

Kartbaserad prognosinformation till astmatiker och andra känsliga grupper om luftkvaliteten



Christer Johansson & Lars Törnqvist (SLB analys, Miljöförvaltningen Stockholm)

Bertil Forsberg, Kadri Meister & Christofer Åström (Umeå universitet, Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin)

Lennart Robertson & Magnuz Engardt (SMHI)

Kerstin Alm Kübler, Agneta Ekeboom & Pia Östensson (Naturhistoriska riksmuseet)



MILJÖFÖRVALTNINGEN



STOCKHOLMS OCH UPPSALA
LÄNS LUFTVÅRDSFÖRBUND



Innehåll

1	Förord.....	1
2	Sammanfattning	1
2.1	Bakgrund och syfte.....	1
2.2	Metoder	1
2.3	Resultat och slutsatser	2
3	Bakgrund.....	3
4	Projektets målsättningar	3
5	Resultat.....	3
5.1	Luftföroreningsprognoser.....	3
5.1.1	Metoder	3
5.1.2	Resultat.....	4
5.1.3	Slutsatser luftföroreningsprognoser.....	7
5.2	Pollenhalter och prognoser	7
5.2.1	Metoder	7
5.2.2	Resultat för 2012	8
5.2.3	Slutsatser – björkpollenhalter och manuella prognoser.....	10
5.3	Pollenmodell för prognos av halterna med hänsyn till intransport från andra länder	10
5.3.1	Metod.....	10
5.3.2	Slutsatser om pollenmodellering	14
5.4	Halt- respons samband och riskindex.....	14
5.4.1	Metoder	14
5.4.2	Resultat.....	15
5.4.3	Slutsatser	17
5.5	Presentation av riskindex på internet.....	18
5.6	Studie av användbarheten och nyttan av informationen – astmadagbok.....	19
5.6.1	Metod.....	19
5.6.2	Resultat	19
5.6.3	Slutsatser - astmadagbok	19
6	Slutsatser	19
7	Möten och rapportering.....	19
7.1	Rapportering till referensgrupp	19
7.2	Annan rapportering.....	20
8	Referenser	20

1 Förord

Detta projekt har delvis finansierats av Landstingets Miljöfond. Det har genomförts i samarbete mellan SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm, Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin vid Umeå universitet, Palynologiska laboratoriet vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm samt SMHI Norrköping.

Till projektet har knutits en referensgrupp med representanter från Naturvårdsverket, Miljöförvaltningen i Stockholm, Astma Allergiförbundet, Trafikverket samt Länsstyrelsen i Stockholms län.

Stockholm i januari 2013,

Christer Johansson
Projektledare

2 Sammanfattning

2.1 Bakgrund och syfte

Förhöjda halter av luftföroreningar och pollen i omgivningsluft kan leda till en försämring av hälsotillståndet hos personer med astma, KOL eller andra sjukdomar i andningsorganen. Detta har stor betydelse för en stor del av Sveriges befolkning eftersom astma, allergisk rinit och kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) tillhör våra vanligaste folksjukdomar. Drygt 40 % av befolkningen i Sverige har någon typ av luftvägsbesvär. Eftersom olika luftföroreningar respektive pollen orsakar olika grad av besvär och dessutom kan samverka, kan det vara svårt för en person att bedöma risken för att drabbas av besvär utifrån information om de enskilda komponenterna. För en person med känsliga luftvägar kan det vara den samlade effekten av olika luftföroreningar och pollen som är avgörande.

Syftet med projektet har varit att validera, utvärdera och utveckla information till allmänheten, speciellt personer med känsliga luftvägar, om luftkvaliteten och pollenhalterna i regionen innevarande dygn och prognoser för kommande två dygn. Informationen är avsedd att exempelvis underlätta astmatikers medicinering och för planering av utomhusaktiviteter. Den består av en prognos av ett hälsoindex, som baseras på både pollenhalter och halterna av olika luftföroreningar.

Specifika frågeställningar har varit att

- Kontrollera noggrannheten i de beräknade luftföroreningshalterna
- Införa beräkningar av pollenhalter beroende på intransporten med luften från andra delar av Europa samt kontrollera noggrannheten i de beräknade pollenprognoserna
- Uppdatera och validera sambanden mellan akutbesök och halter av pollen och luftföroreningar
- Utveckla och utvärdera användbarheten av informationen med hjälp av ett antal testpersoner.

Projektet har genomförts i samverkan mellan experter inom luftföroreningslära vid Luftvårdsförbundet i Stockholms och Uppsala län, meteorologi vid SMHI, epidemiologi vid Umeå universitet och palynologi vid Naturhistoriska riksmuseet.

2.2 Metoder

Prognoser av luftföroreningshalterna har erhållits från beräkningar av SMHI med en europatäckande modell (den så kallade MATCH modellen). SMHI har också tagit fram ett system för beräkning av kommande dygns björkpollenhalter, där både pollen från andra länder och lokalt producerat pollen finns med. Palynologiska laboratoriet har framställt manuella björkpollenprognoser för innevarande dag och 3 dygn framåt. Hänsyn tas då till gårdagens uppmätta pollenhalter och till vädersituationen lokalt och regionalt samt hur vädersystem rör sig över Europa för att om möjligt förutse fjärrtransport av pollen från områden utanför Sverige. De tar även hänsyn till blomningssituationen – var växterna befinner sig i sin blomningscykel.

Umeå universitet har sedan tidigare visat att både luftföroreningar och björkpollen påverkar antalet akutbesök på sjukhus på grund av astmabesvär. Utifrån detta underlag har man tagit fram ett riskindex som bygger på den förväntade ökningen i antalet akutbesök beroende på luftföroreningshalterna och björkpollenhalterna. Indexet är summan av effekterna av luftföroreningar och björkpollen och beror på halterna och vilken betydelse de olika komponenterna har för ökningen av akutbesök på grund av astmabesvär.

Det samlade indexet har sedan presenterats på Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbunds hemsida. Halterna och indexet presenterades på kartor som täcker stora delar av Stockholms och Uppsala län, med högre upplösning i de mest befolkade och förorenade områdena i regionen. Pollen och luftföroreningshalterna redovisades också på separata kartor, så att exempelvis de personer som är mer känsliga för pollen skall kunna bedöma vad som orsakar ett visst hälsoindex för en specifik dag. All information uppdaterades varje dygn.

För att undersöka om tillgång till informationen har någon effekt inbjöds ett antal vuxna astmatiker för utvärdering. De ingår i ett stort Europeiskt forskningsprojekt, GA2LEN (Global Allergy and Asthma European Network) (<http://www.ga2len.net>) och var pollenallergiska astmatiker boende centralt i Stockholm. De fördelades slumpmässigt i två grupper. Testgruppen fick veta om webbsidan med hälsoindex (nedan också kallat riskindex) och uppmanades att utnyttja den, medan kontrollgruppen inte gavs någon sådan information. Båda grupperna fick föra en elektronisk astmadagbok där man på nätet dagligen svarade på frågor främst om besvär och medicinering. Bara dygn när man var i Stockholm ingick.

2.3 Resultat och slutsatser

En jämförelse mellan de modellberäknade prognosticerade luftföroreningshalterna och mätvärdena visar att prognoser har olika kvalitet:

- Prognoserna för kvävedioxid (NO₂) fungerar väl och förutsäger också i tid när höga värden är att vänta. Dock finns en viss tendens till underskattning av de högsta dygnsvärdena.
- Prognoser för ozon (O₃) varierar säsongsmässigt bra och halternas nivåer är också mycket lika de uppmätta. Emellertid finns tillfällen när modellen missar att prognosera höga värden, liksom det omvända.
- Prognoser för partiklar (PM10) är inte tillfredsställande och de underskattar starkt de verkliga halterna. Bakgrunden är att modellen inte beskriver de lokala emissionerna av slitagepartiklar.

Slutsatsen är att prognoserna visar användbara resultat för NO₂ och ozon, men bör förbättras när det gäller PM10. Likaså när det gäller modellering av björkpollenhalter krävs en del vidareutveckling för att få tillräckligt bra prognoser. Däremot visar resultaten att de manuella pollenprognoserna har en god överensstämmelse som gör att de lämpar sig väl som en av de parametrar som ligger till grund för astmariskindexprojektet.

Baserat på de verkligt uppmätta värdena konstaterades att pollenhalten var viktigast för riskindexet under försöksperioden (april-juni 2012). Björkpollenhalten bidrog till 47 % av den totala riskökningen (riskindexet) på grund av pollen och luftföroreningar. Pollen beräknades bidra till 5 % fler akutbesök för astmabesvär i regionen under perioden. Partiklar (PM10), ozon och avgaser (mätt som kväveoxider) stod för 37 %, 10 % respektive 4 % av riskökningen. De beräknades kunna medföra 4 %, 1 % och 0,4 % fler akutbesök på grund av astmabesvär.

Det prognosticerade indexet, som alltså beräknats baserat på manuella pollenprognoser och modellerade luftföroreningshalter, stämde bra med det uppmätta indexet för alla parametrar utom för partiklar (PM10). För partiklar underskattades riskökningen på grund av att de modellerade värdena var för låga.

Tyvärr blev rapporteringen av riskindex på hemsidan felaktig under perioden med de högsta pollenhalterna. Istället för att rapportera högt index, rapporterades ett väldigt lågt. Det medförde att testgruppen, som hade tillgång till informationen på hemsidan, informerades om att risken för besvär var liten, trots att den i själva verket var mycket hög på grund av höga pollenhalter.

Astmadagboksstudien bekräftade att andningsbesvär, astmamedicinering, ögon- och näsbesvär samt medicinering för allergi ökade med ökande beräknat riskindex. Kontrollgruppen, som alltså inte hade tillgång till hemsidan med information om riskindexet, rapporterade mer besvär än testgruppen. För andningsbesvär ökade skillnaderna mellan grupperna med stigande risktal, medan ögon- och näsbesvär var konstant högre hos kontrollgruppen.

Resultaten tyder alltså på att testgruppen använt sig av informationen och kunnat hålla sin medicinering lägre (eftersom de hade informationen att risken för besvär var låg).

Om Luftvårdsförbundet bestämmer att systemet ska fortsätta så är det främst partikelprognoserna under våren som måste förbättras för att informationen ska bli riktigt användbar.

3 Bakgrund

Astma, allergisk rinit och kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) tillhör våra vanligaste folksjukdomar. Drygt 40 % av befolkningen i Sverige har någon typ av luftvägsbesvär. Förhöjda halter av luftföroreningar och pollen i omgivningsluft kan leda till en försämring av hälsotillståndet hos personer med astma, KOL eller andra sjukdomar i andningsorganen (Forsberg, 2005; Johansson, 2007; Klein m fl., 2012). Det är också väl känt att pollen hör de mest besvärande allergenerna. Av olika pollen är det främst björk som orsakar besvär hos astmatiker. Relativa betydelsen av pollen och olika luftföroreningar kan variera kraftigt under året, beroende på källorna och meteorologin (Forsberg och Meister, 2010).

Idag finns information om pollenhalter och luftföroreningshalter var för sig att tillgå via internet på olika hemsidor eller radio/tidningar. Eftersom olika luftföroreningar respektive pollen orsakar olika grad av besvär och dessutom kan samverka, kan det vara svårt för en person att bedöma risken för att drabbas av besvär utifrån information om de enskilda komponenterna. För en person med känsliga luftvägar kan det vara den samlade effekten av olika luftföroreningar och pollen som är avgörande.

