

RAPPORT

Samverkar pollen och luftföroreningar i sin effekt på hälsan?

En studie av data från Göteborg, utförd på uppdrag av Naturvårdsverket, Göteborgs Miljöförvaltningen och Göteborgsregionens luftvårdsförbund

2011-03-02

Innehåll:

Bakgrund.....	1
Material och metoder.....	2
- Pollen.....	2
- Luftföroreningar.....	5
- Läkemedelsförskrivning.....	6
- Statistik.....	6
Resultat.....	7
Sammanfattning.....	11
Referenser.....	12
Tabeller	

Bakgrund

Både det kemiska och det biologiska innehållet i luften påverkar människors hälsa och livskvalitet. I definitionen av "luftkvalitet" har man traditionellt bara avsett de kemiska komponenterna. Övervakning av luftföroreningar har skett parallellt med övervakning av allergiframkallande pollen (och sporer). Men det är först på senare tid som det har funnits ett intresse av att ta reda på om luftföroreningar och bioaerosoler samverkar med avseende på hälsoeffekter, trots att det är väl känt att 15-20% av befolkningen lider av pollenallergi. Stöd för att en sådan samverkan föreligger kommer framför allt från experimentella studier, och studier av växterna själva.

När luftföroreningar förstärker effekten av pollen, kan de göra det både genom att påverka den pollenproducerande växten eller pollenkornen själva och genom att förstärka reaktionen hos den människa som andas in pollenet. Pollenets yttrevägg kan skadas av partiklar och gasformiga föroreningar, så att innehållet lättare frigörs. Pollenkornen innehåller allergiframkallande proteiner, som läcker ut på nässlemhinnan och presenteras för celler som tillhör immunförsvaret inuti och i botten av slemhinnan. De innehåller också proinflammatoriska ämnen och enzymer som kan frigöra fria syreradikaler och därigenom framkalla så kallad oxidativ stress. Gräspollen har tunna väggar, och brister lätt i kontakt med vatten. Då frigörs små, så kallade "subpollen particles" som till skillnad från pollenkornen själva är så små att de kan passera ner i de nedre luftvägarna. En studie visar, att sådana partiklar frigörs snabbare om pollenkornen också exponerats för luftföroreningar.

Luftföroreningar har irriterande verkan på mänskliga luftvägar, och kan framkalla inflammation. Det förefaller att denna inflammation tenderar att vara "atopisk" hos som personer med benägenhet för allergi (atopiker), det vill säga, den ökar benägenheten för och förstärker allergiska reaktioner. Såväl ozon, kvävedioxid och partiklar kan inducera oxidativ stress, liksom pollenkornen själva tycks kunna göra. Sådan stress skadar luftvägarna. Åtskilliga experimentella studier visar att personer som exponerats för ozon och kvävedioxid reagerar vid lägre nivåer av pollen och sporer än om de vistas i frisk luft (e.g. Peden and Reed 2010 och referenser däri). Många av de små partiklar (<2.5 mikrometer) som registreras vid luftövervakning är dieselpartiklar, som ofta är bundna till polycykliska, aromatiska kolhydrater (PAH:s). Dessa tränger lätt genom de nedre luftvägarnas epitel och kommer in i cirkulationen. De tenderar också att framkalla och förstärka allergiska reaktioner hos atopiker. Pollenkorn kan bära dieselpartiklar på sin yta, och man misstänker också att allergener kan absorberas av sådana partiklar.

De flesta epidemiologiska studier som undersökt sambandet mellan luftföroreningar och allergier är av långtidskaraktär, och visar framför allt i vilken utsträckning som ett liv i förorenade miljöer bidrar till ökad sensibilisering, det vill säga, risken för att utveckla allergier (se t ex en review av Bråbäck och Forsberg 2009). Antalet epidemiologiska studier som behandlar akuta effekter av samverkan mellan luftföroreningar och bioaerosoler är betydligt färre, och resultaten är inte alls entydiga. Några av dem har sett en effekt av ozon. De flesta av dessa undersökningar har koncentrerat sig på akutintag och hospitalisering på grund av astma. En studie (Cakmak et al.

2002) har sett på akutbesök för rhinokonjunktivit (näs- och ögonbesvär), dock utan att kunna dra några klara slutsatser.

Detta är en första rapport från en studie som görs på uppdrag av Naturvårdsverket, Göteborgs Miljöförvaltning och Göteborgsregionens luftvårdsprogram. Rapporten innehåller vad som skall ses som en explorativ (hypotesgenererande) analys av pollendata från Göteborg 2009 och 2010 och eventuell samverkan med några olika luftföroreningar på hur stor förskrivningen av läkemedel är under pollenssäsongen. Avsikten är att också analysera pollen- och luftföroreningsdata från Malmö på uppdrag av Region Skåne, men föreliggande rapport innehåller endast Göteborgsdata. Mer tid kommer att ägnas åt att studera de funna resultaten i detalj. Vi vill försöka dra slutsatser om vad som förefaller vara signifikanta resultat avspeglar en verklig samverkan eller om de t ex beror på att de olika komponenterna förekommer samtidigt på grund av att de gynnas av samma förhållanden; vidare analyser kommer sannolikt vara del av ett doktorandprojekt vid Institutionen för växt- och miljövetenskaper vid Göteborgs Universitet. Men den valda statistiska metoden är ändå vald för att visa om samverkan föreligger.

Avsikten är också att tillsammans med allergiläkare (Institutionen för arbets- och miljömedicin, GU) och epidemiologer (Folkhälsa och klinisk medicin, Umeå) gå vidare med uppgifter om besök primärvården och intag på sjukhus. Det tar dock tid att få tillgång till patientuppgifter, och därför har vi valt att börja med uppgifterna om läkemedelsförskrivning.

