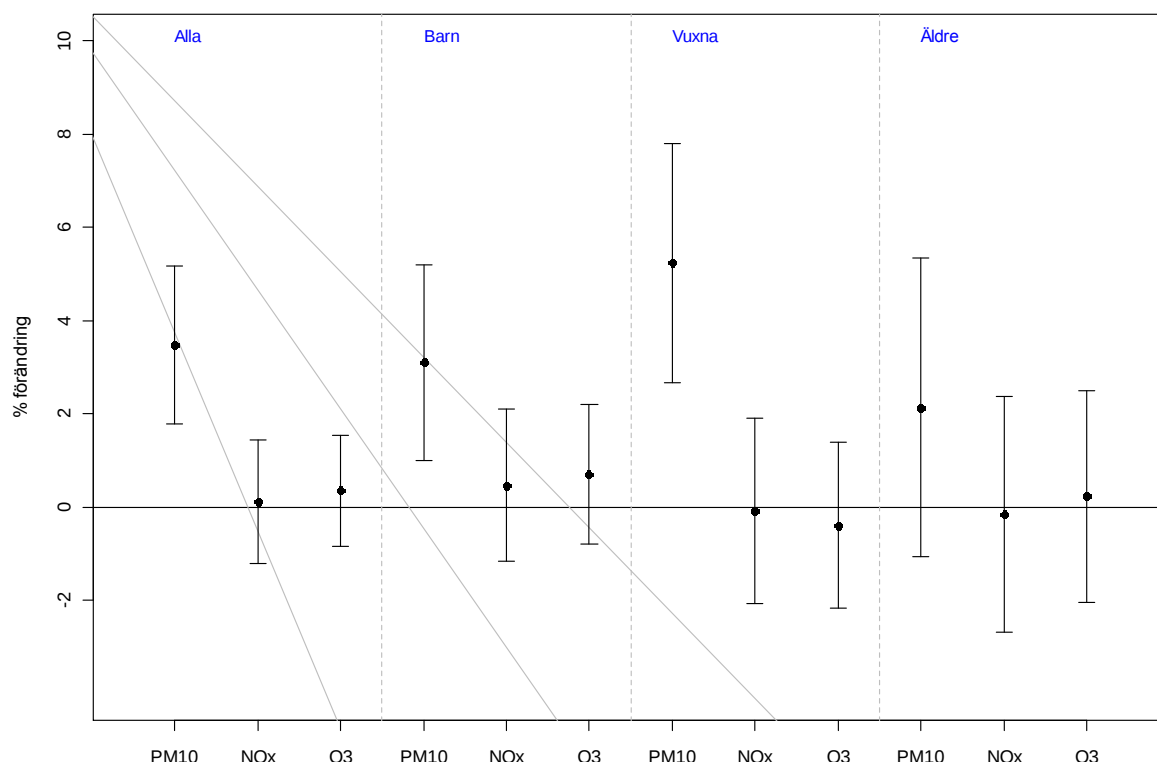
.



Figur 2. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för andningsorganen per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ högre halt (med 95% konfidensintervall) i Stockholm.



Figur 3. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för andningsorganen per 10 µg/m³ högre halt (med 95% konfidensintervall) i Göteborg.



Figur 4. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för andningsorganen per 10 µg/m³ högre halt (med 95% konfidensintervall) i Malmö.

