



**Meteorologi**

# **Kvaliteten hos nederbördskemiska mätdata som dataassimileras i MATCH-Sverige modellen**

**Rapport till Naturvårdsverkets nationella  
miljöövervakning, delprogram Luft**

**Christer Persson**



Uppdragsgivare:  
Naturvårdsverket  
Nationell  
Miljöövervakning  
Delprogram Luft

Rapportnummer:      Meteorologi Nr 105, 2002

# Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	4
Förord .....	5
<b>1. Bakgrund .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Uppmätta nederbördsmängder vid meteorologiska och atmosfärkemiska stationer .....</b>	<b>5</b>
2.1 SMHI:s nederbördsstationer .....	6
2.2 De nederbördskemiska EMEP- och LoN-näten jämfört med data från MATCH-Sverige .....	7
2.3 Reslutat från tidigare SMHI-studier avseende några olika atmosfärkemiska stationsnät .....	9
<b>3. Föroreningshalter i nederbörd samt våtdeposition .....</b>	<b>10</b>
3.1 Data från åren 1994-1997 .....	10
3.2 Data från år 2000 .....	12
3.3 Nederbördsprovtagningen - en möjlig felkälla .....	13
<b>4. Svenska atmosfärkemiska data i IVL:s och EMEP:s databaser – några kommentarer .....</b>	<b>14</b>
<b>5. Slutsatser .....</b>	<b>16</b>
Referenser .....	17

## Sammanfattning

MATCH-Sverige modellen utnyttjas bl.a. för kartläggning av den totala föroreningsdepositionen över Sverige, samt för separata studier av Sveriges föroreningsbidrag och den långväga föroreningstransporten. I de beräkningarna ingår en dataassimilation av atmosfärkemiska mätdata i modellen.

Det är viktigt att MATCH-Sverige beräkningarna är av god kvalitet, eftersom resultaten ligger till grund för en rad miljöstudier av olika slag i Sverige. Det ställer i sin tur krav på att de atmosfärkemiska mätdata, som utgör indata i dataassimilationen, också är av god kvalitet och att de utnyttjas på rätt sätt. I denna studie redovisas jämförelser och diskuteras osäkerheter av betydelse för dataassimilationen, främst rörande nederbördsmängder samt koncentrationer av svavel-,  $\text{NO}_x$ -kväve och  $\text{NH}_x$ -kväve i nederbörd.

I de nationella svenska nederbördskemiska stationsnäten, EMEP och LoN (Luft och Nederbördskemiska stationsnätet) finns två platser, Bredkålen nordost om Östersund och Vavihill i centrala Skåne, med provtagare placerade omedelbart intill varandra vilka kan jämföras dels inbördes, dels med oberoende data från MATCH-Sverige. Jämförelserna mellan EMEP och LoN stationerna, vad gäller uppmätta nederbördsmängder månadsvis, visar relativt dålig samvariation. För år 2000 är samvariationen mellan uppmätta nederbördsmängder i Vavihill t.o.m. mycket dålig. Därmed finns stor risk för att också de uppmätta halterna i nederbörd vid åtminstone en av stationerna är av bristande kvalitet. Görs jämförelser mellan de uppmätta nederbördsmängderna, EMEP och LoN var för sig, och de nederbördsmängder som utnyttjas i MATCH-Sverige och som bygger på SMHI:s hela stationsnät, fås bättre samvariation. Den förklarade variansen som erhålles vid dessa jämförelser är dock avsevärt lägre än vad som fås då närbelägna meteorologiska stationer i SMHI:s stationsnät jämförs.

Vid LoN-stationerna (Bredkålen och Vavihill) faller år 2000 ca 70% av sulfat- och nitratvärdena inom plus/minus 30% av EMEP-stationens halt men bara ca 25% ammoniumvärdena. De allra flesta av de LoN-halter som faller utanför intervallet är större än 1.3 gånger EMEP-halten. Förhållandena är likartade vid de båda LoN-stationerna. Detta överensstämmer inte med resultaten i Granat (1988), som visade på mycket små skillnader i uppmätta halter mellan "bulk" provtagare (vid LoN-stationerna) och "lock" provtagare (vid EMEP-stationerna).

Den bristande överensstämmelsen i nederbördskemiska mätdata mellan stationer som ligger omedelbart intill varandra bör undersökas ytterligare och åtgärder vidtas för att om möjligt förbättra situationen. En sådan åtgärd bör vara att förbättra insamlingen av nederbörd så att uppmätta nederbördsmängder kan erhålls med ungefär samma kvalitet som för rent meteorologiska stationer, även om provtagningsperioderna är längre för de nederbördskemiska stationerna.

För att få resultat av god kvalitet från MATCH-Sverige modellen är det betydligt bättre med ett mindre antal atmosfärkemiska mätstationer av hög kvalitet, än ett stort antal stationer med varierande – och okänd – kvalitet. Speciellt viktigt är detta för studier av trender. (Se även Persson m.fl., 1996).

# Förord

Studien har utförts inom ramen för den nationella miljöövervakningen med MATCH-Sverige modellen, som finansieras av Naturvårdsverket. Den nedan redovisade studien har i flera avseenden begränsats för att rymmas inom ordinarie kostnadsram. Valentin Foltescu, SMHI, har granskat och konstruktivt kommenterat manuskriptet.

