



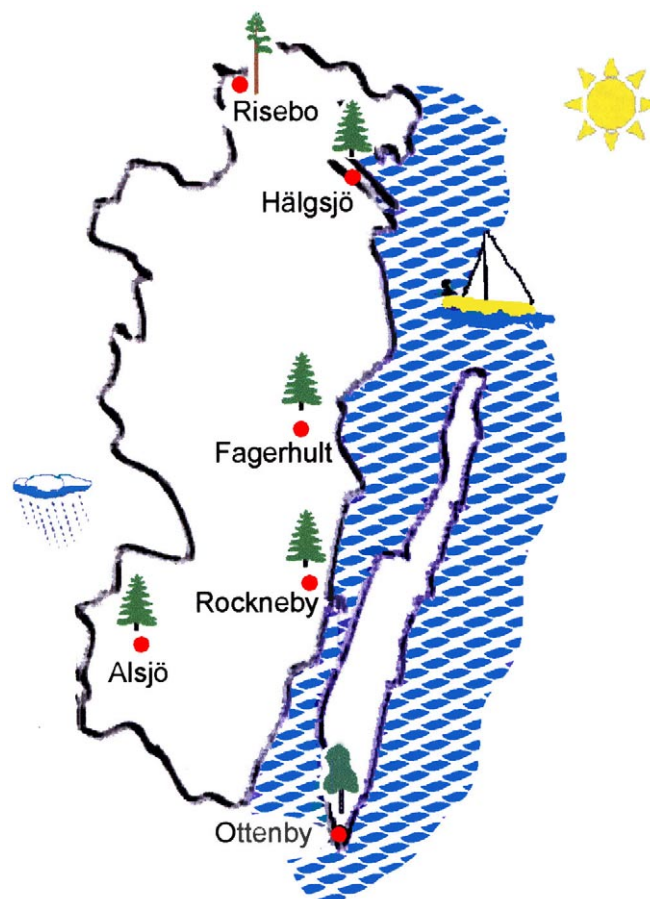
rappport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Kalmar läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län

Resultat till och med september 2000



Eva Hallgren Larsson, redaktör
B 1406
Aneboda, februari 2001

För Kalmar läns Luftvårdsförbund

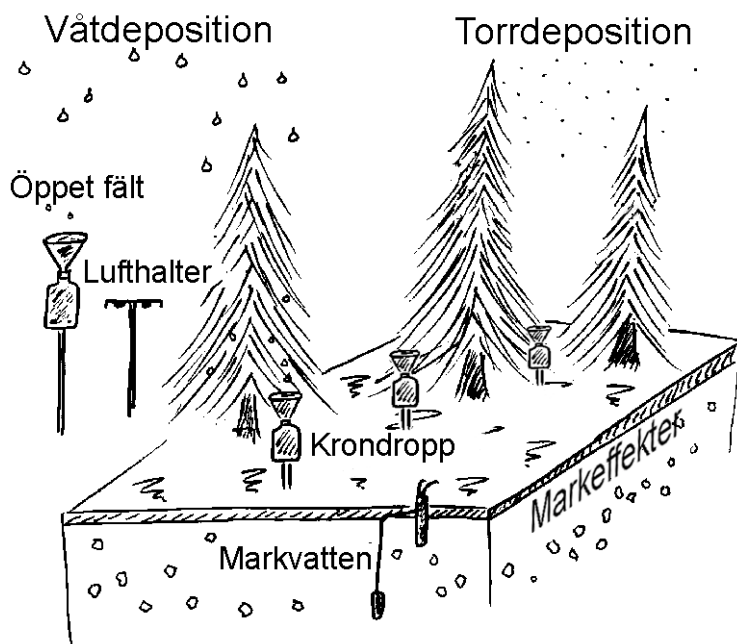
Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län

Resultat till och med september 2000

På uppdrag av Kalmar läns Luftvårdsförbund mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på sex platser i länet. Mätningarna startade 1990. På fyra av dessa lokaler startades mätning av lufthalter i april 1998. Syftet är att beskriva nedfallets storlek och markvattnets sammansättning i skogsytorna, men även visa skillnader mellan olika delar av regionen och hur förhållandena ändras med tiden. De flesta provytorna ligger i Skogsvårdsorganisationens observationsytor, vilket gör att Luftvårdsförbundets data kan jämföras med skogliga uppgifter.

Mätningarna visar att Kalmar län är mindre utsatt för försurande nedfall än länen i söder och väster. Nederbörden var surare under första halvan av 1990-talet än under de senaste åren, då pH-värdet oftast varit runt 4,6. Kringliggande län, med längre mätserier, har visat en tydligt nedåtgående trend för deposition av svavel. Mätningarna i Ottenby visar liknande utveckling. Till marken i ekskogen deponerades i genomsnitt 10 kg svavel per hektar och år under de fem första åren och 6 kg/ha de fem senaste åren. För belastning av kväve är det svårare att se trender. Prognoser visar att om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer deposition av svavel och kväve att minska till år 2010.