4 Projektets målsättningar

Slutliga målet med projektet var att tillhandahålla information om luftkvaliteten som är till hjälp för personer med speciellt känsliga luftvägar, främst astmatiker.

Informationen skall

- vara till hjälp vad gäller behovet av exempelvis medicinering och för planering av utomhusaktiviteter
- ta hänsyn till förekomsten av både pollen och luftföroreningar, eftersom båda dessa parametrar har stor betydelse för luftens kvalitet ur en astmatikers synvinkel.
- redovisa pollen och luftföroreningshalterna var för sig, så att exempelvis de personer som är mer känsliga för pollen skall kunna bedöma vad som orsakar ett visst hälsoindex för en specifik dag.
- ge en prognos för hälsoindex, pollen- och luftföroreningshalterna.

Syftet var att validera, utvärdera och utveckla olika delar av informationen:

- Kontrollera noggrannheten i de beräknade luftföroreningshalterna
- Införa beräkningar av pollenhalter beroende på intransporten med luften från andra delar av Europa samt kontrollera noggrannheten i de beräknade pollenprognoserna
- Uppdatera och validera de gamla sambanden mellan akutbesök och halter av pollen och luftföroreningar
- Utvärdera användbarheten av informationen med hjälp av ett antal testpersoner.

5 Resultat

5.1 Luftföroreningsprognoser

5.1.1 Metoder

Prognoser av luftföroreningshalterna har erhållits dels från beräkningar med den s k MATCH modellen¹, dels från beräkningar med enklare lokala modeller som ingår i Luftvårdsförbundets

¹ MATCH är en avancerad datormodell som utvecklats på SMHI. Modellen använder detaljerad kartläggning av utsläpp av kemiska komponenter till atmosfären tillsammans med meteorologiska data

system². Validering av beräknade luftföroreningshalter genomfördes genom att jämföra med uppmätta halter i Stockholm, Uppsala, Södertälje och Norr Malma (bakgrundsstation). Dels utvärderades beräknade halter för senaste dygnet som baserats på känd meteorologi, dels halterna aktuellt dygn och kommande dygn. Utvärderingen gjordes för 2-dygnsprognoser av ozon, kväveoxider och partiklar (PM10)³. Mätningarna genomfördes inom ramen för Luftvårdsförbundets övervakningsprogram (<http://www.slb.nu/lvf>). SLB analys ansvarade för mätningarna och de lokala modellberäkningarna. SMHI ansvarade för de regionala spridningsberäkningarna över Europa och den urbana nedskalning som gjorts med MATCH-modellen över Stockholm på 2x2 km (GASLINK-systemet). SMHI producerade samtidigt meteorologiska prognoser för beräkningar med SULVFs lokala modeller.

5.1.2 Resultat

Figur 1-3 visar en jämförelse mellan uppmätta halter på Torkel Knutson-stationen på Södermalm och simulerade 2-dygnsprognoser från SMHIs MATCH modell på urban skala över Stockholm (GASLINK-systemet). Vi ser för NO₂ en mycket bra överensstämmelse mellan prognoserade dygnsvärden och uppmätta halter i centrala Stockholm. För NO₂ är det lokala bidraget från trafik det dominerande och den emissionsdatabas som används beskriver väl utsläppen av kväveoxider längs vägnätet. Fördelningskurvorna visar dock att modellen inte klarar att simulera de allra högsta dygnsvärdena.

För ozon bestäms halterna av långväga transporter och halterna har också en tydlig säsongsvariation med lägre värden på vintern och högre på våren och sommaren. De beräknade prognoserna för 8-timmarsmedelvärden av ozon är bra och klarar också, enligt fördelningskurvan, att simulera maxvärden som överensstämmer med de uppmätta. Observera att det dock inte alltid betyder att prognosens maxvärden kommer vid rätt tidpunkt, något som framgår om man detaljstuderar tidsserien.

För partiklar PM10 visas att modellen inte kan prognosera rätt värde inne i Stockholm. Tidigare analyser av GASLINK-systemet har visat att det långväga bidraget är någorlunda väl simulerat, men att det lokala bidraget ofta är kraftigt underskattat. Det beror på att GASLINK-systemet inte har dynamiska emissionsdata för slitagepartiklar, dvs de som genereras av dubbdäck och som frigörs till luften när vägbanan torkar upp. Utan en sådan modell för slitagepartiklar blir, i dagsläget, prognosystemet otillfredsställande för PM10-prognoser.

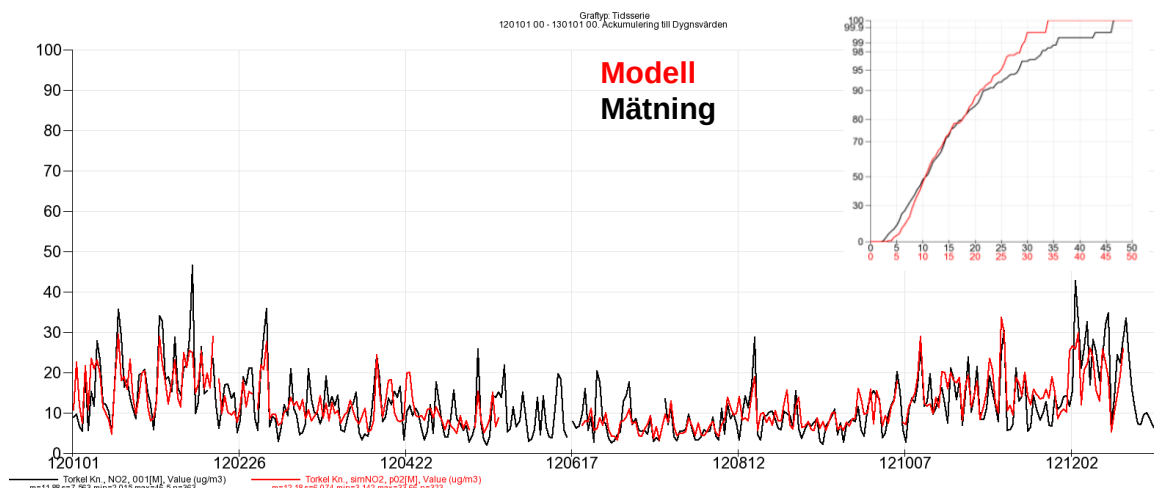
Figur 4-5 visar simulerade prognoser av maximala dygnsvärden för NO₂ och maximala 8-timmarsmedelvärden för ozon. För NO₂ visas tydligt hur den lokala trafiken utgör en dominerande källa. För ozon kan vi se att Stockholm stad bidrar till lägre halter genom att de stora kväveoxidutsläppen där konsumerar delar av ozonet. De maximala värdena inträffar i perifera delar av området.

för att beräkna omvandling, transport och nedfall av luftföroreningar. Se

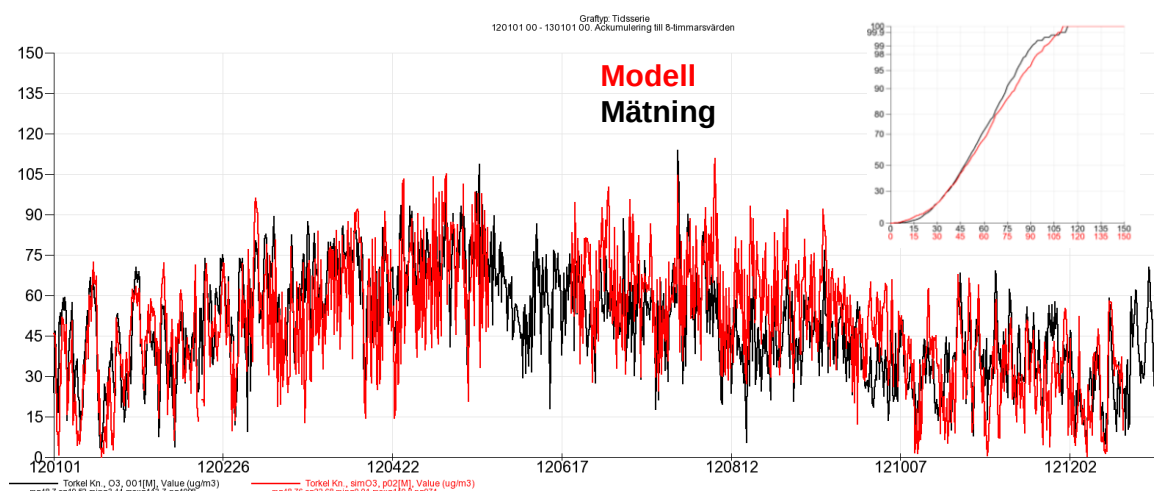
<http://www.smhi.se/forskning/forskningsomraden/luftmiljo/spridningsmodellen-match-1.601>

² <http://www.slb.nu/lvf/Halter/modeller.htm>.

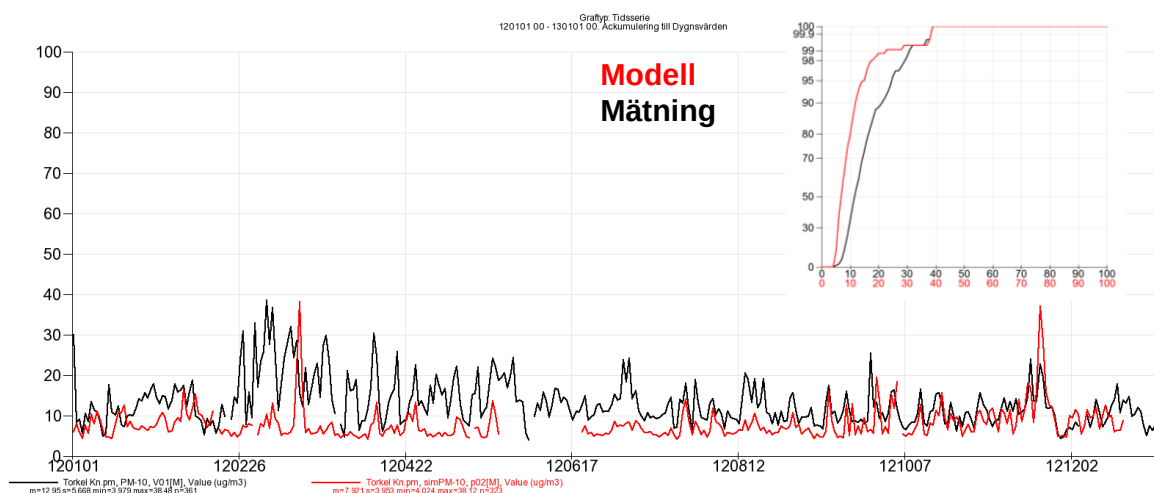
³ Förenklat uttryckt kan man säga att PM10 avser partikelkoncentration för alla partiklar med en diameter som är mindre än 10 µm.