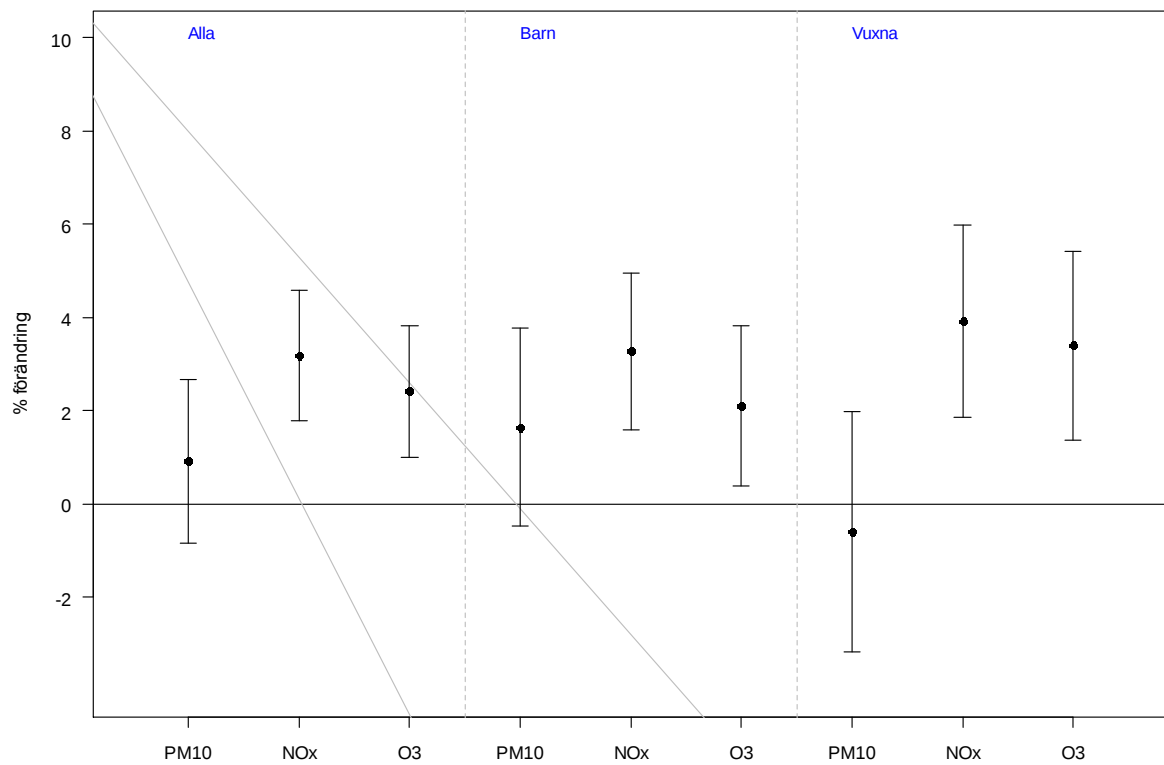
Resultaten sammanfattade i Figur 5-7 visar ökningen av antalet akutbesök för astma i olika åldersgrupper i de tre städerna i relation till halterna. Akutbesök för astma bland äldre var en rätt ovanligt händelse i alla städerna (se Tabell 3) och har uteslutits från analyserna.

I Stockholm är det både halten av NOx och ozon signifikanta riskfaktorer även för akutbesök för astma. En ökning av halten av NOx med 10 µg/m³ ökar dagligt antal akutbesök för astma med drygt 3% för alla åldersgrupper. Motsvarande haltökning av ozon medför en ökning med drygt 2% för alla åldersgrupper.

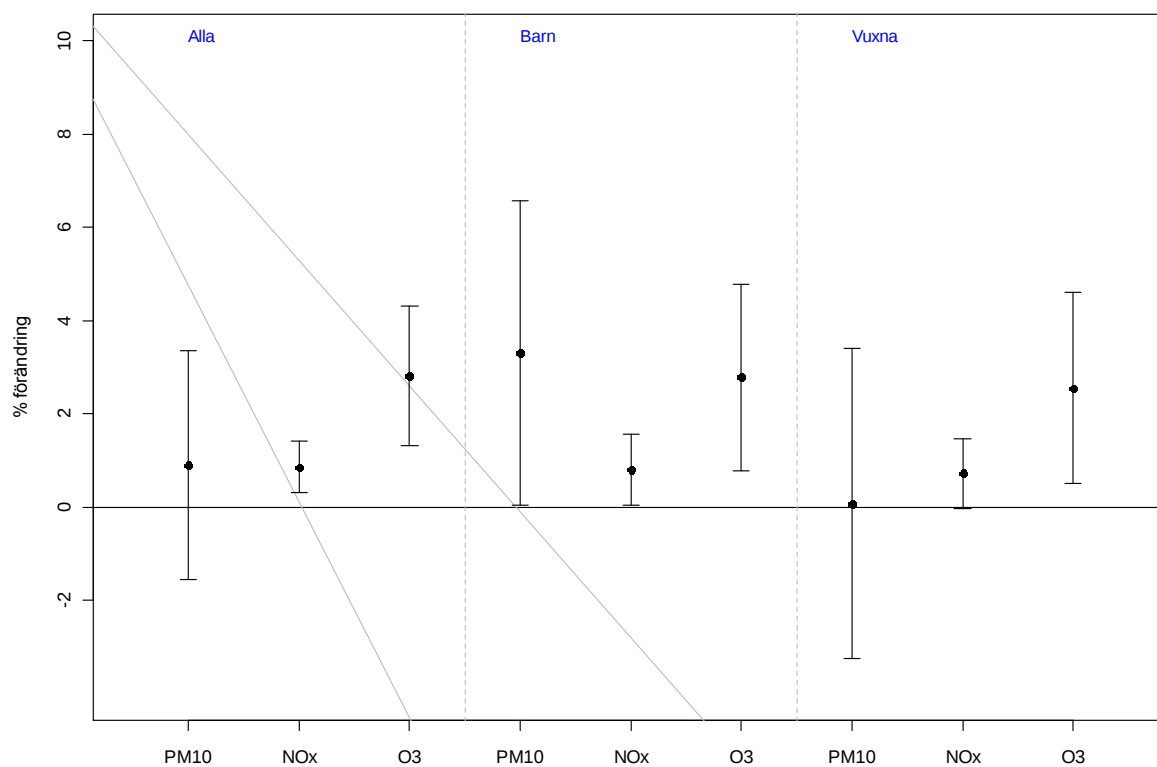
Även i Göteborg fann vi signifikanta effekter av både NOx och ozon. En ökning av halten av NOx med 10 µg/m³ ökar dagligt antal akutbesök för astma med nästan 1% i alla åldersgrupper. Motsvarande haltökning av ozon medför en ökning med nästan 3% för alla åldersgrupper.