Det senaste hydrologiska året, perioden oktober 1999 till september 2000, utmärker sig genom liten torrdeposition av svavel. Nederbörds mängden var normal; drygt 500 mm som medelvärde från alla lokaler och minst på södra Öland. Det totala nedfallet av svavel och kväve var uppskattningsvis 3-4 kg svavel och 6 kg kväve per hektar granskog i området. Nedfallet var större i Ottenby än på övriga lokaler. Surast markförhållanden rapporteras från Alsjö, öster om Emmaboda, med genomgående låga värden för pH (4,5) och baskatjoner samtidigt som halterna av aluminium var höga. Beroende på den regniga sommaren 2000 var halterna av marknära ozon lägre än sommaren 1999. Dock indikerar uppmätta halter att vegetationen skadas, vilket inte är unikt för Kalmar län utan gäller stora delar av Sverige.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:
Kalmar Läns Luftvårdsförbund

Utförande organ:
IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Aneboda, SE-360 30 LAMMHULT

Författare: Eva Hallgren Larsson, red.

Nyckelord: Deposition, svavel, kväve, skogsytorna, försurning, markvatten, lufthalter, Kalmar län

IVL rapport B 1406

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

eller

IVL, Publikationsservice
Box 21060
SE-100 31 STOCKHOLM
Tel: 08-598 563 00
Fax: 08: 598 563 60
publikationsservice@ivl.se

Innehåll

Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län.....	1
Innehåll	2
Inledning	3
Ord att förklara	4
Förklaring till stationsfigurer	4
Stationsvis redovisning	5
Tidsutveckling deposition	15
Tidsutveckling markvatten.....	16
Tidsutveckling lufthalter	17
Faktaruta: Ozonhalter.....	17
Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten.....	20

Mer information finns på
Krondroppsnätets hemsida:

www.ivl.se/miljo/projekt/kron/

Där finns bland annat:

- bakgrund och metodbeskrivning
- information om provytorna
- databas och kartor för hela Sverige
- notiser och aktuell information

Inledning

På uppdrag av luftvårdsförbund, länsstyrelser, skogsvårdsstyrelser och kommuner mäter IVL i Ane-boda deposition och markvatten på över 100 lokaler i Sverige. Fördelningen i landet framgår av figur 2. Syftet är att kvantifiera belastning och beskriva effekter i marken. På vissa lokaler mäts lufthalter av svaveldioxid, kvävekomponenter och ozon.

Resultaten från undersökningarna samlas i en databas på IVL där bearbetning sker. Ett mätår är ett hydrologiskt år som sträcker sig från oktober till september. Resultat avseende tillstånd och tidsutveckling redovisas i årliga länsrapporter. Ord och begrepp som förekommer i texten förklaras i faktarutan på sidan 4. Där finns även en förklaring till innehållet i stationsfigurerna, som visar resultat från enskilda lokaler. Ytterligare information nås via www.ivl.se.

Provtagning av nederbörd sker på öppna ytor och analys av föroreningsmängderna ger ett mått på huvudsakligen det våta nedfallet. Provtagning av krondropp görs på närbelägna skogsytor. Skogsmarkens reaktion på det sura nedfallet studeras framför allt genom markvattenstudier. Lufthalter mäts med diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som skall analyseras.

Huvuddelen av undersökningarna av luftföroreningar sker i Skogsvårdsorganisationens (SVO) skogliga observationsytor. SVO undersöker regelbundet skogens och skogsmarkens tillstånd, som tillväxt, kronutglesning samt barr- och markkemi. Det gör att luftföroreningarnas inverkan på skogens och markens tillstånd kan analyseras. De skogliga observationsytorna ingår i såväl ett nationellt som ett Europeiskt nät.

De samordnade undersökningarna startade i Blekinge 1985 och omfattar nu större delen av landet. Metoderna har i princip bibehållits sedan början av mätningarna och

ingår nu i EUs manualer för miljöövervakning.

Denna redovisning är den sista med ett program som i stora drag tillämpats från det undersökningarna inleddes på mitten av 1980-talet. Under åren 1997-1999 genomfördes ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL. Syftet med projektet var att utveckla och rationalisera de regionala mätningarna så att nyttan för avnämarna ökade.

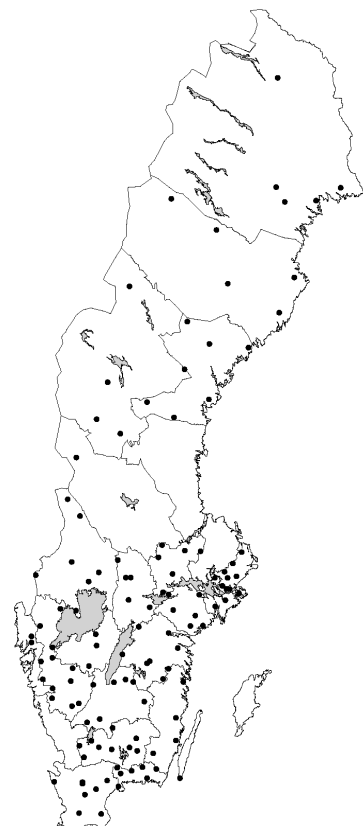
Projektet ledde fram till ett nytt program för framtida regional övervakning av luftföroreningar som har påbörjats under hösten 2000. Det nya programmet har ökat samordningen med nationell övervakning av luft genom att utnyttja modellberäkningar av nedfall som komplement till mätningar. Formerna för redovisning av resultat i rapporter och på hemsida har utvecklats. Mätningarna har förbättrats genom nya metoder att undersöka torrt nedfall i skog. De nya mätningarna är delvis finansierade av NV, vilket gör att vissa undersökningar av deposition till skog sedan hösten 2000 ingår i den nationella miljöövervakningen. Ett speciellt program för att utbilda och certifiera de lokala provtagarna har inletts för att säkra kvalitén i mätningarna.

