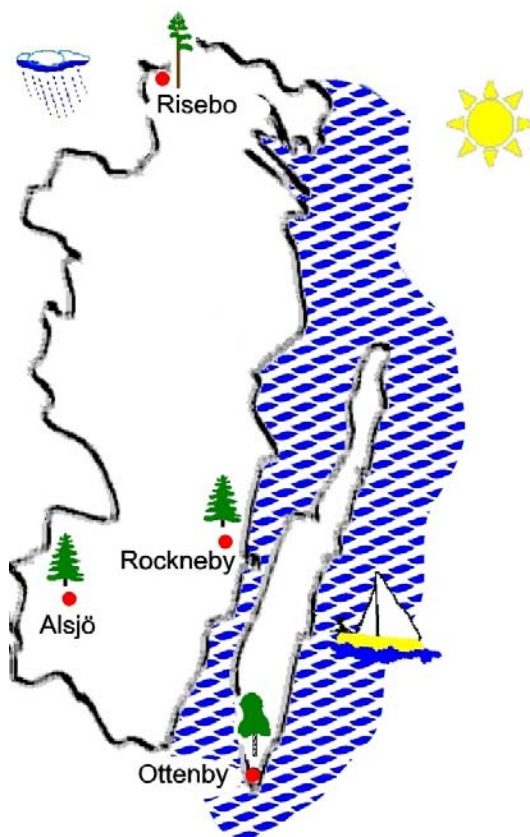


För Kalmar läns Luftvårdsförbund

## Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län – mätningar och modellering

Hydrologiskt år: resultat t.o.m. september 2008

Kalenderår: resultat t.o.m. 2007



Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson<sup>1)</sup>, Sofie  
Hellsten, Per Erik Karlsson & Gunnar Malm

B 1848

Juni 2009

<sup>1)</sup> Lunds universitet



## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	3
Ord att förklara.....	4
Stationsvis redovisning.....	5
Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	5
Ottenby (H 01).....	5
Rockneby (H 03).....	8
Risebo (H 21).....	11
Alsjö (H 22).....	12
Sammanfattande bedömning av luftföroreningssituationen i Kalmar län 2007/08.....	15
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	17
Jämförelse mot mål och normer på kalenderår.....	19
Nedfall av svavel och kväve.....	19
Luftkvalitet.....	20
Temainriktad rapport.....	21
Ny webbplats.....	21
Nytt från Naturvårdsverket.....	22
Referenser.....	23
Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	24
Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	38

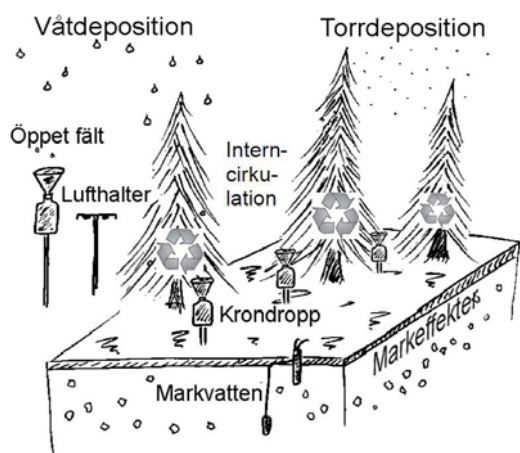
Rapporten godkänd  
2009-06-09

John Munthe  
Avdelningschef

## Sammanfattning

På uppdrag av Kalmar läns Luftvårdsförbund mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på fyra platser i länet. Krondroppsnetet har sedan starten 1985 löpt i perioder och 2007 initierades ett nytt fyraårigt samarbetsprojekt. Grundtanken med Program 2007 är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastningen av luftföroreningar och deras effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med fördjupade modellberäkningar på regional nivå som baseras på modellberäkningar på nationell nivå med hög geografisk upplösning. Denna rapport fokuserar på redovisning av mätresultat. Den modellansats som ingår rör kommunvis deposition.

Det är stora skillnader i luftföroreningsbelastningen av skogsekosystemen i länet, med en hög belastning vid kusten i länets sydöstra del, sannolikt på grund av utsläpp från fartygstrafiken, medan belastningen är låg i inlandet i länets norra del. Det har skett en tydlig minskning av nedfallet av försurande ämnen till skogsekosystemen under de senaste 15-20 åren. Förändringar av kvävenedfallet är svårare att bedöma på grund av begränsade längder på tidsserier för olika platser. Förekomsten av marknära ozon är även den högst vid kusten i länets sydöstra del och lägst i inlandet i norra delen av länet. Generationsmålet för ozon inom miljökvalitetsmålet *Friske Luft* överskrids vid två av tre mätplatser i länet.



**Figur 1.** Principskiss för mätningarna. Nedfallet till skogsytor består av våtdeposition och torrdeposition. Vissa ämnen intern-cirkuleras i trädkronorna, vilket innebär att det som uppmäts i krondroppet är våtdeposition + torrdeposition ± intern-cirkulation.

### Uppdragsgivare:

Kalmar Läns Luftvårdsförbund

### Utförande organ:

IVL Svenska Miljöinstitutet AB  
Box 5302,  
SE-400 14 Göteborg

**Författare:** G. Pihl Karlsson, C. Akselsson, S. Hellsten, P.E. Karlsson & G. Malm

**Nyckelord:** Deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning, markvatten, lufthalter, Kalmar län

### IVL rapport B 1848

### Beställs från någon av nedanstående:

Kalmar Läns  
Luftvårdsförbund  
Roland Enefalk  
c/o Länsstyrelsen  
391 86 KALMAR

IVL, Publikationsservice  
Box 21060  
SE-100 31 Stockholm  
Tel: 08-598 563 00  
Fax: 08: 598 563 90  
[publikationsservice@ivl.se](mailto:publikationsservice@ivl.se)

## Inledning

På uppdrag av främst luftvårdsförbund och länsstyrelser genomför IVL Svenska Miljöinstitutet AB sedan 1985 länsbaserade undersökningar med regional upplösning av luftföroreningar och dess effekter med avseende bland annat på försurning, övergödning och marknära ozon. Grundtanken med nuvarande samarbetsprogram, ”Program 2007”, är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastning av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med modellberäkningar för att kunna ta ett samlat grepp främst på miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning* och *Frisk luft* på regional nivå. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom Krondroppsnätet även miljömålen: *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.

Ett mätår är ett hydrologiskt år som motsvarar perioden 1 oktober till 30 september. Resultaten redovisas årligen i rapporter samt på Krondroppsnätets nya webbplats, [www.krondroppsnatet.ivl.se](http://www.krondroppsnatet.ivl.se). Mätningarna av deposition används för att beräkna den årliga depositionen vid mätplatsen, men bidrar även till att visa i vilken utsträckning de nationella modellberäkningarna av depositionen ger rimliga resultat. **Deposition av luftföroreningar** mäts månadsvis inom Krondroppsnätet, dels på öppet fält, dels i skogen (krondropp). Mätningarna på **öppet fält**, som sker vid 23 lokaler 2007/08, speglar huvudsakligen våtdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden ner.

**Krondroppsmätningarna**, som sker vid 62 lokaler, speglar utöver våtdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som transporteras med vinden och fastnar i trädskronorna. För vissa ämnen finns en betydande interncirkulation i trädskronorna, vilket gör att det som mäts upp via krondropp skiljer sig från den totala depositionen. **Lufthaltsmätningar** av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon sker vid 22 lokaler med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som skall mätas. Lufthaltsmätningarna ger bl.a. underlag för effektbedömningar, trendanalyser och jämförelser med miljömålet *Frisk Luft*.

**Markvattenmätningar** sker vid 64 lokaler med undertryckslysimetrar som suger vatten från 50 cm djup via ett fint, keramiskt filter. Markvattenprovtagning utförs tre gånger per år för att representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Olika parametrar i markvattnet används som indikatorer för markens tillstånd, vegetationens inverkan, samt utlakning till grund- och ytvatten, för att se i vilken utsträckning utsläppsminskningar av luftföroreningar leder till förbättringar i miljötillståndet.

**Nytt i årets rapportering** är att två typer av rapporter görs, dels dessa länsvisa mer direkt resultatriktade rapporter och dels en nationell mer temainriktad rapport om trender, senare i år. I denna rapport redovisas även nya figurer med tidstrender för deposition och markvattenkemi samt förbättrade rutiner för statistisk trendanalys. Modellresultat presenterades mycket ingående i förra årets rapport och den modellering som ingår i denna rapport gäller kommunvis deposition. Nytt är även att resultaten presenteras på kalenderår i tabeller samt vid jämförelser med miljö kvalitetsmål och normer. Temarapporten kommer att bli klar i slutet av 2009 och finnas tillgänglig på webbplatsen samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

Provtagningen i **Kalmar län** utfördes av Gösta Karlsson, Lennart Weidinger, Viktor Åberg & Per Örsta (SVS) samt Göran Åsenius. På IVL har K Koos bl. a. skött kontakter med provtagare och I Torbrink, S Weidolf, P Bengtsson, S Honkala, V Andersson och M Lidqvist har analyserat proverna. Granskning av data har huvudsakligen utförts av P Bengtsson, G Malm, P E Karlsson, S Hellsten, G Pihl Karlsson. Databehandling och rapportering av resultaten har utförts av C Akselsson, S Hellsten, P E Karlsson, G Malm samt G Pihl Karlsson.



**Figur 2.** Krondroppsnätet under 2007/08. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

## Ord att förklara

**ANC:** "Acid Neutralising Capacity" (syraneutraliserande förmåga) beräknas som starka basers katjoner ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) minus starka syror anjoner ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) räknat i ekvivalenter. Positivt värde utgörs av syrabuffrande vätekarbonat och organiska anjoner. Negativt värde uttrycker aciditet.

**Antropogent:** Orsakad av människan.

**Baskatjoner:** Positiva joner av alkalimetaller med ursprung i syraneutraliserande föreningar. Viktigast i detta sammanhang är kalcium, magnesium och kalium.

**BC/ooAl:** Kvot mellan baskatjoner ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ) och oorganiskt aluminium. Baseras på enheten mol och indikerar markens försurningsstatus. Kvot under 1 anses medföra en ekologisk risk.

**CLE:** Basscenario för depositionsminskning till 2020 enligt "Current legislation", d.v.s. de beslut om minskade utsläpp som finns inom Europa.

**Deposition:** Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.

**EMEP** (European Monitoring and Evaluation Programme): Europeiskt samarbete avseende gränsöverskridande luftföroreningar för kontroll av luftens och nederbördens sammansättning samt beräkningar av transport av luftföroreningar.

**Hydrologiskt år:** Omfattar oktober till september, baseras på vattnets cirkulation i naturen.

**Interncirkulation i trädkronan:** Vissa ämnen intern-cirkuleras i trädkronan, vilket innebär att det som uppmäts i krondropp inte överensstämmer med totaldepositionen. Exempel på ämnen som interncirkuleras är kväve som främst tas upp till barr/blad och kalcium, magnesium och kalium som främst utsöndras via barr/blad.

**Jordart:** Sönderkrossade och vittrade bergarter bildar jordarter med olika kornstorlekar och sorteringsgrad. De vanligaste jordarterna är morän, olika sediment och torv.

**Jordmån:** Övre delen av marken som påverkas av markorganismer, klimat och vegetation. Vanligaste jordmåner i skog på fastmark är podsoler, övergångsjordar och brunjordar.

**Kritisk belastning:** Den högsta deposition som inte bedöms förorsaka långsiktiga skadliga effekter på strukturen och funktionen i ett ekosystem. Kritisk belastning beräknas bland annat för aciditet (försurande ämnen – svavel och kväve) och för övergödande kväve.

**Krondropp:** Nederbörd som passerat trädkronorna. Ger ofta bra mått på totaldeposition i skog av ämnen

som inte påverkas av interncirkulation, såsom svavel och klorid, men är ett sämre mått för t.ex. kväve, som i områden med låg eller måttlig belastning visar högre värden på öppet fält än till marken i skogen. I kraftigt kvävebelastade områden visar krondroppsmätningar större deposition än mätningar på öppet fält.

**Lufthalter:** Luftens innehåll av svaveldioxid ( $\text{SO}_2$ ), kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ), ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) och ozon ( $\text{O}_3$ ) mäts i dessa undersökningar som månadsmedelvärde med hjälp av diffusionsprovtagare.

**Mann-Kendall:** statistisk metod för att beskriva trender, se Bilaga 2.

**Markvatten:** Vatten i markens omättade zon, oftast på väg nedåt mot grundvattnet. Provtas i dessa undersökningar med lysimetrar, 50 cm ner i mineraljorden. Suger vatten via ett fint, keramiskt filter (typ P 80).

**MATCH-Sverige:** Spridningsmodellssystem utvecklat på SMHI, för modellering av deposition av luftföroreningar.

**pH-värde:** Mått på surhetsgrad. Ju lägre pH-värde, desto mer vätejoner och surare förhållanden.

**SO<sub>4</sub>-S<sub>ex</sub>:** Mängd antropogent svavel i form av sulfatjoner. Svavel från havssalt har räknats bort med hjälp av uppmätt kloridhalt. Används vid jämförelse med miljö kvalitetsmål.

**Ståndortsindex:** För att uppskatta ståndortens virkesproducerande förmåga används ett ståndortsindex (H100) som uttrycker den övre höjden vid totalåldern 100 år för ett givet trädslag. G = gran och T = tall.

**Torrdeposition:** Gaser och partiklar som deponeras. Dessa fastnar exempelvis på träd-kronor och sköljs ned med nederbörden mot marken. För svavel och havssalt beräknas torrdeposition i dessa undersökningar som nedfall via krondropp minus nedfall på öppet fält.

**Totaldeposition:** Summan av våt- och torrdeposition, se "Krondropp".

**Våtdeposition:** Deposition via nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält eller modellberäknas genom samarbete med SMHI (MATCH-Sverige-modellen).

**Öppet fält:** Öppet område där nederbördskemi och/eller lufthalter mäts.

## Stationsvis redovisning

Här presenteras årets mätningar vid de olika lokalerna. I första stycket beskrivs en för Krondroppsnetet ny metod för statistisk analys av trender. För deposition redovisas data som medelvärde för hydrologiskt år. I depositionsfigurerna finns även modellerad våtdeposition från SMHI (för de år vi hittills erhållit data), med avseende på nederbörds mängd, svavel och kväve. För markvattendata visas alla mätningarna som genomförts. De tre markvattenprovtagningarna som genomförs varje kalenderår avses representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Lufthaltsdata redovisas stationsvis i texten. I Bilaga 1 återfinns data i tabellform både som medelvärde över hydrologiskt år samt som medelvärde över kalenderår. De data som presenteras i Bilaga 1 är depositionsdata, lufthalter samt markvattendata.