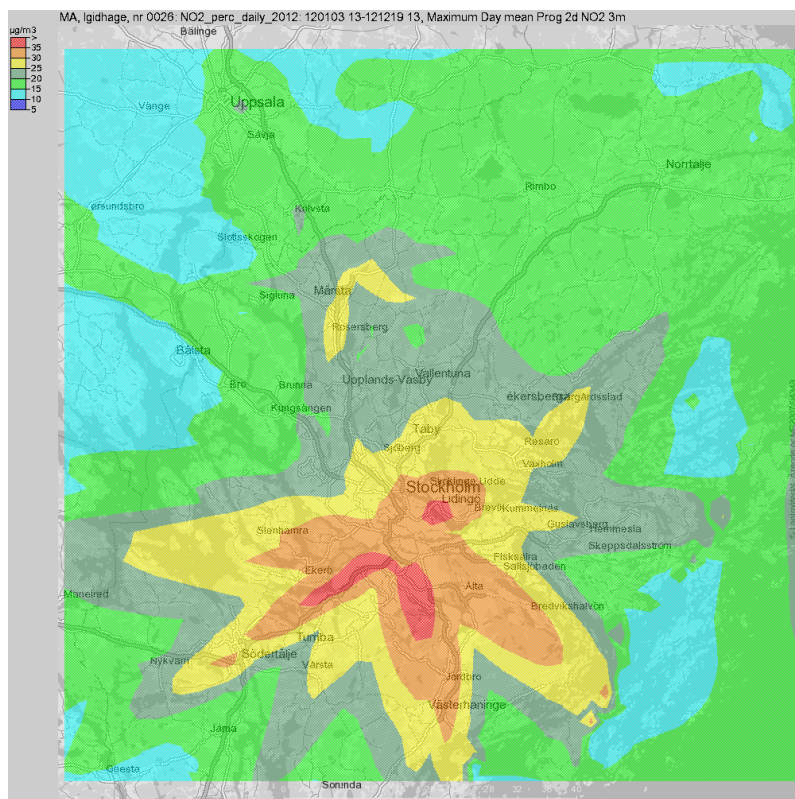
Figur 1. Jämförelse mellan 2-dygnsprognoser och uppmätta dygnsvärden av NO₂ på Södermalm i centrala Stockholm. Tidsserien visar alla dygn medan den ackumulerade fördelningen visar data för de dygn då både modell och mätning gett information.



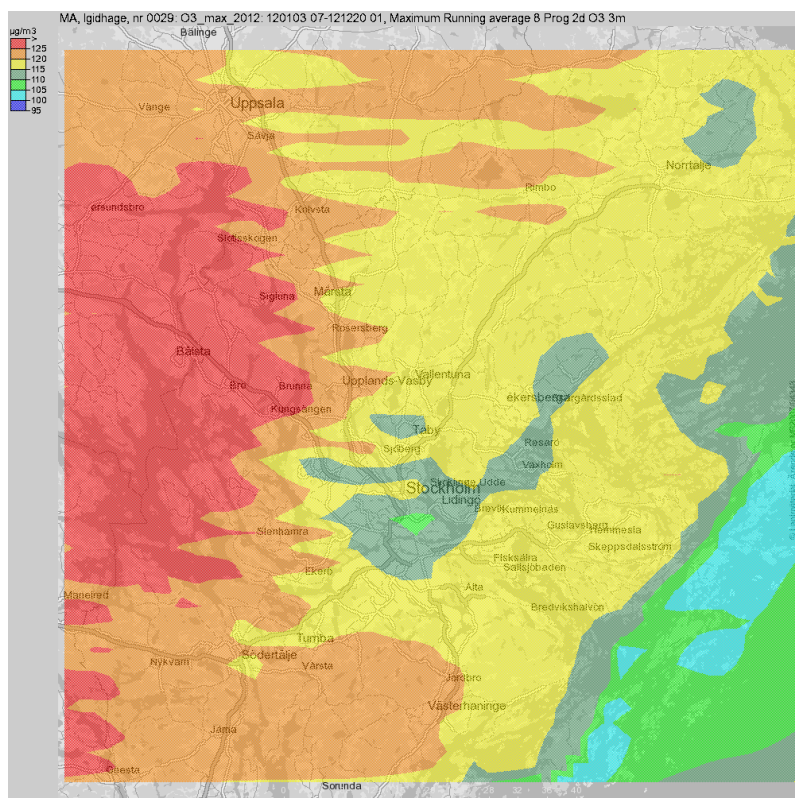
Figur 2. Jämförelse mellan 2-dygnsprognoser och uppmätta 8-timmarsvärden av ozon på Södermalm i centrala Stockholm. Tidsserien visar alla data medan den ackumulerade fördelningen visar data för de timmar då både modell och mätning gett information.



Figur 3. Jämförelse mellan 2-dygnsprognoser och uppmätta dygnsvärden av PM10 på Södermalm i centrala Stockholm. Tidsserien visar alla data medan den ackumulerade fördelningen visar data för de dygn då både modell och mätning gett information.



Figur 4. Maximala halter av 2-dygnsprognoser för dygnsmedelvärden av NO2 över Stockholm-Uppsala under 2012, beräknade med MATCH GASLINK.



Figur 5. Maximala halter av 2-dygnsprognoser för 8-timmarsmedelvärden av O3 över Stockholm-Uppsala under 2012, beräknade med MATCH GASLINK.

5.1.3 Slutsatser luftföroreningsprognoser

Modellsystemet MATCH – GASLINK bidrar med 2-dygnsprognoser i form av haltfält med 2x2 km upplösning. En jämförelse med mätvärden visar att prognoser har olika kvalitet:

- Prognoserna för NO₂ fungerar väl och förutsäger också i tid när höga värden är att vänta. Dock finns en viss tendens till underskattning av de högsta dygnsvärdena.
- Prognoser för O₃ varierar säsongsmässigt bra och halternas nivåer är också mycket lika de uppmätta. Emellertid finns tillfällen när modellen missar att prognosera höga värden, liksom det omvända.
- Prognoser för PM₁₀ är inte tillfredsställande och de underskattar starkt de verkliga halterna. Bakgrunden är att modellen inte beskriver de lokala emissionerna av slitagepartiklar.

Sammanfattningsvis visar prognossystemet lovande och användbara resultat för NO₂ och ozon, men bör förbättras när det gäller PM₁₀.

5.2 Pollenhalter och prognoser

5.2.1 Metoder

Palynologiska laboratoriet vid Naturhistoriska riksmuseet ger, under perioden mars till och med augusti, ut pollenprognoser för Stockholmsområdet.

De pollendata som utgör en del av underlaget till pollenprognoserna uppmäts med hjälp av en ”Burkard Seven Day Recording Volumetric Spore Trap”, i vardagslag kallad för ”pollenfälla”.

Pollenfällan är placerad på Arrhenius-laboratoriets tak i Frescati (Stockholms universitet).

Pollenpartiklarna (men även andra partiklar som damm, mineralkorn, sot mm), som sugas in genom en spaltformig öppning (2x14 mm), träffar en trumma med klibbig tejp som sakta roterar så att ny tejpyta exponeras vid öppningen vartefter tiden går. Mängden luft är 10 l/min som ungefär motsvarar den volym luft som en person i vila andas in. Varje vardag byts tejp ut och analyseras i mikroskop i 400 ggr förstoring varvid pollenkornen bestäms till art, släkte eller familj. Resultatet anges i antalet pollen per kubikmeter luft och dygn. I detta projekt användes bara prognoserna för björkpollen.

När Palynologiska laboratoriet framställer pollenprognosen utgör gårdagens uppmätta pollenhalter en del av underlaget. Hänsyn tas även till vädersituationen lokalt och regionalt men också hur vädersystem rör sig över Europa för att om möjligt förutse fjärrtransport av pollen från områden utanför Sverige. En annan viktig faktor att ta med vid ställandet av en prognos är blomningssituationen – var växterna befinner sig i sin blomningscykel. Tidigare säsongers mätdata och samlad erfarenhet är också en viktig del av underlaget. Alla ingående parametrar bedöms av den som analyserar och tar fram pollenprognosen. Pollenprognosen är således inte en produkt av någon automatiserad modellering.

Prognoser görs för innevarande dag (00) och för tre dygn framöver (dag 01, 02, 03). Vid veckoslut och långhelger görs även längre prognoser (dag 04, 05, 06). Det innebär att det alltid finns en prognos för varje dag, även helgdagar, en prognos som då är gjord en (två eller tre) dagar innan. Däremot finns det inte alltid dag 00- prognoser för varje dag eftersom det inte görs prognoser på helgdagar.

Palynologiska laboratoriet använder sig av följande mängdklasser i prognoserna för björkpollen: Låga (L, 1-10 pollen/m³), Måttliga (M, 11-100 pollen/m³), Höga (H, 101-1000 pollen/m³), Mycket höga (H+, >1000 pollen/m³). I det dagliga arbetet används dessutom mellanliggande nivåer med beteckningarna Låga till måttliga (L-M), Måttliga till höga (M-H) och Höga till Mycket höga (H-H+).

För att kunna väga samman pollenprognoserna med övriga data för hälsoindexet har det varit nödvändigt att överföra pollenklasserna till ett specifikt siffervärde (se Tabell 1). För klasserna L, M och H valdes 5, 45 och 450 pollen/m³ luft. För den högsta klassen, H+, valdes värdet 2000. För de

mellanliggande nivåerna har den praktiska användningen fått styra hur dessa värden ska anges. Nivåerna L-M och M-H beskriver läget när pollenhalten förväntas ligga i den lägre klassens övre del men att det inte är helt osannolikt att pollenhalten kan komma att nå upp över gränsen till nästföljande klass. För L-M valdes därför värdet 15, och på motsvarande sätt valdes 120 för M-H.

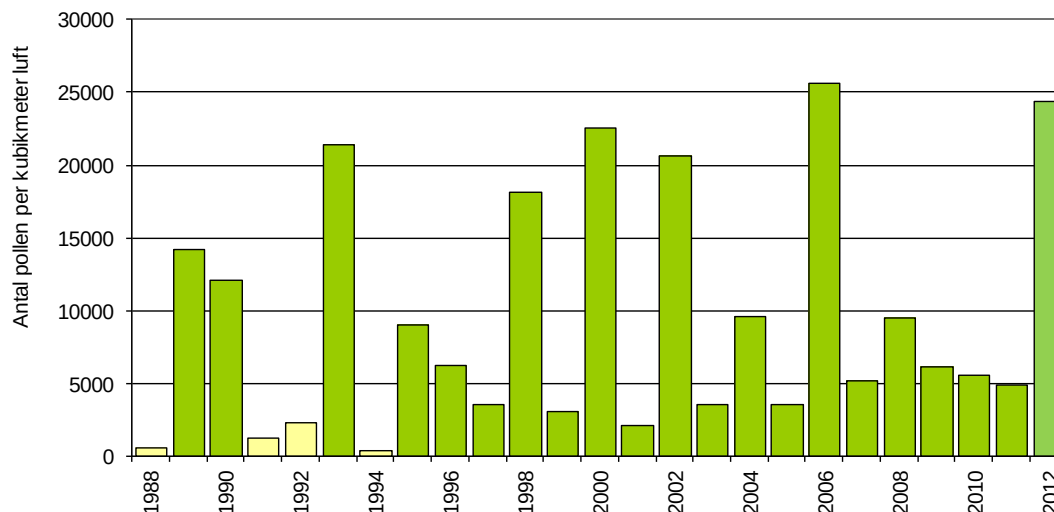
Beroende på den logaritmiska skalan är intervallet för höga halter brett (101-1000) och det är därmed angeläget att välja ett tredje värde inom detta intervall, därför valdes 900 för nivån H-H+, som i den praktiska användningen närmast motsvarar när pollenhalterna förväntas vara höga med god marginal och nära nivån för mycket höga halter.