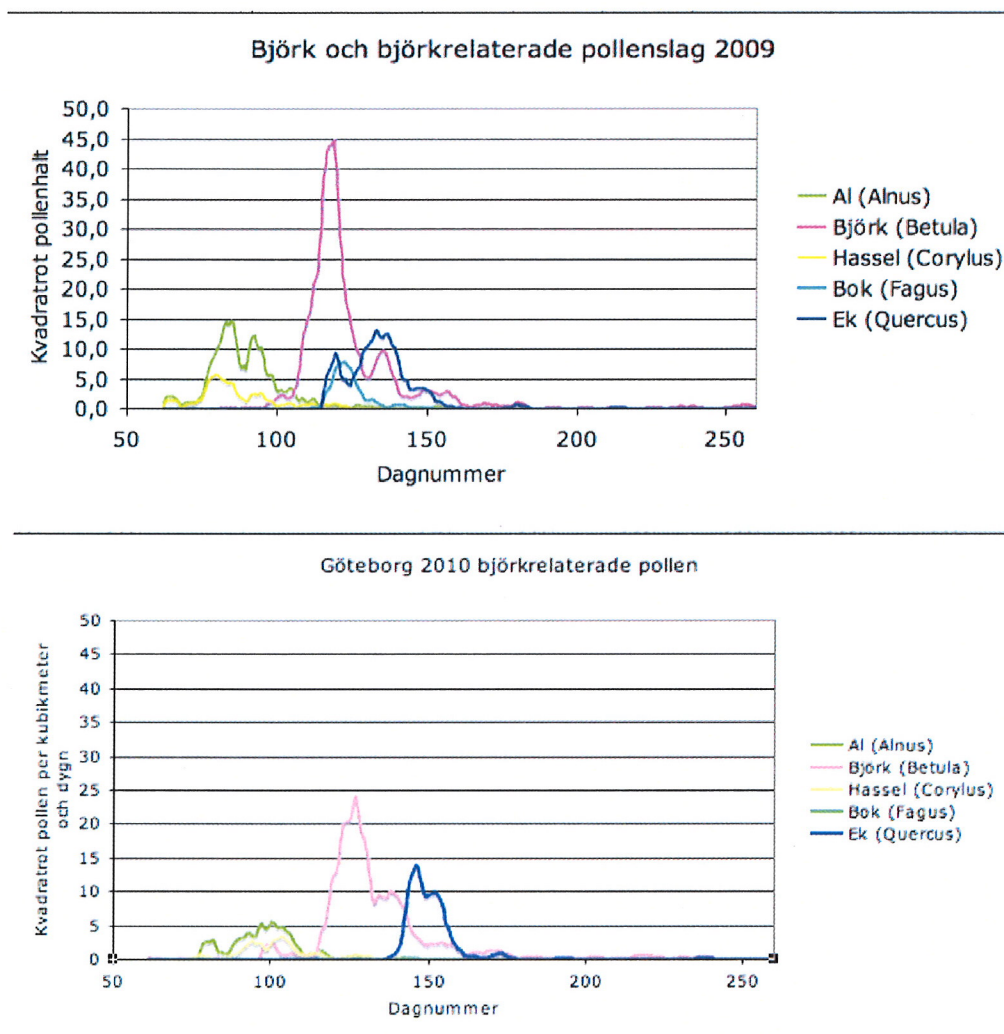
Material och metoder

Pollenmätstationen i Göteborg är placerad på taket av Centralkliniken på Östra sjukhuset i stadens utkant, ca 30 m över marken. Resultaten anses vara representativa för hela Göteborgsområdet, ca 4-5 mil in i landet och något längre åt norr och söder. Luftföroreningsdata kommer från "Femman", Miljöförvaltningens huvudmätstation som är placerad på Femmanhusets tak i Östra Nordstan i centrala Göteborg. Avståndet mellan de båda mätstationerna är cirka 8 km.

I den här analysen har vi delat in pollenssäsongen i två delar, dels vad vi här kallar björkpollenssäsongen (1 april-20 juni), dels gräspollenssäsongen från och med den tidpunkt då endast låga björkpollenhalter uppmäts (16 maj-31 augusti under 2009, 18 maj-31 augusti under 2010). Med denna definition omfattar björkpollenssäsongen också en stor del av förekomsten av så kallade björkrelaterade pollenslag, med undantag från det som förekommer under mars. Gräs och björk brukar överlappa varandra, och för att underlätta tolkningen har den del av gräspollenssäsongen som under 2009 sammanföll med mycket höga halter av björkpollen utelämnats.

Björkpollen. Björkar är bland de allra vanligaste träden i Sverige. Att björkpollen är en av de två vanligaste orsakerna till pollenallergi i Nordeuropa beror bland annat på att björkar är så vanliga och att de bildar så mycket pollen. Ett enda hanhänge av de tusentals som kan produceras på ett

träd kan bilda 5 miljoner pollenkor, och alldeles intill blommande träd kan koncentrationer på 30-50 000 pollenkor per kubikmeter luft uppmätas¹⁸. Blomningsintensiteten hos björk kan variera mycket mellan olika år. Björkpollenssäsongen år 2009 var betydligt intensivare än den var år 2010 (Fig. x).



Figur 1. Förekomsten av björk- och björkrelaterade pollen under 2009 och 2010 i Göteborg.

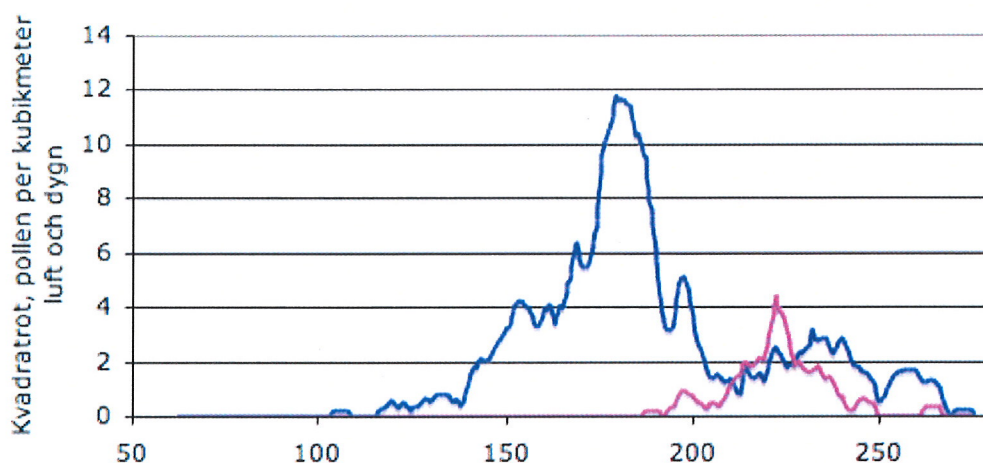
Björkrelaterade pollen. Det anses finnas en mycket hög grad av korsreaktivitet mellan björk och dess närmaste släktingar, så att 80% av björkpollenallergikerna också reagerar på pollen från hassel (*Corylus avellana*) och al (*Alnus* spp.). Dessutom är sannolikheten stor att de också reagerar på pollen från bok (*Fagus*) och ek (*Quercus* spp.). I begreppet björkrelaterade pollen ingår i föreliggande arbete alla dessa pollenslag, inklusive björk.

Gräspollen. Poaceae (gräsfamiljen) omfattar i Sverige cirka 150 arter. Endast ett femtiotal av dessa är tillräckligt vanliga och tillräckligt stora pollenproducenter för att vara väl representerade i pollenregistreringen. I pollenrapporterna skiljer man inte pollen från olika arter. De är

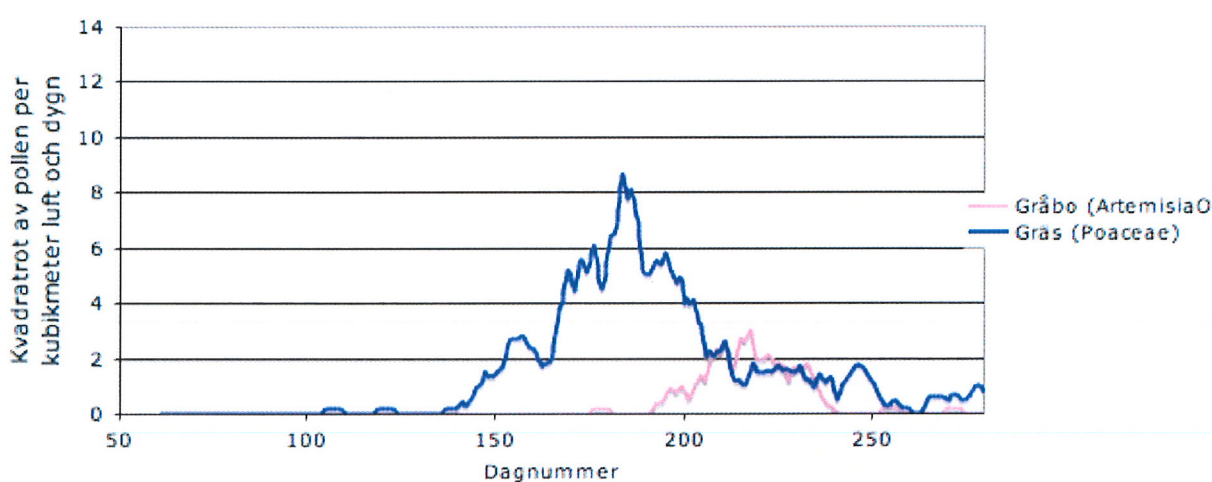
utseendemässigt lika varandra. Bland majoriteten av dem som förekommer i Sverige är korsreaktiviteten är mycket högⁱ på grund av ett stort överlapp i pollenets innehåll av allergen.

Gräspollensäsongens början är starkt beroende av temperaturförhållanden och fuktighet under hela våren och försommaren, och kan variera från år till år. Situationen kompliceras av att det är många olika arter med olika ekologi, som avlöser varandra under säsongen. Gräspollenkurvan brukar visa en följd av toppar, som sannolikt representerar olika arters blomningsmaxima och variationer i väderlek. Under olika år kan dessa faktorer överlappa och förstärka varandra i skiftande grad, beroende på det enskilda årets väderleksförhållanden. Gräspollen förekommer i luften ända tills slutet av september, men i föreliggande rapport har slutpunkten satts till 31 augusti.

Gräs- och gråbopollen, Göteborg 2009



Göteborg 2010, gräs- och gråbopollen



Figur 2. Förekomsten av gräs- och gråbopollen under 2009 och 2010 i Göteborg.