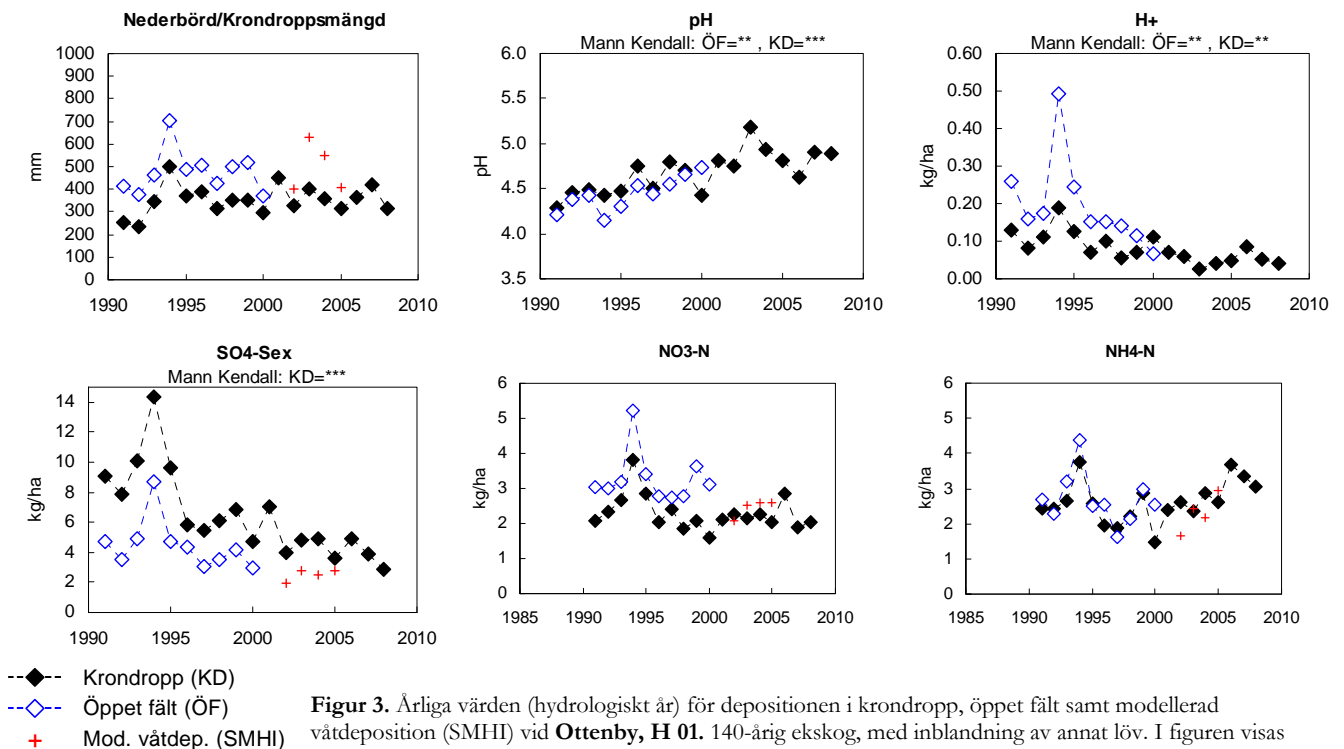
## Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik

Mann-Kendall är en utvärderingsmetod för att påvisa signifikanta linjära trender (Mann, 1945). Förenklat kan man säga att metoden jämför alla värden parvis och summerar hur ofta det senare värdet är större respektive mindre än det tidigare värdet. Detta gör att eventuella kraftigt avvikande värden inte påverkar resultatet i någon större utsträckning. Saknade värden är inte heller något problem. Allt detta gör Mann-Kendall till en robust metod. Mann-Kendall är i allmänhet mindre känslig än linjär regression, vilket innebär att det kan vara svårare att få statistisk signifikans för en trend. Mann-Kendall kan användas på så små dataset som fyra värden.

Mann-Kendall ska inte användas på data med säsongvariation, utan då skall istället Seasonal Kendall användas. Seasonal Kendall är en vidareutveckling av Mann-Kendall-metoden. I våra analyser har vi använt Mann-Kendall för årsvisa värden för deposition och Seasonal Kendall för markvattendata. Signifikans anges i tre olika nivåer;  $p < 0.05 = *$  signifikans;  $p < 0.01 = **$  signifikans;  $p < 0.001 = ***$  signifikans. En mer detaljerad beskrivning ges i Bilaga 2.

**Ottenby (H 01):** Gammal, 140-årig ekskog i norra delen av Ottenby lund. Ytan är den enda lokal i Kalmar län som funnits med sedan mätningarna startade 1990. Skogsytan är inhägnad och inte utsatt för samma betestryck som omgivande ekskog. Bland annat har ett större antal rönnar vuxit upp inom ytan. Nederbörds kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000. Vid Ottenby mättes således under 2007/08 krondropp, markvattenkemi och lufthalter.

Tidigare års mätningar har visat förhållandevis höga koncentrationer av svavel och kväve i nederbörd och krondropp från Ottenby. Lokalen har länets högsta svavelnedfall i krondropp. Sannolikt förklaras detta av stationens läge på Ölands södra udde i kombination med stora utsläpp från sjöfarten i Östersjön och Kalmarsund. Under de fem första årens mätningar 1991-95 deponerades via krondropp årligen i genomsnitt 10 kg svavel och 5,5 kg oorganiskt kväve (räknat som summa nitrat- och ammoniumkväve) per hektar (Figur 3). Dessa värden har för de fem senaste åren 2004-08 sjunkit till 4,0 kg svavel och 5,3 kg oorganiskt kväve. Minskningen av svavelnedfallet är signifikant, både för krondropp och för mätningar över öppet fält, för de år mätningar bedrivits. Någon liknande minskning syns inte vad gäller kvävenedfallet. Som en följd av minskat svavelnedfall har pH i nederbörd och krondropp ökat signifikant och det totala försurande nedfallet, beräknat som  $H^+$ , har minskat, Figur 3.



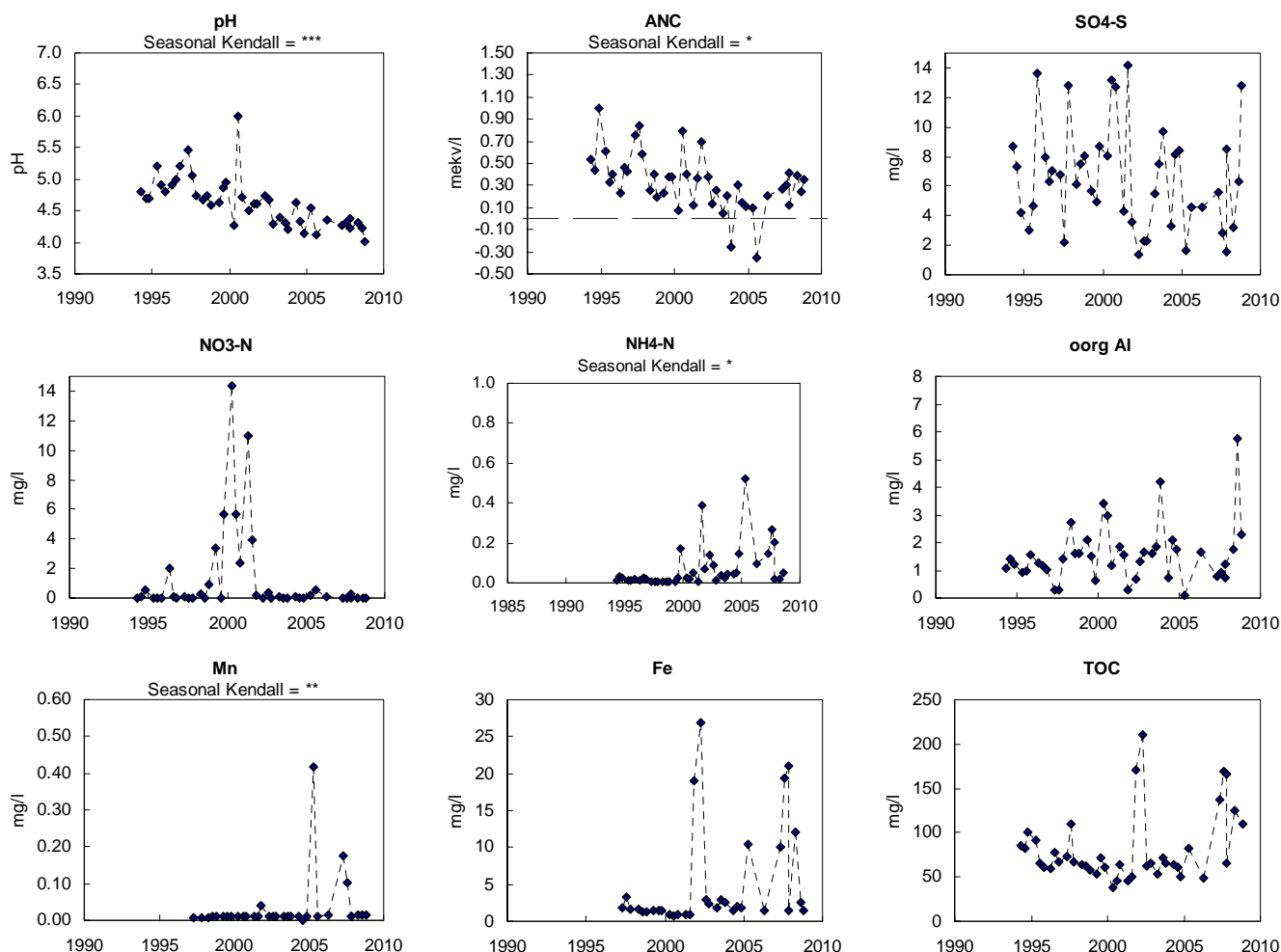
**Figur 3.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp, öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid Ottenby, H 01. 140-årig ekskog, med inblandning av annat löv. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätstart för ett urval av ämnen: total syrablastning beräknat som deposition av vätejoner (H<sup>+</sup>); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO<sub>4</sub>-Sex), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram i de fall där signifikanta trender påvisats.

Markvattnet i ekskogen i Ottenby lund avviker på många sätt från övriga lokaler inom Krondroppsnätet. Vattennivån har tidvis varit hög i provytan och rörligt grundvatten kan sannolikt omfördela ämnen från marina avlagringar. Halterna av totalt organiskt material (TOC) i markvattnet har varit mycket höga, Figur 4, vissa år extremt höga, vilket kan bero på rester av tångbankar i marken. Mycket höga halter av järn korrelerar med de extremt höga halterna av TOC. Det förekommer även höga halter av mangan, och dessa halter är signifikant ökande. Halterna av mangan korrelerar inte med de extremt höga halterna av TOC. I norra Sverige har man också funnit höga halter av mangan i markvattnet på senare tid (Pihl Karlsson m.fl., 2009). Höga halter av havssaltsrelaterade ämnen såsom natrium, klorid och kalcium har uppmätts i markvattnet vid Ottenby (data visas ej) vilket kan förklaras av det kustnära läget. Kloridnedfallet i krondropp vid Ottenby har ökat signifikant över tiden (data visas ej).

Signifikant minskande pH, syraneutraliserande förmåga (ANC) samt periodvis mycket höga halter av sulfatsvavel och oorganiskt aluminium i markvattnet är normalt tecken på en kraftig, pågående markförsurning. pH i markvattnet har som medelvärde under de tre senaste åren legat på 4,3.

De höga halterna av nitratkväve (2-14 mg/l) som noterades vid sju provtagningar under 1999-2001 har inte upprepat de fem senaste åren, dock har halterna varit något förhöjda både 2005 och 2007. Även halterna av ammonium har periodvis varit mycket höga efter år 2000, med en signifikant ökande trend. Under 2008 var dock både nitrat- och ammoniumkvävehalterna låga. Kloridhalterna i markvattnet vid Ottenby har ökat signifikant över tiden (data visas ej).





**Figur 4.** Markvattenkemi vid **Ottenby, H 01**. pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S); nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N); oorganiskt aluminium (oorg Al); mangan (Mn); järn (Fe) samt totala organiska ämnen (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Luftmätningar av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), ammoniak (NH<sub>3</sub>) och ozon (O<sub>3</sub>) har genomförts i Ottenby sedan april 1998. Årsmedelhalterna av SO<sub>2</sub> och NO<sub>2</sub> i Ottenby är bland de högsta i Sverige och dubbelt så höga jämfört med medelhalterna för övriga lokaler i länet. Liksom diskuterats ovan förklaras detta sannolikt av utsläppen från fartygstrafiken på Östersjön och Kalmarsund. Lufthalterna av SO<sub>2</sub> var dock avsevärt lägre under kalenderåret 2008 jämfört med tidigare år. Detta gäller inte NO<sub>2</sub>, som tenderar till att öka sedan 2001 både sommar och vintertid.

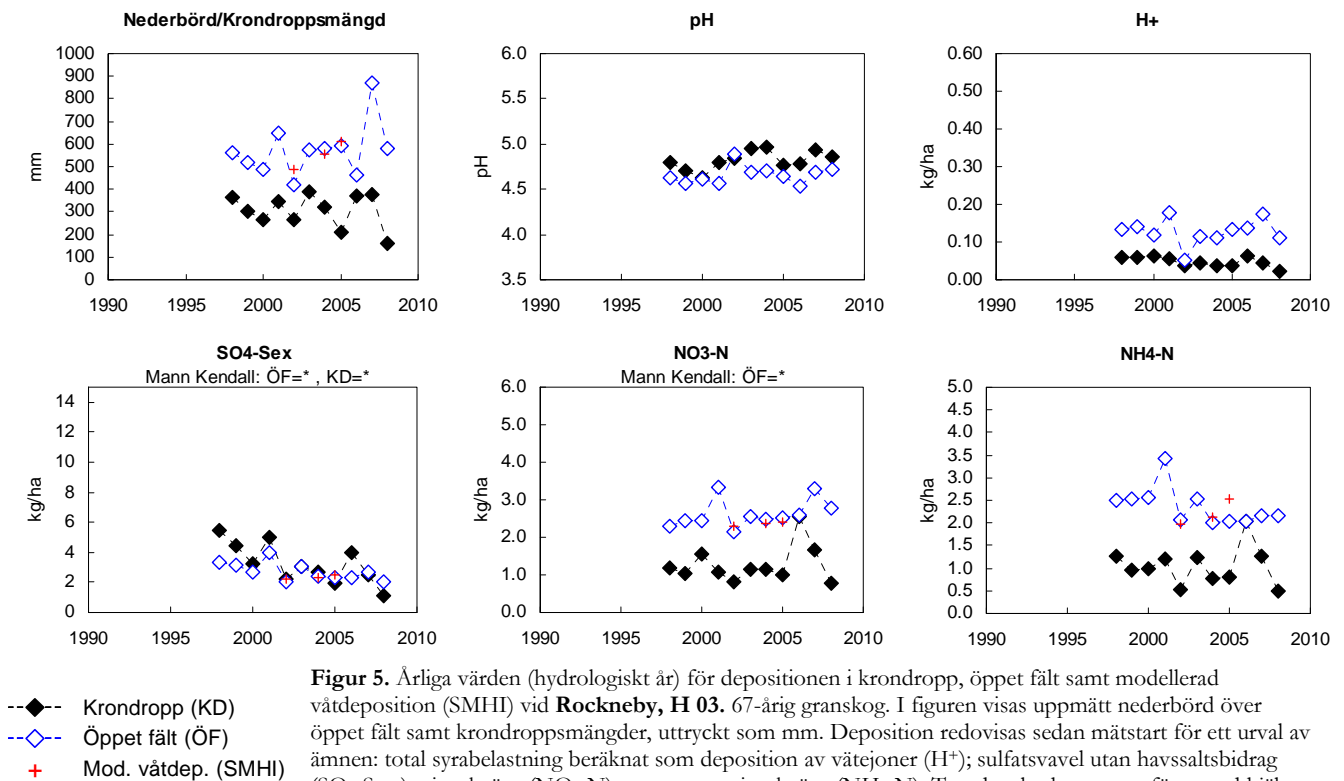
Även sommarhalvårsmedelhalterna av O<sub>3</sub> har varit betydligt högre vid Ottenby än vid länets övriga lokaler. Detta beror sannolikt på att ozon har en lägre depositions hastighet mot vatten jämfört med marken, och Ottenby är till en större andel omgiven av vatten jämfört med övriga platser. Sommarhalvårsmedelhalterna för ozon vid Ottenby har sedan mätningarnas början legat mellan 63 och 72 µg/m<sup>3</sup>, vilket är över det generationsmål som anges inom Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft, 50 µg/m<sup>3</sup>. Sommarhalvårsmedelhalterna av NH<sub>3</sub> har de flesta år varit högre vid Ottenby, jämfört med övriga lokaler i Kalmar län. Under 2008 var dock halterna av NH<sub>3</sub> låga vid alla platser i länet.

**Rockneby (H 03):** Nationell observationsyta norr om Kalmar med 67-årig granskog och ståndortsindex G28. Mätningarna i Rockneby startade i januari 1997. Lokalen ingår sedan 2001 i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning. Detta innebär att nederbördskemiska mätningar över öppet fält bekostas av nationella medel. Öppet fält-ytan flyttades hösten 2000. Skogsytan påverkades eventuellt av avverkningar 2003 med hyggeskant ca 50 m norr om skogsytans kant. Vid Rockneby mäts alla inom Krondroppsnetet förekommande parametrar, nederbörd på öppet fält, krondropp, markvattenkemi samt lufthalter.

Våren 2008 var mycket nederbördsfattig i östra Sverige och nederbördsmängder långt mindre än normalt rapporterades av SMHI för Kalmar flygplats för månaderna februari och april – juni. Krondroppsmängden vid Rockneby var under 2007/08 den lägsta som uppmätts sedan mätningarna påbörjades 2001 (Figur 5). Uppmätt nederbörd på öppet fält var dock i nivå med medelvärdet för alla år mätningar pågått vid lokalen.