I Malmö fann vi att en ökning av halten med 10 µg/m³ för PM10 ökar dagligt antal akutbesök för astma med runt 5% för alla åldersgrupper.

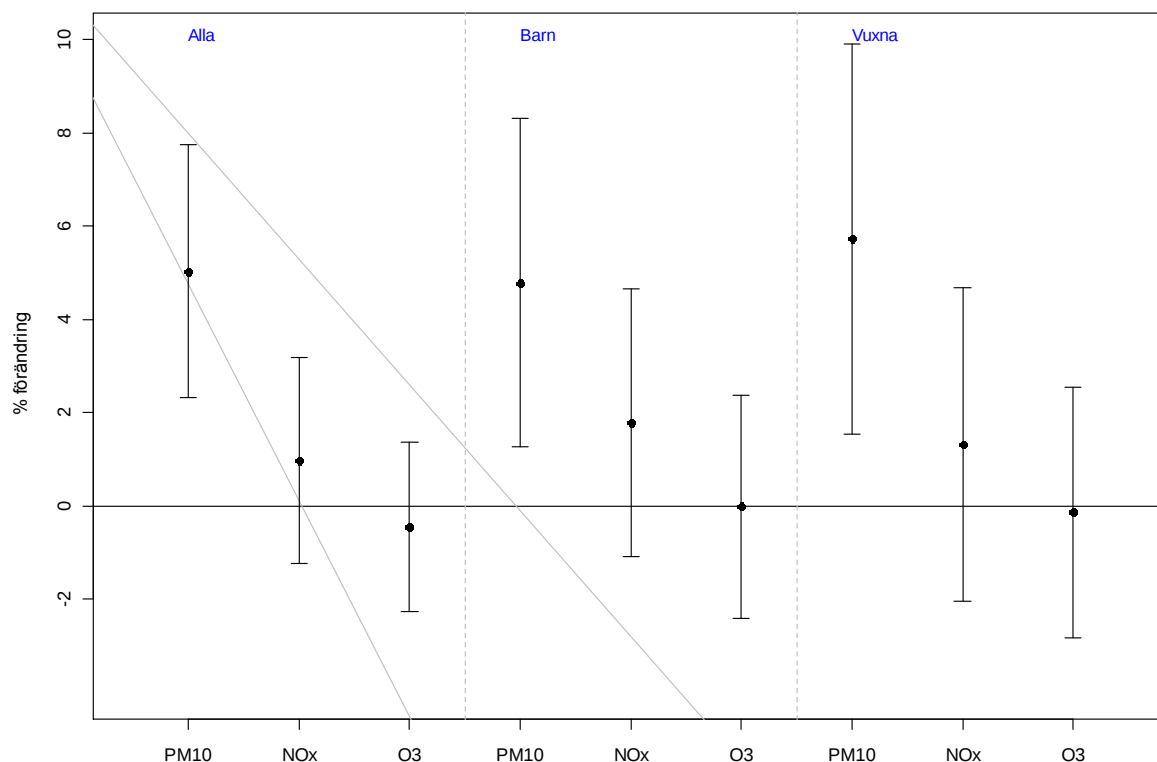
Sambanden skiljer sig i några fall signifikant mellan studieområdena. För akutbesök för andningsorganen totalt och för astma alla åldrar fann vi högre effekt av PM10 i Malmö än i de två andra städerna. För kväveoxider (NOx) och akutbesök för andningsorganen totalt liksom för astma alla åldrar var den skattade effekten högre i Stockholm än i Göteborg och Malmö. Effekten av ozon på astma alla åldrar var lägre i Malmö.