Andra allergena pollen. I denna rapport har bara björk och de björkrelaterade pollenslagen, gräs och gråbo (*Artemisia*) beaktats såsom de mest betydande allergena pollenslagen. Gräspollen kan påverka resultaten under björksäsongen, medan såväl björk, ek och bok kan påverka resultaten i början av grässäsongen och gråbo under hög- och eftersommar.

Den totala mängden pollen. Ungefär trettio pollenslag uppträder regelbundet i luften. Det finns flera goda skäl att identifiera och analysera dem alla, inte bara dem som betraktats som viktigast ur allergisynpunkt i Sverige. I kategorin ”övriga” eller ”obestämda” hamnar endast pollenslag, som uppträder tillfälligt eller som enstaka pollenkor. Bland dem som inte betraktas som allergena, finns en, gran och tall, som samtliga bidrar med väldigt mycket pollen under sen vår och försommar. Teoretiskt sett kan de bidra med rent mekanisk irritation som kan uppfattas som en allergisk effekt. Vid ett möte med det europeiska pollennätverket COST ES0603 i februari 2011 framfördes (Karatzas, muntligen) att det finns ett samband mellan höga tallpollenhalter och personer som uppger ögonirritation (”känsla av främmande kropp i ögat”) i uppgifter lämnade till den webbaserade ”Pollen Diary” (www.pollendiary.com).

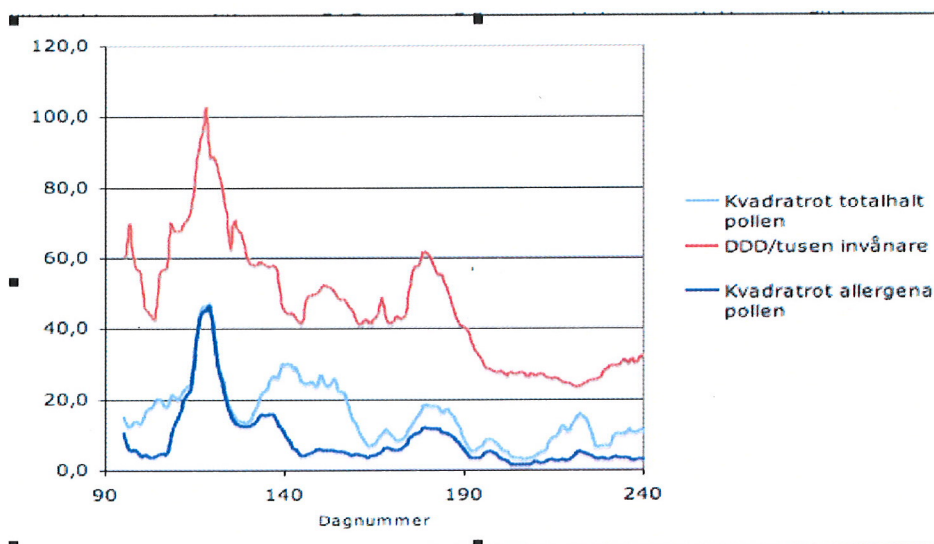


Fig. 3. Sambandet mellan pollenhalter och DDD/TIN för antihistaminer under pollensäsongen i Göteborg 2009.

Luftföroreningar

Svaveldioxid (SO₂). Svaveldioxid bildas vid förbränning av svavelhaltiga bränslen så som kol och olja. I Göteborg är raffinaderierna, en del fartyg och uppvärmning av våra bostäder de största källorna. Förhöjda halter av svaveldioxid kan leda till irritation av slemhinnor, andningsbesvär och försämrat infektionsförsvar i luftvägarna. Halterna är numera så låga i Sverige, att de inte anses påverka hälsan.

Kväveoxider (NO_x). Kväveoxid bildas vid all slags förbränning och kommer idag främst från trafiken. I luften reagerar sedan kväveoxid med syre, varvid kvävedioxid bildas. Även om det framför allt är kvävedioxider som påverkar hälsan, har vi valt att till att börja med studera effekten av kväveoxider tillsammans. Kväveoxider brukar också betraktas som en ”proxy” för partiklar.

Ozon

Marknära ozon bildas när gaser (NO₂ och flyktiga organiska ämnen) påverkas av ultraviolet solstrålning. Halterna är högst under sommaren. Det ozon som finns i Göteborg kommer till största delen från utlandet. Under vissa väderleksförhållanden kommer mycket ozon från den europeiska kontinenten.

Partiklar

PM betyder ”particulate matter”. PM10 är ett mått på halten av partiklar som är mindre än 10 mikrometer i diameter, och PM2.5 ett mått på halten av partiklar mindre än 2.5 mikrometer i diameter. Partiklar uppkommer dels från olika former av förbränning och dels från naturliga källor. Under vårvintern uppmäts ofta höga halter av partiklar eftersom dubbdäck sliter på vägbanan, däck och bromsar. Den största andelen av de PM2.5-partiklar som uppmäts i Göteborg härrör från den europeiska kontinenten.

Partikelstorleken är av stor betydelse då man studerar hälsoeffekter. Ju mindre partikel, desto längre ner i luftvägarna tar den sig, och för att den skall betraktas som inandningsbar bör den vara mindre än 5 mikrometer. De pollenkorn som förekommer i luften i Göteborg är större än 15 mikrometer, och omfattas inte av de båda partikelklasser som behandlas här. De fastnar i näsan, där de hälsopåverkande ämnena läcker ut. Som ovan nämnts, kan gräspollen brista och ge ifrån sig mindre partiklar.

Läkemedelsförskrivning

En DDD, eller daglig dos, är den förmodade genomsnittliga dygnsdosen då läkemedlet används av vuxen vid medlets huvudindikation, fastställd av WHO. I denna studie har vi använt uppgifter om DDD av antihistaminer omfattande ATC-koderna R01AC01, R01AC02, R01AD01, R01AD02, R01AD05, R01AD09, R03DC03, R06AA02, R06AD02, R06AE07, R06AX13, R06AX22, R06AX26 och R06AX27, inkluderande både män och kvinnor i åldern 10-64 år i Göteborg, som levererats från Socialstyrelsen. DDD/TIN är antalet DDD per tusen invånare.

Statistik

De statistiska beräkningarna har utförts med hjälp av programmet JMP. Vi har använt enkla och multipla regressioner med hjälp av analysen ”Generalized Linear Model Fit”, Poissonfördelning för att undersöka hur DDD/TIN påverkas av de olika variablerna var för sig, och i samverkan. Pollendata är kvadratrotstransformerade, medan luftföroreningsdata är absoluta. För läkemedelsdata har de rullande medelvärdenas använts.

Pollendata är kvadratrotstransformerade, medan luftföroreningsdata är absoluta. För läkemedelsdata har de rullande medelvärdenas använts.

Resultat

Resultaten av analyserna sammanfattas i tabell 1 och 4, och redovisas mer utförligt i tabellerna 5-12.

Svaveldioxid

De enkla regressionerna visade entydigt en påverkan mellan halterna av svaveldioxid på DDD/TIN, oberoende av säsong och år.

Resultaten av de multipla regressionerna indikerade att svaveldioxid samverkade med alla kombinationer av pollen, under björkpollenssäsongen 2009 och 2010, även om graden av signifikans varierade.

Under gräspollenssäsongen ser det ut som att svaveldioxid samverkade med just gräspollen, men däremot inte med den totala mängden allergent pollen något av åren, eller med den totala mängden pollen under 2010. Under 2009 fanns en svagt signifikant samverkan med den totala mängden pollen ($p=0,0418$).

Kväveoxider

Kväveoxider hade en signifikant effekt ($p=0,0248$) på DDD/TIN under björkpollenssäsongerna 2009 ($p=0,0016$) och 2010 ($p=0,0248$) och under gräspollenssäsongen 2010. ($p=0,0058$). Under gräspollen 2009 var effekten endast nära signifikant ($p=0,0897$).

Analyserna visade ingen samverkan mellan kväveoxider och pollen under björkpollenssäsongen 2009, möjligen med undantag för med "den totala mängden pollen" där effekten var svagt signifikant ($p=0,0426$). Under björkpollenssäsongen 2010 fanns en signifikant interaktion mellan kväveoxider och björkpollen ($p=0,0326$), och en nära signifikant interaktion med "alla allergena pollen" ($p=0,0509$).