Tabell 1. Pollenklassernas specifika värde för hälsoindexet.

Nivå	min	max	Värde
L	1	9	5
L-M	10	20	15
M	21	69	45
M-H	70	170	120
H	171	729	450
H-H+	730	1070	900
>H+	1071		2000

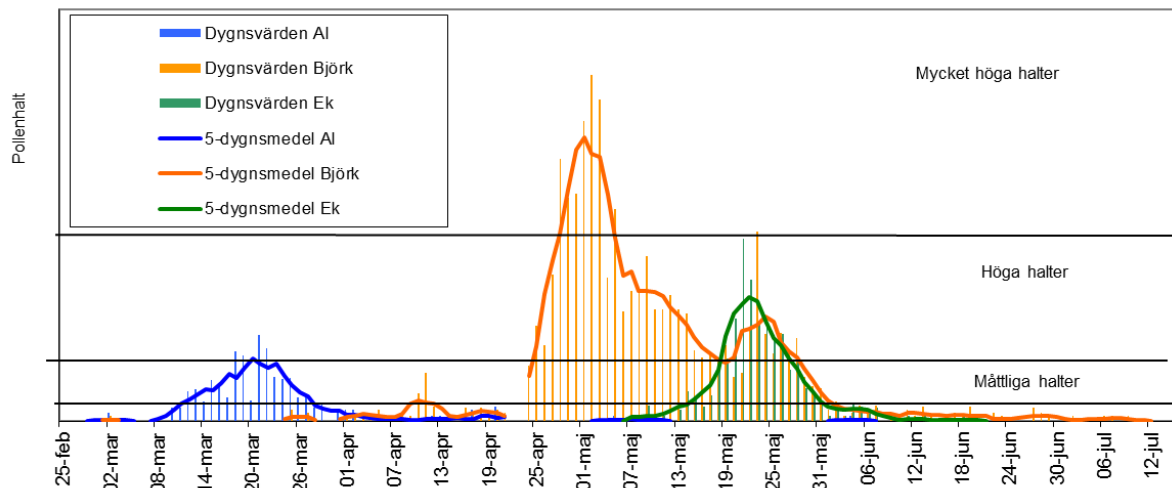
5.2.2 Resultat för 2012

Pollenssäsongen 2012 i Stockholm hade en ovanligt riklig björkblomning, totalhalten var den högsta på många år, sedan mätningarnas start bara överträffad av säsongen 2006 (Figur 6).



Figur 6. Totalt uppmätt antal pollen per kubikmeter luft i Frescati (Stockholm) under 1988-2012.

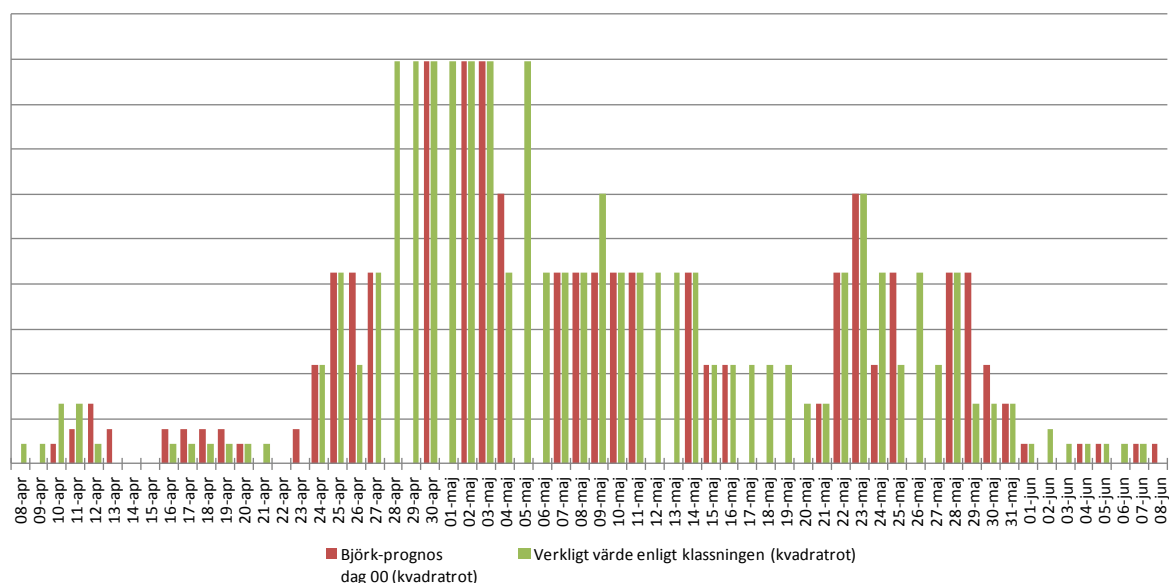
I början av april förekom en del fjärrtransport eller möjligen lokal blomning – det är svårt att säga vilket ursprung de första pollenhalterna hade. Den lokala blomningen i Stockholmsområdet började den 22-23 april samtidigt som ett tekniskt fel medförde att inga pollen kunde uppmätas. Halterna steg snabbt och under slutet av april och början av maj noterades höga halter (H) eller mycket höga halter (H+) under 25 dagar i följd vilket är ovanligt länge. Fjärrtransport från den intensiva björkblomningen i norr medförde höga halter också den 24 maj (Figur 7).



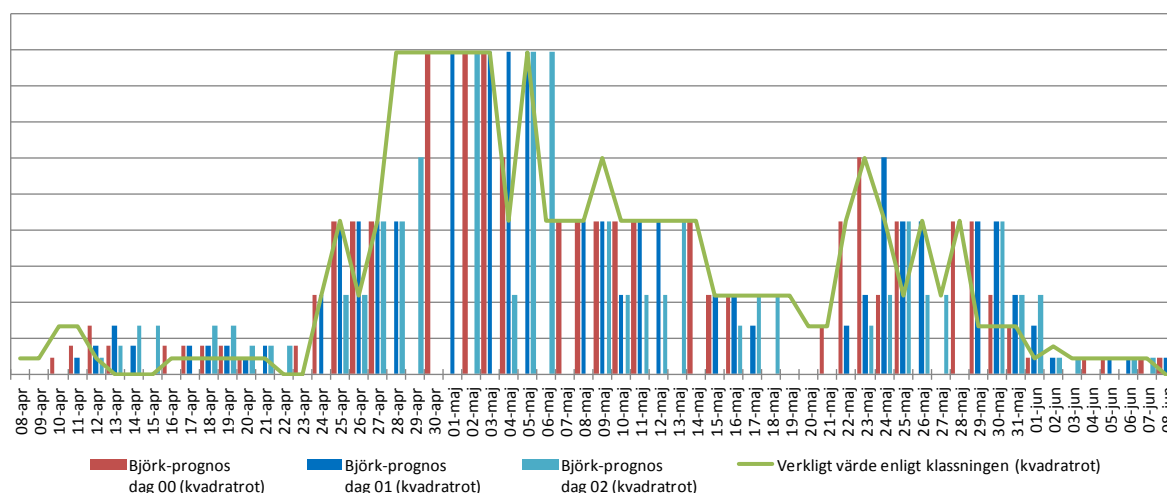
Figur 7. Dagliga pollenhalter år 2012, vid Frescati, Stockholm.

De manuella pollenprognoserna visade mycket god överensstämmelse med de uppmätta pollenhalterna (Figur 8 och Figur 9). Som väntat är det pollenprognosen för innevarande dag (00), som bäst stämmer överens med den uppmätta pollenhalten. Även dag 01- och dag 02-prognoserna stämmer bra. Generellt finns en liten överprognostisering i början på säsongen (12-19 april, Figur 9), detta för att uppmärksamma allergikerna på att säsongen inleds samt för att varna för de höga pollenhalter av björk som kommer inom kort.

När björken väl har kommit till den mognadsfas när blomningen kan börja är det vädret som styr pollensläppet. Pollensläppet kan då ske inom det närmaste dygnet eller efter ytterligare några dagar, skillnaden som avgör kan vara en solig eller en mulen dag. Därför kan tidpunkten för den initiala ökningen av pollen vara svår att förutsäga, som t.ex. den 10 april (Figur 9). Extra olyckligt blir det om en helg sammanfaller med en markant ökning av björkpollenhalten som då inte kan korrigeras förrän efter helgen, som t.ex. 28-29 april.



Figur 8. Manuella prognoser för innevarande dag jämfört med uppmätta pollenhalter.



Figur 9. Manuella prognoser för pollenhalter för innevarande dag (00), i morgon (01) och i övermorgon (02). Prognoserna jämförs med de uppmätta halterna.

5.2.3 Slutsatser – björkpollenhalter och manuella prognoser

Pollensäsongen 2012 i Stockholm hade en ovanligt riklig björkblomning, totalhalten var den högsta på många år, sedan mätningarnas start bara överträffad av säsongen 2006. Den lokala blomningen i Stockholmsområdet började den 22-23 april.

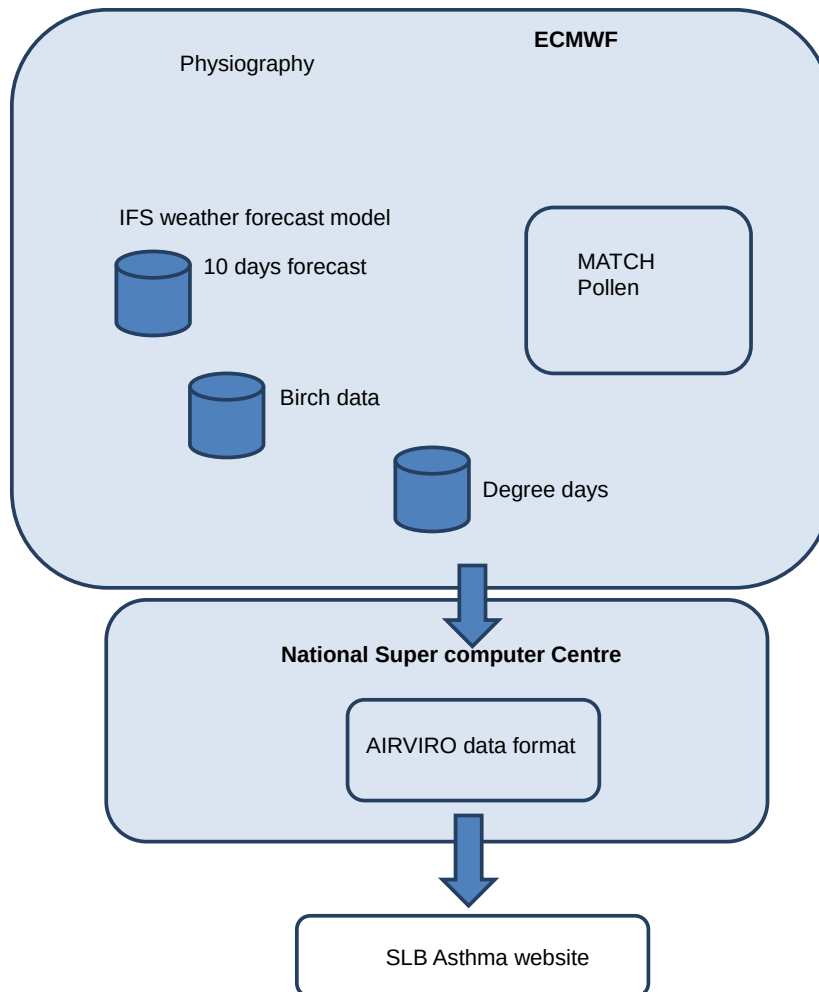
Resultaten visar att de manuella pollenprognoserna har en god överensstämmelse som gör att de lämpar sig väl som en av de parametrar som ligger till grund för astmariskindexprojektet (kartbaserad prognosinformation till astmatiker). Den manuella prognosen tar hänsyn till såväl den lokala blomningen som fjärrtransport före och efter den lokala blomningen. Ibland kan det vara svårt att bedöma om och när en fjärrtransportsituation ska inträffa.