De svenska metoderna att mäta nedfall till skog har jämförts med 19 andra länder i Europa genom en interkalibrering i ett skogsområde i Holland. Sveriges deltagande finansierades till stor del av NV. De svenska mätresultaten hade en bra överensstämmelse med genomsnittet för alla länder. Den största skillnaden var att de svenska mätningarna var billigast, och skillnaden var stor jämfört med många andra länder.

Föreslagna miljö kvalitetsmål i Sverige baseras på internationellt avtalade utsläppsminskningar. Minskningen kan räknas om till deposition i olika delar av landet och jämföras med regionala mätningar. För Götaland innebär miljö kvalitetsmålet cirka 3 kg svavel och 5,5 kg kväve per ha och år,

vilket är förväntad genomsnittlig belastning år 2010 i både öppna och skogbevuxna områden.

Undersökningarna i **Kalmar län** är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av Gösta Karlsson, Martin Lundgren, Hans-Olof Lundqvist och Per Örsta, Skogsvårdsstyrelsen samt Göran Åsenius. IVL har utfört analys, utvärdering och redovisning. Gunnel Hedberg, Karol Koos, Marie Jonsson, Inger Torbrink, Sari Svensson, Anna Danielsson, Christer Larsson, Kerstin Homerberg och Brita Dusan står för huvuddelen av analysarbetet. Validering av data har huvudsakligen utförts av Gunnel Hedberg. Johan Knulst, Gunnar Malm och Cecilia Akselsson har arbetat med databearbetning och figurframställning. Eva Hallgren Larsson har varit projektledare och tillsammans med Olle Westling och Gunilla Pihl-Karlsson svarat för utvärdering och rapportering.



Figur 2. Krondroppsnätet under 1999/00. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Ord att förklara

ANC: "Acid Neutralising Capacity" (syraneutraliserande förmåga) beräknas som starka basers katjoner (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) minus starka syror anjoner (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-) räknat i ekvivalenter. Positivt värde utgörs av syrabuffrande vätekarbonat och organiska anjoner. Negativt värde uttrycker aciditet.

Antropogen: 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 (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) och oorganiskt aluminium. Baseras på enheten mol och indikerar markens försurningsstatus. Kvot under 1 anses medföra en ekologisk risk.

Deposition: Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.

EMEP: Europeiskt samarbete för kontroll av luftens och nederbördens sammansättning samt beräkningar av transport av luftföroreningar över nationsgränser.

EU-yta: 250 skogliga observationsytor i Sverige som ingår i ett Europeiskt nät. 50 av dessa lokaler används även för regionala mätningar av luftföroreningar.

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

Intercirkulation: Vissa ämnen, till exempel kalcium, magnesium, kalium och mangan, interncirkuleras mellan träd och mark. De deltar i jonbytesprocesser där vätejoner tas upp och baskatjoner avges i trädkronan.

Jordart: Sönderkrossade och vittrade bergarter bildar jordarter med olika kornstorlekar och sorteringsgrad. De vanligaste jordarterna är morän, olika sediment och torv (den senare har bildats av organiskt material).

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

Krondropp: Nederbörd som passerat trädkronorna. Ger ofta bra mått på total belastning i skog av ämnen som inte påverkas av interncirkulation eller upptag, såsom svavel och klorid. För kväve indikeras i regel upptag eller omvandling i trädkronan. Det gör att nedfallet av kväve i områden med låg eller måttlig belastning visar högre värden på öppet fält än till marken i skogen. I kraftigt kvävebelastade områden visar kron-

droppmätningar större deposition än mätningar på öppet fält.

Kritisk belastning: Under denna kvantitativa gräns kan skadliga effekter på känsliga delar av ekosystemet undvikas. Utgör grund för beslutade utsläppsminskningar.

Lufthalter: Luftens innehåll av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2), ammoniak (NH_3) och ozon (O_3) mäts i dessa undersökningar som månadsmedelvärde med hjälp av diffusionsprovtagare. NVs förslag till miljö kvalitetsmål innebär $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ marknära ozon under sommarhalvåret, se faktaruta under "Tidsutveckling lufthalter". Svenska miljö kvalitetsnormer för skydd av ekosystem och hälsa innebär att SO_2 -halterna ej får överstiga 20 respektive $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Motsvarande för NO_2 är 30 respektive $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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).

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

$\text{SO}_4\text{-S}_{\text{ex}}$: 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 förmåga att producera virke används ett ståndortsindex (H100) som uttrycker den övre höjden vid totalåldern 100 år för ett givet trädslag. G står för gran och T för tall.

Torrdeposition: Gaser och partiklar som deponeras. Dessa fastnar exempelvis på trädkronor 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.

Total belastning: Summan av våt- och torrdeposition, se "krondropp". Beräknas i dessa undersökningar för väte- och baskatjoner.

Våtdeposition: Ämnen som deponeras med nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält.

Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och lufthalter mäts.

Förklaring till stationsfigurer

Figuren redovisar ett urval ämnens deposition de två senaste åren. Detta jämförs med ett medelvärde för hela den period som mätningar utförts på lokalen. Åren är indelade i sommar- (april-september) och vinterperiod (oktober-mars).

Markvatten redovisar det senaste årets provtagningar (normalt tre), vilka kan jämföras med ett långtidsvärde. Medianvärde i markvatten används för att undvika en kraftig inverkan av enstaka höga halter som ibland

uppträder under torra förhållanden. Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Al är uppdelat i total- och organisk halt, där skillnaden utgör oorganiskt Al som i höga halter medför risk för skador på känsliga organismer i mark och vatten. Kemiska beteckningar som används i figurerna är vätejoner (H^+), sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), kloridjoner (Cl^-), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumjoner (Ca^{2+}) och aluminium (Al).

Stationsvis redovisning

Se figur 3-8 om deposition och markvatten, figur 9 om halter i luft samt tabell 1-5.

Ottenby (H 01): Gammal ekskog i norra delen av Ottenby lund. Ingår inte i Skogsvårdsstyrelsen nät av observationsytor, men är den enda lokal i Kalmar län som funnits med sedan mätningarna startade 1990. På öppet fält finns en extra insamlare för nederbörd, eftersom ordinarie prov ibland förorenas av fåglar.

Förhållandevis lite nederbörd noterades vid Ottenby under det senaste året. Den uppmätta nederbördsmängden var endast 371 mm, vilket är mindre än något år tidigare under den nu tioåriga mätserien och 100 mm mindre än medelvärdet för hela perioden. Med nederbörden deponerades 3,0 kg svavel och 5,6 kg kväve per hektar. Det är mer än på någon av övriga Kalmarlokaler, trots mindre nederbördsmängd, och beror på generellt högre koncentrationer av svavel och kväve vid Ottenby än på övriga lokaler i länet. Nederbördens pH-värde var i genomsnitt 4,7. Figur 3 illustrerar att nedfallet av havssalter, mätt som klorid, var ungefär dubbelt så stort som genomsnittet de senaste tio åren. Mer än hälften deponerades i samband med stormigt väder i december 1999.

Liksom tidigare år leder Ottenby länets interna "liga" för nedfall av svavel och kväve. Trots mindre nederbördsmängder var det i Ottenby det största nedfallet av svavel och kväve noterades. Till marken i skogen deponerades 4,8 kg antropogent svavel per hektar. På samma sätt som på länets övriga lokaler är det mindre än vad som redovisats något år tidigare. Skillnaden för svavel är markant; 10,2 kg/ha som medelvärde för krondropp under 90-talets första hälft och 5,8 som medelvärde för de senaste 5 åren. För kväve är det inte alls samma förändringar; 6,6 kg/ha som genomsnitt på öppet fält de första fem åren jämfört med 5,4 kg de senaste. Krondropp har som regel visat 1 kg lägre värden.

Markvatten från Ottenby har visat annan karaktär än från andra lokaler i länet med generellt högre halter av många ämnen. Vattennivån har tidvis varit hög i provytan och rörligt markvatten, eller grundvatten, kan sannolikt omfördela ämnen från marina avlagringar. Detta kan också förklara de relativt stora skillnader som föreligger mellan olika provtagningstillfällen. Generellt gäller mycket höga halter organiskt material (TOC), vilket kan bero på rester av tångbankar i marken. Läget intill kusten påverkar också halterna av havssaltsrelaterade ämnen som natrium, klorid och kalcium som också visat höga värden. Likaså har halterna av aluminium varit mycket höga; 4,8 mg/l som medianvärde från 20 provtagningar. Merparten aluminium har varit bundet till organiskt material. Markant för senaste året är mycket höga halter av nitratkväve i markvattnet; 5-14 mg/l. Orsaken är oklar och tillgången på provvatten har varit god vid alla tre tillfällena.

I april -98 påbörjades mätningar av lufthalter av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon på fyra platser i länet. På samma sätt som förra året noterades länets högsta halter av samtliga fyra ämnen i Ottenby. Halterna av SO₂ och NO₂ var nästan dubbelt så höga i Ottenby jämfört med i Alsjö och Rockneby och tre gånger så höga i Ottenby som i Risebo. De uppmätta halterna av SO₂ och NO₂ i länet låg mycket under de svenska miljö kvalitetsnormerna för skydd av ekosystem och hälsa, se "lufthalter" sidan 4. Höga halter av marknära ozon är skadligt för både växter och djur. Säsongsmedelvärdet för marknära ozon var 71 µg/m³ i Ottenby. Motsvarande för närmaste EMEP-station, Norra Kvill i Östergötland, var 62 µg/m³. Dosmättet AOT40 för Norra Kvill under perioden maj-juli var 6690 ppbtimmar (beräknat på hela dygnet), vilket är hälften jämfört med sommaren 1999. Förklaringen är säkerligen den regniga sommaren 2000. Med mycket stor sannolikhet har Ottenby haft ozonhalter som skadar jordbruksgrödor, gräs

och vilda örter. De högsta halterna noterades i mars, april, maj och juni vilket förklaras av vädersituationen med mycket värme och hög solinstrålning. För mer information angående kritiska ozonnivåer se faktaruta under tidsutveckling.