Kväveoxider interagerade inte med pollen alls under gräspollenssäsongen 2009 i effekten på DDD/TIN. Under 2010 visar analysresultatet en mycket hög signifikans för samverkan mellan kväveoxider med gräspollen och med den "totala mängden pollen", och en nära signifikans ($p=0,0584$) för samverkan med "alla allergena pollen".

Ozon

Effekten av ozon på DDD/TIN hade mycket hög signifikans under björksäsongen 2009 samt under grässäsongerna 2009 och 2010. Under björksäsongen 2010 var effekten nära signifikant ($p=0,0587$).

Den samverkande effekten av pollen och ozon på DDD/TIN var tydligare under 2009 än under 2010. Den hade hög signifikans ($p=0,0014$) under 2009 och nära signifikans under 2010 ($p=0,0672$). Tillsammans med "alla björkrelaterade pollen" hade ozon en signifikant effekt under

denna kombination nära signifikant ($p=0,0521$). Samverkan med ”mängden totala pollen” hade mycket hög signifikans under 2009, men inte någon alls under 2010.

Resultaten indikerar en tydlig samverkan mellan ozon och pollen under gräspollenssäsongen 2009, men inget bidrag från gräspollen i denna samverkan under 2010. Däremot hade samverkan mellan ozon och ”alla allergena pollen”, liksom ”den totala mängden pollen” mycket hög signifikans under 2010.

PM10

Resultatet av de enkla regressionerna visade en hög eller mycket hög signifikans på effekten av PM10 på DDD/TIN både under björkpollenssäsongerna och gräspollenssäsongerna 2009 och 2010.

Interaktionen mellan PM10 och björkpollen var endast nära signifikans under 2009 ($p=0,0644$) men hade hög signifikans under 2010 ($p=0,0054$). Under 2009 fanns ingen samverkan mellan ”alla björkrelaterade pollen” och PM10, men däremot under 2010 ($p=0,0207$). Samverkan mellan PM10 och ”alla allergena pollen” var nära signifikant under björksäsongen 2009 ($p=0,0535$), och signifikant under 2010 ($p=0,012$). Samverkan mellan PM10 och ”den totala mängden pollen” hade mycket hög signifikans under 2009 men ingen signifikans 2010.

Samverkan mellan PM 10 och gräspollen hade mycket hög signifikans under både 2009 och 2010, liksom samverkan mellan PM 10 och den totala mängden pollen. Samverkan mellan PM 10 och ”alla allergena pollen” var nära signifikans under 2009 ($p=0,0542$) och mycket hög signifikans 2010.

PM2.5

I enkla regressioner hade effekten av PM2.5 mycket hög signifikans på DDD/TIN under gräspollenssäsongen både 2009 och 2010 liksom under björkpollenssäsongen 2009. Under gräspollenssäsongen 2010 var effekten inte signifikant.

PM2.5 visade ingen samverkan alls med pollen under björksäsongen något av åren, med undantag för samverkan med ”den totala mängden pollen” under 2009 ($p=0,0015$).

Samverkan mellan PM 2.5 och gräspollen hade hög signifikans under båda gräspollenssäsongerna, liksom med ”den totala mängden pollen”. Samverkan mellan ”alla allergena pollen” och PM2.5 hade mycket hög signifikans under gräspollenssäsong 2010, men ingen alls under motsvarande säsong 2009.

Barrträd

Inget barrträdspollen visade något som helst samband med DDD/TIN eller samverkan med luftföroreningar på desamma.

Fig. 4 och 5. Rullande 5-dygnsmedelvärden av a) svaveldioxid (b) kväveoxider (värdet/10) c) ozon (värdet/100) d) partiklar i storleksklassen PM10 och PM2.5 (värden/10) samt total pollenhalt och dagliga dygnsdoser per 1000 invånare i Göteborg 2009 (Fig. 4) och 2010 (Fig.5).