## 1. Bakgrund

MATCH-modellen utnyttjas bl.a. för kartläggning av föroreningsdeposition över Sverige. Det finns två principiellt olika vägar att välja för dessa beräkningar:

a) MATCH-modellen körs som en rent teoretisk spridningsmodell på Europaskala, med utnyttjande av emissionsdata för hela Europa samt detaljerade meteorologiska 3-D data för hela modellområdet.

b) MATCH-modellen körs som teoretisk spridningsmodell för Sverige och närmaste omgivningar baserad på emissionsdata för Sverige och meteorologiska data för detta modellområde. De långväga föroreningsbidragen kartläggs i denna metod med hjälp av en dataassimilation av atmosfärkemiska mätdata i MATCH-Sverige modellen.

För svensk miljöövervakning har sedan mitten av 1990-talet den senare metoden (b) använts, eftersom vi har bedömt att den metoden ger en säkrare kartläggning av den totala föroreningsdepositionen över Sverige. Noggrannheten i denna metod är givetvis beroende av kvaliteten i de atmosfärkemiska mätdata som utnyttjas för dataassimilationen. Visserligen innehåller MATCH-Sverige systemet beräkningsmetoder som reducerar betydelsen av mindre slumpartade fel i de dataassimilerade kemiska mätdata, men större eller systematiska fel kan få stort genomslag i de slutliga resultaten. Beräknade trender i föroreningsdepositionen är exempelvis ytterst känsliga för systematiska fel i atmosfärkemiska mätdata. Det är därför viktigt att regelbundet undersöka kvaliteten i de kemiska mätdata som utnyttjas, liksom det är viktigt att kritiskt granska själva modellen och övriga indata till modellen.

Nedan redovisas jämförelser och diskuteras osäkerheter för dels nederbörds-mängder, dels koncentrationer av svavel-, NO<sub>x</sub>-kväve och NH<sub>x</sub>-kväve i nederbörd.

## 2. Uppmätta nederbördsmängder vid meteorologiska och atmosfärkemiska stationer

Det är av avgörande betydelse för kvaliteten hos de nederbördskemiska mätningarna att den insamlade nederbördsmängden vid varje provtagning är representativ för den mängd som verkligen fallit. Två representativa provtagare, som är placerade intill varandra, förväntas därför uppvisa en god samvariation vad

gäller nederbördsmängder månadsvis, och helst bör även de uppmätta nederbördsmängderna stämma överens i absoluta tal.

## 2.1 SMHI:s nederbördsstationer

Det är svårt att mäta upp korrekta nederbördsmängder, flera felkällor finns. Betydande fel kan uppstå p.g.a. vindförluster vid kraftig vind – speciellt i samband med snönederbörd. SMHI har sedan många år utnyttjat olika typer av vindskydd för att minska vindförlusterna.

SMHI arbetar f.n. med två olika stationsnät för nederbördsmätningar, dels ett äldre manuellt nät, dels ett nät med automatstationer. Dessa två nät har olika typer av mätare med olika utformade vindskydd. Det kan vara värdefullt att först göra en jämförelse mellan närbelägna stationer i SMHI:s båda meteorologiska stationsnät, som utgångspunkt för en senare (sektion 2.2) diskussion av representativitet avseende uppmätta nederbördsmängder vid närbelägna nederbördskemiska stationer. Av Tabell 1, som omfattar data för en period av 6 år för de mest närbelägna stationsparen inom SMHI:s stationsnät, framgår att för stationer på mindre än 100 m avstånd är den förklarade variansen minst 96% (även för en så blåsig station som Landsort) och sjunker till ca 90 % på 10 km avstånd. Minskningen med ökat avstånd beror på faktiska skillnader i nederbördsmängder på de båda platserna. Det finns dock en systematisk skillnad i medelvärden mellan manuella och automatiska stationer, med något mindre nederbördsmängder vid de automatiska stationerna. Detta förklaras - åtminstone delvis - av att automatstationerna systematiskt (av andra skäl) har placerats på mera öppna platser och ofta på någon liten svag kulle.

**Tabell 1.** Jämförelse av uppmätta nederbördsmängder – medelvärden och förklarad varians mellan de mest närbelägna stationspar av SMHI:s manuella och automatiska stationer (priv. kom. Hans Alexandersson, SMHI 2002).

Station	Typ	År	Månads-medelv. (mm)	Förklarad varians ( $R^2$ -värde)	Avstånd mellan stationer
Gotska Sandön	Manuell	1996-2001	45.4	<b>0.98</b>	< 100 m
	Automat		42.0		
Landsort	Manuell	1996-2001	41.6	<b>0.96</b>	< 100 m
	Automat		36.2		
Gustavsfors	Manuell	1996-2001	58.6	<b>0.96</b>	300 m
	Automat		55.5		
Gävle	Manuell	1996-2001	58.8	<b>0.91</b>	3 km
	Automat		47.6		
Visingsö	Manuell	1996-2001	43.6	<b>0.88</b>	7 km
	Automat		37.4		
Örebro	Manuell	1996-2001	59.6	<b>0.93</b>	10 km
	Automat		54.2		

## 2.2 De nederbördskemiska EMEP- och LoN-näten jämfört med data från MATCH-Sverige

I de nationella svenska nederbördskemiska stationsnäten, EMEP och LoN (Luft och Nederbördskemiska stationsnätet) har vi endast haft tillgång till två platser med provtagare placerade intill varandra, vilka kan utnyttjas för jämförelser. Dessa platser är Bredkålen, nordost om Östersund, och Vavihill i centrala Skåne. Både Bredkålen och Vavihill har såväl EMEP- som LoN-provtagare för nederbörds kemi placerade mindre än 25 m varandra. Samma observatör sköter både EMEP- och LoN-stationen på respektive plats. EMEP-stationerna tar veckoprover (Rörvik dygn) med lockprovtagare (EMEP:s rekommendation), medan LoN-stationerna tar månadsprover med provtagare utan lock. Några få lockprovtagare finns även inom LoN-nätet men ingår inte i denna studie.