5.3 Pollenmodell för prognos av halterna med hänsyn till intransport från andra länder

En pollenmodell skulle kunna vara ett hjälpmedel som bidrar till att säkrare förutsäga fjärrtransport. Som påpekats ovan använder sig Palynologiska laboratoriet av väderkartor för att manuellt bedöma bidrag till pollenhalterna från fjärrtransport. I detta projekt testades en beräkningsmodell som bygger på en meteorologisk prognosmodell, en empirisk pollenemissionsmodell och en pollentransportmodell för skattning av björkpollenhalterna, främst bidraget från fjärrtransporten.

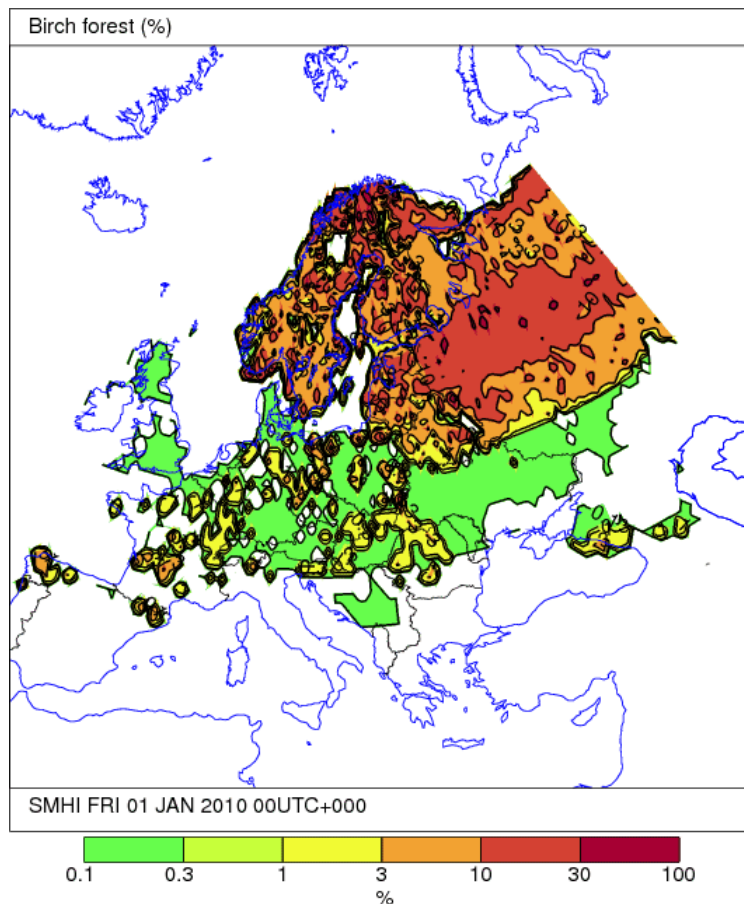
5.3.1 Metod

Finska Meteorologiska Institutet (FMI) har utvecklat en Europatäckande modell för beräkning av pollenhalter (björkpollen). Pollenmodellen finns implementerad i FMI's transportmodell SILAM (http://silam.fmi.fi/SILAM_main.htm) för pollenprognoser. Genom ett samarbete mellan SMHI och FMI finns pollenmodellen nu också införd i SMHI's transportmodell MATCH för att möjliggöra motsvarande pollenprognoser.



Figur 10. Schematisk skiss av prognoskedjan för pollen.

Emissionsmodellen bygger på att ett ackumulerat temperaturöverskott (graddagar) bestämmer när pollenemissionerna startar men också hur länge dessa pågår. I modellen tas hänsyn till nederbörd, fuktighet och vind som påverkar intensiteten i pollenemissionen. Ett omfattande arbete har genomförts vid FMI för att bestämma tröskelvärden för graddagar för björkblomning över hela Europa samt andra parametrar i modellen. I systemet ingår också en inventering av andelen björkskog i 50x50km rutor över Europa, se Figur 8.

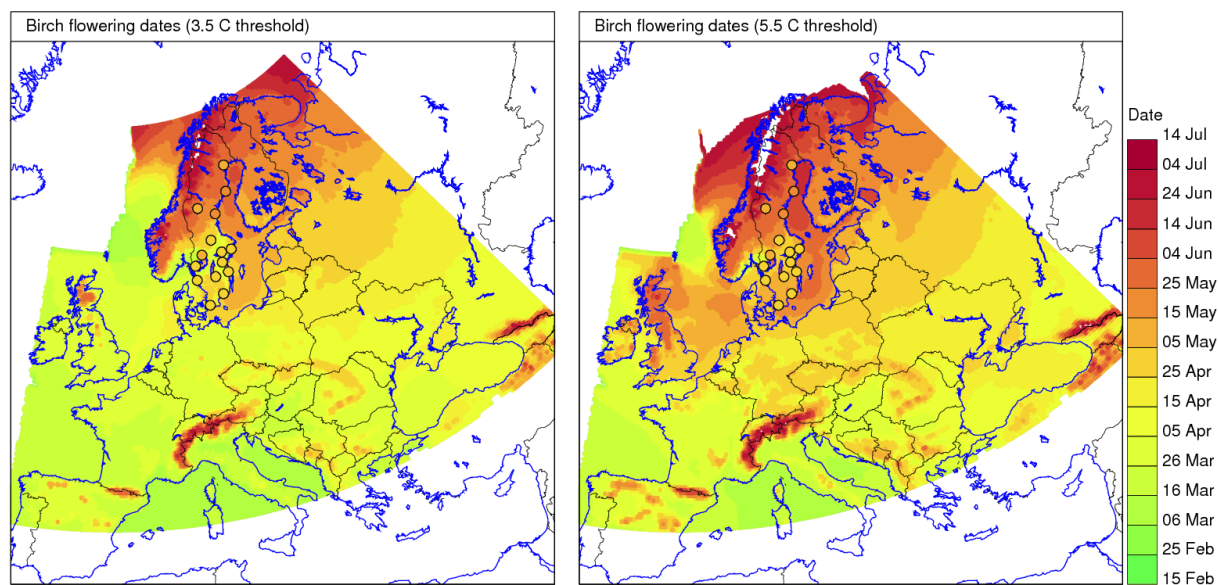


Figur 11. Björkförekomsten i Europa. Ligger till grund för skattning av pollenutsläppen och beräkning av pollehalter.

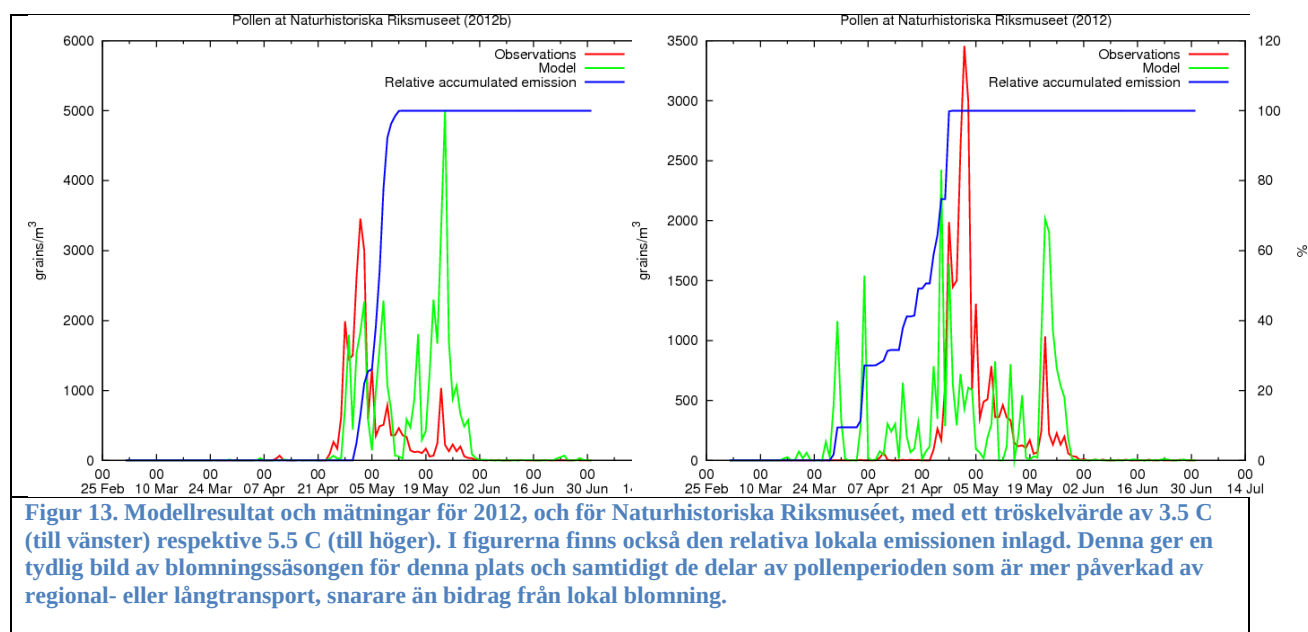
Modellberäknade prognoser från transportmodellen MATCH finns tillgängliga 10 dagar framåt och valideringen av modellen baseras dels på tidpunkt för första upptäckta pollenmängder (troligtvis transport från redan påbörjad blomning innan lokal blomning), uppskattad start av lokal blomning, samt pollenmängder under blomningstid.

Prognostiserade halter av björkpollen jämförs med uppmätta pollenhalter från mätstationen i Stockholm. Pollenmätningarna genomförs av Palynologiska laboratoriet. SMHI ansvarar för beräkningarna av pollenhalter i MATCH och valideringen av dessa beräkningar.

Under pollensäsongen 2012 var modellen inte helt färdigutvecklad och korrigeringar av systemet fick göras under projektets gång. Efteranalys nu har gjorts för åren 2009-2012 med en stabil modellversion. I en känslighetsanalys kan vi se att tröskelvärdet för bildande av temperatursumman är en av de viktigare parametrarna. I ursprungsmodellen var tröskelvärdet satt till 3.5 C men vi finner att en nivå på 5.5 C ger ett bättre resultat för 2012, se Figur 12.