2009

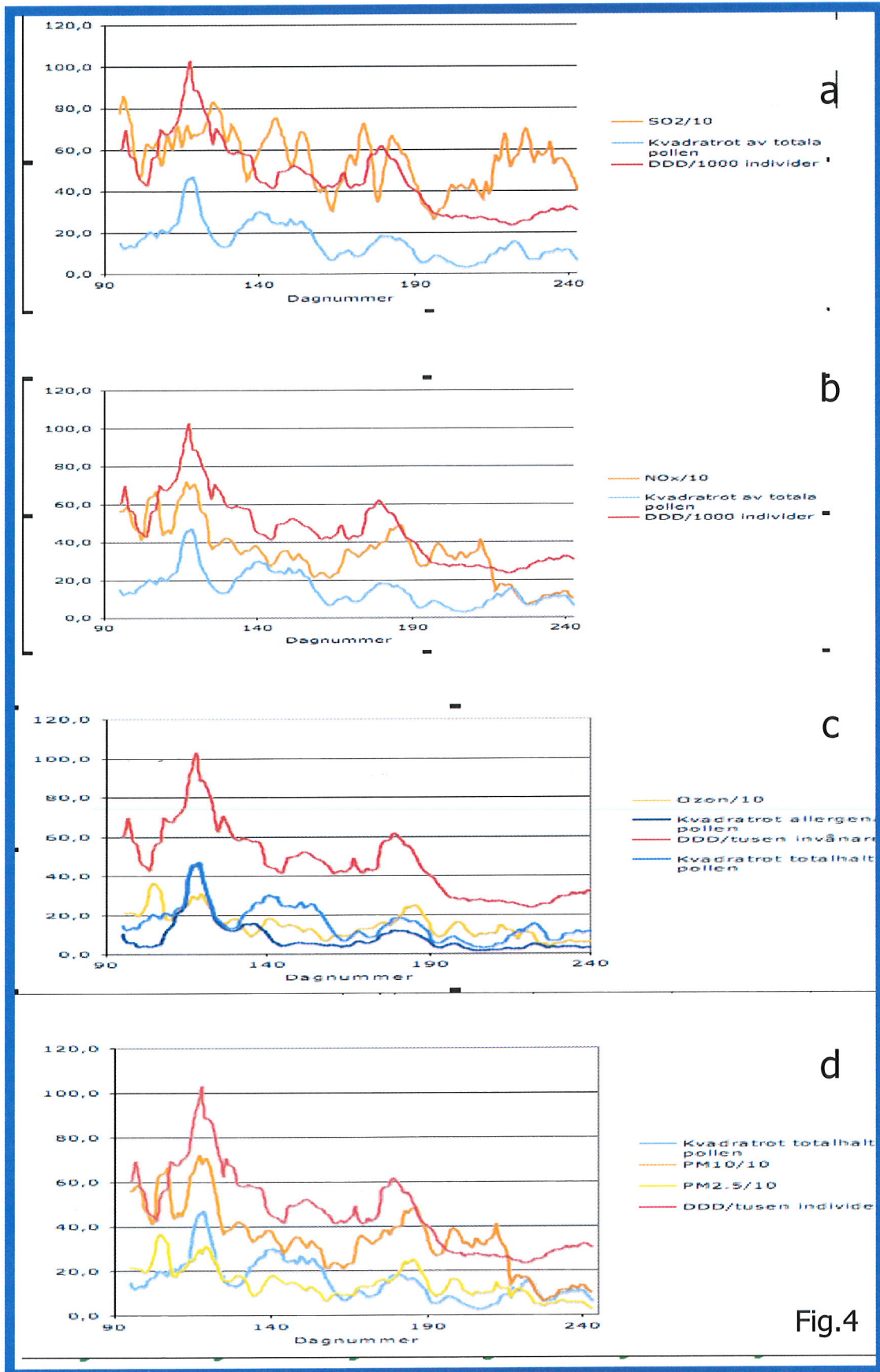


Fig.4

2010

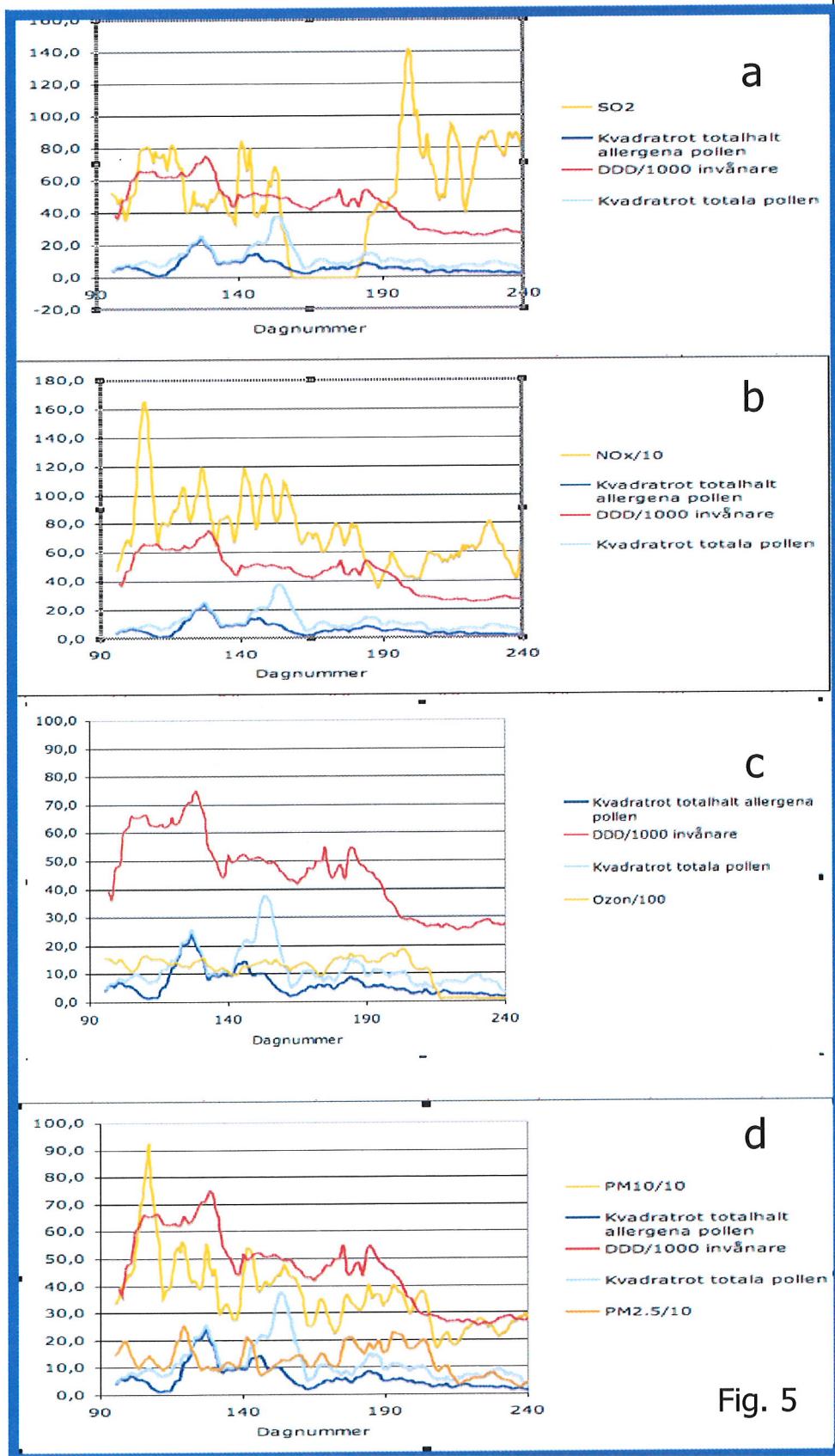


Fig. 5

Sammanfattning

De flesta studier av korttidseffekter av samverkan mellan pollen och luftföroreningar har fokuserat på effekten på astma. Cakmak et al. (2002) undersökte effekten av pollen och svampsporor på sjukhusbesök med anledning av allergisk rhinit och konjunktivit, och fick då ingen effekt vid ”justering för luftföroreningar”. Det finns någon undersökning av pollenhalters effekt på läkemedelsförskrivning, men inte någon som specifikt frågar efter om det finns någon interaktion mellan luftens kemiska och biologiska innehåll. Allergiker besöker ofta sannolikt sin läkare för att få medicin redan när man vet att pollensäsongen närmar sig, men det verkar ändå finnas ett starkt samband mellan antalet dygnsdoser och pollenhalter under samma vecka. Många allergiker med låga till måttliga besvär använder sig också av receptfri medicin, men efter privatiseringen av apoteksmarknaden är det svårare att få information om sådan försäljning än tidigare .

Den här rapporten omfattar de första analyserna under en studie av huruvida pollen och luftföroreningar förstärker varandras hälsoeffekter i södra Sverige. Med ”samverkan” i följande resonemang avses samverkan mellan pollen och luftföroreningar på just dagliga dygnsdoser av antihistaminer per tusen invånare.

Svaveldioxid visar en klar samverkan med både björk- och gräspollen. Att det också finns en samverkan med ”alla allergena pollen” under våren kan bero på att dessa utgörs just av björkpollen, björkrelaterade pollen och gräspollen. Under sommaren 2010 saknas mätvärden av svaveldioxid under en lång period, vilket gör att det är svårt att dra några slutsatser. Ozon samverkade med samtliga pollenkombinationer under våren 2009, men effekten var inte lika tydlig under 2010 – kanske på grund av att halterna av björkpollen var lägre under detta år. Samma tydliga resultat gäller för sommarsäsongen 2009, men samverkan med gräspollen 2010 var inte signifikant.

De gasformiga föroreningar som har undersökts här och som visar minst samband med pollenhalter är kväveoxider, där resultaten endast indikerar en interaktion med björkpollen och med samtliga pollenkombinationer som beaktats under sommaren 2010 – i övrigt är resultaten inte signifikanta. Kanske skulle en analys specifikt av kvävedioxider ge mer.

Av partikelklasserna hade PM10 en svag samverkan med björkpollen under 2009, men en tydligare under 2010. Däremot var interaktionen tydlig med alla tre studerade pollenkombinationer under grässäsongen under båda åren. Under björkpollensäsongen verkar PM2.5 vara av mindre betydelse, medan partiklar i denna klass tycks förstärka effekten av gräspollen under sommaren.

Även om resultaten som presenteras i rapporten måste skärskådas vidare, visar de i alla fall att hypoteser om att en sådan samverkan föreligger inte kan avfärdas, och att integrerade luftkvalitetsprognoser, som tar hänsyn till både kemiska och biologiska komponenter, kan vara motiverade.

Referenser:

- Bauchau, V., Durham, S. R. 2004. Prevalence and rate of diagnosis of allergic rhinitis in Europe. *European Respiratory Journal* 24, 758-764.
- Bacsi A, Choudhury BK, Dharajiya N, Sur S, Boldogh I., 2006.-Subpollen particles: carriers of allergenic proteins and oxidases. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 118, 844–850
- Bacsi, A., Dharajiya, N., Choudhury, B. K., Sur, S., Boldogh, I., 2005. Effect of pollen-mediated oxidative stress on immediate hypersensitivity reactions and late-phase inflammation in allergic conjunctivitis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 116, 836-843.
- Boldogh, I., Bacsi, A., Choudhury, B. K., Dharajiya, N., Alam, R., Hazra, T. K., Mitra, S., Goldblum, R. M., Sur, S., 2005. ROS generated by pollen NADPH oxidase provide a signal that augments antigen-induced allergic airway inflammation. *Journal of Clinical Investigation* 115: 2169-2179.
- Behrendt, H., Becker, W. M., Fritzsche, C., Sliwa-Tomczok, W., Tomczok, J., Friedrichs, K. H., Ring, J. 1997. Air pollution and allergy: experimental studies on modulation of allergen release from pollen by air pollutants. *International Archives of Allergy and Immunology* 113, 69-74.
- Braback, L., Forsberg, B. 2009. Does traffic exhaust contribute to the development of asthma and allergic sensitization in children: findings from recent cohort studies. *Environmental Health* 8, 17.
- Cakmak, S., Dales, R. E., Burnett, R. T., Judek, S., Coates, F., Brook, J. R.. 2002. Effect of airborne allergens on emergency visits by children for conjunctivitis and rhinitis. *Lancet* 359, 947-948.
- Csillag, A., Boldogh, I., Pazmandi, K., Magyarics, Z., Gogolak, P., Sur, S., Rajnavolgyi, E., Bacsi, A. 2010. Pollen-induced oxidative stress influences both innate and adaptive immune responses via altering dendritic cell functions. *Journal of Immunology* 184, 2377-2385.
- COST ES0602, 2009b: COST ES0602, COST ES0603 and WMO Joint Workshop on Chemical and Biological Weather Forecasting: State of the art and future perspectives, Aveiro, Portugal, 13 October 2009. <http://www.chemicalweather.eu/6thMeeting/>, senast besökt 2011-03-02
- COST ES0602, 2009c: Conclusions from the COST ES0602, COST ES0603 and WMO Joint Workshop Chemical and Biological Weather Forecasting: State of the art and future perspectives, Aveiro, Portugal, 13 October 2009. http://www.chemicalweather.eu/material/6th-meeting/workshop_conclusions.pdf, senast besökt 2011-03-02
- D'Amato, G., Liccardi, G., D'Amato, M., 2000. Environmental risk factors (outdoor air pollution and climatic changes) and increased trend of respiratory allergy. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology* 10, 123-128.
- Diaz-Sanchez, D., Penichet-Garcia, M., Saxon, A. 2000. Diesel exhaust particles directly induce activated mast cells to degranulate and increase histamine levels and symptom severity. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 106, 1140-1146.
- Feo Brito, F., Mur Gimeno, P., Martínez, C., Tobías, A., Suárez, L., Guerra, F., Borja, J. M., Alonso, A. M., 2007. Air pollution and seasonal asthma during the pollen season. A cohort study in Puertollano and Ciudad Real (Spain). *Allergy* 62, 1152-1157.