Figur 5. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för astma per 10 µg/m³ högre halt (med 95% konfidensintervall) i Stockholm.



Figur 6. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för astma per 10 µg/m³ högre halt (med 95% konfidensintervall) i Göteborg.



Figur 7. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för astma per 10 µg/m³ högre halt (med 95% konfidensintervall) i Malmö.

En kompletterande analys med tidsperioderna 2001-2005 och 2006-2008 separat, visade på två statistiskt säkerställda skillnader för Malmös del. Effekten av ozon på akutbesök för astma alla åldrar var högre 2006-2008, liksom effekten av PM10 på andningsorganen totalt, som var högre under den senare perioden. I övrigt fanns inga statistiskt säkerställda skillnader mellan perioderna.

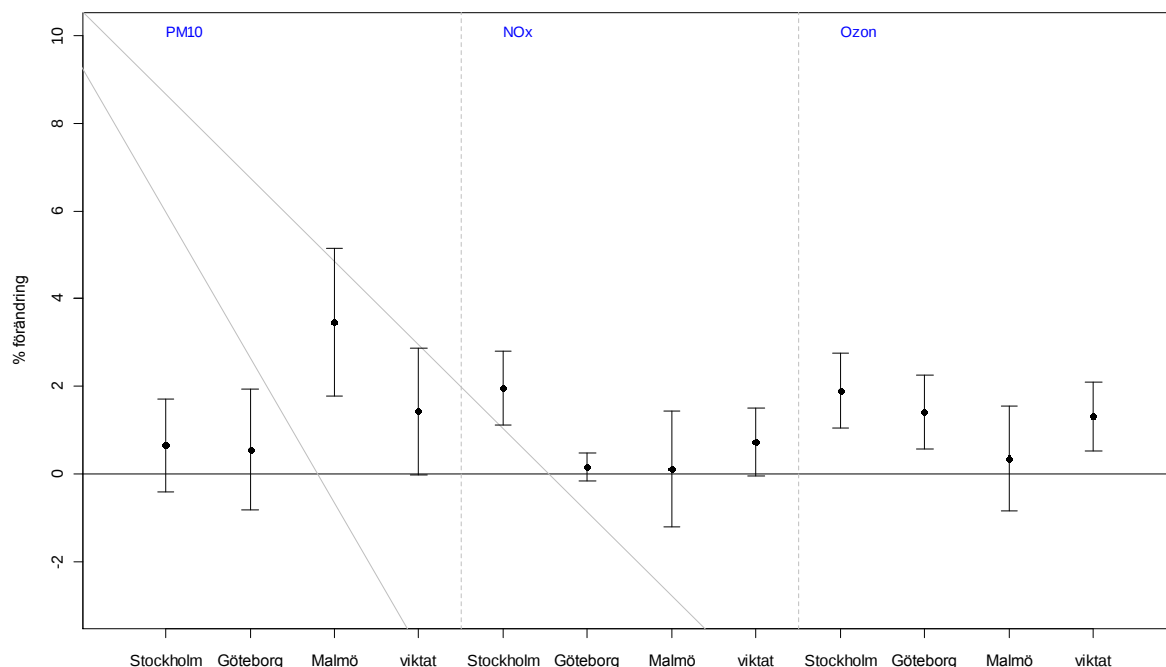
Samband efter ihopvägning

Resultaten presenterade i Figur 8-10 visar ökningen av antalet akutbesök uttryckt som % per 10 µg/m³ högre halt av PM10, NOx samt ozon (med 95% konfidensintervall). Sambanden visas dels per område, dels ”poolade” för de tre områdena.