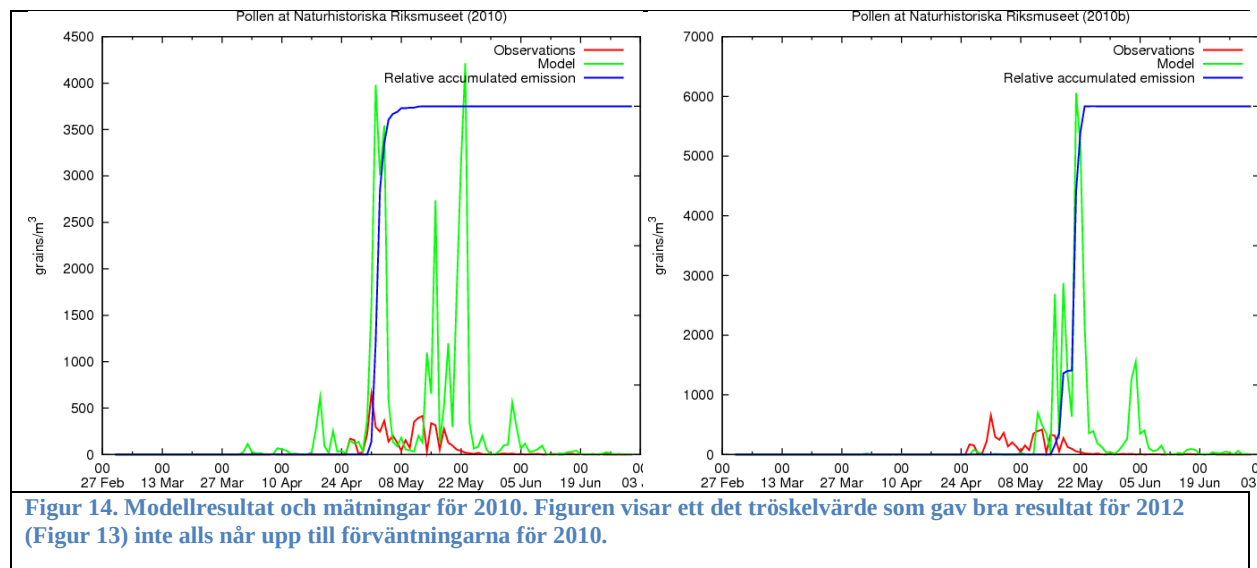


Figur 12. Tid för björkblomning beroende på tröskelvärde för ackumulerad dygnstemperatur; 3,5 °C i vänstra figuren och 5,5 °C i högra.



Figur 13. Modellresultat och mätningar för 2012, och för Naturhistoriska Riksmuseet, med ett tröskelvärde av 3.5 C (till vänster) respektive 5.5 C (till höger). I figurerna finns också den relativa lokala emissionen inlagd. Denna ger en tydlig bild av blomningssäsongen för denna plats och samtidigt de delar av pollenperioden som är mer påverkad av regional- eller långtransport, snarare än bidrag från lokal blomning.

Vi har vid efterberäkningar för åren 2009-2011 sett att tröskelvärdet 5.5 C är klar bättre än 3.5 C i jämförelse mot mätdata, förutom för 2010 då denna förändring ger en alltför sen blomning i modellen, se Figur 13.



5.3.2 Slutsatser om pollenmodellering

Slutsatsen är att det krävs en del vidareutveckling av pollenmodellen för att få tillräckligt bra prognoser. En möjlighet kan vara att modelleringen ska baseras på en bukett av temperatursummor, med olika tröskelvärden, och därmed gen en ensemble av modellberäkningar som kan fånga in en spridning som är en del av den osäkerhet vi bör hantera.

5.4 Halt- responssamband och riskindex

Många epidemiologiska studier har visat samband mellan förhöjda halter av olika luftföroreningar samt olika hälsoutfall, exempelvis sjukhusinläggningar eller akutbesök för respiratoriska diagnoser. Information om de aktuella pollenhalterna är inte alltid inkluderat i modellen, ibland därför att informationen inte är tillgänglig, ibland därför att den effekten ses som ointressant.

5.4.1 Metoder

Riskindexet bygger på halt-responssambandet från en epidemiologisk studie om korttidseffekter av både olika luftföroreningar och pollen på akutbesök för astmabesvär.

Uppgifter om dagligt antal akutbesök för astmadiagnoser i Storstockholm (1.2 miljoner invånare) för åren 2001-2005 hämtades hos Patientregistret. Urbana bakgrundshalter av luftföroreningsvariabler som partiklar, kvävedioxid och ozon från SLB Analys på Miljöförvaltningen i Stockholm samt halter av björk- och gräspollen från Naturhistoriska riksmuseet.

En statistisk bearbetning av data gav information om vilken betydelse som pollen och olika luftföroreningar hade för akutbesöken när hänsyn togs även till andra förhållanden, t ex kalendereffekter och meteorologiska variabler. Inga statistiskt signifikanta samband hittades mellan akutbesök för astma och halter av gräspollen, därför används bara sambandet med björkpollen i beräkningar av riskindexet.

Olika alternativ för att specificera pollenexponeringen validerades. Exempelvis kategoriserades de dagliga pollenvärdena som klasser baserad på kategorier som används i polleninformation till allmänheten (se Avsnitt 4.2.1), dessutom testades en icke-linjär funktion av de aktuella värdena. Även olika tidsfönster för polleneffekten prövades för att undersöka de fördröjda effekterna av pollen.

Resultaten indikerade att för en prognosmodell med kort förvarningstid var det mest lämpligt att använda den linjära funktionen av de aktuella pollenhalterna. Den genomsnittliga halten av pollen samma dag och dagen innan (lag 01) akutbesöket användes för att beskriva sambanden. Samma tidsfönster användes även för de olika luftföroreningshalterna i modellen.

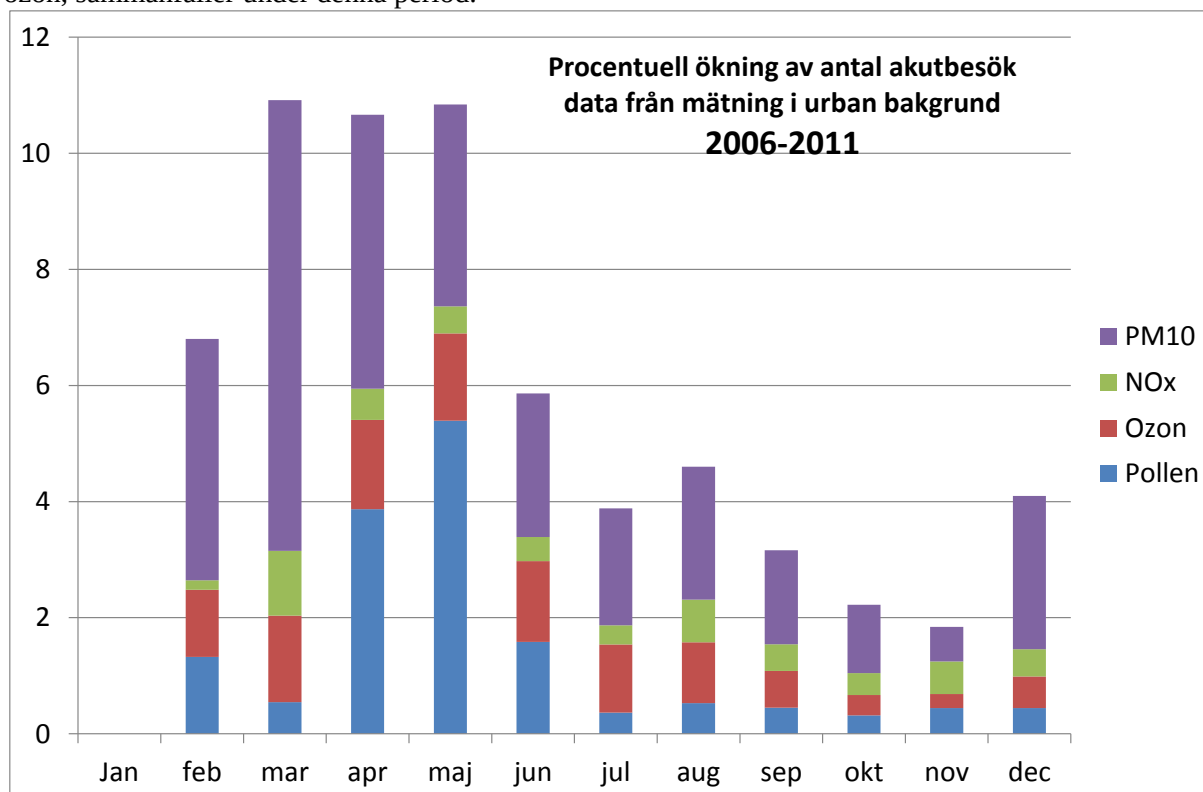
Halt-responssambanden anger den procentuella ökningen av antal akutbesök för astma på grund av förhöjda halter av luftföroreningar och björkpollen. En ökning av PM10 halten med 10 µg/m³ beräknas öka det förväntade antalet akutbesök med 2.5%. Lika stor ökning av halten av kväveoxider och ozon skulle öka det förväntade antalet akutbesök med motsvarande 0.5% och 0.3%. En ökning av björkpollen med 100 pollen/m³ motsvarar en ökning av akutbesök med 2.6%.

Riskindexet beräknas som en sammanviktad summa av halterna av luftföroreningar och björkpollenhalterna. Viktningen görs baserat på de halt-responssambanden från den epidemiologiska studien.