Gunawan, H., Takai, T., Ikeda, S., Okumura, K., Ogawa, H. 2008. Characterization of proteases, proteins, and eicosanoid-like substances in soluble extracts from allergenic pollen grains. *International Archives of Allergy and Immunology* 147, 276-288.

Göteborgs miljöförvaltning, <http://www.goteborg.se/wps/portal/miljo>, senast besökt 2011-03-02.

Karatzas K. 2009) Informing the public about atmospheric quality: air pollution and pollen. *Allergo Journal* 18 (3), 212-217.

Motta, A. C., Marliere, M., Peltre, G., Sterenberg, P. A., Lacroix, G. 2006 . Traffic-related air pollutants induce the release of allergen-containing cytoplasmic granules from grass pollen. *International Archives of Allergy and Immunology* 139, 294-298.

Peden, D., Reed C. E. 2010. Environmental and occupational allergies. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 1252, Suppl 2, S150-160.

Peden, D. B., Setzer, R. W., Jr., Devlin, R. B. 1995 . Ozone exposure has both a priming effect on allergen-induced responses and an intrinsic inflammatory action in the nasal airways of perennially allergic asthmatics. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 151, 1336-1345.

Risse, U., Tomczok, J., Huss-Marp, J., Darsow, U., Behrendt, H., 2000. Health-relevant interaction between airborne particulate matter and aeroallergens (pollen). *Journal of Aerosol Science* 31, Supplement 1, 27-28.

Schober, W., Lubitz, S., Belloni, B., Gebauer, G., Lintemann, J., Matuschek, G., Weichenmeier, I., Eberlein-König, B., Buters, J., Behrendt, H.. 2007. Environmental polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) enhance allergic inflammation by acting on human basophils. *Inhalation Toxicology* 19, Suppl 1: 151-156.

Taylor, P. E., Jacobson, K. W., House, J. M., Glovsky, M. M. 2007. Links between pollen, atopy and the asthma epidemic. *International Archives of Allergy and Immunology* 144,162-170.

Tabell 1. Sammanfattning av resultaten av enkla regressioner (Poissonfördelning) där den oberoende variabeln är pollen per kubikmeter luft och dygn under björkpollenssäsongen 2009 och 2010, respektive olika former av luftföroreningar. Den beroende variabeln är definierad daglig dygnsdos av antihistaminer/tusen invånare. Signifikansnivåerna för de oberoende variabelnas bidrag till de dagliga dygnsdoser anges som ***= $p < 0.001$, **= $p < 0.01$, *= $p < 0,05$, nära s.= nära signifikans, ns= ingen signifikans.

	2009	2010
Betula	***	***
Björkrelaterade	***	***
Alla allergena pollen	***	***
Totala pollen	***	ns
SO ₂	***	***
NO _x	**	*
Ozon	***	nära s.
PM ₁₀	***	**
PM _{2.5}	***	ns

Tabell 2. Sammanfattning av resultaten av enkla regressioner (Poissonfördelning) där den oberoende variabeln är pollen per kubikmeter luft och dygn under gräspollenssäsongen 2009 och 2010, respektive olika former av luftföroreningar. Den beroende variabeln är definierad daglig dygnsdos av antihistaminer/tusen invånare. Signifikansnivåerna för de oberoende variabelernas bidrag till de dagliga dygnsdoserna anges som ***= $p < 0.001$, **= $p < 0.01$, *= $p < 0,05$, nära s.= nära signifikans ($p < 0,1$), ns= ingen signifikans.

	2009	2010
Poaceae	***	***
Alla allergena pollen	***	***
Totala pollen	***	***
SO ₂	*	***
NO _x	nära s.	**
Ozon	***	***
PM ₁₀	***	***
PM _{2.5}	***	***

Tabell 3. Sammanfattning av resultaten av multipla regressioner (Poissonfördelning) där de oberoende variablerna är pollen per kubikmeter luft och dygn under björkpollensäsongen 2009 och 2010, respektive olika former av luftföroreningar. Den beroende variabeln är definierad daglig dygnsdos av antihistaminer/tusen invånare. Signifikansnivåerna för de oberoende variablernas bidrag till de dagliga dygnsdoserna anges som ***= $p < 0.001$, **= $p < 0.01$, *= $p < 0,05$, nära s.= nära signifikans ($p < 0,1$), ns= ingen signifikans. Signifikansnivån före snedstreckat avser bidraget från pollen och efter strecket bidraget från luftföroreningen.

	2009	2010
Svaveldioxid		
Betula	***/**	***/**
Alla björkrelaterade	***/*	**/**
Alla allergena pollen	***/*	**/**
Totala pollen	***/**	**/**
Kväveoxider (NOx)		
Betula	***/ns	***/*
Alla björkrelaterade	***/ns	***/ns
Alla allergena pollen	***/ns	**/nära s.
Totala pollen	***/*	ns/*
Ozon		
Betula	***/**	***/nära s.
Alla björkrelaterade	***/*	***/nära s.
Alla allergena pollen	***/**	***/nära s.
Totala pollen	***/**	ns/nära s.
PM10		
Betula	***/nära s.	***/**
Alla björkrelaterade	***/ns	***/*
Alla allergena pollen	***/nära s.	***/*
Totala pollen	***/**	ns/**
PM2.5		
Betula	***/ns	***/ns
Alla björkrelaterade	***/ns	***/ns
Alla allergena pollen	***/ns	***/ns
Totala pollen	***/**	ns/ns

Tabell 4. Sammanfattning av resultaten av multipla regressioner (Poissonfördelning) där de oberoende variablerna är pollen per kubikmeter luft och dygn under gräspollenssäsongen 2009 och 2010, respektive olika former av luftföroreningar. Den beroende variabeln är definierad daglig dygnsdos av antihistaminer/tusen invånare. Signifikansnivåerna för de oberoende variablernas bidrag till de dagliga dygnsdoserna anges som ***= $p < 0.001$, **= $p < 0.01$, *= $p < 0.05$, nära s.= nära signifikans, ns= ingen signifikans. Signifikansnivån före snedstreck avser bidraget från pollen och efter strecket bidraget från luftföroreningen.

	2009	2010
Svaveldioxid		
Poaceae	***/*	***/**
Alla allergena pollen	***/ns	ns/ns
Totala pollen	***/*	ns/ns
Kväveoxider (NO _x)		
Poaceae	***/ns	***/**
Alla allergena pollen	***/ns	***/nära s.
Totala pollen	***/ns	***/**
Ozon		
Poaceae	***/**	ns/**
Alla allergena pollen	***/**	***/**
Totala pollen	***/**	***/**
PM10		
Poaceae	***/**	***/**
Alla allergena pollen	***/nära s.	***/**
Totala pollen	***/**	***/**
PM2.5		
Poaceae	**/**	**/**
Alla allergena pollen	***/ns	***/**
Totala pollen	***/**	***/**

Tabell 5. Effekten av pollen och luftföroreningar under perioden 1 april - 20 juni 2009 i Göteborg på Defmierad Daglig Dygsdos/tusen invånare av antihistaminer, såsom den framgår av enkla linjära regressioner (Poissonfördelning).