Rockneby (H 03): Nationell observationsyta norr om Kalmar med snart 60-årig granskog och ståndortsindex G28. Rockneby ersätter tidigare mätningar i en näraliggande tallyta, Böle. Mätningarna i Rockneby startade i januari 1997.

Mätningarna visar större nederbördsmängd norr om Kalmar än på södra Öland; 490 mm i Rockneby. I allmänhet har nederbördens innehåll av svavel och kväve varit mindre på fastlandet. Det leder till mindre våtdeposition av svavel och kväve i Rockneby än i Ottenby. Nedfallet av svavel var mindre än något år tidigare; 3,2 kg per hektar skogsmark. Detta är endast 0,5 kg mer än vad som noterades på öppet fält och indikerar att årets torrdepositionen av svavel varit liten. Upptag och omvandling av kväve i trädkronorna gör mätningarna på öppet fält mer lämpade för att studera kvävenedfallets tidsutveckling. Dessa visar samma nivå som tidigare år; 5,1 kg/ha.

Markvattnet visar ganska normala värden för granskog i området. Markvattnets pH-värden har varit runt 5,3, aluminiumhalterna runt 1,1 mg/l och kalciumhalterna omkring 2,6 mg/l. Merparten aluminium har tillhört fraktionen oorganiskt aluminium, som anses medföra större risk för ekologiska skador än organiskt bundet aluminium. I augusti -00 noterades höga koncentrationer av havssaltsrelaterade ämnen som natrium och klorid. Det är logiskt med tanke på att nedfallet av havssalter var förhållandevis stort vintern före. Sannolikt kommer detta påverka markvattnets sammansättning under flera år framöver, vilket diskuteras närmare i föregående årsrapport.

Medelhalten av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) var av samma storleksordning som

halterna i Alsjö. Påtagligt förhöjd halt av ammoniak noterades i september -00. Något förhöjda halter av ammoniak (NH_3) har tidigare noterats i området under vår och höst. Så även detta år då september -00 utmärker sig genom ett högt ammoniakvärde på 1,7 $\mu\text{g/l}$. Sammantaget visar resultaten något högre ammoniakhalter i Rockneby jämfört med Risebo och Alsjö. Halterna av marknära ozon (O_3) var av samma storleksordning som vid Risebo och Alsjö. Mätning av ett områdes generella ozonhalter kräver en upphöjd (minst 3 m) och mycket öppen placering. Det är möjligt att insamlarens placering i Rockneby medverkat till lägre uppmätta halter än områdets generella nivå. Under hösten -00 flyttades mätningarna till ett större och nyupptaget hygge i området.

Fagerhult (H 06): Nationell observationsyta med snart 70-årig granskog och ståndortsindex G28, strax väster om Oskarshamn. På samma sätt som i Rockneby startade mätningarna i januari 1997.

Liksom tidigare år är Fagerhult den granyta i länet där svaveldepositionen varit lägst. Liksom första året visade årets mätningar till och med mindre deposition av svavel via krondropp än på öppet fält; 2,3 kg/ha via krondropp och 2,8 kg/ha via nederbörd. Normalt sett är depositionen större i skog än på öppet fält på grund av torrdeposition till skog, men när torrdepositionen är liten får andra faktorer ökad betydelse. Nedfallet av kväve var normalt för länet; 4,5 kg/ha på öppet fält räknat som summa ammoniumkväve och nitratkväve. Nedfallet via krondropp var betydligt mindre, endast 1,4 kg/ha, vilket tyder på betydande upptag och/eller omvandling av kväve i trädskronorna.

Markvattnet i Fagerhult visar liknande sammansättning som i Rockneby. En skillnad är att aluminiumhalten oftast varit lägre. Medianvärden från tio provtagningar i Fagerhult visar pH-värde 5,3, för kalcium 2,6 mg/l samt 0,6 mg/l för aluminium. Kvävehalter-

na har nästan alltid varit under detektionsgränserna vilket tyder på att kväve utnyttjas på ett effektivt sätt.

Hälsjö (H 11): Provyta i 52-årig granbestånd i nordöstra delen av länet. Lokalen etablerades speciellt för mätning av deposition och markvatten och ingår inte i Skogsvårdsorganisationens nät av permanenta skogliga observationsytor. Mätningarna startade i oktober 1998 som ersättning för tidigare provyta i Gladhammar.

Jämfört med första årets mätningar visar nederbörds mängden samma nivå under senaste året; 507 mm. Halterna av föroreningar var relativt låga och nedfallet av svavel och kväve var mindre än 1998/99; 2,9 kg kväve per hektar öppen mark och 2,5 kg svavel via krondropp.

Markvattnet har ofta haft pH-värde 4,8, relativt höga kalciumhalter på 3,6 mg/l samt kvävehalter som alltid varit under detektionsgränsen. Höga halter av organiskt kol (40 mg/l) gör att aluminium till största delen varit bundet i organiska föreningar som anses mindre giftiga än oorganiskt bundet aluminium. Första provtagningen efter vintern visade förhöjda halter av natrium och klorid i april 2000.