Under 2007/08 deponerades 2,0 kg svavel per hektar på öppet fält och 1,1 kg per hektar via krondropp, Figur 5. Detta var det lägsta värdet för svavelnedfall i krondropp som uppmätts under mätperioden och det näst lägsta för öppet fält. Det finns en statistiskt säkerställd minskande trend för svavelnedfallet både i krondropp och på öppet fält. Vad gäller oorganiskt kväve deponerades 4,9 kg per hektar på öppet fält och 1,3 kg per hektar via krondropp. Att kvävedepositionen skiljer sig åt vid mätningar på öppet fält och via krondropp beror på att kväve tas upp i trädkronorna och interncirkulerar i träden.

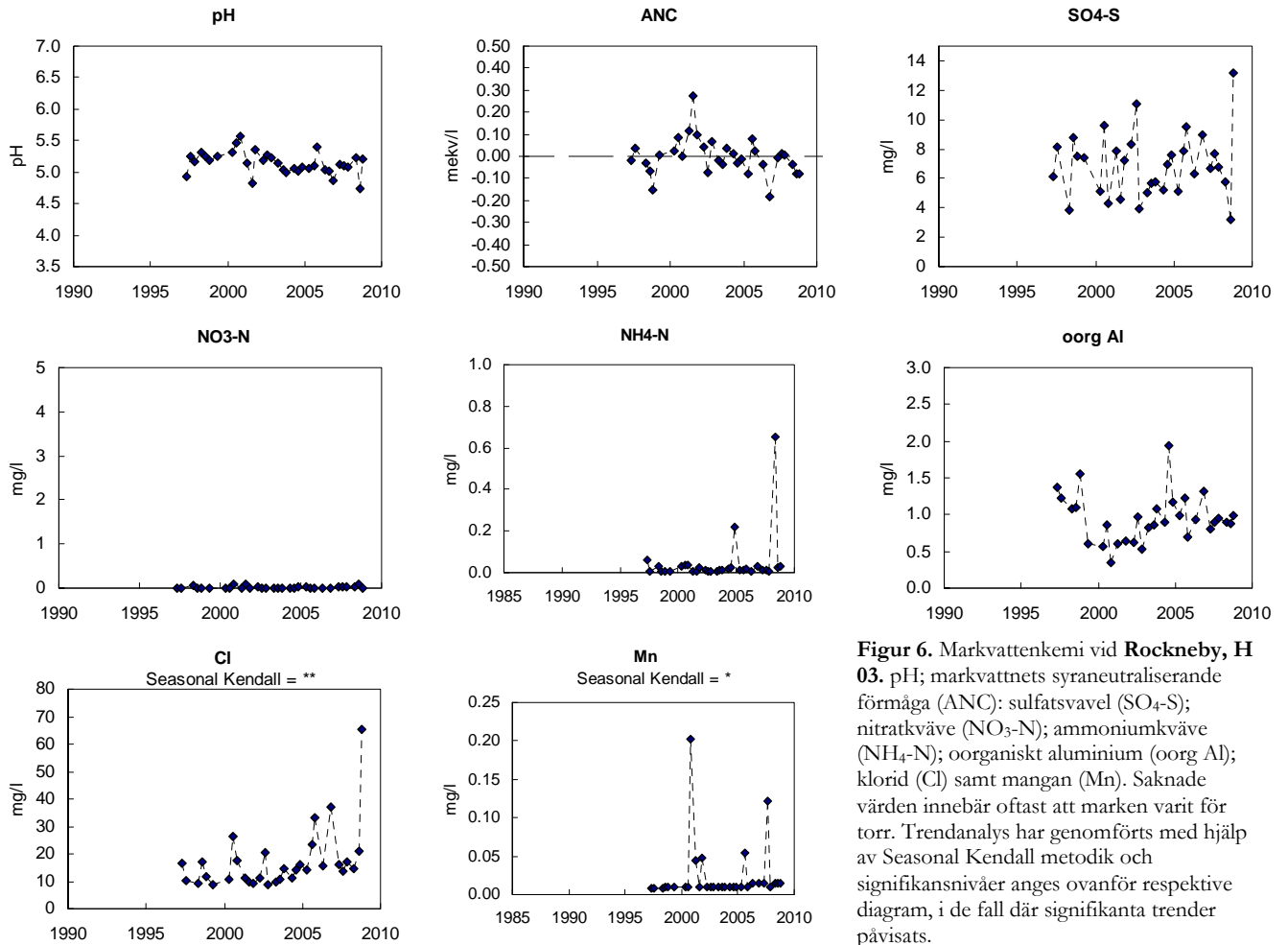
Svavelnedfallet, både i nederbörden över öppet fält och till granytan via krondropp, har minskat under den 11-åriga mätserien. Mätningarna av kvävednedfallet visar inte på någon motsvarande trend. Nitratnedfallet via nederbörden har till och med ökat svagt men signifikant. I Rockneby mäts även depositionen av organiskt kväve i öppet fält och i krondropp. Resultaten för öppet fält visar att nedfallet av organiskt kväve som genomsnitt för de åtta senaste åren varit 1,3 kg/ha, jämfört med 5,0 kg oorganiskt kväve för samma period. När det gäller motsvarande mätningar i krondropp visar det sig att nedfallet av organiskt kväve i genomsnitt för de åtta senaste åren varit 2,6 kg/ha, jämfört med 2,3 kg oorganiskt kväve för samma period.



**Figur 5.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp, öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Rockneby, H 03**. 67-årig granskog. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätstart för ett urval av ämnen: total syrablastning beräknat som deposition av vätejoner ( $H^+$ ); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ( $SO_4-S_{ex}$ ); nitratkväve ( $NO_3-N$ ) samt ammoniumkväve ( $NH_4-N$ ). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram i de fall där signifikanta trender påvisats.

Markvattnet vid Rockneby uppvisar relativt höga halter av sulfatsvavel, i genomsnitt 7.3 mg/l under de senaste tre åren (Figur 6). Den senaste provtagningen i oktober 2008 resulterade i mycket höga sulfathalter, 13 mg/l. Detta kan ha att göra med att nederbördsmängden, uppmätt av SMHI vid Kalmar flygplats, var under det normala under mätårets första månader fram till och med juli. Under augusti kom å andra sidan nederbördsmängder som var dubbelt så höga som normalt. pH i markvattnet har som medelvärde under de senaste tre åren legat på 5,0 och den syraneutraliserande förmågan (ANC) runt noll eller strax därunder. Halterna av toxiskt oorganiskt aluminium har legat relativt högt, 1,0 mg/l som medelvärde för de senaste tre åren. Halterna av mangan ökar i markvattnet vid Rockneby. Detta diskuteras mer ingående under avsnittet om Alsjö.

Halterna av nitratkväve har generellt varit mycket låga och var det även under 2007/08. Vad gäller aluminium har förhöjda halter uppmätts vid ett fåtal tillfällen, bland annat vid provtagningen före växtsäsongen 2008. Liksom vid Ottenby har kloridhalterna i markvattnet ökat signifikant över tiden vid Rockneby. Detta har sannolikt att göra med de stormar som varit under de senaste åren. Dock uppmättes ett högt värde för kloridhalten även under oktober 2008.



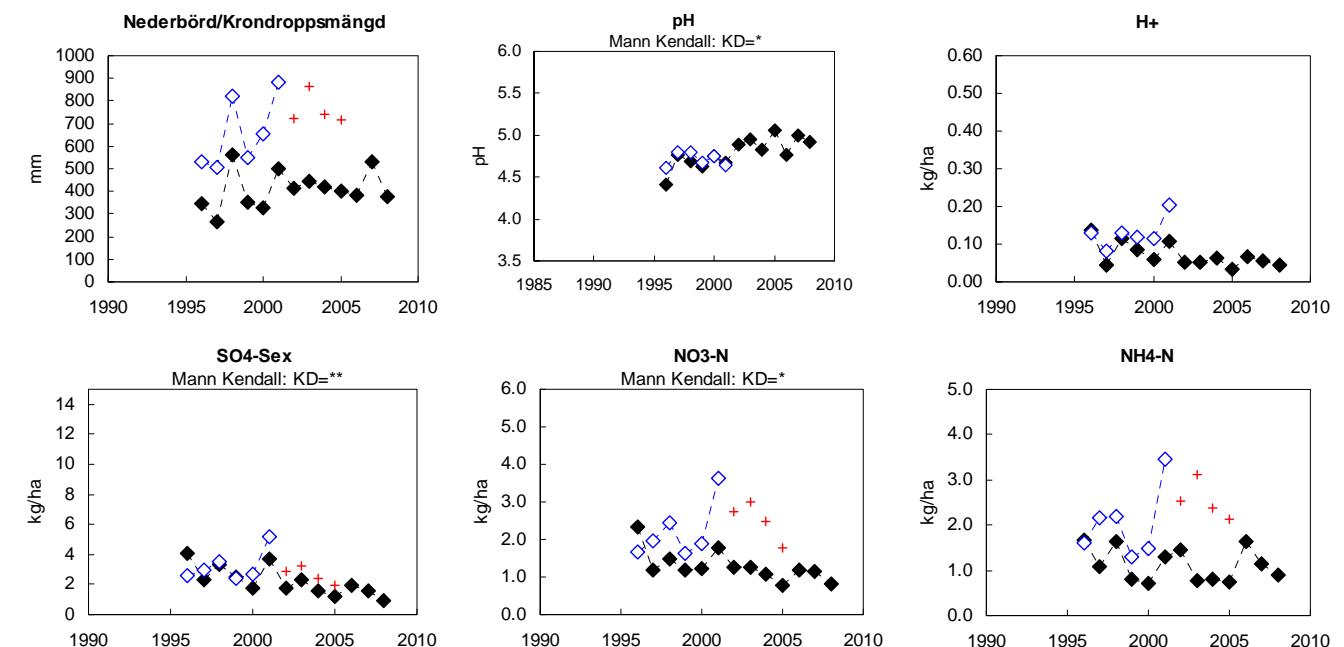
**Figur 6. Markvattenkemi vid Rockneby, H 03.** pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S); nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N); oorganiskt aluminium (oorg Al); klorid (Cl) samt mangan (Mn). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Luftmätningar av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), ammoniak (NH<sub>3</sub>) och ozon (O<sub>3</sub>) i Rockneby har genomförts sedan april 1998. Årsmedelhalterna av SO<sub>2</sub> och NO<sub>2</sub> i Rockneby har generellt varit hälften, eller mindre än hälften, av uppmätta halter i Ottenby och något högre än uppmätta halter i Risebo. Som medelvärde under det hydrologiska året 2007/08 har lufthalterna av SO<sub>2</sub> vid Rockneby de lägsta som hittills uppmätts, 0,5 µg/m<sup>3</sup>. Halterna av NO<sub>2</sub> var dock i nivå med tidigare år, 2,5 µg/m<sup>3</sup>. Även sommarhalvårsmedelhalterna av ozon i Rockneby har varit betydligt lägre än sommarhalvårsmedelhalterna i Ottenby, men något högre än sommarhalvårsmedelhalterna i Risebo. Under 2007/08 var sommarmedelhalterna för ozon vid Rockneby 53 µg/m<sup>3</sup>. När det gäller NH<sub>3</sub> var halterna mycket låga i hela länet, med ett sommarmedelvärde vid Rockneby på 0,4 µg/m<sup>3</sup>.

**Risebo (H 21):** Yta med 71-årig tallskog och ståndortsindex T26 i länets nordligaste del. Depositionsmätningarna startade i oktober 1995. Nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. För närvarande mäts således krondropp och markvattenkemi vid Risebo.

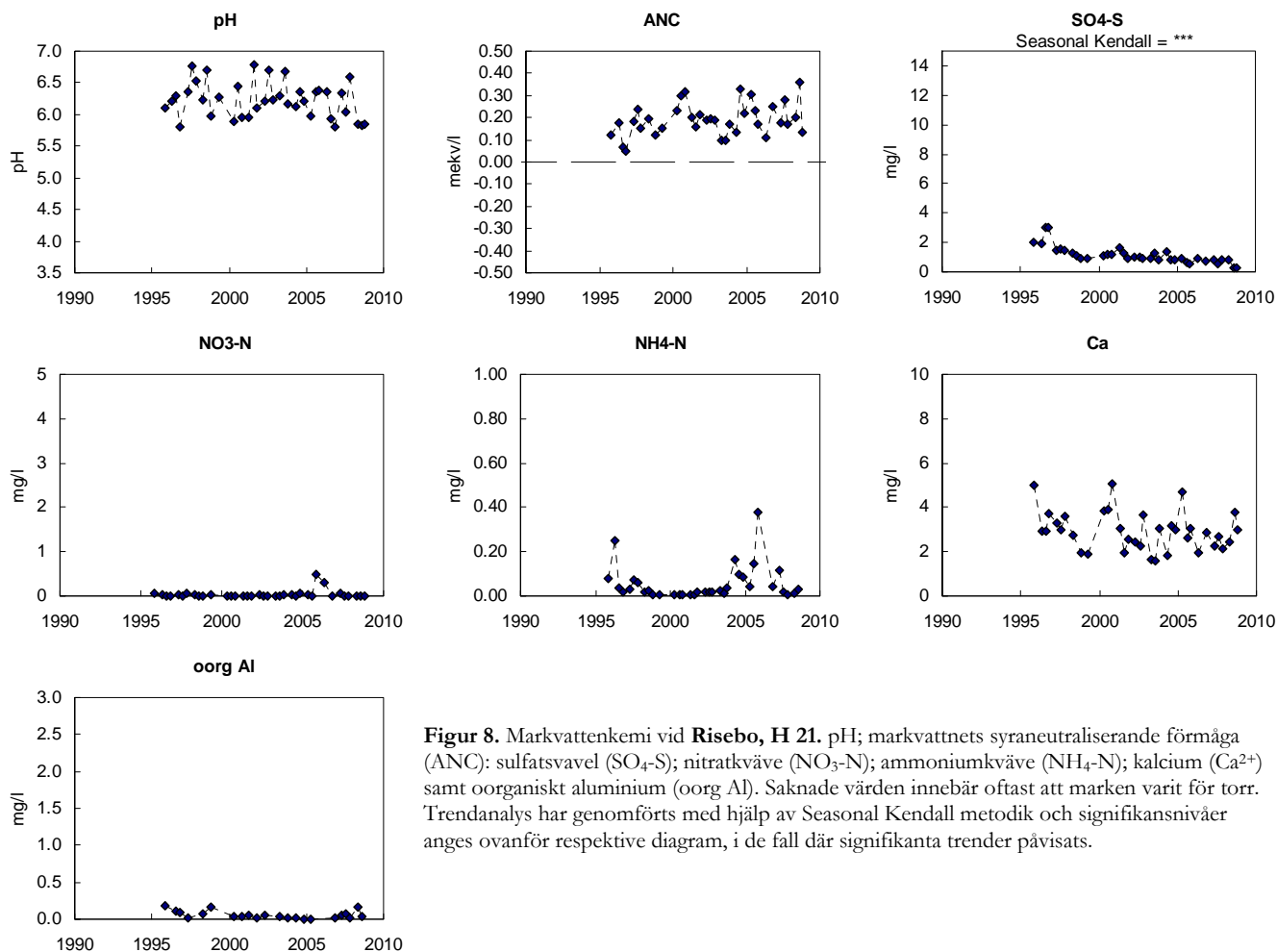
Mätningarna under 2007/08 visade en mängd krondropp i nivå med tidigare år (Figur 7). Depositionen av både svavel och kväve i krondropp var förhållandevis låg, 1,0 kg sulfatsvavel och 1,7 kg oorganiskt kväve per hektar. Depositionen av sulfatsvavel och nitratkväve via krondropp har minskat signifikant över tiden.

På samma sätt som i Rockneby spelar organiskt kväve en betydande roll för det totala nedfallet av kväve via krondropp till skogsmarken i Risebo. Data från de sex senaste åren visar i genomsnitt 1,4 kg organiskt kväve och 2,1 kg oorganiskt kväve via krondropp. Som nämnts inledningsvis finns det problem med mätningar av kvävenedfall via krondropp på grund av att trädkronorna kan ta upp och omsätter kväve.