I Tabellerna 2 och 3, avsnitt A, redovisas jämförelser av liknande typ som i Tabell 1. (Redovisningen har delats upp årsvis för att bättre kunna utnyttjas för utvärdering av MATCH-Sverige modellens resultat för den nationella miljöövervakningen). I avsnitt B görs motsvarande jämförelser mellan de nederbördskemiska stationernas uppmätta nederbördsmängder och motsvarande mängder hämtade från de kartläggningar som utnyttjas i MATCH-Sverige modellen. I MATCH-Sverige används dock korrigerade nederbördsmängder vilket innebär värden som i allmänhet är 7-10 % större än SMHI:s mätvärden.

**Tabell 2.** Jämförelser av uppmätta nederbördsmängder – medelvärden och förklarad varians - mellan EMEP och LoN stationer i Bredkålen, samt med nederbördsdata från MATCH-Sverige för samma plats.

Station	Typ	År	Månads-medelv (mm)	Förklarad varians (R <sup>2</sup> -värde)	Avstånd mellan stationer
<b>A.</b>					
Bredkålen	EMEP LoN	1999	46.8 54.0	<b>0.47</b>	< 25 m
Bredkålen	EMEP LoN	2000	67.1 80.6	<b>0.64</b>	< 25 m
Bredkålen	EMEP LoN	2001	55.3 67.9	<b>0.96</b>	< 25 m
<b>B.</b>					
<i>Bredkålen</i>	<i>MATCH EMEP</i>	<i>1999</i>	<i>52,4 46.8</i>	<i><b>0.91</b></i>	<i>&lt; 5 km</i>
<i>Bredkålen</i>	<i>MATCH LoN</i>	<i>1999</i>	<i>52,4 54.0</i>	<i><b>0.56</b></i>	<i>&lt; 5 km</i>
<i>Bredkålen</i>	<i>MATCH EMEP</i>	<i>2000</i>	<i>77.5 67.1</i>	<i><b>0.98</b></i>	<i>&lt; 5 km</i>
<i>Bredkålen</i>	<i>MATCH LoN</i>	<i>2000</i>	<i>77.5 80.6</i>	<i><b>0.73</b></i>	<i>&lt; 5 km</i>
<i>Bredkålen</i>	<i>MATCH EMEP</i>	<i>2001 9 mån</i>	<i>77.2 66.9</i>	<i><b>0.95</b></i>	<i>&lt; 5 km</i>
<i>Bredkålen</i>	<i>MATCH LoN</i>	<i>2001 9 mån</i>	<i>77.2 79.1</i>	<i><b>0.95</b></i>	<i>&lt; 5 km</i>

Jämförelserna mellan EMEP och LoN för Bredkålen visar att den förklarade variansen är hög, 96%, för 2001, men endast 47 och 64 % för åren 1999 och 2000. Bättre samvariation fås om de båda stationerna, var för sig, jämförs med nederbördsdata från MATCH-Sverige. I jämförelserna mellan EMEP och MATCH-Sverige är den förklarade variansen för alla tre åren 91 % eller bättre. Nederbörds mängderna stämmer också väl mellan EMEP och MATCH, med tanke på det tillägg som görs i MATCH-data för att korrigera för vindförluster.

Resultaten för Bredkålen talar för att de största felen finns i dataserierna från LoN-stationen. Den stationen ger även systematiskt större nederbörds mängder än vad som finns i MATCH-Sverige analyserna, vilket är anmärkningsvärt med tanke på att MATCH-datat är korrigerat för vindförluster (7-10% tillägg) och ev. avdunstningsförluster i LoN-provtagaren borde verka åt motsatt håll.

**Tabell 3. Jämförelser av uppmätta nederbörds mängder – medelvärden och förklarad varians - mellan EMEP och LoN stationer i Vavihill, samt med nederbördsdata från MATCH-Sverige för samma plats.**

Station	Typ	År	Månads-medelv (mm)	Förklarad varians (R <sup>2</sup> -värde)	Avstånd mellan stationer
<b>A.</b>					
Vavihill	EMEP LoN	1999	66.1 85.5	<b>0.810</b>	< 25 m
Vavihill	EMEP LoN	2000	67.3 88.0	<b>0.197</b>	< 25 m
Vavihill 11 mån	EMEP LoN	2000 11 mån	60.3 83.8	<b>0.018</b>	< 25 m
Vavihill	EMEP LoN	2001	35.0 68.9	<b>0.393</b>	< 25 m
<b>B.</b>					
Vavihill	<i>MATCH</i> <i>EMEP</i>	<i>1999</i>	72,9 66,1	<b>0.79</b>	< 5 km
Vavihill	<i>MATCH</i> <i>LoN</i>	<i>1999</i>	72,9 85,5	<b>0.93</b>	< 5 km
Vavihill	<i>MATCH</i> <i>EMEP</i>	<i>2000</i>	84.7 67.3	<b>0.85</b> <b>11m (0.53)</b>	< 5 km
Vavihill	<i>MATCH</i> <i>LoN</i>	<i>2000</i>	84.7 88.0	<b>0.36</b> <b>11m (0.22)</b>	< 5 km
Vavihill	<i>MATCH</i> <i>EMEP</i>	<i>2001 9 mån</i>	80.5 40.0	<b>0.68</b>	< 5 km
Vavihill	<i>MATCH</i> <i>LoN</i>	<i>2001 9 mån</i>	80.5 70.0	<b>0.94</b>	< 5 km

Jämförelserna mellan EMEP- och LoN-stationerna i Vavihill för 1999 ger en förklarad varians på 81%, vilket är relativt lågt men trots allt betydligt bättre än de resultat som fås för åren 2000 och 2001, då knappast någon samvariation alls finns mellan de båda mätserierna. Tas en månad bort, så att bara 11 månader studeras för år 2000, är den förklarade variansen 1.8 % vilket är katastrofalt dåligt.