Risebo (H 21): EU-yta med drygt 60-årig tallskog och ståndortsindex T 26 i länets nordligaste del. Depositionsmätningarna startade i oktober 1995.

Det var i Risebo länets största nederbörds mängd noterades under senaste hydrologiska året, 652 mm. Trots det var nedfallet av svavel och kväve mindre än på flertalet övriga lokaler, 2,7 respektive 3,4 kg/ha. Det beror på låga koncentrationer av svavel och kväve i nederbörd från Risebo. Både svavel och kväve visade lägre värden via krondropp. Upptag och omvandlingsprocesser av kväve i trädskronorna gör detta normalt i områden med låg eller måttlig belastning av kväve. För svavel är det vanligare med högre värden via krondropp än på öppet

fält. Mindre nedfall av svavel i krondropp än på öppet fält är vanligare i tallskog än i granskog. Sannolikt beror det på mindre filtrerande yta i tallskog i kombination med större andel stamavrinning. Denna bidrar till den totala depositionen utan att fångas upp i krondroppinsamlarna. Delvis på grund av kostnadskäl ingår inte stamavrinning i dessa undersökningar. Dessutom kan det under vissa väderförhållanden förekomma torrdeposition i de ständigt öppna insamlarna på öppet fält. Faktorer som ligger inom felmarginalen, exempelvis hur effektivt torrdeponerade partiklar tvättas av från barr och grenar, kan också påverka resultaten. I takt med att torrdeposition av svavel har minskat i Götaland har det blivit vanligare att krondropp visar mindre svavelnedfall än mätningarna på öppet fält.

Markvattnet har generellt haft höga pH-värden, 6,3 som medianvärde från 13 provtagningar. Jämfört med flertalet lokaler i södra Sverige har halterna av aluminium varit ganska låga, 0,6 mg/l. Till följd av höga pH-värden och relativt höga halter av organiskt material har 85 % varit bundet i organiska föreningar. Därmed blir den försurningsindikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium hög, vilket medför liten risk för skadliga effekter.

Av de fyra mätstationerna i Kalmar län uppvisar Risebo den lägsta medelhalten av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2) och ozon (O_3). Detta kan förklaras av lokalens läge som är mindre exponerat än övriga lokaler i länet samt att stora trafikstråk saknas i närheten. Luftens innehåll av ammoniak (NH_3) var under detektionsgränsen vid så gott som alla tillfällen.

Alsjö (H 22): EU-yta med 62-årig granskog, belägen ½ mil öster om Emmaboda och ersättare till en gammal provyta i Susingsborg. Ståndortsindex är G32, vilket indikerar bördigare förhållanden än i Rockneby och Fagerhult. Mätningarna på öppet fält i Su-

singsborg kan jämföras med nuvarande mätningar och resultaten redovisas i tabell 1.

Uppmätt nederbördsmängd var 100 mm mindre än genomsnittet för den nu tioåriga mätserien på öppet fält i området. Detta bidrar till att nederbördens bidrag till nedfallet av svavel var mindre än något år tidigare. På samma sätt var nedfallet via krondropp mindre än något år tidigare (3,4 kg/ha) och det indikerar fortsatt utveckling mot minskad torrdeposition av svavel. Nedfallet av kväve var på samma nivå som tidigare både på öppet fält och via krondropp; 5-6 kg/ha på öppet fält och 3,1 kg/ha via krondropp.

Lysimetrar installerades i Alsjö i september -97. Markvattenprovtagningarna visar sämre förhållanden än på länets övriga lokaler. Totalt nio provtagningar visar medianvärde 4,5 för pH-värde, klart negativa värden för syranutraliserande förmåga (ANC) och höga halter av aluminium varav merparten i oorganisk form. Detta leder till en låg kvot mellan bas-katjoner och oorganiskt aluminium och risk för ekologiska skador i skogsekosystemet. Halterna av nitratkväve har nästan alltid visat förhöjda värden, vilket indikerar att tillgängligt kväve inte utnyttjats till fulla av vegetationen i Alsjö och en utlakning kan ske till grundvatten och vattendrag. Se-

naste årets provtagningar visar dock markant lägre koncentrationer än tidigare. Huruvida detta är en tillfällighet får framtida mätningar visa. Enligt provtagaren (Gösta Karlsson, SVS) är skogen i dålig kondition, vilket kan påverka utlakningen av nitratkväve från skogsmarken.

Jämfört med övriga lokaler i länet var medelhalten av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) näst högst i Alsjö. Medelhalten av NH₃ var under detektionsgränsen. Halterna av marknära ozon (O₃) var av samma storleksordning som vid Risebo och Rockneby.