**Figur 7.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp, öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Risebo, H 21**. 71-årig tallskog. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH visas för nederbörd och krondropp. Deposition redovisas sedan mätstart för ett urval av ämnen: total syrabelastning beräknat som deposition av vätejoner ( $H^+$ ); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ( $SO_4\text{-S ex}$ ); nitratkväve ( $NO_3\text{-N}$ ) samt ammoniumkväve ( $NH_4\text{-N}$ ). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram i de fall där signifikanta trender påvisats.

Markvatten vid Risebo visar inga tecken på försurning med pH-värdena som nästan alltid varit över 6, Figur 8, och positiva värden för beräknad syraneutraliserande förmåga (ANC). Halterna av sulfatsvavel har varit relativt låga och är signifikant minskande. Halterna av oorganiskt aluminium har varit låga, under 0,2 mg/l. Halterna av baskatjoner såsom kalcium har varit relativt höga. Den försurnings-indikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har varit hög.



**Figur 8.** Markvattenkemi vid **Risebo, H 21**. pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC): sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S); nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N); kalcium (Ca<sup>2+</sup>) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

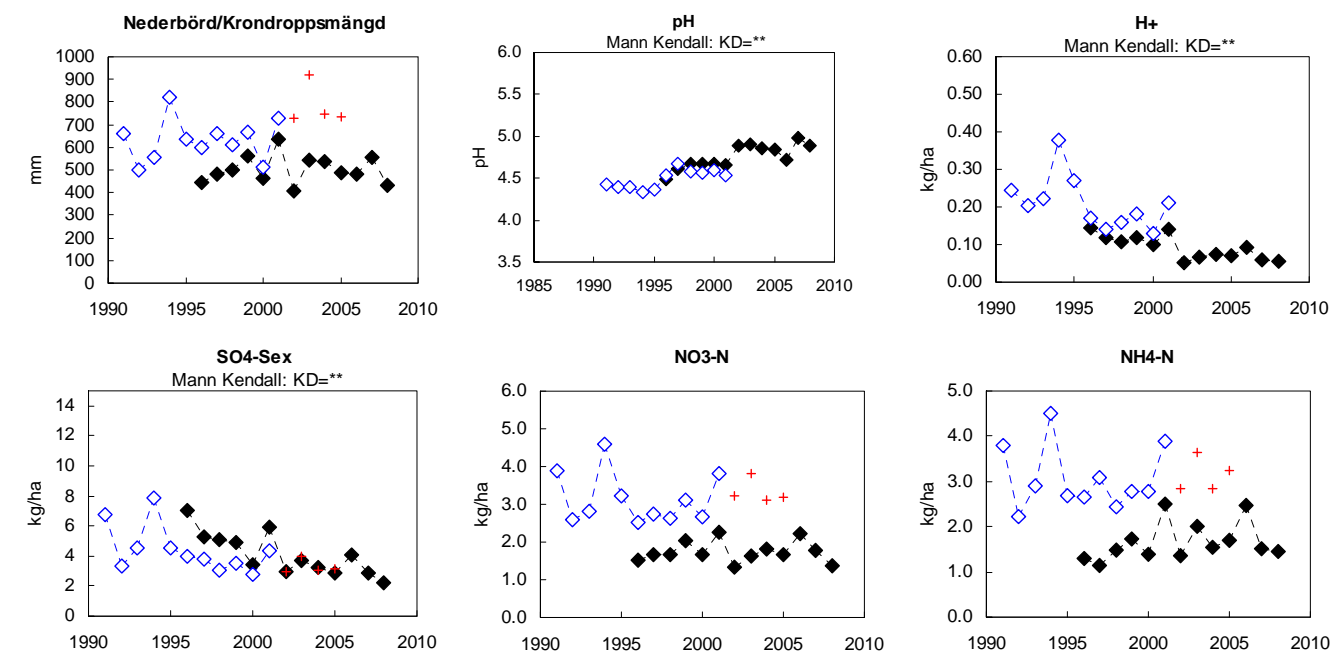
Luftmätningar av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), ammoniak (NH<sub>3</sub>) och ozon (O<sub>3</sub>) har genomförts i Risebo sedan april 1998. Årsmedelhalterna av SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> och O<sub>3</sub> vid Risebo är generellt lägst bland de tre lokalerna i länet. Genom åren har årsmedelhalterna av SO<sub>2</sub> varierat mellan 0,3 och 0,7 µg/m<sup>3</sup>, med den lägsta halten under den senaste mätperioden. Årsmedelhalterna av NO<sub>2</sub> har genom åren varierat mellan 1,3 och 1,7 µg/m<sup>3</sup>, och halten under 2007/08 var i nivå med medelhalten för perioden. När det gäller NH<sub>3</sub> så varierar sommarhalvårsmedelhalterna mellan <0,3 och 0,9 µg/m<sup>3</sup>. Sommarhalvårsmedelhalterna för ozon har under åren varierat mellan 46-57 µg/m<sup>3</sup> och under sommaren 2008 var halten 46 µg/m<sup>3</sup>.

**Alsjö (H 22):** Yta med 71-årig granskog, belägen en halvmil öster om Emmaboda. Ståndortsindex G32 indikerar bördigare förhållanden än i Rockneby och Fagerhult. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Lufthaltsmätningarna vid Alsjö upphörde i januari 2007. Således mäts för närvarande krondropp och markvattenkemi vid Alsjö.

Den uppmätta mängden krondropp under det hydrologiska året 2007/08 var 434 mm, vilket är något lägre än medelvärdet för mätperioden, 503 mm. Som nämnts ovan var nederbördsmängden vid Kalmar flygplats under den normala för hela första halvåret.

Vid Alsjö deponerades via krondropp under 2007/08 2,2 kg svavel per hektar (Figur 9) och 2,8 kg oorganiskt kväve per hektar. Svavelnedfallet i krondropp har minskat signifikant. Under den första femårsperioden 1996-2000 var det årliga svavelnedfallet i genomsnitt 5,1 kg per hektar, medan det under de senaste fem åren var 3,1 kg per hektar. Som en följd av minskat svavelinnehåll har pH ökat i krondroppet och den totala syrabelastningen beräknat som nedfall av H<sup>+</sup> minskat signifikant under perioden.

Nedfallet av organiskt bundet kväve via krondropp var 2,1 kg/ha under 2007/08, vilket summerat innebär 4,9 kg kväve per hektar till marken i skogen. Detta värde är dock sannolikt en underskattning eftersom trädskronorna tar upp en del kväve som inte kommer med i krondroppet.



**Figur 9.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp, öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid Alsjö, H 22. 71-årig granskog. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH visas för nederbörd och krondropp. Deposition redovisas sedan mätstart för ett urval av ämnen: total syrabelastning beräknat som deposition av vätejoner (H<sup>+</sup>); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO<sub>4</sub>-S ex); nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) samt ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram i de fall där signifikanta trender påvisats.

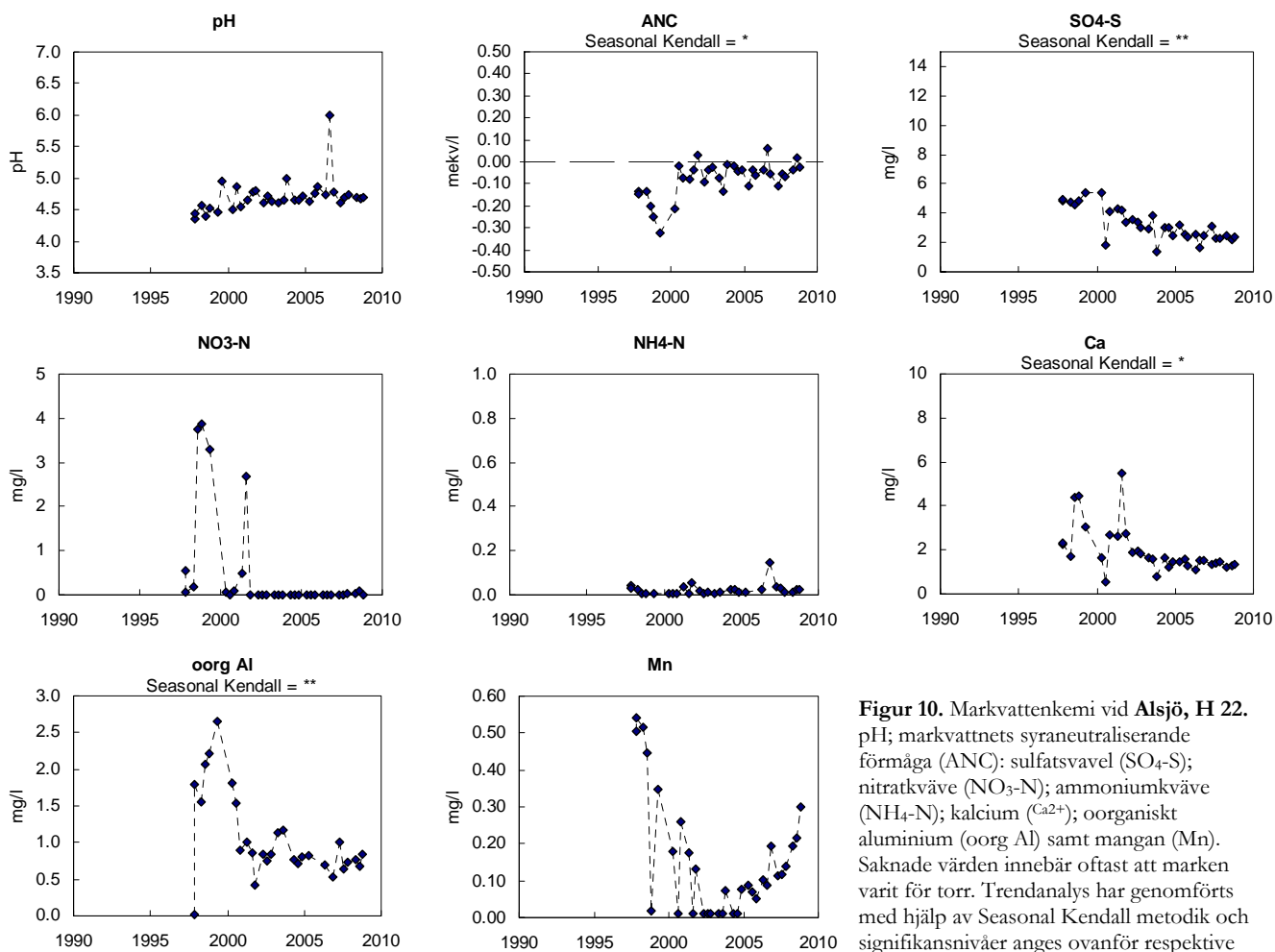
- ◆--- Krondropp (KD)
- - -◇- - - Öppet fält (ÖF)
- +

Tillsammans med Ottenby uppvisar Alsjö länets suraste markvattenförhållanden, med nästan genomgående negativa värden för ANC, det vill säga avsaknad av syraneutraliserande förmåga och relativt låga pH-värden, runt 4,7, se Figur 10. Halterna av toxiskt oorganiskt aluminium har varit höga. Detta indikerar risk för skador i skogsekosystemet på sikt. Markvattnet visar dock signifikant minskande halter av sulfatsvavel och oorganiskt aluminium samt ökande värden för ANC och pH, vilket gör att det långsamt blir bättre. Halterna av flera av baskatjonerna minskar dock signifikant parallellt med minskningen av sulfathalter.

Halterna av mangan i markvattnet har genomgått stora förändringar under mätperioden, från höga halter i mitten av 1990-talet till låga halter mellan 2002 och 2005, varefter halterna återigen har ökat, även under 2007/08. Eftersom Seasonal-Kendall-metoden för statistisk analys av trender är utformad för linjära förändringar blir haltförändringarna för mangan under mätperioden ej statistiskt signifikanta. Även vid Rockneby har markvattenhalterna av mangan ökat på senare tid.

Det finns även en icke-signifikant antydning om att manganhalterna har ökat i nederbörden vid Rockneby efter 2005. Förhöjda halter av mangan i nederbörden och i markvattnet syns tydligt vid olika platser i norra Sverige under två olika perioder; en period 2000-2002 och en andra period som startade 2005 (Pihl Karlsson m.fl., 2009). Mangan förekommer normalt i marken som svårslösligt manganoxid. Låga syrehalter samt lågt pH gynnar förekomsten av fria manganjoner ( $Mn^{2+}$ ). Orsakerna till detta ”uppträdande” av mangan i nederbörden samt i markvattnet i Sverige är ännu inte kända. Eftersom pH i markvattnet i de flesta fall inte minskar parallellt med ökande manganhalter utgör detta ingen förklaring. Mangan förekommer i markvattnet på liknande sätt vid flera andra mätplatser i södra Sverige, men mönstren är mindre tydliga jämfört med norra Sverige, möjligen på grund av lokala källor för mangan.

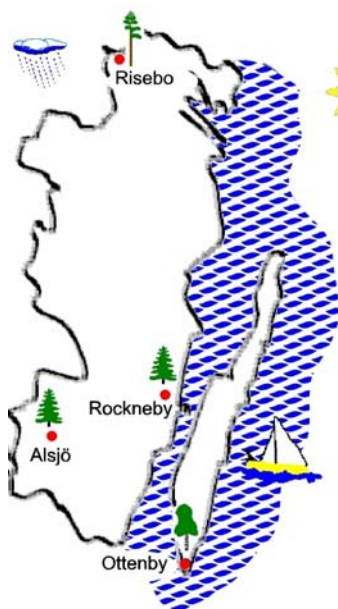
Sedan 2002 har halterna av nitratkväve alltid varit under eller nära detektionsgränsen, vilket är vanligt för brukad skogsmark. De mycket höga halter som noterades runt 1999 och 2001 har inte upprepats. När höga halter nitratkväve förekommer i markvattnet indikerar detta en störning av markförhållandena t ex på grund av avverkning eller stormfällan.



**Figur 10.** Markvattenkemi vid Alsjö, H 22. pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); sulfatsvavel ( $SO_4-S$ ); nitratkväve ( $NO_3-N$ ); ammoniumkväve ( $NH_4-N$ ); kalcium ( $Ca^{2+}$ ); oorganiskt aluminium (oorg Al) samt mangan (Mn). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



## Sammanfattande bedömning av luftförorenings-situationen i Kalmar län 2007/08



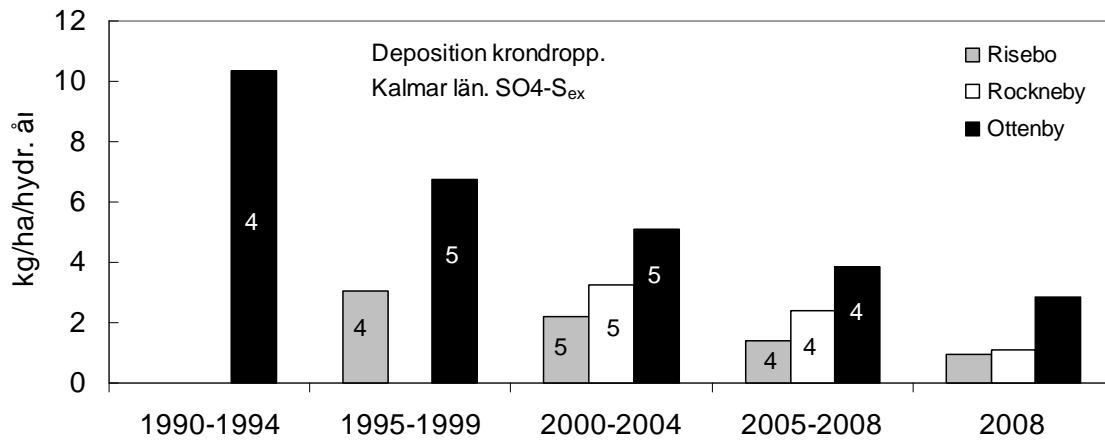
I Kalmar län finns fyra aktiva lokaler inom Krondroppsnetet (Tabell 1). Ottenby har depositions­mätningar sedan 1991 och markvattenkemi sedan 1994, Rockneby sedan 1998/1997, Risebo sedan 1996/1995, samt Alsjö sedan 1991/1997.

Den bästa uppskattningen av det totala svavelnedfallet fås genom mätningar av krondropp, eftersom dessa mätningar inkluderar både våt- och torrdeposition och det inte sker något betydande upptag av svavel i träd­kronorna. Vad gäller kvävenedfallet finns, som redan nämnts, flera problem vad gäller upptag och omsättning av kväve i träd­kronorna. Därför ger för närvarande mätningarna över öppet fält den bästa uppskattningen av det totala kvävenedfallet till skogen, även om dessa mätningar inte inkluderar torrdepositionen.