Bättre samvariation fås om de båda stationerna, var för sig, jämförs med nederbördsdata från MATCH-Sverige. För stationen i LoN-nätet fås ganska bra värden för åren 1999 (93% förklarad varians) och 2001 (94%). Resultaten talar för att de största felen finns i dataserierna från EMEP-stationen. Den stationen ger



även mycket små nederbördsmängder för år 2001, ca hälften av vad analyserna i MATCH-Sverige ger. LoN-stationen ger å andra sidan i regel större nederbördsmängder än vad som finns i MATCH-Sverige, trots att dessa data är korrigerade. Sammanfattningsvis kan konstateras att de uppmätta nederbördsmängderna från Vavihill för åren 1999-2001 är behäftade med betydande fel, vilka givetvis även kan ha påverkat de medelhalter av föroreningar i nederbörden som erhållits i analyserna för respektive station (mer om detta nedan).

## 2.3 Resultat från tidigare SMHI-studier avseende några olika atmosfärkemiska stationsnät

I flera tidigare MATCH-modell studier har jämförelser gjorts mot data från svenska nederbördskemiska stationsnät. Några exempel på resultat har sammanställts nedan i Tabell 4.

**Tabell 4.** Jämförelse mellan olika nederbördskemiska stationsnät och MATCH-Sverige data avseende samvariation av månadsvisa nederbördsmängder.

Station	Typ	År	Månads-medelv (mm)	Förklarad varians (R <sup>2</sup> -värde)	Avstånd mellan stationer
1) Samtliga sv. stationer	MATCH EMEP	1994	-	<b>0.65</b>	< 10 km
1) Samtliga sv. stationer	MATCH PMK	1994	-	<b>0.77</b>	< 10 km
2) Reg. stn Västmanl. Öppet fält	MATCH Reg.stner	1994	-	<b>0.76</b>	< 10 km
3) Reg. Skånestner Öppet fält	MATCH Reg.stner	1997	-	<b>0.21</b>	< 10 km

Man bör generellt vara försiktig vid jämförelser av korrelationer baserade på olika typer av data. Resultaten i Tabell 4 visar dock otvivelaktigt att samvariationen inte är helt bra mellan nederbördsdata från MATCH-Sverige analyserna år 1994 å ena sidan, och nederbördsdata från det svenska EMEP- eller PMK-nätet (tidigare namn på LoN) eller det regionala ”öppet fält”-nätet i Västmanland å andra sidan. För regionala ”öppet fält” stationer i Skåne år 1997 är samvariationen med MATCH-Sverige data direkt dålig. Någon närmare undersökningar av orsaken till detta har dock inte gjorts.

De studier som utnyttjas ovan är: 1) Persson m.fl. (1996), 2) Persson och Ullerstig (1997) samt 3) Langner m.fl. (2000). I dessa rapporter saknas direkta uppgifter på månadsmedelvärden för nederbördsmängd.

### **3. Föroreningshalter i nederbörd samt våtdeposition**

Nederbördskemiska stationsnät syftar till att samla information för kartläggning av föroreningshalter i nederbörd samt kartläggning av våtdeposition. För att kartlägga våtdepositionen krävs information om såväl korrekt föroreningshalt i nederbörden som korrekt nederbördsmängd. Under förutsättning att det nederbördskemiska stationsnätet kartlägger korrekta föroreningshalter i nederbörden kan relevant information om nederbördsmängd hämtas från annat håll. I MATCH-Sverige modellen utnyttjas en sådan teknik för att erhålla bästa kartläggning av våtdepositionen, varför enbart korrekta koncentrationsvärden i nederbörd krävs från de nederbördskemiska stationerna.

För de nationella nederbördskemiska mätningarna som finns i Sverige utnyttjas locksamlare (s.k. wet-only provtagare) vid EMEP-stationerna samt som extra provtagare vid några enstaka LoN-stationer, medan samtliga LoN-stationer har öppna provtagare (s.k. bulk provtagare). Koncentrationsvärdena i nederbörd från dessa båda olika typer av provtagare antas vid utnyttjandet i MATCH-Sverige modellen vara någorlunda jämförbara och används som likvärdiga. Dock har data från EMEP-stationerna alltid företräde på de platser där båda stationstyperna finns på samma plats.