Ottenby (H 01)

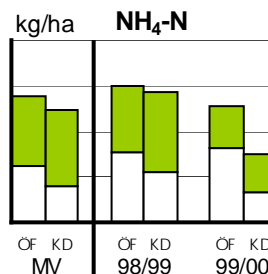
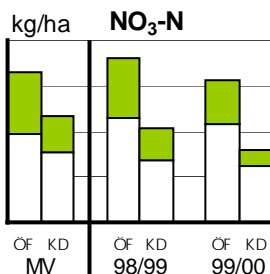
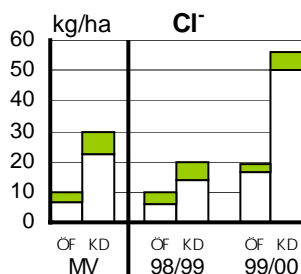
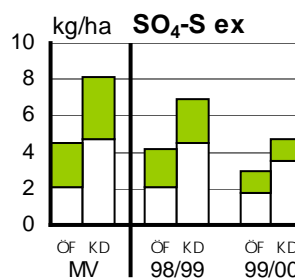
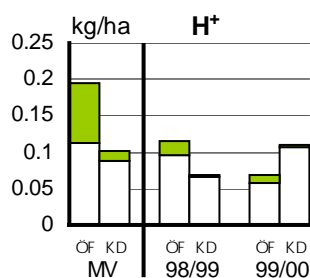
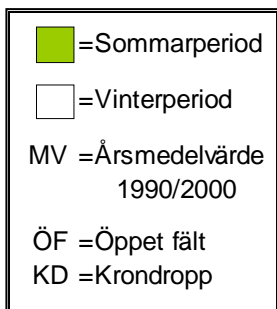
Ek, 133 år



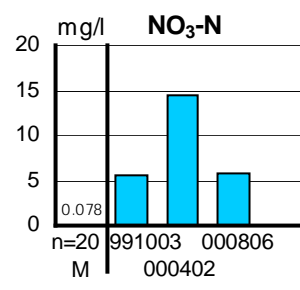
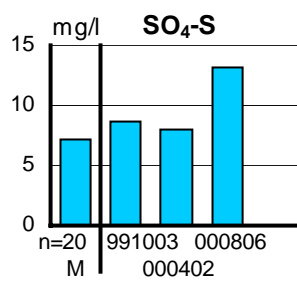
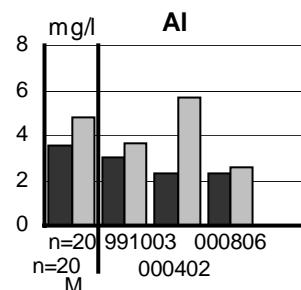
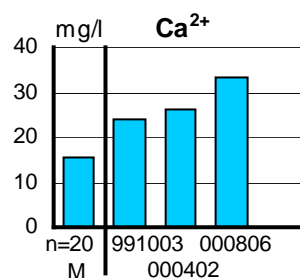
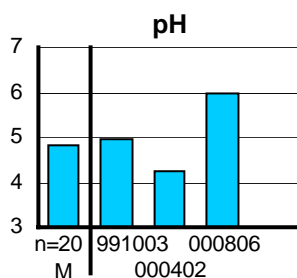
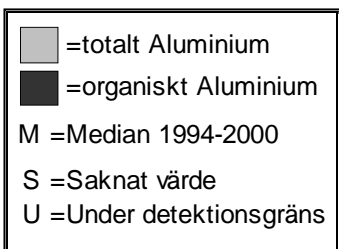
DEPOSITION (H 01)

Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	98/99	99/00
Sommar	258	266	154
Vinter	220	251	217



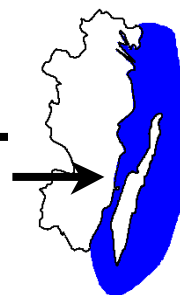
MARKVATTEN (H 01)



Figur 3. Depositions- och markvattendata från Ottenby, H 01.

Rockneby (H 03)

Gran, 59 år

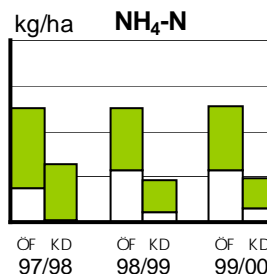
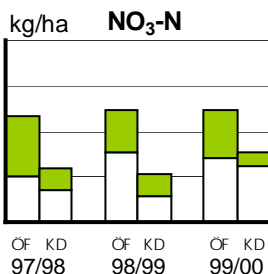
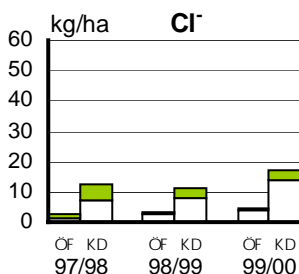
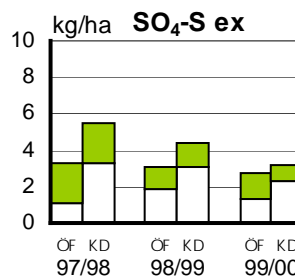
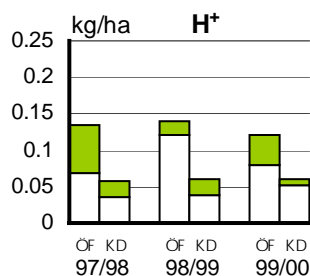
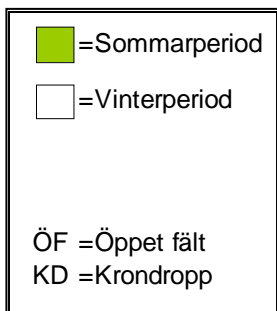


DEPOSITION

(H 03)