5.4.2 Resultat

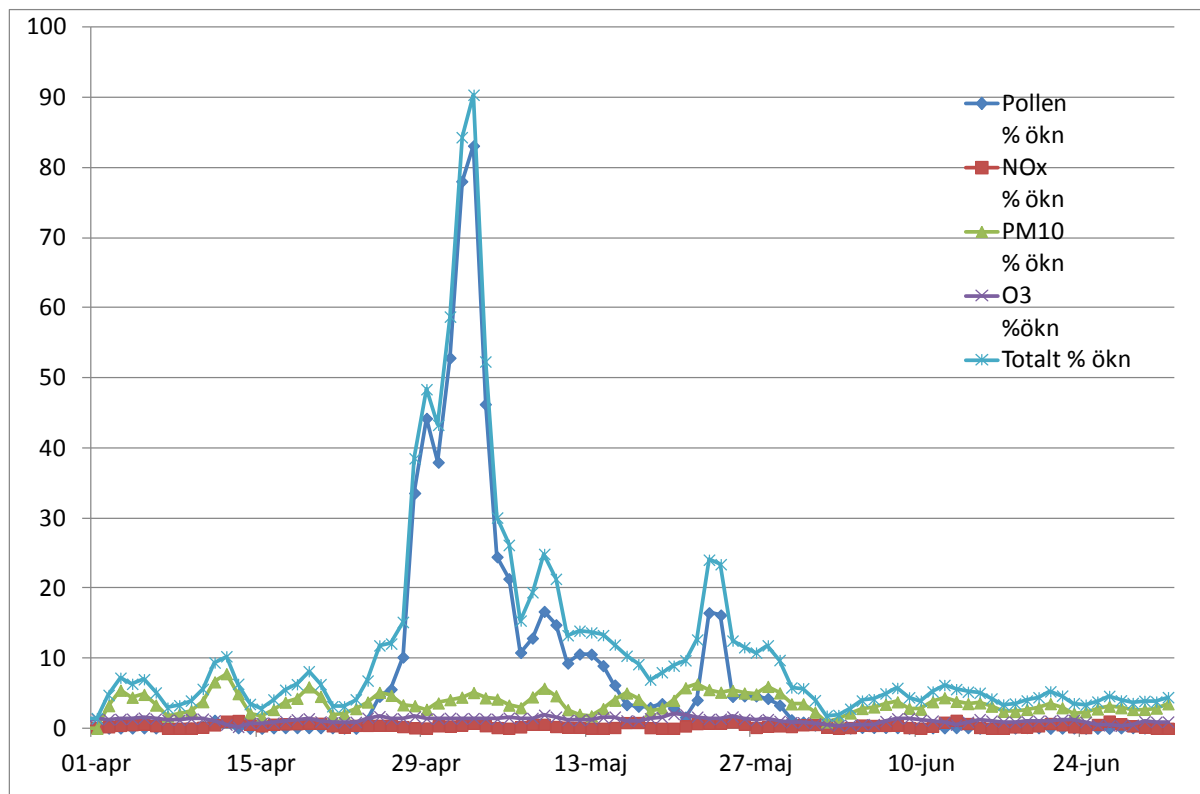
Innan resultaten för den aktuella testperioden presenteras, kan det vara intressant se hur betydelsefulla luftföroreningarna och björkpollenhalterna kan vara för akutbesök för astmabesvär. Figur 15 visar hur mycket olika luftföroreningar och björkpollen beräknas bidra till akutbesök på grund av astmabesvär i Stockholmsregionen. Värden i figuren är månadsmedelvärden för perioden 2006-2011 och bygger på mätningar av luftföroreningar i centrala Stockholm (taket på Mariapolikliniken på Södermalm) samt björkpollenmätningar i Frescati.

Av luftföroreningarna är det främst partiklar (PM10) som ökar antalet akutbesök. PM10 halterna bidrar med i genomsnitt som mest ca 10 % flera akutbesök under mars månad. Ozon beräknas kunna leda till som mest någon procent fler besök och NOx, som får betraktas som en indikator för fordonsavgasexponering, kan leda till högst ett par procent fler akutbesök. I samband med höga björkpollenhalter under våren, t ex maj månad, kan antalet akutbesök öka med i genomsnitt ca 5 % jämfört med perioder utan björkpollen. Summan av de procentuella ökningarna av akutbesök på grund av PM10, ozon, NOx och björkpollen utgör det totala riskindexet som används i detta projekt. Figur 15 visar att flest akutbesök på grund av exponering för luftföroreningar och björkpollen inträffar under våren, mars – maj. Detta beror på att perioder med höga pollen- och partikelhalter samt även delvis ozon, sammanfaller under denna period.



Figur 15. Genomsnittliga värden för astmariskindex (=procentuella ökningen av antal akutbesök på sjukhus i Stockholmsområdet) baserat på pollenmätningar vid Frescati samt luftföroreningsdata (PM10, O3, NOx) från taket på Mariapolikliniken på Södermalm.

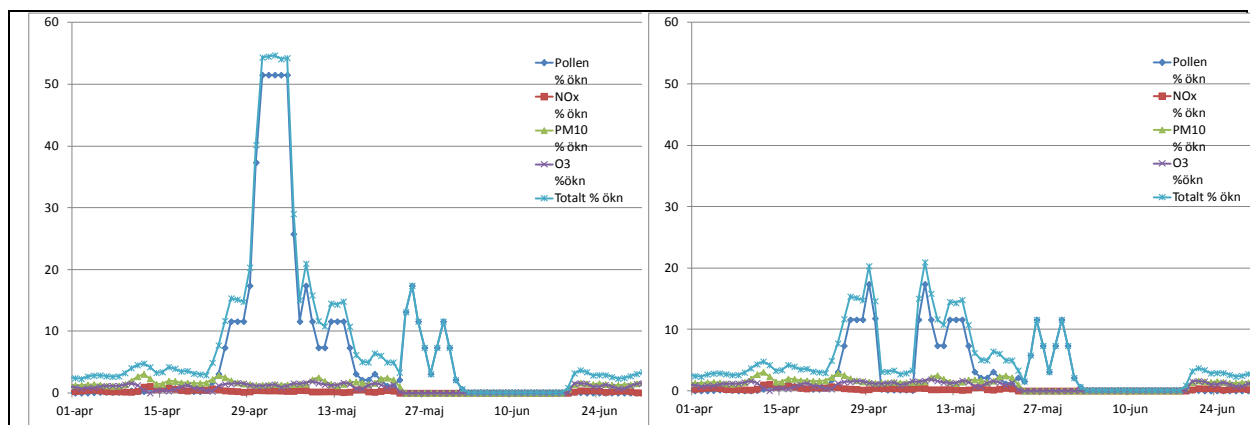
Figur 16 visar utvecklingen av riskindexet under den aktuella testperioden, april – juni 2012. I denna figur bygger riskindexet på de verkligt uppmätta halterna, inte de som prognosticerats. Av figuren framgår att de ovanligt höga björkpollenhalterna hade absolut störst betydelse för indexet under en stor del av perioden. Ett riskindex på 100 motsvarar en förväntad fördubbling av antalet akutbesök på grund av astmabesvär. Under slutet på april – början av maj uppgick indexet till 80, dvs 80 % fler akutbesök förväntades inträffa jämfört med utan björkpollen och normala luftföroreningshalter.



Figur 16. Riskindex för de olika föroreningarna och pollen baserat på de verkligt uppmätta halterna under april – juni, 2012.

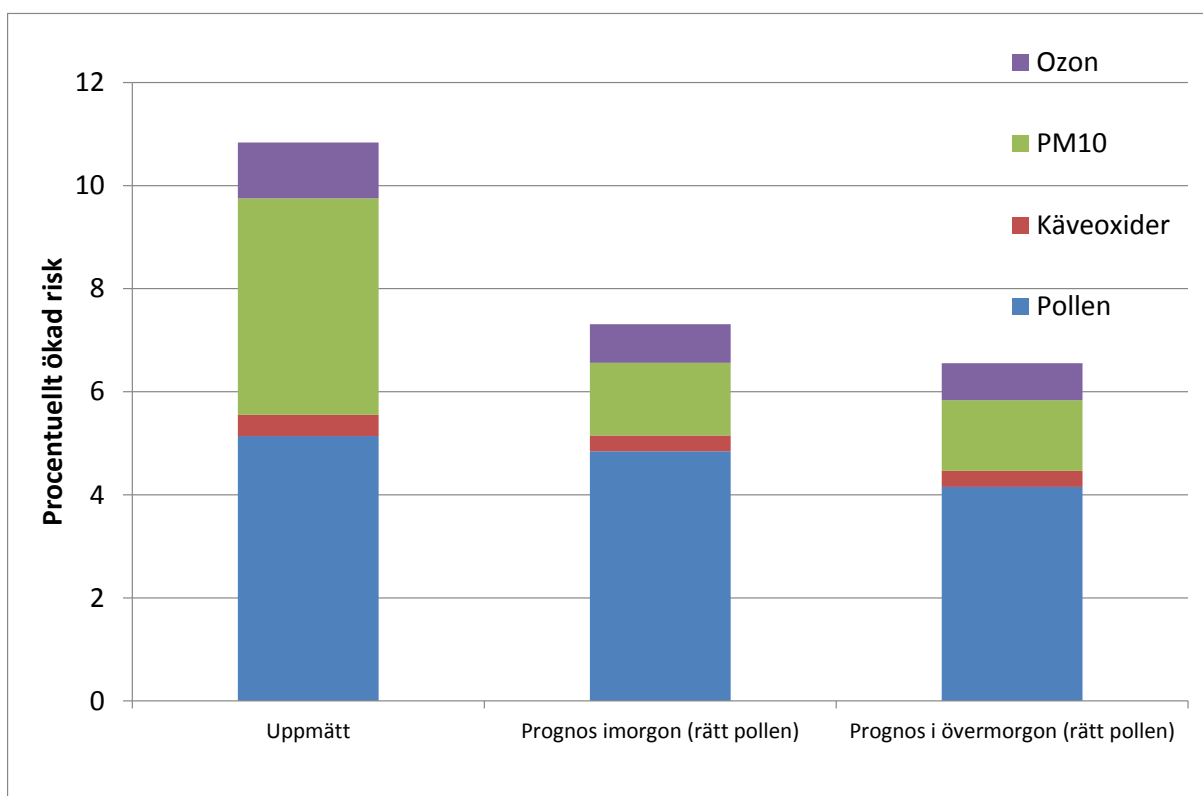
Figur 17 visar riskindexet för samma period som i Figur 16 fast nu baserat på de prognosticerade pollen- och luftföroreningshalterna. För beräkning av riskindexet hämtades pollenprognoserna från en server på SMHI till vilken Palynologiska laboratoriet dagligen rapporterar in prognoserna för vidare spridning till media. SMHI hade dock inför säsongen 2012, tagit fram ett nytt gränssnitt för inrapporteringen. Systemet visade sig ha allvarliga initiala problem som medförde att inrapporterade halter för de högsta pollenklasserna under perioden med de högsta pollenhalterna (slutat av april – början av maj) blev helt felaktiga då de vidareförmedlades till projektet och övriga kunder som tog del av rapporten via SMHIs server. Denna period sammanföll med långhelgen i samband med Valborg och första maj, vilket gjorde att felet inte upptäcktes förrän i efterhand.

Vänstra diagrammet i Figur 17 visar det felaktiga indexet som presenterades på hemsidan. Den information som testgruppen i projektet fick var alltså att man inte behövde befara ökade besvär på grund av pollen eller luftföroreningar.



Figur 17. Riskindex baserat på prognoserna. Vänstra figuren visar hur den korrekta prognosen skulle sett ut och den högra visar den som felaktigt blev rapporterad.

Figur 18 visar en jämförelse mellan de verkligt uppmätta och de prognosticerade bidragen till riskökningarna på grund av luftföroreningar och björkpollen under testperioden. För björkpollen används i detta fall de som Palynologiska laboratoriet rapporterat (inte de felaktiga som lästes av från servern på SMHI). Av figuren framgår att indexökningarna på grund av pollen, ozon och avgaser stämmer väl med de uppmätta, både om prognosen görs för imorgon och i övermorgon. Däremot underskattas riskökningen på grund av partiklar (PM10). Underskattningen beror på att prognosmodellen saknade bidrag till PM10 halterna från lokalt vägdamm (såsom beskrivits ovan).



Figur 18. Genomsnittliga riskindex för perioden april – juni 2012. Riskindexen baseras på de verkligt uppmätta halterna, och prognoserna för samma dag som gjordes dagen innan respektive 2 dagar innan.

5.4.3 Slutsatser

Ett riskindex som bygger på samband mellan antalet akutbesök på grund av astmabesvär och halterna av luftföroreningar och björkpollen har beräknats. Sambanden anger den procentuella ökningen av

antal akutbesök för astma på grund av förhöjda halter av luftföroreningar och björkpollen. En ökning av PM10 halten med 10 µg/m³ beräknas öka det förväntade antalet akutbesök med 2.5%. Lika stor ökning av halten av kväveoxider och ozon skulle öka det förväntade antalet akutbesök med motsvarande 0.5% och 0.3%. En ökning av björkpollen med 100 pollen/m³ motsvarar en ökning av akutbesök med 2.6%. Hälsoindexet beräknas som en sammanviktad summa av halterna av luftföroreningar och björkpollenhalterna.