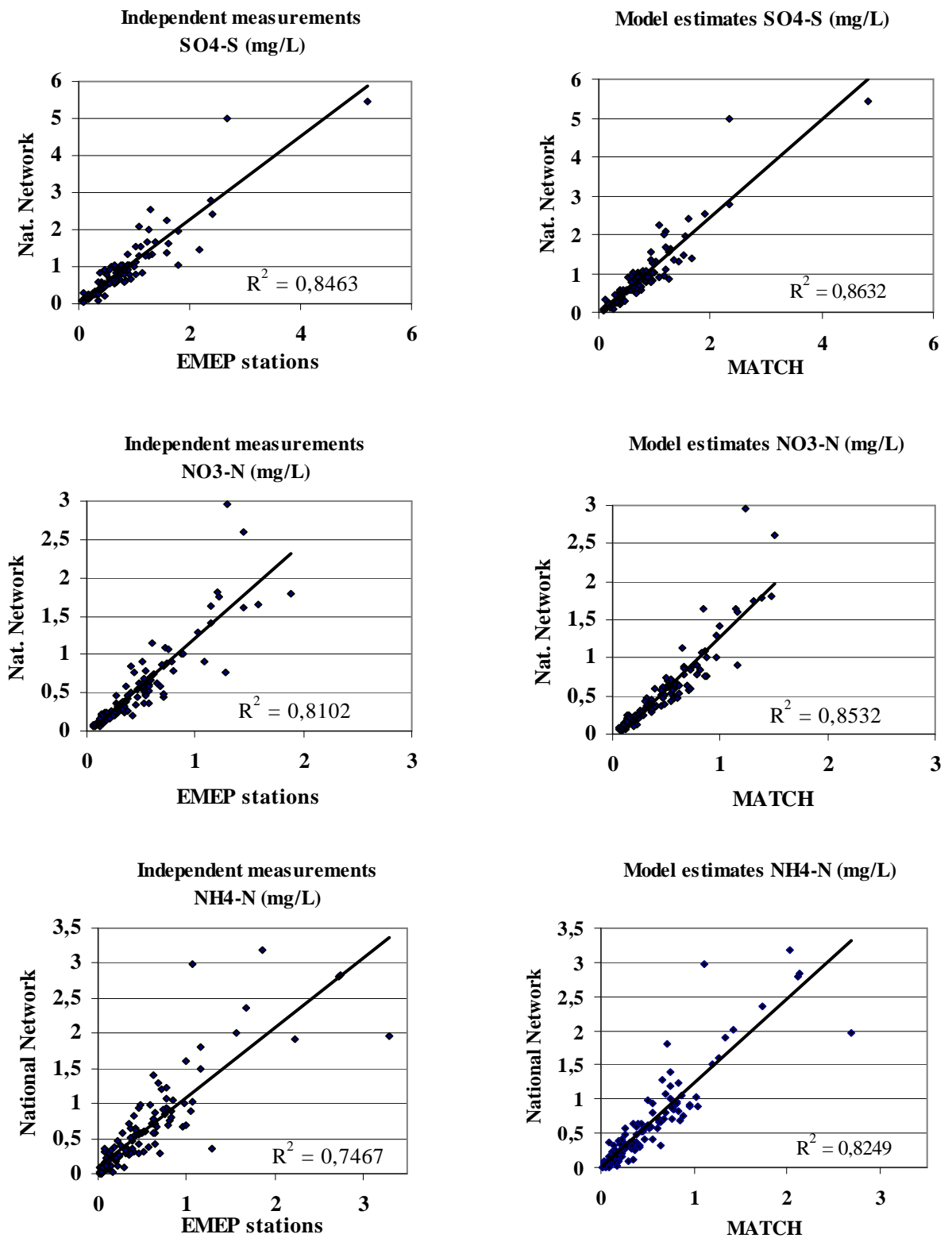
Antagandet om likvärdiga nederbördshalter bygger ursprungligen på fem års parallellstudier för fyra platser (Granat, 1988) som visade att skillnaderna ("bulk" minus "lock") var så små som +5% (för  $\text{NH}_4$ ), - 1% (för  $\text{SO}_4$ ) och - 2% (för  $\text{NO}_3$ ). Även senare studier vid IVL har indikerat små skillnader mellan "bulk" och "lock" provtagare för svenska landsbygdsförhållanden. Detta innebär alltså att direkt torrdeposition till samt avdunstning från de öppna provtagarna antagits vara av liten betydelse. Därmed har även LoN-stationerna kunnat utnyttjas som indata till MATCH-Sverige modellens beräkningar av våtdeposition.

Nedan redovisas jämförelser av föroreningshalter i nederbörd mellan samlokaliserade atmosfärkemiska stationer (EMEP och LoN på samma plats) samt jämförelser med beräknade nederbördshalter i MATCH-Sverige modellen. Enbart oberoende mätdata utnyttjas i jämförelserna med MATCH-Sverige.

#### **3.1 Data från åren 1994-1997**

En studie av föroreningshalter i nederbörd, som inkluderar mätdata från svenska EMEP- och LoN (Nat.Network)-stationer för åren 1994-1997, har gjorts i (Persson and Bergström, 2001).