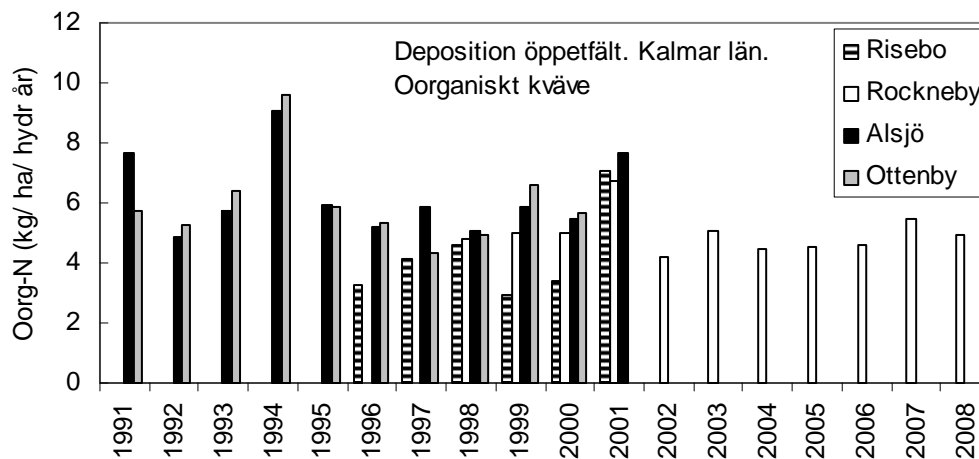
Tabell 1. Aktiva ytor i Kalmar län 2007/08.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Ottenby (H 01)	Ek		X	X	X
Rockneby (H 03)	Gran	X	X	X	X
Risebo (H 21)	Tall		X	X	X
Alsjö (H 22)	Gran		X	X	

I Kalmar län finns en tydlig gradient vad gäller luftföroreningsbelastning, från den kraftigt förorenade mätplatsen vid Ottenby lund till den relativt lite förorenade platsen i länets norra del, Risebo. Lufthalterna av svaveldioxid och kvävedioxid är i storleksordningen dubbelt så höga vid Ottenby jämfört med övriga lokaler i länet och bland de högsta i landet. Svavelnedfallet vid Ottenby, mätt som krondropp, har minskat över tiden (Figur 11), men är fortfarande ganska högt, 3,8 kg per hektar och år som ett medelvärde 2005-2008. Kvävenedfallet med nederbörden var vid Ottenby fram till mätningarna upphörde 2001 högst i länet, runt 5-6 kg N per hektar och år (Figur 12). Markvattnet vid Ottenby har visat tecken på kraftig försurning. Halterna av sulfatsvavel har vissa år gått upp mot 14 mg/l, och pH har som medelvärde de senaste tre åren varit 4,3. Halterna av oorganiskt aluminium har periodvis varit mycket höga. I kontrast till detta är lufthalterna av svaveldioxid och kvävedioxid vid Risebo låga och svavelnedfallet lågt och minskande (Figur 11). Kvävenedfallet över öppet fält vid Risebo kunde dock vissa år under mätperioden vara relativt högt (Figur 12). Markvattenkemin visar inga tecken på försurning och kvävehalterna i markvattnet är generellt låga. Dock finns enstaka tillfällen med måttligt förhöjda kvävehalter i markvattnet. Föroreningssituationen vid Rockneby och Alsjö är bättre jämfört med Ottenby och sämre jämfört med Risebo. Kvävenedfallet över öppet fält har dock varit betydande vid Alsjö som ligger relativt sydligt beläget i länet. Det förekommer relativt höga halter av oorganiskt aluminium i markvattnet både vid Alsjö och vid Rockneby.



**Figur 11.** En översikt över nedfallet av antropogent sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S<sub>ex</sub>) mätt som krondropp vid olika platser inom länet och för olika tidsperioder. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september. Exempelvis motsvarar tidsintervallet 1995-1999 perioden hydrologiska åren 1994/95 – 1998/99 (siffrorna i staplarna anger antal år data finns tillgängligt).



**Figur 12.** En översikt över det årliga nedfallet av kväve (nitratkväve+ammoniumkväve) på öppet fält vid olika platser inom länet. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september.

Det är stora skillnader i luftföroreningsbelastningen av skogsekosystemen i länet, med en hög belastning vid kusten i länets sydöstra del, sannolikt på grund av utsläpp från fartygstrafiken, medan belastningen är låg i inlandet i länets norra del. Det har skett en tydlig minskning av nedfallet av försurande ämnen till skogsekosystemen under de senaste 15-20 åren. Förändringar av kvävenedfallet är svårare att bedöma på grund av begränsade längder på tidsserier för olika platser. Förekomsten av marknära ozon är även den högst vid kusten i länets sydöstra del och lägst i inlandet i norra delen av länet.

## Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå

I detta kapitel presenteras modellberäknat nedfall av svavel och kväve baserat på beräkningar med det s.k. ”MATCH-Sverige”-modellsystemet som SMHI driver på uppdrag av Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning (Persson m.fl., 2004). I detta spridningsmodellsystem anpassas de modellberäknade halterna av föroreningar i luft och nederbörd till atmosfärskemiska mätdata från de svenska och norska EMEP-stationerna samt Luft- och nederbördskemiska nätet med hjälp av s.k. Optimal Interpolation. Beräkningarna görs i rutor med en upplösning av 20 x 20 km.

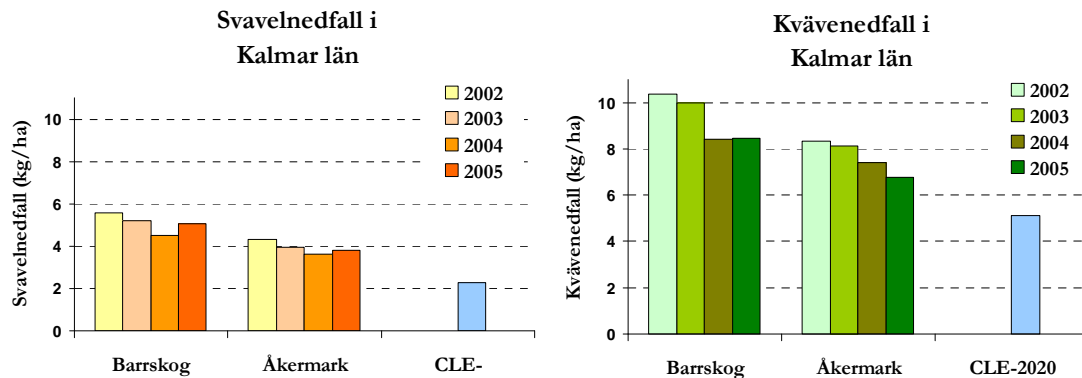
Länsvis och kommunvis deposition har tagits fram genom att beräkna medelvärdet för de rutor som ingår i respektive län/kommun. Detta har gjorts för svavel och kväve i barrskog och på åkermark för år 2002, 2003, 2004 och 2005. Beräkningar har även gjorts för år 2020 enligt depositionsscenario CLE, Current legislation, som är ett slags basscenario som utgår från dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa. För CLE-scenariet har ett medelvärde beräknats för de markanvändningsslag som ingår i länet/kommunen, och det finns därmed ingen uppdelning på barrskog och åkermark, som det gör för årsberäkningarna. Nedfallet redovisas på länsnivå i Figur 13 och på kommunnivå i Tabell 2 och Tabell 3.

Svavelnedfallet (utan havssalt) i Kalmars län beräknades till omkring 4,5-5,6 kg per hektar och år i barrskog och 3,6-4,3 kg på åkermark under 2002-2005. Kvävenedfallet (våt- och torrdeposition) beräknades till omkring 8,4-10,4 kg per hektar och år i barrskog och 6,8-8,3 kg på åkermark under motsvarande period. Enligt CLE-scenariet ska nedfallet minska till omkring 2,3 kg svavel och 5,1 kg kväve per hektar till år 2020.

Det modellerade svavelnedfallet i barrskog är högre än det uppmätta krondroppet på samtliga lokaler i Kalmar län under den aktuella tidsperioden 2002-2005. Detta indikerar att MATCH-modellen överskattar nedfallet av svavel i länet i förhållande till de mätningar som görs. Det modellerade nedfallet går dock inte att direkt jämföra med uppmätt nedfall i Krondropsytorna eftersom det modellerade nedfallet är ett medelvärde för hela länet/kommunen, medan Krondropsmätningarna gäller en specifik yta, med specifika exponeringsegenskaper.

För kväve är det svårt att jämföra modellvärdet med krondropsmätningen, eftersom modelleringen ger totaldepositionen av kväve, medan krondropsmätningarna visar på totaldepositionen minus det som interncirkuleras i trädkronan. Inte heller det modellerade nedfallet till åkermark kan jämföras direkt med mätningarna på öppet fält då nedfallet till åkermark innefattar våtdeposition och torrdeposition till jordbruksgrödor, medan mätningarna på öppet fält representerar våtdeposition samt ett visst mått av torrdeposition till insamlingsstratten.

Modellberäkningar på regional nivå är ett bra komplement till mätningarna för att ge större geografisk täckning än vad mätningarna ger. Dessutom ger modellberäkningar möjlighet att utvärdera andra parametrar än de som mäts, till exempel går det inte att mäta kvävedepositionen till skog på grund av intercirculationen av kväve i trädkronorna. Ytterligare en fördel är att modeller kan användas för att beräkna framtida trender vid olika scenarier för nedfall, skogsbruk och klimat.



Figur 13. Nedfall av svavel och kväve (kg per hektar och kalenderår) i Kalmars län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige modellen.

Tabell 2. Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Kalmars län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

	Svavelnedfall i barrskog (kg/ha)				Svavelnedfall på åkermark (kg/ha)				CLE-scenariet*
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2020
Borgholm	5.7	5.8	4.7	7.6	4.2	4.2	3.6	5.6	2.1
Emmaboda	6.4	5.4	5.1	5.8	5.0	4.1	4.3	4.4	2.5
Hultsfred	4.9	4.8	4.1	3.9	3.9	3.7	3.3	3.0	2.1
Högsby	5.3	4.9	4.3	4.6	4.1	3.7	3.5	3.5	2.3
Kalmar	6.1	5.2	4.6	6.3	4.7	3.9	3.7	4.6	2.2
Mönsterås	5.5	5.0	4.3	5.2	4.3	3.8	3.5	3.9	2.2
Mörbylånga	6.7	6.0	5.1	7.9	5.0	4.3	4.1	5.8	2.3
Nybro	5.6	5.1	4.6	5.4	4.3	3.8	3.8	4.1	2.4
Oskarshamn	5.4	5.4	4.4	4.5	4.2	4.2	3.6	3.3	2.4
Torsås	7.1	5.5	5.1	7.0	5.4	3.9	4.2	5.1	2.4
Vimmerby	4.9	4.7	4.1	3.5	3.9	3.7	3.3	2.7	2.1
Västervik	5.2	5.2	4.3	3.8	4.1	4.1	3.5	2.9	2.3

\* Ett basscenario baserat på dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa (medelvärde för de markanvändningslag som ingår i kommunen).

Tabell 3. Kvävednedfall på kommunnivå i Kalmars län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

	Kvävednedfall i barrskog (kg/ha)				Kvävednedfall på åkermark (kg/ha)				CLE-scenariet*
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2020
Borgholm	10.1	9.9	8.0	10.2	7.8	7.8	6.8	8.1	4.3
Emmaboda	12.0	10.8	9.6	10.4	9.8	8.8	8.5	8.6	5.7
Hultsfred	9.4	9.4	7.9	7.3	7.6	7.7	7.0	5.8	4.9
Högsby	9.9	9.5	8.2	8.3	8.0	7.7	7.2	6.6	5.0
Kalmar	11.6	10.3	9.0	9.9	9.3	8.3	7.9	8.1	5.6
Mönsterås	9.8	9.2	7.8	8.2	7.9	7.4	6.8	6.5	5.3
Mörbylånga	11.9	10.9	9.1	10.9	9.3	8.5	7.8	8.7	4.5
Nybro	10.8	10.1	8.8	9.4	8.6	8.1	7.8	7.7	5.5
Oskarshamn	9.8	10.0	8.0	7.4	7.9	8.3	7.0	5.8	5.3
Torsås	12.8	10.7	9.6	10.6	10.2	8.4	8.4	8.6	5.8
Vimmerby	9.5	9.6	8.1	6.9	7.8	8.0	7.2	5.4	4.8
Västervik	9.7	10.1	8.2	6.9	8.0	8.5	7.2	5.4	5.0

\* Ett basscenario baserat på dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa (medelvärde för de markanvändningslag som ingår i kommunen).

## Jämförelse mot mål och normer på kalenderår

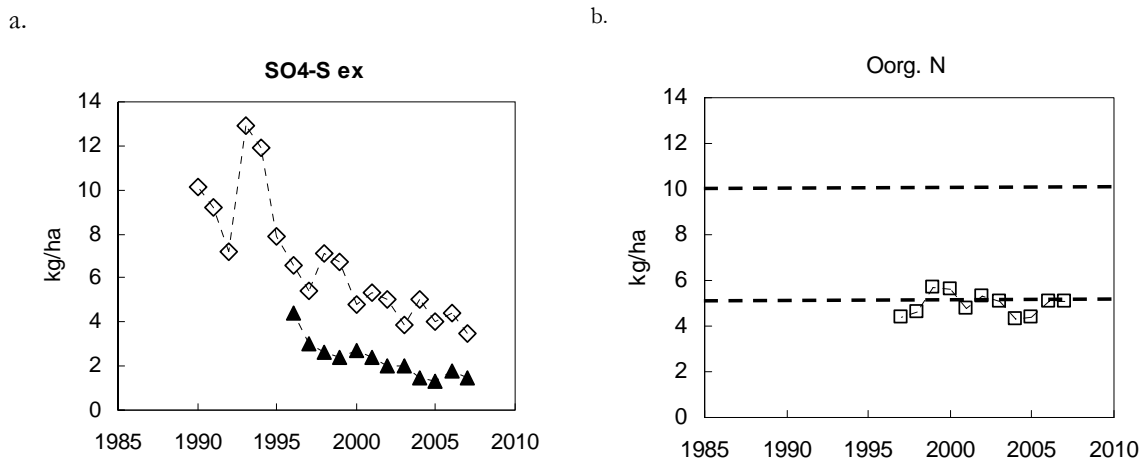
### Nedfall av svavel och kväve

Miljökvalitetsmålet *Bara Naturlig försurning* anger att ”De försurande effekterna av nedfall och markanvändning skall underskrida gränsen för vad mark och vatten tål...”. Den kritiska belastningen för aciditet (försurande ämnen) beror på markens buffringsförmåga och det går därför inte att ange en kritisk belastningsgräns som kan användas överallt. Så länge skogen tar upp merparten av kvävet är det svavelnedfallet som leder till försurning. Hur mycket svavel marken tål beror, förutom på buffringsförmåga, även på hur intensivt skogsbruket är. Det finns dock ungefärliga riktvärden som kan användas med ovanstående resonemang i beaktande. Områden med svag mineralogi i Sverige har enligt tidigare bedömningar antagits ha en kritisk belastningsgräns inom intervallet 0-3 kg svavel per hektar och år (Nilsson & Grennfelt, 1988).

I Figur 14a visas svavelnedfallet till skogsmark på två krondroppsytor i Kalmar län, Ottenby som är den yta som har högst nedfall och Risebo där lägst nedfall uppmäts. Svavelnedfall till skog är en indikator för miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* och *Storslagen fjällmiljö*. Figuren visar att nedfallet varierar mycket i länet, och att det i den utsatta ytan i Ottenby på Öland överskrider intervallet 0-3 kg per hektar och år, medan det i Risebo har varit relativt lågt på senare år. För en mer detaljerad genomgång av kritisk belastning för aciditet hänvisas till förra årets länsrapport (Pihl Karlsson m.fl., 2008).