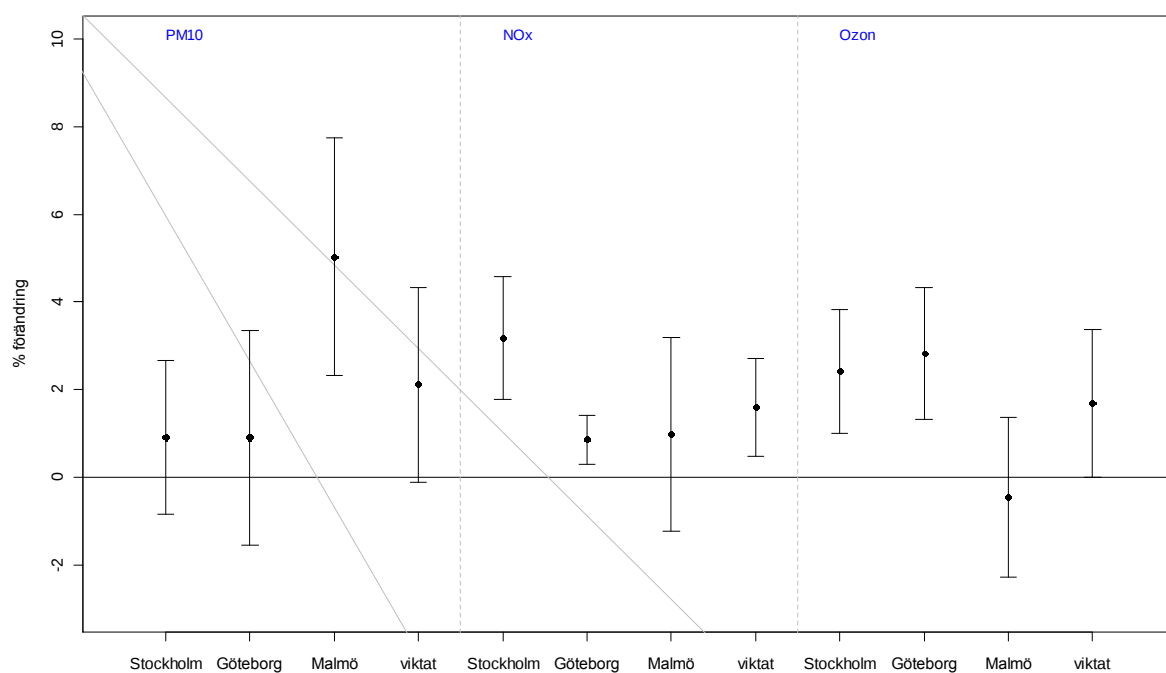
De sammanvägda resultaten visar för PM10 en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 1.4% (95% KI =0.0- 2.9) per 10 µg/m³, akutbesök för astma med 2.1% (95% KI= -0.1-4.3%) samt akutbesök för astma bland barn med 2.9% (95% KI=0.9- 4.8%).

Motsvarande sammanvägda resultat för NOx visar en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 0.7% (95% KI=-0.1-1.5 %) per 10 µg/m³, akutbesök för astma med 1.6% (95% KI=0.5-2.7%) samt akutbesök för astma bland barn med 1.7% (95% KI=0.4-3.1%).

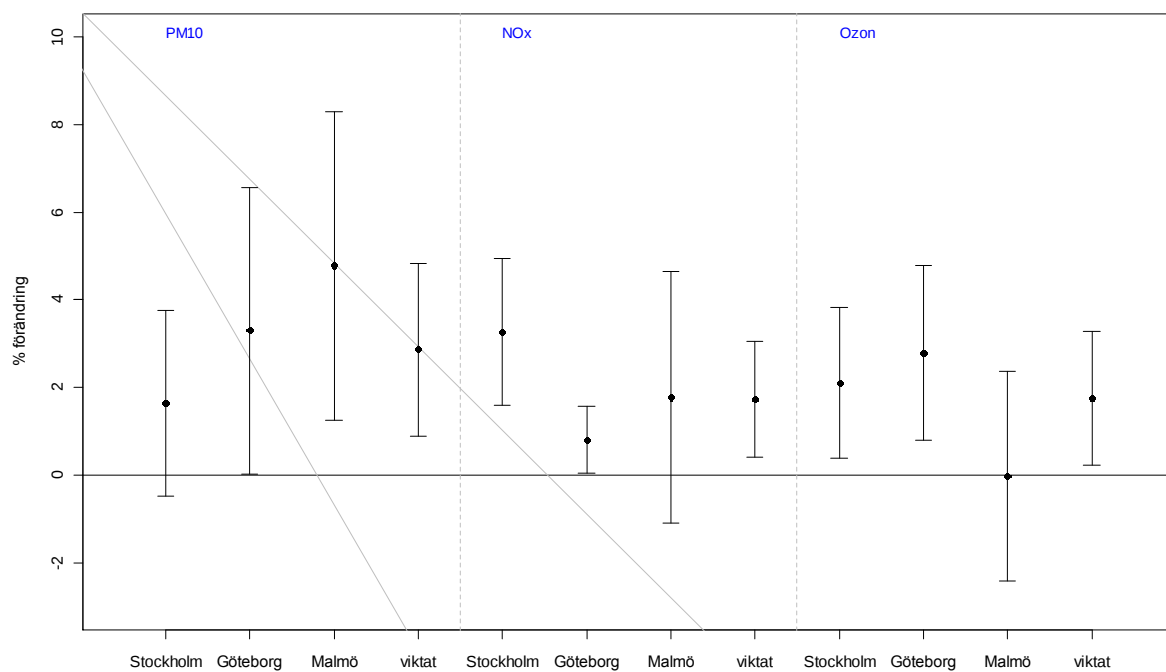
För ozon visar de sammanvägda resultat en ökning av totala antalet akutbesök för andningsorganen med 1.3% (95% KI=0.5-2.1%) per 10 µg/m³, akutbesök för astma med 1.7% (95% KI=0.0-3.4%) samt akutbesök för astma bland barn med 1.8% (95% KI=0.2- 3.3%).