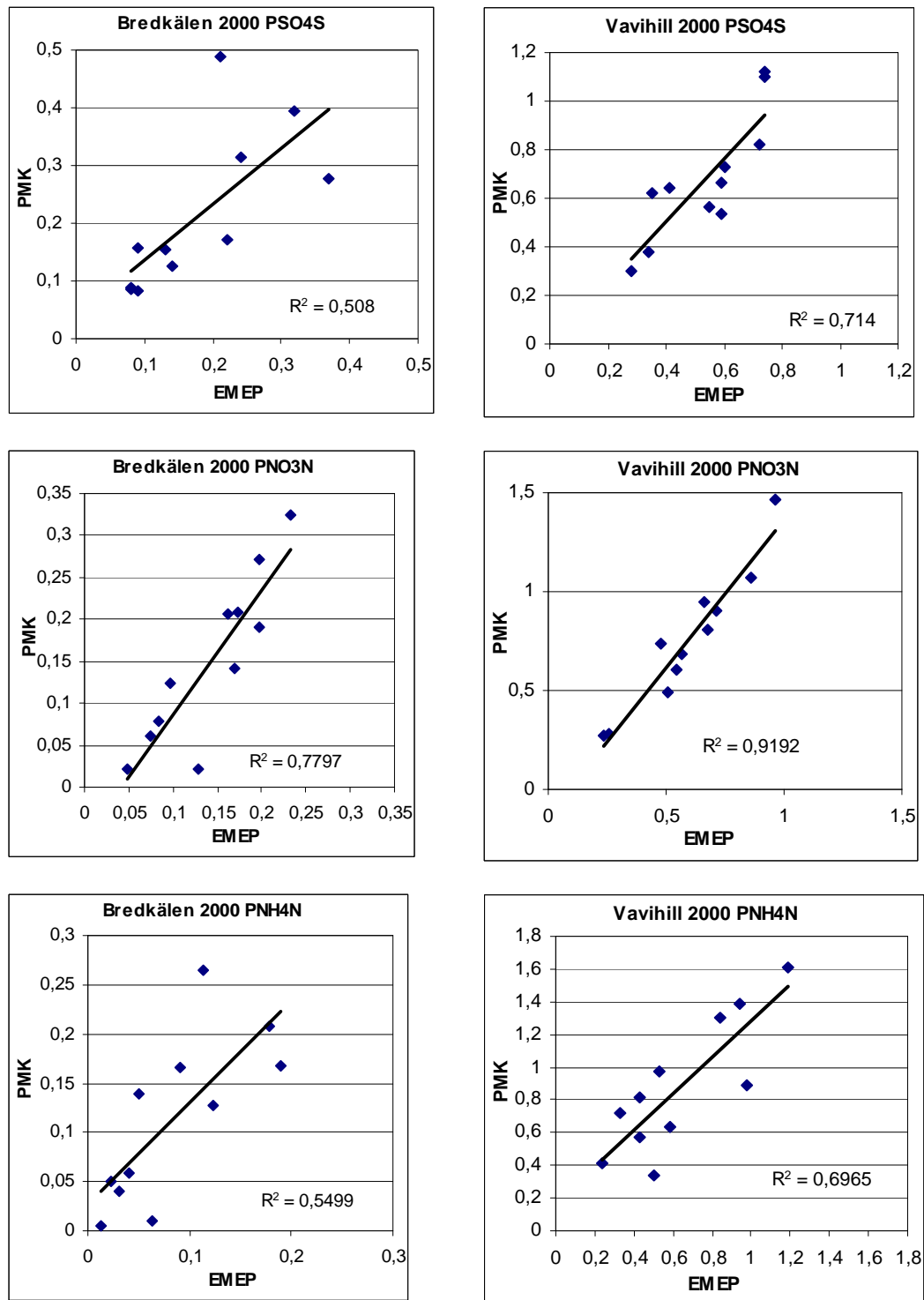
Resultat för den perioden visar, se Figur 1 nedan, en samvariation mellan uppmätta halter i EMEP- och LoN-nätet med ca 80% förklarad varians (då alla tre platserna redovisas i samma diagram). Motsvarande jämförelser mellan oberoende mätdata och beräknade halter i nederbörden i MATCH-Sverige analyserna visade ytterligare något större samvariation (ca 85%).



**Figur 1.** Spridningsdiagram som visar månadsvärden för halter i nederbörd ( $SO_4$ ,  $NO_3$  och  $NH_4$ ) från 1994-1997 för tre platser: Vavihill, Aspvreten och Bredkålen, där EMEP- and LoN-stationer (National Network) är samlokaliserade. I vänstra kolumnen jämförs oberoende mätdata för EMEP och LoN. I högra kolumnen görs motsvarande jämförelse mellan MATCH-Sverige data och oberoende LoN(National Network)-data.

### 3.2 Data från år 2000

Spridningsdiagram för år 2000, liknande de i Figur 1, framgår av Figur 2. Aspvreten har lagts ner som EMEP-station, varför jämförelser enbart kan göras för Breckkälven och Vavihill.



**Figur 2.** Jämförelser mellan LoN(PMK)- och EMEP-mätvärden för månadsmedelhalter i nederbörd (mg/L) vid stationerna Breckkälven och Vavihill år 2000.

I Figur 2 redovisas jämförelserna separat för varje plats, varför det är missvisande att direkt jämföra de beräknade  $R^2$ -värdena i figurerna 1 och 2. Dessutom saknas månader med riktigt höga halter under år 2000, jämfört med perioden 1994-1997.

Ett annat sätt att jämföra är att titta på hur stor del av månadshalterna vid resp. LoN(PMK)-station som faller inom plus/minus 30% av EMEP-stationens halt. För år 2000 faller ca 70% av sulfat- och nitratvärdena inom detta intervall men bara ca 25% ammoniumvärdena. De allra flesta av de LoN-halter som faller utanför intervallet är större än 1.3 gånger EMEP-halten, vilket inte överensstämmer med resultaten i Granat (1988). Förhållandena är likartade vid såväl Bredkålen som Vavihill. Görs motsvarande beräkning utifrån spridningsdiagrammen i Figur 1, för åren 1994-1997, fås likartade eller något högre siffror. Någon förbättring i överensstämmelse kan alltså inte ses för år 2000, snarare en försämring för ammonium.

Vi kan konstatera att spridningen i haltdata för de redovisade stationsparen – stationer mindre än 25m från varandra - är ganska stor. Uppmätta medelhalter vid LoN-stationerna är dessutom genomgående högre än vid motsvarande EMEP-stationer. Tidigare har vi även visat att uppmätta nederbörds mängder är systematiskt större vid LoN-stationerna, varför beräknade årsvärden av våtdeposition blir betydligt större om beräkningarna enbart baseras på LoN-stationens mätdata, jämfört med om samma sak beräknas utifrån enbart EMEP-stationen. För Vavihill, år 2000, ger LoN-stationen 60-80% större våtdeposition (för svavel,  $\text{NO}_x$ -kväve och  $\text{NH}_x$ -kväve) än EMEP-stationen, vilket är anmärkningsvärt stora skillnader.