Säsong:	Björksäsongen 2009		df=1
Antal observationer=77	Modell		
<i>Betula</i>	158,94	<0,0001	19472,95
Björkrelaterade	170,86	<0,0001	17740,70
Alla allergener	157,98	<0,0001	16980,44
Totala poller	64,70	<0,0001	10550,826
SO2	17,43	<0,0001	5846,7821
NOx	9,97	0,0016	9009,9643
Ozon	63,69	<0,0001	1640,9253
PM10	66,98	<0,0001	8344,3329
PM2.5	33,97	<0,0001	11107

Tabell 6. Effekten av pollen och luftföroreningar under perioden 1 april - 20 juni 2010 i Göteborg på Definerad Daglig Dagensdos/tusen invånare av antihistaminer, såsom den framgår av enkla linjära regressioner (Poissonfördelning).

Säsong: Antal observationer=75	Björksäsongen 2010		df=1		Generalized Linear Model Fit, Poisson distribution		
	Chi-Sq	Modell p	Chi-Sq	p	Intercept Chi-Sq	Oberoende p	
Oberoende: <i>Betula</i>	26,93	<0,0001	17482,93	<0,0001	26,93	<0,0001	<0,0001
Björkrelaterade	15,00	<0,0001	14364,61	<0,0001	15,00	0,0001	0,0001
Alla allergena pollen	10,96	<0,0001	1375,57	<0,0001	10,96	0,0009	0,0009
Totala pollen	0,35	0,5511	12672,10	<0,0001	0,35	0,5511	0,5511
SO2	20,77	<0,0001	16167,86	<0,0001	20,77	<0,0001	<0,0001
NOX	5,05	0,0248	8045,74	<0,0001	5,05	0,0248	0,0248
Ozon	3,57	0,0587	2232,37	<0,0001	3,57	0,0587	0,0587
PM10	9,06	0,0026	9200,65	<0,0001	9,06	0,0026	0,0026
PM2.5	4,98	0,3969	10342,87	<0,0001	4,98	0,3969	0,3969

Tabell 7. Effekten av pollen och luftföroreningar under perioden 16 maj - 31 augusti 2009 i Göteborg på Definerad Daglig Dygnsdos/tusen invånare av antihistaminer, såsom den framgår av enkla linjära regressioner (Poissonfördelning).

Säsong: Antal observationer=106	Grässlåsongen 2009		df=1		Generalized Linear Model Fit, Poisson distribution	
	Modell	p	Chi-Sq	Intercept p	Chi-Sq	Oberoende p
Oberoende: Poaceae	Chi-Sq 145,76	<0,0001	9337,75	<0,0001	145,76	<0,0001
Alla allergena pollen	206,18	<0,0001	6656,87	<0,0001	206,18	<0,0001
Totala pollen	128,92	<0,0001	6703,73	<0,0001	128,92	<0,0001
SO2	5,37	0,0205	4991,48	<0,0001	5,37	0,0205
NOX	2,88	0,0897	6497,26	<0,0001	2,88	0,0897
Ozon	76,23	<0,0001	1201,48	<0,0001	76,23	<0,0001
PM10	87,70	<0,0001	5067,20	<0,0001	87,70	<0,0001
PM2.5	87,79	<0,0001	6563,45	<0,0001	87,79	<0,0001

Tabell 8. Effekten av pollen och luftföroreningar under perioden 18 maj - 31 augusti 2010 i Göteborg på Definerad Daglig Dygnsdos/tusen invånare av antihistaminer, såsom den framgår av enkla linjära regressioner (Poissonfördelning).

Säsong: Antal observationer: 107	Grässåsongen 2010		df=1		Generalized Linear Model Fit, Poisson distribution	
	Modell	p	Chi-Sq	Intercept p	Chi-Sq	Oberoende p
Oberoende: <i>Poaceae</i>	43,89	<0,0001	1412,73	<0,0001	43,89	<0,0001
Alla allergena pollen	62,02	<0,0001	6845,79	<0,0001	62,02	<0,0001
Totala pollen	75,55	<0,0001	12710,95	<0,0001	75,55	<0,0001
SO2	56,78	<0,0001	15020,87	<0,0001	56,78	<0,0001
NOx	7,06	0,0058	8046,83	<0,0001	7,06	0,0058
Ozon	127,16	<0,0001	6370,12	<0,0001	127,16	<0,0001
PM10	67,99	<0,0001	5962,42	<0,0001	67,99	<0,0001
PM2.5	64,15	<0,0001	9960,91	<0,0001	64,15	<0,0001

Tabell 9. Effekten av pollen och luftföroreningar i kombination under perioden 1 april - 20 juni 2009 i Göteborg på Definierad Daglig Dygnsdos/tusen invånare av antihistaminer, såsom den framgår av multipla regressioner (Poissonfördelning).

Björksäsongen 2009		Antal observationer=77, df=74			
Oberoende:	Modell		Parametrar		Modell
	Chi-Sq	p	p	Chi-Sq	
Intercept	505,21	<0,0001	<0,0001	174,85	5070,45
<i>Betula</i>	15442,38		Intercept		<0,0001
SO2	245,14		Alla björkrelaterade		157,42
	48,53		SO2		4,17
Intercept	159,33	<0,0001	171,22		7985,09
<i>Betula</i>	8389,42		Intercept		<0,0001
NOx	149,37		Alla björkrelaterade		161,26
	0,39		NOx		0,54
Intercept	169,10	<0,0001	176,39		1719,96
<i>Betula</i>	1718,19		Intercept		<0,0001
O3	105,42		Alla björkrelaterade		112,70
	10,16		O3		5,70
Intercept	162,36	<0,0001	172,3748		8310,26
<i>Betula</i>	8394,21		Intercept		<0,0001
PM10	95,38		Alla björkrelaterade		105,39
	3,42		PM10		1,69
Intercept	159,72	<0,0001	170,95		10288,25
<i>Betula</i>	10592,97		Intercept		<0,0001
PM2.5	125,75		Alla björkrelaterade		136,98
	0,78		PM2,5		0,27
					0,6047

Tabell 9, forts.

Parametrar Oberoende:	Modell		Parametrar		Chi-Sq	p
	Chi-Sq	p	Chi-Sq	p		
Intercept	4893,90	<0,0001	Intercept	<0,0001	3848,63	<0,0001
Alla allergena	146,53	<0,0001	Alla pollen	<0,0001	57,40	<0,0001
SO2	5,98	0,0145	SO2		10,13	0,0015
Intercept	7725,23	<0,0001	Intercept	<0,0001	5877,3516	<0,0001
Alla allergena	149,16	<0,0001	Alla pollen	<0,0001	58,855812	<0,0001
NOx	1,14	0,29	NOx		4,1129481	0,0426
Intercept	1724,56	<0,0001	Intercept	<0,0001	1667,521	<0,0001
Alla allergena	102,89	<0,0001	Alla pollen	<0,0001	28,15016	<0,0001
O3	8,59	0,0034	O3		27,131909	<0,0001
Intercept	8212,89	<0,0001	Intercept	<0,0001	7066,1727	<0,0001
Alla allergena	94,73	<0,0001	Alla pollen	<0,0001	24,390268	<0,0001
PM10	3,73	0,0535	PM10		26.667667	<0,0001
Intercept	10067,09	<0,0001	Intercept	<0,0001	8034,9477	<0,0001
Alla allergena	125,20	<0,0001	Alla pollen	<0,0001	40,790989	<0,0001
PM2.5	1,18	0,2771	PM2.5		10,055584	0,0015

Tabell 10. Effekten av pollen och luftföroreningar i kombination under perioden 1 april - 20 juni 2009 i Göteborg på Definerad Daglig Dygsdos/tusen invånare av antihistaminer, såsom den framgår av multipla regressioner (Poissonfördelning).