Miljökvalitetsmålet *Ingen övergödning* anger bland annat att halterna av gödande ämnen i mark och vatten inte ska ha någon negativ inverkan på förutsättningarna för biologisk mångfald. Beträffande övergödande kväve pågår för närvarande mycket arbete kopplat till kritisk belastning runt om i Europa. Nyligen uppdaterades den kritiska belastningsgränsen, bland annat baserat på lågdosförsök i norra Sverige (Nordin m.fl., 2005). Den kritiska belastningsgränsen som gäller generellt i Sverige är 5-10 kg per hektar och år (UNECE, 2007). Den lägre gränsen kan antas gälla för de känsligaste ekosystemen.

I Figur 14b visas kvävenedfallet på öppet fält i Rockneby, som är den enda aktiva ytan med mätningar på öppet fält i länet. Nedfall av kväve är indikator för miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* och *Storslagen fjällmiljö*. Figuren visar att kvävenedfallet i Rockneby varit omkring den undre gränsen av intervallet 5-10 kg under mätperioden. Detta betyder att nedfallet bör minska för att inte den kritiska belastningen ska överskridas under något år. Indikatorn gäller egentligen skogsmark, men eftersom krondroppsmätningarna inte ger ett mått på totaldepositionen, utan påverkas av interncirkulationen i trädkronan, används här kvävenedfallet på öppet fält. Totaldeposition av kväve till skog kan förväntas vara något högre på grund av torrdepositionen.



**Figur 14.** Svavelnedfall (exklusive havssaltsbidrag) till skogsmark i Ottenby (◊) och Risebo (▲) (a) och nedfall av oorganiskt kväve (nitratkväve och ammoniumkväve) på öppet fält i Rockneby (◻) (b) som årssumma på kalenderår (kg per hektar och år). De streckade linjerna i kvävefiguren visar gränserna för intervallet för kritisk belastning för kväve, 5-10 kg per hektar och år.

## Luftkvalitet

Miljömål och miljökvalitetsnormer är i huvudsak utformade för att skydda människor i tätorter. Det finns dock miljömål/miljökvalitetsnormer som är utformade även för vegetation och ekosystem, speciellt gäller detta för marknära ozon. När det gäller svavel- och kväveföreningar är dessa målvärden inte satta utifrån ett vegetationsperspektiv utan de är relativt högt satta. Det är dock mycket viktigt att även mäta lufthalter i bakgrundsmiljöer som ej har påverkats av tätortsmiljön, bland annat för att skapa ett underlag för att bedöma behov och nytta med lokala åtgärder för att minska luftföroreningar.

### Svaveldioxid:

Miljömål: Halten 5 mikrogram/m<sup>3</sup> för svaveldioxid som årsmedelvärde skall vara uppnådd i samtliga kommuner.

Miljökvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Års- samt vinterhalvårsmedelvärdet för svaveldioxid får ej överstiga 20 µg/ m<sup>3</sup>.

Uppmätta vinterhalvårsmedelhalter inom Krondroppsnätets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	SO <sub>2</sub> -halt i µg/m <sup>3</sup>	Överskridande av miljömål & miljökvalitetsnormer*
H 01 A-9	Ottenby	1.0	nej
H 03 B-9	Rockneby	0.5	nej
H 21 A-9	Risebo	0.3	nej

### Kvävedioxid:

Miljömål: Halten 20 mikrogram/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde för kvävedioxid skall i huvudsak underskridas år 2010.

Miljökvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Årsmedelvärdet för kvävedioxid får ej överstiga 30 µg/ m<sup>3</sup> efter den 31 december 2005. (Gäller på landsbygd med minst 20 km till närmaste storstad eller 5 km till annat bebyggt område).

Uppmätta årsmedelhalter inom Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	NO <sub>2</sub> -halt i µg/m <sup>3</sup>	Överskridande av miljömål & miljökvalitetsnormer
H 01 A-9	Ottenby	4.9	nej
H 03 B-9	Rockneby	2.4	nej
H 21 A-9	Risebo	1.5	nej

### Marknära ozon:

När det gäller marknära ozon finns många miljömål, men det miljömål som är direkt tillämpligt för de mätningar som sker inom krondroppsnetet är att halterna av marknära ozon som sommarhalvårsmedelvärde får ej överskrida 50 µg/ m<sup>3</sup> efter år 2020.

Uppmätta sommarhalvårsmedelhalter inom Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	O <sub>3</sub> -halt i µg/m <sup>3</sup>	Överskridande av miljömål & miljökvalitetsnormer
H 01 A-9	Ottenby	63	ja
H 03 B-9	Rockneby	53	ja
H 21 A-9	Risebo	46	nej

## Temainriktad rapport

Under 2009 kommer vi även att presentera en nationell, mer temainriktad, rapport om trender. Tanken är att temarapporten skall fungera som ett komplement till de länsvisa, resultatriktade rapporterna i år. Temarapporten kommer att fokusera på tidstrender för lufthalter, deposition och markvattenkemi. Inom Krondroppsnetet finns långa tidsserier och de längsta mätserierna är mer än 20 år. Under denna tidsperiod har det hänt mycket med utsläppen av luftföroreningar, och därför är det väldigt intressant att studera hur lufthalter, deposition och markvattenkemi har förändrats.

Temarapporten om trender kommer att bli klar i slutet av 2009 och kommer då att finnas tillgänglig på Krondroppsnetets webbplats samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

## Ny webbplats

Under hösten 2008 har vi lagt upp en ny webbplats [www.krondroppsnetet.ivl.se](http://www.krondroppsnetet.ivl.se). Där presenteras överskådligt information om hur vi arbetar inom Krondroppsnetet när det gäller provtagning, analyser och databearbetning. På webbplatsen redovisas resultat från mätningarna och modellberäkningarna i form av mätdata, kartor och rapporter. Webbplatsen uppdateras kontinuerligt med ny information.

Vi hoppas att detta kommer att bli en levande webbplats, och om ni har önskemål och funderingar på dess utformning kontakta oss gärna via e-post genom: [gunilla@ivl.se](mailto:gunilla@ivl.se)

## Nytt från Naturvårdsverket

Nedan presenteras information från Naturvårdsverket

### Förändringar i det nationella programmet

Krondropps nätet ingår sedan 2000 som delprogram inom Programområde luft, det nationella luftövervakningsprogrammet som drivs av Naturvårdsverket. Delprogrammet kompletterar de pågående mätningarna som sker inom Krondropps nätet genom att finansiera främst mätningar över öppet fält. Vid revisionen av programområde Luft som genomfördes 2007-2008 beslutades att de strängprovtagare som använts avvecklas och istället kommer nio nya ytor att upprättas under 2009 på öppet fält samt en station för krondropp, markvatten och lufthalter. De 19 stationer som från och med 2009 ingår i Naturvårdsverkets nät och där främst mätningar över öppet fält genomförs är:

Kod	Stationsnamn	Kod	Stationsnamn
A 35 A	Farstanäs	L 07 A	Västra Torup
AC04 A	Högbränna	N 13 A	Timrilt
BD02 A	Myrberg	O 35 A	Hensbacka
D 11 A	Edeby	S 22 A	Blåbärskullen
E 22 A	Höka	T 02 A	Greckssundet
F 23 A	Fagerhult	U 04 A	Kvisterhult
G 22 A	Tagel	W 90 A	Fulufjäll
H 01 A	Ottenby	Y 07 A	Storulyvsjön
H 03 B	Rockneby	Z 04 A	Sör-Digertjärn
K 11 A	Komperskulla		

Kontaktperson för Programområde luft på Naturvårdsverket är Anna Jonsson.

E-post: [anna.jonsson@naturvardsverket.se](mailto:anna.jonsson@naturvardsverket.se), tel: 08-6981627.

### Specialprojekt som rör Krondropps nätet

Två specialprojekt med anknytning till Krondropps nätet finansieras av Naturvårdsverket under 2009.

#### 1. Utveckling av Krondropps nätet utifrån regionala och nationella behov

Krondropps nätet spelar idag en viktig roll i den regionala samt nationella miljöövervakningen för ett flertal miljömål. I första delen av ett nystartat projekt kommer man att beskriva den roll Krondropps nätet spelar och utreda hur Krondropps nätet kan utvecklas efter 2010 då nuvarande programperiod avslutas. I del två kommer man att beskriva den roll som Krondropps nätet idag spelar som indata för kalibrering av MATCH-modellen (den modell som beräknar nedfall för svavel och kväveföreningar över Sverige). Ett eventuellt behov av oberoende data för validering av MATCH-modellen kommer även att diskuteras. Man kommer också att diskutera om det finns behov av annan data. Det är IVL och SMHI som utför projektet. Resultaten presenteras i december 2009.

#### 2. Slutlig bedömning av ev. byte av mätutrustning för att mäta nedfall av luftföroreningar över öppet fält i Sverige

IVL kommer utvärdera ett eventuellt byte av mätutrustning för att mäta nedfall av luftföroreningar över öppet fält i Sverige. Den nya föreslagna mätutrustningen har tidigare utvärderats och den insamlade nederbörds mängden har visat sig stämma bättre överens med den utrustning SMHI använder för att mäta nederbörd än den som används idag för mätningar på öppet fält.

Nu ska en grundlig utvärdering av den nya respektive den gamla mätutrustningen för jonkoncentrationer göras. Under ett år kommer man att jämföra gammal och ny utrustning för att testa och utvärdera hur jonkoncentrationerna skiljer sig mellan metoderna. Detta skall testas på ett 10-tal mätplatser och kan resultera i att man från årsskiftet 2010/2011 startar mätningar med den nya utrustningen.



## Referenser

- Mann, H.B., 1945. Non-parametric tests against trend: *Econometrica* v. 13, p. 245–259.
- Nilsson, J., Grennfelt, P., 1988. Critical Loads for Sulphur and Nitrogen. Miljörapport 1988:15. Workshop at Skokloster, Sweden, 19-24 March, 1988.
- Nordin, A., Strengbom, J., Witzell, J., Näsholm, T. och Ericson, L., 2005. Nitrogen deposition and the biodiversity of boreal forests – implications for the nitrogen critical load. *Ambio* 34: 20-24.
- Persson C, Ressner E. och Klein T., 2004. Nationell miljöövervakning - MATCH-Sverige modellen 1999-2002. Rapportserie: SMHI Meteorologi, Nr 113.
- Pihl Karlsson, G., Nettelbladt, A., Akselsson, C., Hellsten, S., Karlsson, P-E., Kronnäs, V. & Malm, G. 2008. Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007. IVL Rapport B 1777.
- Pihl Karlsson, G., A., Akselsson, C., Hellsten, S., Karlsson, P-E. & Malm, G. 2009. Övervakning av luftföroreningar i norra Sverige – mätningar och modellering. Hydrologiskt år: resultat t.o.m. september 2008. Kalenderår: resultat t.o.m. 2007 IVL Rapport B 1851.
- UNECE, 2007. Recent results and updating of scientific and technical knowledge. Workshop on effects of low-level nitrogen deposition. Report by the workshop organizers. Executive body for the convention on long-range transboundary air pollution. Working Group on Effects. Twenty-sixth session. Geneva, 29–31 August 2007.

## Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.

**Tabell A:1a.** Medelvärde under hydrologiskt år från mätningar på öppet fält (våtdeposition) i Kalmar län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> S	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Rockneby	07/08	579	0,11	2,3	2,0	6,7	2,8	2,2	1,9	1,2	6,0	0,8	0,26
(H 03 B)	06/07	869	0,17	3,0	2,7	7,1	3,3	2,2	2,5	0,9	4,5	0,8	0,42
	05/06	466	0,14	2,4	2,3	2,6	2,6	2,0	1,4	0,3	1,6	0,7	0,14
	04/05	590	0,13	2,6	2,3	5,1	2,5	2,0	1,3	0,5	3,3	0,7	0,08
	03/04	578	0,11	2,6	2,4	2,8	2,5	2,0	1,2	0,3	1,8	0,9	0,09
	02/03	572	0,12	3,2	3,1	3,3	2,5	2,5	1,0	0,5	1,9	2,1	0,09
	01/02	417	0,05	2,2	2,0	3,8	2,2	2,1	1,3	0,5	2,5	1,0	0,04
	00/01	647	0,18	4,2	4,0	3,3	3,3	3,4	1,3	0,5	2,1	1,3	0,18
	99/00	490	0,12	2,9	2,7	4,9	2,5	2,6					
	98/99	520	0,14	3,3	3,1	3,6	2,5	2,5					
	97/98	560	0,13	3,4	3,3	2,6	2,3	2,5					

**Tabell A:1b.** Medelvärde under kalenderår från mätningar på öppet fält (våtdeposition) i Kalmar län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> S	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Rockneby	2007	819	0,18	3,0	2,7	6,6	3,1	2,0	2,5	0,8	3,8	0,7	0,39
(H 03 B)	2006	533	0,14	2,4	2,2	3,7	3,0	2,1	1,7	0,5	2,4	0,7	0,17
	2005	511	0,12	2,4	2,2	3,8	2,4	2,0	1,4	0,4	2,4	0,7	0,08
	2004	607	0,12	2,7	2,5	4,0	2,4	1,9	1,2	0,5	2,6	0,8	0,07
	2003	533	0,09	2,8	2,7	2,7	2,5	2,6	1,0	0,4	1,6	1,9	0,11
	2002	525	0,11	3,0	2,8	4,6	2,8	2,5	1,6	0,6	2,9	1,4	0,05
	2001	543	0,11	3,0	2,9	2,9	2,4	2,4	1,0	0,4	1,9	1,3	0,13
	2000	537	0,13	3,2	3,1	3,3	2,6	3,0					
	1999	541	0,15	3,6	3,4	5,2	2,8	2,9					
	1998	572	0,13	3,4	3,3	3,1	2,2	2,4					
	1997	419	0,11	2,9	2,8	2,4	2,1	2,3	1,2	0,3	1,7	0,8	0,08

**Tabell A:2a.** Öppet fältdata (våtdeposition) från Kalmar län där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N		org N	TOC
			kg/ha	→		
Rockneby (H 03 B)	07/08	579	4,9		1,2	31
	06/07	869	5,5		1,6	33
	05/06	466	4,6		1,3	23
	04/05	590	4,5		1,1	17
	03/04	578	4,5		1,6	13
	02/03	572	5,1		2,1	19
	01/02	417	4,2		0,6	13
	00/01	647	6,7		1,2	14
	99/00	490	5,0			
	98/99	520	5,0			
	97/98	560	4,8			

**Tabell A:2b.** Öppet fältdata (våtdeposition) från Kalmar län där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, deposition på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N		org N	TOC
			kg/ha	→		
Rockneby (H 03 B)	2007	819	5,1		1,7	30
	2006	533	5,1		1,0	29
	2005	511	4,4		1,6	15
	2004	607	4,4		1,3	14
	2003	533	5,0		2,3	19
	2002	525	5,2		0,7	14
	2001	543	4,8		1,0	12
	2000	537	5,6			
	1999	541	5,7			
	1998	572	4,6			
	1997	419	4,3			