För flertalet LoN-stationer och för EMEP-stationen Rörvik saknas dubbla provtagare, varför vi inte direkt kan ta fram motsvarande jämförelser för dessa platser. Det finns dock för närvarande inte något uppenbart skäl till att tro att övriga stationer har mindre spridning i data.

### 3.3 Nederbördsprovtagningen - en möjlig felkälla

Nederbörds kemisk provtagning är svår att utföra, det finns en rad felkällor. Proverna kan kontamineras på många sätt genom t.ex. dropp från höga träd i närheten, uppvirvlat lokalt stoft, påverkan från fåglar eller att personerna som sköter stationen hanterar den uppsamlade nederbörden olämpligt. Skillnader i nederbördshalt kan också erhållas beroende på om locksamlare eller uppsamlare utan lock används, även om studier har visat att dessa skillnader är små för svenska förhållanden (se avsnitt 3 ovan). Observatören kan även utföra provtagning vid felaktiga tider eller bokföra felaktigt. Alla typer av fel bör givetvis minimeras. Nedan kommer endast betydelsen av korrekta nederbörds mängder att diskuteras med utgångspunkt från resultaten från stationerna Bredkålen och Aspvreten för åren 1999-2001.

De svenska EMEP-stationernas provtagningsfrekvens är en vecka (dygnsprover tas i Rörvik) och halten i nederbörden varierar med storleksordningen en faktor 5 för Bredkålen och en faktor 3 för Vavihill mellan högsta och lägsta halt under en månad (avser svavel och kvävekomponenter). Studeras ännu kortare provtagnings tid fås säkerligen ännu större variation. Om uppsamlingseffektiviteten för nederbörd vid en nederbörds kemisk station varierar i tiden, samtidigt som

föroreningshalten i nederbörden varierar i tiden, leder det till att nederbördens kemiska sammansättning i ett vecko- eller månadsprov inte blir representativ. Även om den kemiska analysen av vecko- eller månadsprovet görs perfekt och inga kontamineringar av provet har skett, behöver inte den erhållna medelkoncentrationen vara korrekt.

Vi har ovan sett att det råder ganska dåliga samvariationer mellan uppmätta månadsnederbördsmängder för nederbördskemiska stationer som ligger omedelbart intill varandra (inom 25 m). För Vavihill åren 2000 och 2001 är den förklarade variansen mindre än 40%, vilket innebär att uppsamlingseffektivitetens variation i tiden måste ha varit oerhört stor, ev. delvis beroende på icke fungerande locksamlare. Alternativt kan proverna ha bokförts på helt fel tider eller information om nederbördsmängder hanterats felaktigt. I samtliga fall fås felaktiga medelkoncentrationer för resp. station och månad.

När dessa atmosfärkemiska mätdata utnyttjas för dataassimilation i MATCH-Sverige modellen påverkas även resultaten därifrån negativt. Den optimum interpolation som görs där minskar dock felet om mera korrekta stationer finns att tillgå inom 50-100 km avstånd, och de noggrant kartlagda nederbördsmängder som utnyttjas i MATCH-Sverige förbättrar också kvaliteten på den beräknade våtdepositionen.

Med ett stort brus i de atmosfärskemiska stationernas nederbördsdata är det dock svårt att utan omfattande kvalitetsstudier avgöra vilka mätdata som ska prioriteras och vilka som ev. ska kasseras eller ha lägre vikt vid en dataassimilation i MATCH-Sverige modellen. Hittills har EMEP-stationernas mätdata haft företräde framför LoN i MATCH-Sverige modellen, men ovan redovisade data från EMEP-stationen i Vavihill talar för att så inte alltid bör vara fallet. Inte heller LoN-stationerna uppvisar någon entydig bild. I Bredkålen tycks LoN-stationen vara behäftad med betydande fel i uppmätt nederbördsmängd under 1999 och 2000.

#### **4. Svenska atmosfärkemiska data i IVL:s och EMEP:s databaser – några kommentarer**

Atmosfärkemiska indata till MATCH-Sverige modellen hämtas från IVL (svenska EMEP- och LoN-data), NILU (norska EMEP- och nationella data) och EMEP (övriga EMEP-data äldre än ca 3 år). Data från IVL och NILU kan erhållas relativt snabbt efter resp. års slut, medan EMEP lägger ut mätdata med 2-3 års fördröjning. MATCH-Sverige beräkningar som ska utföras inom en tidsram som är kortare än 3 år kan därför inte utnyttja data från EMEP:s datadistribution. Fördelen med att hämta data från EMEP är annars att data dels kan fås från stationer i hela Europa, dels att EMEP:s datadistribution sker med ett fixt, icke mjukvaruberoende, format.

Inom miljöövervakningsarbetet för åren 1998 och 1999 har atmosfärkemiska data från de svenska EMEP-stationerna hämtats från såväl IVL som EMEP. Det visade sig då att vi fick något olika resultat beroende på varifrån data hämtades. Detta har undersökts närmare genom att:

- Samtliga data hämtades på nytt från IVL i ett nytt format som infördes av IVL fr.o.m. 2000 års data. (Tidigare har format ändrats något från år till år med risk för missförstånd).
- Jämförelser gjordes mellan dessa på nytt hämtade data från IVL och EMEP och skillnader noterades.