Regression med flera oberoende variabler			Antal observationer=77			df=72		
Oberoende:	Chi-Sq	Modell p	Chi-Sq	p	Oberoende:	Chi-Sq	p	Modell Chi-Sq
Intercept	44,20	<0,0001	12102,88	<0,0001	Intercept	31,04	<0,0001	10998,25
<i>Betula</i>			23,42	<0,0001	Alla björkrelaterade			10,53
SO2			17,26	<0,0001	SO2			16,30
Intercept	31,50	<0,0001	6529,38	<0,0001	Intercept	0,32	<0,0001	14,77
<i>Betula</i>			26,46	<0,0001	Alla björkrelaterade			0,23
NOx			4,56	0,0326	NOx			0,06
Intercept	30,28	<0,0001	2090,91	<0,0001	Intercept	18,64	<0,0001	2020,46
<i>Betula</i>			26,71	<0,0001	Alla björkrelaterade			15,07
O3			3,35	0,0672	O3			3,63
Intercept	39,49	<0,0001	6712,48	<0,0001	Intercept	20,36	<0,0001	8004,31
<i>Betula</i>			30,42	<0,0001	Alla björkrelaterade			11,30
PM10			12,55	0,004	PM10			5,35
Intercept		<0,0001	9097,91	<0,0001	Intercept	16,01	0,0003	8405,85
<i>Betula</i>			27,60	<0,0001	Alla björkrelaterade			15,28
PM2.5			1,38	0,2398	PM2,5			1,00

Tabell 10. forts.

Parametrar Oberoende:	Number of observations: 75		Modell Oberoende:		df=73	
	Chi-Sq	p	Chi-Sq	p	Chi-Sq	p
Intercept	29,2346	<0,0001	10523,77	<0,0001	10,44	<0,0001
Alla allergena			8,46	0,0036		
SO2			18,27	<0,0001		
Intercept	14,77	0,0006	6516,21	<0,0001	5,20	0,0744
Alla allergena			9,73	0,0018		
NOx			3,81	0,0509		
Intercept	14,73	0,0006	1994,57	<0,0001	3,6952	0,1576
Alla allergena			11,16	0,0008		
O3			3,77	0,0521		
Intercept	17,26	0,0002	7820,51	<0,0001	9,0587	0,0108
Alla allergena			8,21	0,0042		
PM10			6,30	0,012		
Intercept	11,89	0,0026	8105,22	<0,0001	1,0807	<0,0001
Alla allergena			11,18	0,0008		
PM2.5			0,94	0,3336		

Parametrar

Chi-Sq

9913,57

0,12

20,54

6064,149

0,156654

4,8420123

2150,9351

0,1212221

3399546

6920,3688

0,03032711

8,7033989

7105,8187

0,3629948

0,7254041

p

<0,0001

0,0036

<0,0001

<0,0001

0,6923

0,0278

<0,0001

0,7277

0,0676

<0,0001

0,9544

0,0032

p

<0,0001

0,0744

0,1576

0,0108

<0,0001

Tabell 11. Effekten av pollen och luftföroreningar i kombination under perioden 6 maj - 31 augusti 2009 Göteborg på Definerad Daglig Dygsdos/tusen invånare av antihistaminer, såsom den framgår av multipla regressioner (Poissonfördelning).

Regression med flera oberoende variabler		Antal observationer=106		df=104	
Oberoende:	Modell	Chi-Sq	p	Chi-Sq	Modell
		149,97	<0,0001	206,18	p <0,0001
Intercept					
Poaceae					
SO2					
		3813,45	<0,0001		3351,6145
		144,61	<0,0001		201,29753
		4,22	0,0399		1,09E-05
					<0,0001
					<0,0001
					<0,0001
					0,9975
Intercept					
Poaceae					
NOx					
		4695,66	<0,0001		3907,0573
		143,67	<0,0001		203,68291
		0,79	0,3745		0,0564254
					<0,0001
					<0,0001
					<0,0001
					0,8122
Intercept					
Poaceae					
O3					
		1151,97	<0,0001		1225,27
		102,25	<0,0001		139,61
		32,72	<0,0001		8,13
					<0,0001
					<0,0001
					0,0044
Intercept					
Poaceae					
PM10					
		4976,16	<0,0001		4420,45
		71,68	<0,0001		123,76
		13,62	0,0002		3,7075984
					<0,0001
					<0,0001
					0,0542
Intercept					
Poaceae					
PM2.5					
		6456,74	<0,0001		5638,95
		67,75	<0,0001		120,08
		9,78	0,0018		0,01
					<0,0001
					<0,0001
					0,9088

Tabell 11, forts.

Parametrar Oberoende:	Number of observations: 106		df=104	
	Chi-Sq	p	Modell Chi-Sq	p
Intercept	133,06	<0,0001	4034,5141	<0,0001
Alla pollen			128,1842	<0,0001
SO2			4,1422951	0,0418
Intercept	128,96	<0,0001	3985,9256	<0,0001
Alla pollen			126,41319	<0,0001
NOx			0,0423166	0,837
Intercept	138,83	<0,0001	1248,4233	<0,0001
Alla pollen			64,140823	<0,0001
O3			9,9131179	0,0016
Intercept	177,58	<0,0001	3562,6731	<0,0001
Alla pollen			91,454347	<0,0001
PM10			48,657797	<0,0001
Intercept	162,81	<0,0001	4519,1063	<0,0001
Alla pollen			76,706829	<0,0001
PM2.5			33,890967	<0,0001

Tabell 12. Effekten av pollen och luftföroreningar i kombination under perioden 18 maj - 31 augusti 2010 Göteborg på Definerad Daglig Dygnsdos/tusen invånare av antihistaminer, såsom den framgår av multipla regressioner (Poissonfördelning).

Regression med flera oberoende variabler		Antal observationer: 107		df=104		Parametrar			
Oberoende:	Modell Chi-Sq 76,76	P <0,0001	Chi-Sq 8607,18	P <0,0001	Oberoende:	Modell Chi-Sq 139,47	P <0,0001	Chi-Sq	P
Intercept			19,98	<0,0001	Intercept			8766,31	<0,0001
Poaceae			34,55	<0,0001	Alla allergena			82,69	<0,0001
SO2					SO2			35,55	<0,0001
Intercept	61,78	<0,0001	4631,53	<0,0001	Intercept	107,5037	<0,0001	5973,00	<0,0001
Poaceae			19,07	<0,0001	Alla allergena			99,90	<0,0001
NOx			53,68	<0,0001	NOx			3,58	0,0584
Intercept	127,19	<0,0001	6360,64	<0,0001	Intercept	160,91	<0,0001	5668,11	<0,0001
Poaceae			0,03	0,8499	Alla allergena			33,75	<0,0001
O3			84,99	<0,0001	O3			56,99	<0,0001
Intercept	91,97	<0,0001	4638,58	<0,0001	Intercept	120,0263	<0,0001	5427,19	<0,0001
Poaceae			24,05	<0,0001	Alla allergena			52,10	<0,0001
PM10			49,76	<0,0001	PM10			16,11	<0,0001
Intercept	72,12	<0,0001	9148,09	<0,0001	Intercept	136,09	<0,0001	6918,10	<0,0001
Poaceae			7,97	0,0058	Alla allergena			71,94	<0,0001
PM2.5			29,91	<0,0001	PM2.5			32,17	<0,0001

Tabell 12, forts.

Oberoende:	Modell Chi-Sq 2,87	p 0,2381	Parametrar Chi-Sq	p
Intercept			39,42	<0,0001
Alla pollen			1,39	0,2389
SO2			1,20	0,2735
Intercept	74,5838	<0,0001	6594,33	<0,0001
Alla pollen			66,98	<0,0001
NOx			1,65	0,1984
Intercept	148,2266	<0,0001	5839,44	<0,0001
Alla pollen			21,07	<0,0001
O3			76,30	<0,0001
Intercept	93,87	<0,0001	5540,78	<0,0001
Alla pollen			25,95	<0,0001
PM10			20,95	<0,0001
Intercept	117,1063	<0,0001	7109,07	<0,0001
Alla pollen			52,96	<0,0001
PM2.5			44,18	<0,0001