Figur 8. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för andningsorganen per 10 µg/m³ högre halt (med 95% konfidensintervall), per stad och sammanvägt för alla tre städer.



Figur 9. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för astma per 10 µg/m³ högre halt (med 95% konfidensintervall), per stad och sammanvägt för alla tre städer.



Figur 10. Procentuell ökning av dagligt antal akutbesök för astma bland barn per 10 µg/m³ högre halt (med 95% konfidensintervall), per stad och sammanvägt för alla tre städer.

4. Diskussion

Inom den hälsorelaterade miljöövervakningen följs miljöförhållanden av betydelse för hälsan. När man använder indikatorer som halten av partiklar (utan att ha möjlighet att specificera deras sammansättning) måste man följa både förändringar i deras koncentration i miljön och i deras effekt per halt (samband med hälsa). 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 för olika åldersgrupper. 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, eller ett bättre alternativ, 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 både sjukhusinläggningar och akutbesöken. 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 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.

När det gäller luftföroreningar och hälsoeffekter visar många studier att det finns ett samband mellan exponeringsgrad och hälsoutfall för barn. Det finns flera epidemiologiska studier om akutbesök för astma bland. Man har bl.a. rapporterat ett samband mellan förhöjda halter av t.ex. PM10 och ozon och ökat antal besök för astma i åldersgruppen 5-14 år (18).

De effekter vi fann relaterade till halten av PM10 är något större än typiska resultat från Europa och USA. Även luftföroreningseffekterna på dagligt antal inläggningar för andningsorganen har dock varit ovanligt kraftiga i Sverige, så resultaten ligger i linje med tidigare svenska fynd.

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 (2) respektive i dagboksstudier i (14,15). 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 (18-19).

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. Även om vi ännu överblickar en kort period, så framgick vid en uppdelning av data i två tidsperioder, att en statistiskt säkerställd högre effekt i två fall förelåg under den senare perioden. Om detta skulle vara en generell trend kan det bero på ökad toxicitet i luftföroreningsblandningen, eller på att känsligheten i befolkningen ökat.

Om man vill beskriva förändringar i luftföroreningsbelastningen ur hälsosynpunkt tätare än med 3-5 års mellanrum, kan årliga beräkningar göras utifrån senaste årets uppmätta halter och senaste studiens skattningar av effekten på antal akutbesök.

5. Referenser

1. Bertil Forsberg, Kadri Meister, Bo Segerstedt. Luftföroreningshalter och akutbesök för astma och andra luftvägssjukdomar i Stockholm, Göteborg och Malmö 2001-2005 – Projektrapport till Naturvårdsverket. Umeå universitet, Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin, 2008.
2. 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.
3. Forsberg B, Bylin G. Uteboken – En bok för alla som bryr sig om en hälsosam utomhusluft. Naturvårdsverket och Statens folkhälsoinstitut, 2001.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
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 – Results from APHEA2 Project. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1860-1866.

12. 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.
13. WHO. AirQ Manual, Bilthoven, 2000.
14. 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
15. 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.
16. 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.
17. Peel JL, Tolbert PE, Klein M, et al. Ambient air pollution and respiratory emergency department visits. *Epidemiology* 2005;6:164–73.
18. 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.
19. Halonen JJ, 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.
- 20.