**Tabell B:1a.** Krondroppsdata från Kalmar län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> - S	SO <sub>4</sub> - S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> - N	NH <sub>4</sub> - N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Ottenby (H 01 A)	07/08	312	0,04	4,0	2,9	25,4	2,0	3,0	5,4	3,2	13,7	21,3	0,19
	06/07	421	0,05	5,8	3,9	40,4	1,9	3,4					
	05/06	365	0,09	5,8	4,9	18,4	2,9	3,7					
	04/05	312	0,05	5,3	3,7	36,6	2,0	2,6					
	03/04	360	0,04	5,8	4,9	19,2	2,3	2,9					
	02/03	398	0,03	5,6	4,8	17,3	2,2	2,3					
	01/02	327	0,06	5,3	4,0	27,7	2,2	2,6					
	00/01	451	0,07	7,9	7,1	19,1	2,1	2,4					
	99/00	299	0,11	7,3	4,8	55,9	1,6	1,5					
	98/99	350	0,07	7,8	6,9	20,0	2,1	2,9					
	97/98	354	0,06	6,9	6,1	17,1	1,8	2,2					
	96/97	312	0,10	6,7	5,5	26,7	2,4	1,9	7,3	3,6	13,0	18,2	0,15
	95/96	388	0,07	6,4	5,8	13,3	2,0	1,9	7,3	3,3	7,4	19,4	0,18
	94/95	370	0,13	11,0	9,6	30,7	2,8	2,6	12,5	4,8	15,8	19,6	0,24
	93/94	502	0,19	15,6	14,3	28,1	3,8	3,8					
	92/93	343	0,11	12,3	10,1	47,6	2,7	2,6					
	91/92	236	0,08	9,2	7,9	29,3	2,3	2,4					
90/91	251	0,13	10,2	9,1	24,5	2,1	2,4						
Rockneby (H 03 B)	07/08	160	0,02	1,6	1,1	10,2	0,8	0,5	2,8	1,2	3,9	9,1	0,76
	06/07	379	0,04	3,3	2,5	18,0	1,7	1,3	5,3	2,1	7,8	14,3	1,30
	05/06	370	0,06	4,7	4,0	16,1	2,6	2,0	6,4	2,6	5,7	19,2	1,41
	04/05	209	0,04	2,4	2,0	9,7	1,0	0,8	3,5	1,4	4,4	7,3	0,79
	03/04	322	0,04	3,1	2,7	9,3	1,1	0,8	3,9	1,6	3,8	12,2	0,80
	02/03	389	0,04	3,6	3,1	11,3	1,1	1,2	3,6	1,9	4,7	13,7	1,03
	01/02	263	0,04	2,8	2,2	12,5	0,8	0,5	3,3	1,4	5,5	11,1	0,65
	00/01	344	0,06	5,4	5,0	8,6	1,1	1,2	5,4	1,9	4,2	14,1	1,38
	99/00	263	0,06	4,0	3,2	17,1	1,6	1,0					
	98/99	303	0,06	4,9	4,4	11,4	1,1	0,9					
97/98	366	0,06	6,1	5,5	12,4	1,2	1,3						
Risebo (H 21 A)	07/08	379	0,04	1,2	0,9	6,3	0,8	0,9	1,7	0,9	3,7	8,9	0,49
	06/07	530	0,05	2,0	1,6	8,9	1,1	1,1	2,4	1,2	5,0	10,1	0,41
	05/06	380	0,07	2,2	1,9	4,9	1,2	1,6	2,1	0,9	2,5	9,8	0,35
	04/05	403	0,04	1,5	1,2	6,4	0,8	0,7	2,3	1,1	3,5	9,2	0,14
	03/04	418	0,06	1,8	1,6	5,3	1,1	0,8	2,2	1,0	2,8	8,0	0,07
	02/03	445	0,05	2,6	2,3	6,3	1,3	0,8	2,2	1,2	3,3	9,0	0,05
	01/02	415	0,05	2,1	1,8	7,4	1,3	1,5	1,7	1,0	3,7	9,5	0,07
	00/01	502	0,11	4,0	3,7	6,7	1,8	1,3	3,2	1,3	3,6	12,2	0,45
	99/00	326	0,06	2,1	1,7	8,3	1,2	0,7	2,2	1,1	4,6	8,2	0,23
	98/99	349	0,08	2,8	2,5	6,6	1,2	0,8	2,3	1,0	3,4	7,9	0,11
	97/98	559	0,11	3,6	3,3	6,2	1,5	1,6	2,7	1,1	3,2	8,8	0,28
	96/97	265	0,05	2,7	2,3	8,2	1,2	1,1	2,3	1,2	4,4	7,2	0,21
95/96	345	0,14	4,3	4,0	5,1	2,3	1,7	3,3	1,2	2,8	8,0	0,25	

Forts. **Tabell B:1a.** Krondroppsdata från Kalmar län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> - S	SO <sub>4</sub> - S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> - N	NH <sub>4</sub> - N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Alsjö	07/08	434	0,06	2,8	2,2	12,4	1,4	1,5	3,0	1,4	6,8	9,9	1,45
(H 22 A)	06/07	559	0,06	3,7	2,9	17,4	1,8	1,5	3,7	1,6	9,0	12,5	1,70
	05/06	482	0,09	4,5	4,1	8,8	2,2	2,5	2,7	1,1	4,2	11,6	1,24
	04/05	487	0,07	3,5	2,8	14,6	1,7	1,7	3,2	1,4	7,8	8,3	1,32
	03/04	538	0,07	3,7	3,3	8,4	1,8	1,5	2,8	1,2	4,2	8,4	0,99
	02/03	541	0,07	4,1	3,7	8,5	1,6	2,0	2,4	1,2	3,8	9,0	1,00
	01/02	406	0,05	3,6	3,0	13,0	1,3	1,3	2,7	1,2	6,5	8,0	0,97
	00/01	636	0,14	6,2	5,9	7,7	2,3	2,5	2,8	1,2	4,4	10,9	1,17
	99/00	464	0,10	4,0	3,4	13,8	1,7	1,4	2,0	1,2	7,7	9,9	1,13
	98/99	563	0,12	5,4	4,9	11,0	2,0	1,7	2,6	1,2	6,1	8,8	1,22
	97/98	500	0,11	5,6	5,1	10,9	1,7	1,5	3,3	1,3	5,5	13,2	1,26
	96/97	482	0,12	5,9	5,3	13,3	1,7	1,1	3,6	1,3	6,9	8,2	1,51
	95/96	446	0,15	7,4	7,0	8,1	1,5	1,3	4,3	1,3	3,9	10,4	1,70

**Tabell B:1b.** Krondroppsdata från Kalmar län, årsdeposition på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> - S	SO <sub>4</sub> - S <sub>ex</sub>	Cl-	NO <sub>3</sub> - N	NH <sub>4</sub> - N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Ottenby (H 01 A)	2007	380	0,06	5,1	3,5	33,8	1,8	3,3	6,6	4,1	16,9	23,4	0,27
	2006	378	0,06	5,4	4,4	21,7	2,9	3,5					
	2005	290	0,07	5,5	4,0	32,6	2,1	2,8					
	2004	396	0,04	6,3	5,0	26,9	2,4	2,9					
	2003	309	0,02	4,6	3,9	15,9	1,8	2,1					
	2002	420	0,05	6,2	5,0	25,3	2,3	2,5					
	2001	392	0,05	6,2	5,3	19,3	1,9	2,4					
	2000	315	0,07	6,0	4,8	25,4	1,8	1,7					
	1999	382	0,12	9,1	6,7	51,6	2,0	2,5					
	1998	363	0,06	8,0	7,1	20,6	1,9	2,4					
	1997	270	0,08	6,2	5,4	19,1	2,1	1,9	6,9	3,3	10,1	17,2	0,08
	1996	421	0,10	7,5	6,6	19,8	2,5	2,2	8,6	3,8	10,9	19,7	0,21
	1995	366	0,09	9,1	7,9	25,9	2,5	2,4	9,1	3,9	13,1	17,0	0,19
	1994	457	0,15	13,2	11,9	27,8	3,3	3,4					
	1993	391	0,16	15,1	12,9	48,2	3,1	2,9					
1992	253	0,09	8,4	7,2	26,2	2,6	2,6						
1991	260	0,11	10,5	9,2	28,6	2,1	2,3						
1990	273	0,11	12,4	10,1	49,2	2,1	2,7						
Rockneby (H 03 B)	2007	353	0,05	3,2	2,5	15,0	1,6	1,2	4,9	2,0	7,1	12,1	1,19
	2006	349	0,05	3,9	3,4	11,6	2,2	2,0	4,8	2,0	4,3	15,8	1,38
	2005	261	0,05	3,4	2,6	17,1	1,6	1,0	5,5	2,2	6,4	12,8	1,02
	2004	323	0,03	2,8	2,3	9,2	1,0	0,7	3,8	1,5	3,8	11,7	0,70
	2003	292	0,03	3,1	2,7	9,4	1,2	1,2	3,2	1,6	3,6	11,6	1,04
	2002	349	0,05	3,3	2,7	13,6	0,8	0,6	3,8	1,8	6,3	13,7	0,76
	2001	314	0,05	4,3	3,8	9,1	1,0	1,1	4,4	1,6	4,1	11,9	1,10
	2000	264	0,05	3,8	3,3	10,6	1,1	1,0					
	1999	317	0,08	5,6	4,8	17,0	1,5	1,0					
	1998	346	0,05	4,6	4,1	10,6	0,9	1,4					
1997	286	0,09	6,2	5,6	13,1	1,6	0,6	6,1	2,7	6,4	11,3	1,50	
Risebo (H 21 A)	2007	473	0,05	1,9	1,5	7,5	1,0	1,5	2,2	1,1	4,3	9,2	0,37
	2006	440	0,07	2,0	1,8	5,8	1,3	1,5	2,2	1,0	3,0	10,4	0,44
	2005	373	0,04	1,6	1,3	5,3	0,9	0,9	2,0	0,9	2,9	8,0	0,17
	2004	450	0,06	1,9	1,5	7,1	1,0	0,7	2,7	1,2	3,8	9,6	0,06
	2003	422	0,05	2,3	2,0	4,8	1,2	0,7	1,8	1,1	2,4	7,2	0,08
	2002	446	0,06	2,3	2,0	8,0	1,4	1,5	2,2	1,1	4,2	10,2	0,04
	2001	397	0,08	2,7	2,4	5,9	1,4	1,1	2,3	1,0	2,9	11,3	0,27
	2000	452	0,08	3,0	2,7	7,4	1,3	0,9	2,7	1,3	4,3	9,5	0,38
	1999	312	0,08	2,8	2,4	8,0	1,4	0,8	2,5	1,1	4,1	8,3	0,12
	1998	478	0,08	2,9	2,6	7,0	1,0	1,6	2,3	1,0	3,5	8,2	0,22
	1997	368	0,09	3,4	3,0	7,7	1,6	1,2	2,8	1,3	4,3	7,2	0,26
1996	379	0,14	4,7	4,4	6,1	2,4	1,7	3,5	1,4	3,2	9,4	0,29	

Forts. **Tabell B:1b.** Krondroppsdata från Kalmar län, årsdeposition baseras på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> - S	SO <sub>4</sub> - S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> - N	NH <sub>4</sub> - N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Alsjö (H 22 A)	2007	480	0,06	3,3	2,7	13,2	1,5	1,3	3,2	1,4	7,1	9,5	1,43
	2006	515	0,08	4,2	3,7	10,9	2,3	2,5	3,1	1,3	5,3	13,4	1,51
	2005	450	0,08	3,8	3,1	14,2	1,8	1,8	3,1	1,3	7,4	8,3	1,30
	2004	597	0,07	3,4	3,0	10,1	1,6	1,5	2,9	1,2	5,2	8,8	0,87
	2003	442	0,05	3,9	3,5	8,4	1,6	1,9	2,3	1,1	3,6	8,6	1,08
	2002	506	0,07	4,0	3,5	12,1	1,7	1,5	2,9	1,3	6,3	8,6	0,98
	2001	507	0,09	4,5	4,2	8,3	1,7	1,9	2,4	1,0	4,1	9,3	0,97
	2000	493	0,10	4,7	4,3	9,7	1,7	1,9	2,1	1,1	5,6	10,1	1,06
	1999	624	0,14	5,7	5,1	13,9	2,3	1,7	3,0	1,4	7,8	9,4	1,52
	1998	449	0,08	4,7	4,2	11,4	1,3	1,3	2,5	1,1	5,7	12,8	0,95
	1997	553	0,15	6,7	6,0	13,6	2,0	1,3	4,0	1,5	7,0	8,6	1,74
	1996	484	0,15	8,0	7,5	9,6	1,8	1,4	4,6	1,4	4,8	11,4	1,80

**Tabell B:2a.** Krondroppsdata från Kalmar län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha	→	
Ottenby (H 01 A)	07/08	312	5,1		
	06/07	421	5,2		
	05/06	365	6,5		
	04/05	312	4,6		
	03/04	360	5,2		
	02/03	398	4,5		
	01/02	327	4,9		
	00/01	451	4,5		
	99/00	299	3,1		
	98/99	350	4,9		
	97/98	354	4,0		
	96/97	312	4,3		
	95/96	388	4,0		
	94/95	370	5,4		
	93/94	502	7,6		
Rockneby (H 03 B)	92/93	343	5,3		
	91/92	236	4,7		
	90/91	251	4,5		
	07/08	160	1,3	1,4	54
	06/07	379	2,9	2,7	91
	05/06	370	4,6	4,0	131
	04/05	209	1,8	1,3	46
	03/04	322	1,9	2,1	75
	02/03	389	2,4	3,3	102
	01/02	263	1,3	2,3	71
Risebo (H 21 A)	00/01	344	2,3	3,3	97
	99/00	263	2,5		
	98/99	303	2,0		
	97/98	366	2,4		
	07/08	379	1,7	0,8	
	06/07	530	2,3	1,3	
	05/06	380	2,8	1,5	
	04/05	403	1,5	1,0	
	03/04	418	1,9	1,3	
	02/03	445	2,0	1,8	
	01/02	415	2,7	2,1	
	00/01	502	3,1		
	99/00	326	1,9		
	98/99	349	2,0		
	97/98	559	3,1		
	96/97	265	2,2		
95/96	345	4,0			



Forts. **Tabell B:2a.** Krondroppsdata från Kalmar län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N		TOC
			mm	kg/ha →	
Alsjö	07/08	434	2,8	2,1	
(H 22 A)	06/07	559	3,3	2,2	
	05/06	482	4,7	2,2	
	04/05	487	3,4	1,6	
	03/04	538	3,4	1,7	
	02/03	541	3,7	2,8	
	01/02	406	2,7		
	00/01	636	4,8		
	99/00	464	3,0		
	98/99	563	3,7		
	97/98	500	3,1		
	96/97	482	2,8		
	95/96	446	2,8		

**Tabell B:2b.** Krondroppsdata från Hallands län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, årsdepositionen baseras på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N		TOC
			kg/ha	→	
Ottenby (H 01 A)	2007	380	5,1		
	2006	378	6,4		
	2005	290	4,9		
	2004	396	5,3		
	2003	309	3,9		
	2002	420	4,8		
	2001	392	4,3		
	2000	315	3,6		
	1999	382	4,5		
	1998	363	4,2		
	1997	270	4,0		
	1996	421	4,7		
	1995	366	4,9		
	1994	457	6,7		
	1993	391	6,0		
	1992	253	5,2		
1991	260	4,4			
1990	273	4,8			
Rockneby (H 03 B)	2007	353	2,8	2,4	84
	2006	349	4,1	3,1	97
	2005	261	2,6	2,5	89
	2004	323	1,7	2,3	71
	2003	292	2,4	2,5	80
	2002	349	1,4	3,0	100
	2001	314	2,0	2,8	80
	2000	264	2,1		
	1999	317	2,5		
	1998	346	2,2		
1997	286	2,2			
Risebo (H 21 A)	2007	473	2,5	0,9	
	2006	440	2,8	1,6	
	2005	373	1,8	1,0	
	2004	450	1,7	1,4	
	2003	422	2,0	1,4	
	2002	446	2,9	2,3	
	2001	397	2,4	2,0	
	2000	452	2,2		
	1999	312	2,2		
	1998	478	2,6		
1997	368	2,8			
1996	379	4,1			

Forts. **Tabell B:2b.** Krondroppsdata från Kalmar län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, årsdepositionen baseras på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N		TOC
			kg/ha	→	
Alsjö (H 22 A)	2007	480	2,8	1,9	
	2006	515	4,8	2,3	
	2005	450	3,7	1,8	
	2004	597	3,1	1,7	
	2003	442	3,5	2,4	
	2002	506	3,2		
	2001	507	3,6	2,2	
	2000	493	3,6		
	1999	624	4,0		
	1998	449	2,6		
	1997	553	3,3		
	1996	484	3,1		