Riskindexet är som högst under våren på grund av att det är under denna period som halterna av partiklar och björkpollen är som högst. För den aktuella testperioden var björkpollenhalterna ovanligt höga vilket bidrog till ett riskindex på upp emot 80, vilket motsvarar en förväntad 80 procentig ökning av antalet akutbesök jämfört med perioder utan pollen och normala (låga) luftföroreningsnivåer.

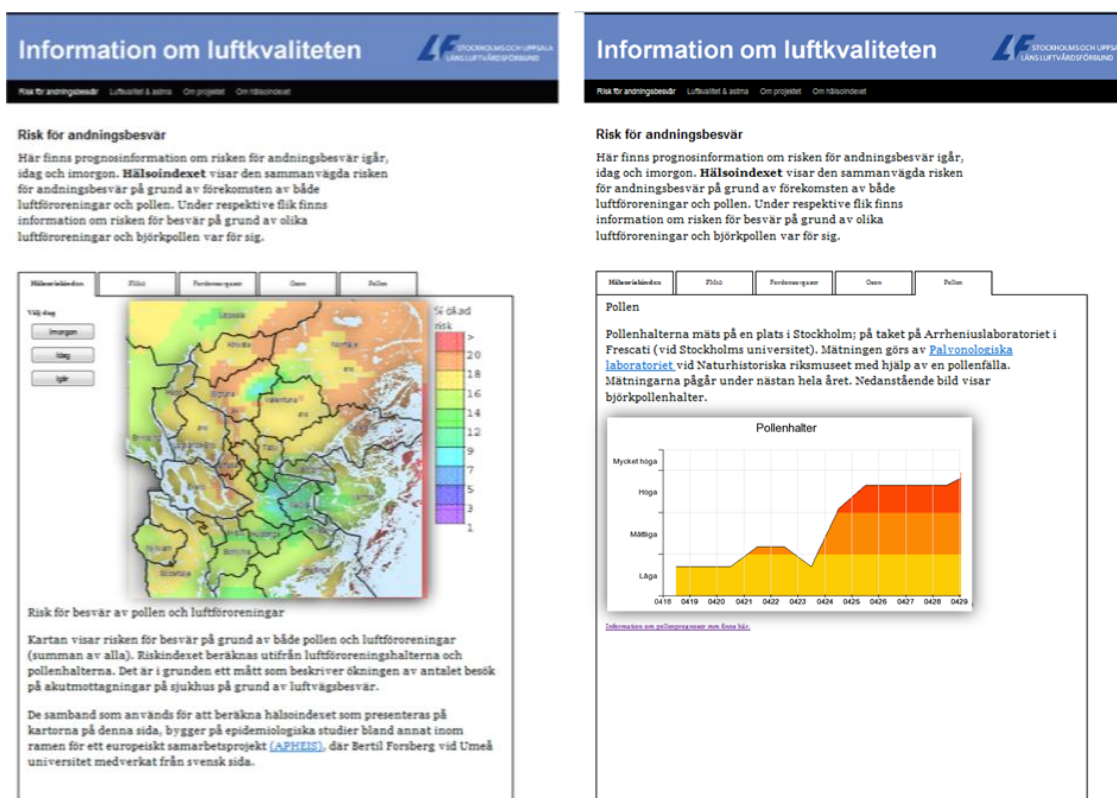
Det prognosticerade indexet stämmer väl med indexet baserat på uppmätta värden för alla parametrar utom för partiklar (PM10) som underskattas kraftigt under våren.

5.5 Presentation av riskindex på internet

Det prognosticerade indexet presenterades på en hemsida:

<http://slb.nu/luftkvalitet/>

På sidan fanns information om risk för besvär p g a höga halter av PM10, "Fordonsavgaser" (NOx halterna användes som indikator för avgaser), ozon, pollen och det totala indexet (= summan av de enskilda bidragen). Ett par exempel visas i Figur 19.



Figur 19. Exempel på hur hemsidan med riskindexet såg ut.

5.6 Studie av användbarheten och nyttan av informationen – astmadagbok

5.6.1 Metod

För att undersöka om tillgång till informationen har någon effekt valde vi att göra en studie istället för att subjektivt fråga om nyttan. Astmatikerna från Stockholm som inbjöds för utvärderingen är vuxna personer som ingår i ett stort Europeiskt forskningsprojekt, GA2LEN (Global Allergy and Asthma European Network) (<http://www.ga2len.net>). Ur den databasen identifierades 40 pollenallergiska (enligt test) astmatiker boende så centralt som möjligt i Stockholm. Dessa fördelades slumpmässigt i två lika stora grupper och inbjöds medverka i en astmadagboksstudie. Testgruppen fick veta om webbsidan med astmariskinformation och uppmanades att utnyttja den, medan kontrollgruppen inte gavs någon sådan information. Båda grupperna fick föra en elektronisk astmadagbok där man på nätet dagligen svarade på frågor främst om besvär och medicinering. Bara dygn när man var i Stockholm ingår.

5.6.2 Resultat

Medelantalet deltagare per dygn var 6,5 i testgruppen och 7,5 i kontrollgruppen. Detta är väl få för att dra riktigt säkra slutsatser. Andningsbesvär, astmamedicinering, ögon- och näsbesvär samt medicinering för allergi ökade med beräknade risktal. Kontrollgruppen rapporterade mer besvär än testgruppen. För andningsbesvär ökade skillnaderna mellan grupperna med stigande risktal, medan ögon- och näsbesvär ligger mera konstant högre hos kontrollgruppen.

5.6.3 Slutsatser - astmadagbok

Björkpollenhalterna var väldigt höga under april maj vilket medförde ökade besvär. På grund av fel vid rapporteringen fick testgruppen felaktig information risken för besvär; dvs de fick informationen av det var liten risk för besvär trots att pollenhalterna var ovanligt höga under slutet av april – början av maj. Under denna period rapporterade testgruppen mindre besvär än kontrollgrupp, vilket tyder på att testgruppen använt sig av informationen och kunnat hålla sin medicinering lägre än kontrollgruppen.

6 Slutsatser

Följande slutsatser kan dras från projektet:

- Ett system för information om risken för astmabesvär på grund av både luftföroreningar och björkpollen har utvecklats och testats.
- Prognoser av luftföroreningshalterna stämmer bra för ozon och kväveoxider men behöver vidareutvecklas för partiklar (PM10).
- Manuella pollenprognoser stämmer väl med uppmätta pollenhalter.
- En modell för beräkning av fjärrtransporterat pollen testades och stämmer bra under vissa perioder men sämre under andra. Den behöver utvecklas ytterligare för att ge användbar information för riskindexet.
- En hemsida har tagits fram med prognoser av luftföroreningar och björkpollen samt den samlade risken för ökade astmabesvär på grund av höga halter av luftföroreningar och/eller pollen.
- En astmadagboksstudie har visat att deltagande astmatiker rapporterade ökade besvär i enlighet med ett ökat beräknat riskindex. Testgruppen verkar ha använt sig av informationen som redovisades på hemsidan med riskindexet. Antalet personer som svarat var väl få för att dra riktigt säkra slutsatser.

7 Möten och rapportering

7.1 Rapportering till referensgrupp

Arbetsgruppen (projektdeltagarna) har träffats vid totalt fyra tillfällen under 2011 och 2012. Vid två tillfällen hölls också möten med en referensgrupp. Avsikten var att inhämta synpunkter på

genomförandet av projektet samt sprida information om projektet till berörda myndigheter och organisationer. Gruppen bestod av:

Emma Nordling, Miljöförvaltningen (Stockholm)
Henrik Larsson, Länsstyrelsen (Stockholms län)
Marianne Jarl, Astma och Allergiförbundet
Martin Juneholm, Trafikverket (Borlänge)
Michelle Benyamine, Trafikverket (Stockholm)
Britta Hedlund, Naturvårdsverket

7.2 Annan rapportering

Christer Johansson och Bertil Forsberg presenterade resultaten från projektet på Astma allergistämman 21-22 november 2012. Presentationerna finns tillgängliga under rubriken "Miljö" på:

<http://www.allergistamma.org/forelasares-presentationer>

Projektet mötte stort intresse bland åhörarna.

Lennart Robertsson presenterade pollenmodellen på den s k Metodkonferensen (ett samarbete med Försvarsmakten (FM) och SMHI rörande ny kunskap och nya metoder inom meteorologi), Enköping, 27-28 september 2012.

Resultaten har också presenterats för styrelsen för Luftvårdsförbundet i Stockholms och Uppsala län.

8 Referenser

- Forsberg, B. & Meister, K., Non-linear short-term effects of birch pollen levels on emergency department visits for asthma in Stockholm, Sweden. Presentation på European Respiratory Society, Barcelona, 18-22 september 2010. <http://www.erscongress2010.org/>
- Forsberg, B. 2005. Omgivningsluftens partiklar och astma. En kunskapsöversikt. http://www.astmaoallergiforbundet.se/pressrum/dokument/Hela_rapporten.pdf
- Forsberg, B. Exempel från en aktuell astmadagboksstudie i Stockholm. Presentation på Astma allergistämman, Göteborg, 21-22 november 2012.
- Forsberg, B. Luftföroreningar och pollen - En samlad riskbedömning med prognoser för båda. Presentation på Astma allergistämman, Göteborg, 21-22 november 2012.
- Johansson, C., 2007. Hälsoeffekter av partiklar. Tilläggsprogram 2006. Luftvårdsförbundet i Stockholms och Uppsala län, LVF 2007:14. http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/lvf2007_14_Halsa_v2.pdf
- Johansson, C., Hur kan vi prognosticera riskerna och informera allmänheten. Presentation på Astma allergistämman, Göteborg, 21-22 november 2012.
- Klein, T., Kukkonen, J., Dahl, Å., Bossioli, E., Baklanov, A. Vik, A.F., Agnew, P., Karatzas, K.D. and Sofiev, M. 2012. Interactions of physical, chemical, and biological weather calling for an integrated approach to assessment, forecasting, and communication of air quality. *Ambio* 41, 851–864. DOI 10.1007/s13280-012-0288-z
- Robertson, L., Langner, J. & Engardt M., 1999: An Eulerian Limited-Area Transport model. *J. Appl. Meteor.*, Volume 38, pp. 190-210.
- SILAM-modellen: http://silam.fmi.fi/SILAM_main.htm



SLB analys is a department of the Environment and Health Administration. We inform about current and future air quality and make

- environmental & health assessments in urban planning
- air quality and noise measurements
- air quality dispersion calculations for evaluation of source contributions and population exposures

SLB analys is the operator of the Stockholm & Uppsala Air Quality Management Association (www.slb.nu/elvf)

ISSN 1400-0806
SLB-analys
Environment and Health administration, Stockholm
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4. Box 8136, 104 20 Stockholm
Tel +46 8-508 28 800, dir. SLB-analys +46 8-508 28 880
URL: <http://www.slb.nu>