De viktigaste orsakerna till fel i MATCH-Sverige beräkningarna då data för svenska EMEP-stationer hämtas från EMEP:s databas är:

- I EMEP:s databas redovisas för svenska EMEP-stationer (utom Rörvik) all nederbörd den första dagen i provtagningsperioden trots att nederbörden är uppsamlad under en vecka (ibland något kortare).
- För vissa prov rapporteras analyserade föroreningshalter samtidigt som siffran 0 anges för nederbördsmängd.
- I stället för att rapportera saknade värden enligt standard, dvs. -999.9, rapporteras ibland "n.d."
- Excess-svavel rapporteras ibland som negativt
- Några andra mindre avvikelser, vilka inte studerats närmare, kan också förekomma.

Några kommentarer: EMEP redovisar all data med dygnsupplösning, varför ett förfarande där all nederbörd och alla föroreningshalter redovisas den första provtagningsdagen under en längre period lätt leder till att data misstolkas (dvs. det uppfattas som att all nederbörd *verkligen* föll den första dagen i provtagningsperioden). I andra sammanhang är det dessutom ofta så att data rapporteras den sista dagen, dvs. den tidpunkt då provet tas in, vilket ökar förvirringen. Detta problem har hittills endast konstaterats för de svenska EMEP-stationerna (utom Rörvik) och den danska stationen Anholt (endast Nordeuropa har hittills studerats).

Kontakt har tagits med EMEP för att reda ut frågan om provtagningsperiod och rapporteringsdag för nederbördsprover. Jag är dock tveksam till ett förfarande där provtagningsperioden är 1-2 veckor medan data redovisas första provtagningsdagen utan ytterligare information. Om olika provtagningsstid för olika EMEP-stationer ska kunna användas tillsammans måste det klart framgå i EMEP:s databas vilken starttid och vilken sluttid som gäller för resp. prov. I annat fall bör nederbördsmängden fördelas jämt på de dagar som provet omfattar och samma koncentration rapporteras för samtliga dagar, samtidigt som det på något sätt anges att det är ett medelvärde för flera dagar. Görs inte detta finns det stor risk för att data från de stationer som har längre provtagningsstid än ett dygn (flera svenska EMEP-stationer) kan "förstöra" viktig information från de stationer som verkligen rapporterar med dygnsupplösning i samband med att data utnyttjas för olika typer av utvärderingar eller dataassimilationer.

För provperioder där analyserade halter i nederbörden rapporteras, ska också nederbördsmängd rapporteras. Däremot kan det inträffa att en så liten mängd fallit att inga analyser kunnat göras. I så fall bör den uppmätta nederbördsmängden rapporteras, medan siffran -9, -999.9 eller liknande rapporteras för halterna.

## 5. Slutsatser

Det är viktigt att MATCH-Sverige beräkningarna är av god kvalitet, eftersom resultaten ligger till grund för en rad miljöstudier av olika slag i Sverige. Det ställer i sin tur krav på att de atmosfärkemiska mätdata, som utgör indata i dataassimilationen, också är av god kvalitet och att de utnyttjas på rätt sätt.

Den bristande överensstämmelse i nederbördskemiska mätdata mellan stationer som ligger omedelbart intill varandra, som konstaterats ovan, bör undersökas ytterligare och åtgärder vidtas för att om möjligt förbättra situationen. Speciellt gäller detta locksamlaren i Vavihill. En sådan åtgärd bör vara att förbättra insamlingen av nederbörd så att uppmätta nederbördsmängder kan erhålls med ungefär samma kvalitet som för rent meteorologiska stationer, även om provtagningsperioderna är längre för de nederbördskemiska stationerna.

En mer omfattande uppföljning av studien av Granat (1988), som visade på mycket små skillnader i uppmätta halter mellan "bulk" och "lock" provtagare, bör göras för dagens situation.

För är få resultat av god kvalitet från MATCH-Sverige modellen är det betydligt bättre med ett mindre antal atmosfärkemiska mätstationer av hög kvalitet, än ett stort antal stationer med varierande – och okänd - kvalitet. Speciellt viktigt är detta för studier av trender. (Se även Persson m.fl., 1996).

Det är önskvärt att ett fixt format, helst mjukvaruoberoende, fastställs för IVL:s distribution av atmosfärkemiska data till såväl EMEP, SMHI som för övrig distribution. Ett sådant fast format skulle reducera riskerna för att data läses in eller hanteras fel hos mottagaren. Även oklarheter i EMEP:s databas måste undvikas.



## Referenser

*Granat L. (1988). Luft- och nederbördskemiska stationsnät inom PMK, Naturvårdsverket, Rapport 3649.*

*Langner J., Häggkvist K., Bergström R., Engardt M., Johansson J., Omstedt G. och Robertson L. (2000). Regional luftmiljöanalys för Skåne län baserad på MATCH modellberäkningar och mätdata. SMHI Uppdragsrapport Nr 58.*

*Persson C., Ullerstig A., Robertson L., Kindbom K. och Sjöberg K. (1996). The Precipitation Chemistry Network – Studies in network design using the MATCH modelling system and statistical methods. SMHI RMK No 72.*

*Persson C. och Ullerstig A. (1997). Regional luftmiljöanalys för Västmanlands län baserad på MATCH modellberäkningar och mätdata. SMHI RMK Nr 78.*

*Persson C. and Bergström R. (2001). Atmospheric transport model studies for Sweden – Comparison to EMEP model results and evaluation of precipitation chemistry networks. Air Pollution Modeling and Its Application XIV, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York*