**Tabell C.** Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Kalmar län, diffusionsprovtagning,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Lokal	Period	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ottenby (H 01 A)	0709	0,9	4,2	0,9	47
	0710	0,6	3,7	1,3	45
	0711	0,9	5,1	0,3	42
	0712	0,9	5,4	<0,3	39
	0801	1,6	6,5	<0,3	48
	0802	1,0	7,0	<0,3	49
	0803	0,8	2,9	<0,3	62
	0804	1,5	5,8	0,5	66
	0805	1,9	6,9	0,4	76
	0806	1,4	4,2	0,4	75
	0807	1,7	4,1	0,4	62
	0808	1,4	4,4	0,6	49
	0809	0,8	2,8	0,5	47
	0810	0,8	4,6	0,4	48
	0811	0,9	4,1	0,5	43
0812	1,1	5,6	<0,3	34	
Mv hydr. år	9710-9809	<sup>(6)</sup> 1,8	<sup>(6)</sup> 4,2	-	-
	9810-9909	2,1	5,1	-	-
	9910-0009	1,4	4,5	-	-
	0010-0109	2,0	4,9	-	-
	0110-0209	1,5	4,6	-	-
	0210-0309	1,7	4,2	-	-
	0310-0409	2,0	4,9	-	-
	0410-0509	1,6	5,0	-	-
	0510-0609	2,1	4,9	-	-
	0610-0709	<sup>(7)</sup> 1,5	<sup>(7)</sup> 5,1	-	-
Mv kal. år	0710-0809	1,2	4,9	-	-
	9801-9812	<sup>(9)</sup> 2,2	<sup>(9)</sup> 4,8	-	-
	9901-9912	1,7	5,0	-	-
	0001-0012	1,6	4,7	-	-
	0101-0112	1,8	4,4	-	-
	0201-0212	1,5	4,5	-	-
	0301-0312	1,7	4,7	-	-
	0401-0412	1,9	4,8	-	-
	0501-0512	1,7	5,0	-	-
	0601-0612	2,1	4,9	-	-
Mv sommar	0701-0712	<sup>(7)</sup> 1,2	<sup>(7)</sup> 4,7	-	-
	0801-0812	1,2	4,9	-	-
	9804-9809	-	-	1,3	63
	9904-9909	-	-	0,8	75
	0004-0009	-	-	0,5	71
	0104-0109	-	-	0,9	63
	0204-0209	-	-	0,6	72
	0304-0309	-	-	1,2	66
	0404-0409	-	-	0,8	63
	0504-0509	-	-	0,8	66
0604-0609	-	-	1,2	70	
0704-0709	-	-	<sup>(4)</sup> 0,8	<sup>(4)</sup> 61	
0804-0809	-	-	0,5	63	

**Forts. Tabell C.** Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Kalmar län, diffusionsprovtagning,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Lokal	Period	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Rockneby (H 03 B)	0709	0,4	2,2	0,7	38
	0710	0,2	1,8	0,8	32
	0711	0,4	3,4	0,8	35
	0712	0,7	3,7	0,3	33
	0801	0,7	5,1	0,3	37
	0802	0,4	3,7	<0,3	48
	0803	0,7	2,3	0,3	56
	0804	0,5	2,1	0,5	64
	0805	0,5	2,0	0,3	67
	0806	0,4	1,2	0,4	64
	0807	0,3	1,4	0,4	44
	0808	0,3	1,5	0,3	40
	0809	0,4	1,3	<0,3	36
	0810	0,3	3,0	0,3	36
0811	0,5	3,2	<0,3	33	
0812	0,4	2,6	<0,3	36	
Mv hydr. år	9810-9909	0,8	2,7	-	-
	9910-0009	0,6	2,4	-	-
	0010-0109	0,8	2,4	-	-
	0110-0209	0,6	2,4	-	-
	0210-0309	0,8	2,2	-	-
	0310-0409	1,0	2,4	-	-
	0410-0509	0,6	2,3	-	-
	0510-0609	1,0	2,5	-	-
	0610-0709	0,6	2,3	-	-
	0710-0809	0,5	2,5	-	-
Mv kal. år	9801-9812	<sup>(9)</sup> 0,7	<sup>(9)</sup> 2,4	-	-
	9901-9912	0,7	2,6	-	-
	0001-0012	0,7	2,4	-	-
	0101-0112	0,7	2,2	-	-
	0201-0212	0,7	2,3	-	-
	0301-0312	0,8	2,5	-	-
	0401-0412	1,0	2,1	-	-
	0501-0512	0,7	2,4	-	-
	0601-0612	0,9	2,4	-	-
	0701-0712	0,6	2,3	-	-
0801-0812	0,5	2,5	-	-	
Mv sommar	9804-9809	-	-	0,5	50
	9904-9909	-	-	0,5	64
	0004-0009	-	-	0,5	53
	0104-0109	-	-	0,6	51
	0204-0209	-	-	0,6	59
	0304-0309	-	-	0,7	55
	0404-0409	-	-	0,6	53
	0504-0509	-	-	0,6	54
	0604-0609	-	-	0,9	59
	0704-0709	-	-	0,6	55
0804-0809	-	-	0,4	53	

**Forts. Tabell C.** Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Kalmar län, diffusionsprovtagning,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Lokal	Period	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Risebo (H 21 A)	0709	0,2	1,1	0,3	32
	0710	<0,2	1,5	0,7	26
	0711	0,4	1,5	<0,3	22
	0712	0,5	2,4	<0,3	30
	0801	0,3	3,0	<0,3	42
	0802	0,3	2,8	<0,3	43
	0803	0,4	1,3	<0,3	52
	0804	0,4	1,2	<0,3	56
	0805	0,3	0,9	0,5	63
	0806	0,2	0,7	<0,3	60
	0807	<0,2	0,7	<0,3	39
	0808	0,2	0,8	<0,3	29
	0809	0,5	0,9	<0,3	27
	0810	0,2	1,8	1,3	31
0811	0,3	1,7	<0,3	21	
0812	0,3	2,0	<0,3	28	
Mv hydr. år	9810-9909	0,5	1,7	-	-
	9910-0009	0,4	1,7	-	-
	0010-0109	0,6	1,4	-	-
	0110-0209	0,6	1,5	-	-
	0210-0309	0,7	1,4	-	-
	0310-0409	0,6	1,5	-	-
	0410-0509	0,4	1,4	-	-
	0510-0609	0,7	1,7	-	-
	0610-0709	0,4	1,3	-	-
	0710-0809	0,3	1,5	-	-
Mv kal. år	9801-9812	<sup>(9)</sup> 0,5	<sup>(9)</sup> 1,5	-	-
	9901-9912	0,5	1,7	-	-
	0001-0012	0,4	1,6	-	-
	0101-0112	0,6	1,4	-	-
	0201-0212	0,5	1,5	-	-
	0301-0312	0,6	1,5	-	-
	0401-0412	0,6	1,5	-	-
	0501-0512	0,5	1,5	-	-
	0601-0612	0,7	1,5	-	-
	0701-0712	0,4	1,3	-	-
0801-0812	0,3	1,5	-	-	
Mv sommar	9804-9809	-	-	0,5	47
	9904-9909	-	-	<0,3	57
	0004-0009	-	-	<0,3	49
	0104-0109	-	-	0,8	51
	0204-0209	-	-	<0,3	55
	0304-0309	-	-	0,4	50
	0404-0409	-	-	0,5	46
	0504-0509	-	-	0,6	47
	0604-0609	-	-	0,9	53
	0704-0709	-	-	0,4	47
0804-0809	-	-	<0,3	46	

**Tabell D.** Markvattendata från Kalmar län.

Lokal	Datum	pH	Alk mekv/l	ANC →	SO <sub>4</sub> -S mg/l	Cl- →	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+/3+</sup>	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl mol/mol
Ottenby (H 01 A)	2007-10-28	4,2	-	0,119	8,49	37,20	0,235	0,021	14,08	3,29	16,79	0,46	<0,03	1,550	1,210	3,420	65,9	11
	2008-03-30	4,3	-	0,391	3,22	27,16	0,029	0,022	11,49	1,50	15,04	0,36	<0,03	12,05	1,770	7,500	125,1	5,5
	2008-08-28	4,2	-	0,241	6,32	34,31	<0,002	0,048	13,35	2,20	16,98	0,68	<0,03	2,530	5,770	8,950	-	2,1
	2008-10-25	4,0	-	0,360	12,84	55,50	0,016	0,038	23,99	3,82	27,74	0,38	<0,03	1,550	2,280	6,560	109,4	9,1
	<b>median</b>	<b>4,6</b>		<b>0,331</b>	<b>6,32</b>	<b>24,27</b>	<b>0,046</b>	<b>0,026</b>	<b>13,35</b>	<b>2</b>	<b>13,3</b>	<b>0,28</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>1,755</b>	<b>1,4</b>	<b>4,91</b>	<b>66</b>	<b>9,4</b>
	<i>n=</i>	<i>43</i>		<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>42</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>42</i>	<i>42</i>	<i>41</i>	<i>42</i>
Rockneby (H 03 B)	2007-10-31	5,1	-	0,007	6,78	17,20	0,018	<0,020	2,88	2,21	13,53	0,09	<0,03	0,202	0,958	1,300	6,7	4,6
	2008-03-31	5,2	-	-0,035	5,75	14,40	0,018	0,653	2,45	1,86	10,34	0,24	<0,03	0,079	0,889	1,100	4,6	4,4
	2008-08-06	4,7	-	-0,077	3,23	20,92	0,081	0,025	3,36	1,65	8,80	1,34	<0,03	0,020	0,882	1,160	17,6	5,7
	2008-10-29	5,2	-	-0,080	13,14	65,46	<0,002	0,029	6,91	5,82	40,44	0,16	<0,03	0,003	0,993	1,080	4,4	11
	<b>median</b>	<b>5,1</b>		<b>-0,004</b>	<b>6,85</b>	<b>14,38</b>	<b>0,004</b>	<b>0,01</b>	<b>3,37</b>	<b>1,8</b>	<b>10,99</b>	<b>0,2</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>0,023</b>	<b>0,901</b>	<b>1,164</b>	<b>6,9</b>	<b>4,6</b>
	<i>n=</i>	<i>34</i>		<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>31</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>31</i>	<i>31</i>
Risebo (H 21 A)	2007-10-30	6,6	-	0,169	0,79	2,31	0,003	<0,020	2,13	0,99	1,96	0,41	<0,03	0,286	0,019	0,235	14,9	148
	2008-03-31	5,8	0,044	0,202	0,82	2,37	<0,002	<0,020	2,43	1,00	1,97	1,22	<0,03	0,400	0,163	0,914	24,0	22
	2008-08-06	5,8	-	0,358	0,27	2,63	<0,002	0,029	3,77	1,50	1,76	2,41	<0,03	0,254	0,040	0,656	43,8	147
	2008-10-28	5,8	-	0,133	0,32	6,03	<0,002	-	2,96	1,99	2,35	2,84	<0,03	0,130	-	0,585	-	-
	<b>median</b>	<b>6,2</b>		<b>0,184</b>	<b>0,94</b>	<b>2,31</b>	<b>0,008</b>	<b>0,023</b>	<b>2,9</b>	<b>1,21</b>	<b>1,53</b>	<b>1,11</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>0,249</b>	<b>0,041</b>	<b>0,63</b>	<b>20</b>	<b>112</b>
	<i>n=</i>	<i>38</i>		<i>36</i>	<i>37</i>	<i>37</i>	<i>37</i>	<i>35</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>33</i>	<i>31</i>	<i>22</i>	<i>35</i>	<i>32</i>	<i>22</i>
Alsjö (H 22 A)	2007-10-29	4,7	-	-0,066	2,33	7,55	0,027	<0,020	1,46	0,53	4,01	0,10	0,139	0,035	0,729	1,090	7,1	2,3
	2008-03-31	4,7	-	-0,037	2,45	5,44	0,016	<0,020	1,21	0,58	3,59	0,23	0,195	0,045	0,766	1,260	7,7	2,1
	2008-08-06	4,7	-	0,018	2,18	5,21	0,079	0,027	1,31	0,56	4,28	0,38	0,216	0,052	0,685	1,140	11,0	2,6
	2008-10-27	4,7	-	-0,023	2,37	8,34	0,013	0,023	1,34	0,60	5,51	0,17	0,300	0,039	0,835	1,130	6,5	2,0
	<b>median</b>	<b>4,7</b>		<b>-0,057</b>	<b>3</b>	<b>5,2</b>	<b>0,006</b>	<b>0,011</b>	<b>1,59</b>	<b>0,63</b>	<b>3,05</b>	<b>0,26</b>	<b>0,103</b>	<b>0,044</b>	<b>0,842</b>	<b>1,26</b>	<b>8,3</b>	<b>2,3</b>
	<i>n=</i>	<i>34</i>		<i>33</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>29</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>31</i>	<i>29</i>	<i>31</i>	<i>29</i>	<i>29</i>

## Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik

### Mann-Kendall

Mann-Kendall är en icke-parametrisk metod för att signifikant påvisa linjära monotona trender (Mann, 1945). Monoton betyder att trenden inte har något trendbrott. Linjär trend är en trend som ökar eller minskar lika mycket varje tidsenhet, t. ex. varje år. Icke-parametrisk betyder att metoden jämför relativa förhållanden och inte bryr sig om hur stora skillnader det är mellan mätvärdena. Förenklat kan man säga att metoden jämför alla värden parvis och summerar hur ofta det senare värdet är större respektive mindre än det tidigare värdet. Detta gör att eventuella "outliers" inte kommer att påverka resultatet. Metoden klarar även värden under detektionsgränsen, åtminstone så länge detektionsgränsen är samma i hela tidsserien. Saknade värden är inte heller något problem. Allt detta gör att man kallar metoden "robust". Icke-parametriska metoder kräver inte heller att data är normalfördelade. Mann-Kendall är i allmänhet mindre känslig än vanlig linjär regression, vilket innebär att det kan vara lite svårare att få statistisk signifikans för trend. Mann-Kendall kan användas på så små dataset som fyra värden (Gilbert, 1987).

I samband med att man räknar Mann-Kendall-statistik brukar man räkna ut något som heter "Sens slope" (Sen, 1968). Sens slope är en uppskattning av trendlinjens lutning, och räknas ut genom att ta medianen av lutningarna mellan alla par av data i tidsserien. Beräkningen är nära släkt med Mann-Kendall, men utförs helt oberoende av Mann-Kendall. Sens slope ger ibland en underskattning av trendens lutning. Det är till och med fullt möjligt att få en signifikant trend och samtidigt "Sens slope" = 0. Detta kan inträffa då det finns många exakt likadana värden i tidsserien, t. ex. många värden under detektionsgränsen och beror på att Sens slope är en medianberäkning.

### Seasonal Kendall

Mann-Kendall ska inte användas på data med säsongsvariation, då ska Seasonal Kendall användas. Seasonal Kendall är en vidareutveckling av Mann-Kendall-metoden. Mann-Kendall-trend-statistik räknas ut på varje säsong för sig och läggs sedan ihop till ett gemensamt trendvärde för alla säsonger (Hirsch och Slack, 1984). På motsvarande sätt kan en Seasonal Kendall-slope räknas ut (Hirsch och Slack, 1982). Om datasetet har 12 säsonger så kan Seasonal Kendall användas om det finns åtminstone 3 års data (Gilbert, 1987).

### Autokorrelation

När man räknar på data med säsongsvariation så är autokorrelation ett vanligt problem. Autokorrelation (även kallat seriell korrelation) innebär att ett mätvärde är beroende av något eller några av föregående mätvärden, till exempel att sannolikheten att ett mätvärde är högt ökar om föregående mätvärde är högt. När autokorrelation finns så tenderar p-värdena att bli för små och man kan få en signifikant trend trots att en sådan inte finns (Helsel, Mueller och Slack, 2006). Det är svårt att påvisa autokorrelation på dataserier kortare än 10 år. För Seasonal Kendall föreslår därför Hirsch och Slack (1984) att man för data med en tidsserie längre än 10 år använder ett p-värde som är justerat för autokorrelation.

### Statistiskt verktyg

Beräkningarna av Mann-Kendall, Sens slope, Seasonal Kendall och Seasonal Kendall-slope har gjorts med DOS-programmet kendall.exe som utan kostnad tillhandahålls av U.S. Geological Survey (<http://pubs.usgs.gov/sir/2005/5275/downloads/>). Originalkoden för att räkna Seasonal



Kendall är gjord av James R. Slack på U.S. Geological Survey och finns implementerad i kendall.exe (Helsel, Mueller och Slack, 2006). Kendall.exe accepterar bara en lokal och en parameter i taget och blir därför tidsödande att använda för dataset med många lokaler och parametrar. För att komma runt detta har IVL utvecklat ett Excelbaserat program som kan kommunicera med Kendall.exe.

## Referenser

Gilbert, R.O., 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Reinhold Company, Inc., New York.

Helsel, D.R., Mueller, D.K. och Slack, J.R., 2006. Computer program for the Kendall family of trend tests: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005–5275, 4 p.

Hirsch, R. M., Slack, J. R. och Smith, R. A., 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resour. Res.*, 18:107-121.

Hirsch, R. M. och Slack, J. R., 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resour. Res.*, 20:727-732.

Mann, H.B., 1945. Non-parametric tests against trend: *Econometrica* v. 13, p. 245–259.

Sen, S.T.K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63:1379-1389.