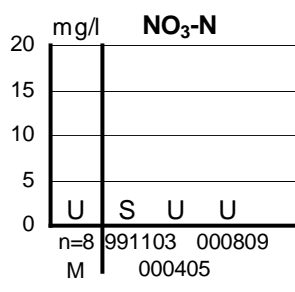
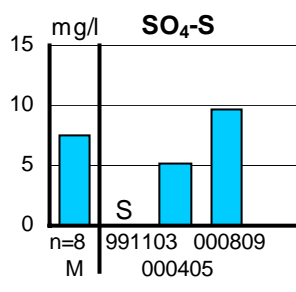
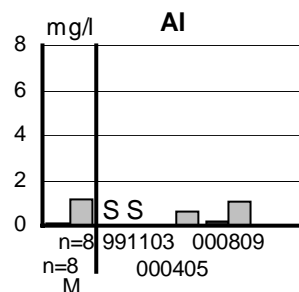
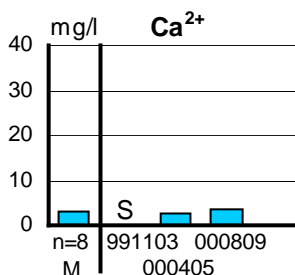
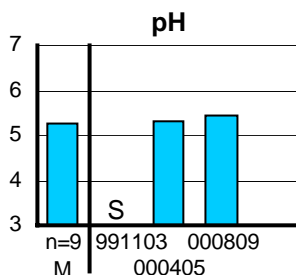
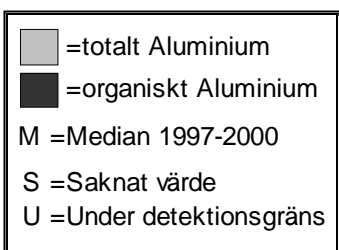
Nederbörd på ÖF (mm)

	97/98	98/99	99/00
Sommar	389	267	256
Vinter	171	253	233



MARKVATTEN

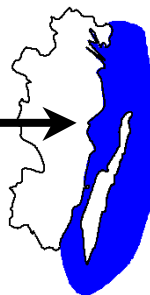
(H 03)



Figur 4. Depositions- och markvattendata från Rockneby, H 03.

Fagerhult (H 06)

Gran, 69 år

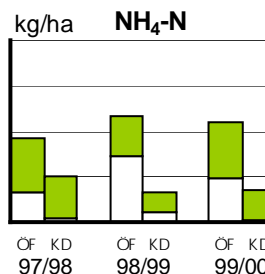
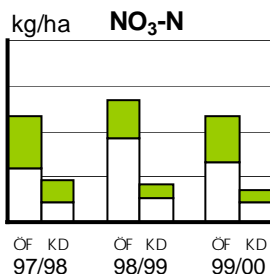
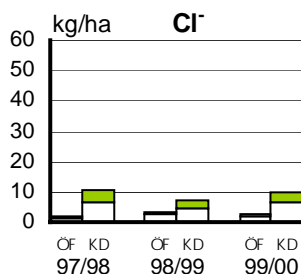
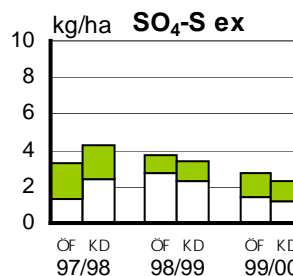
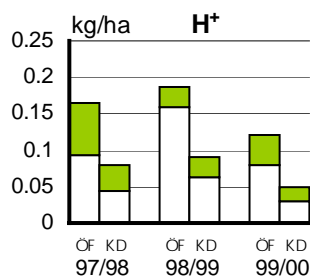
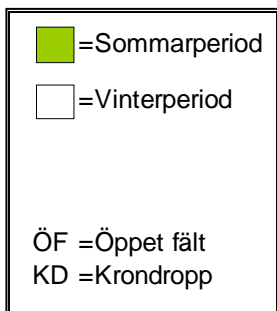


DEPOSITION

(H 06)

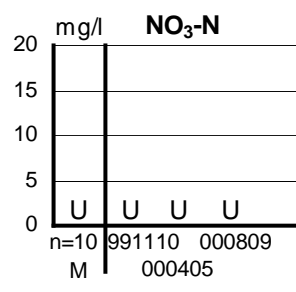
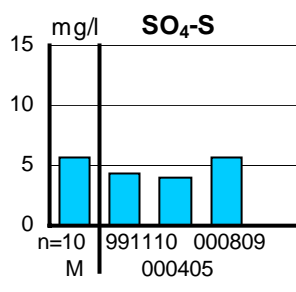
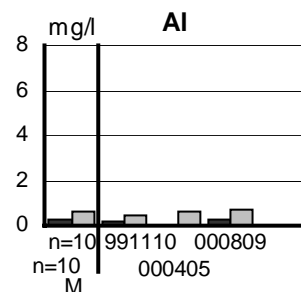
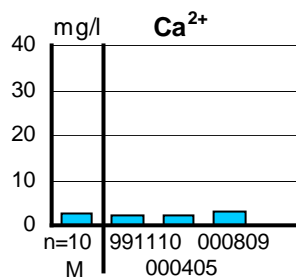
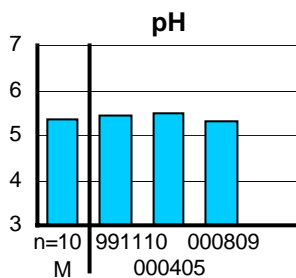
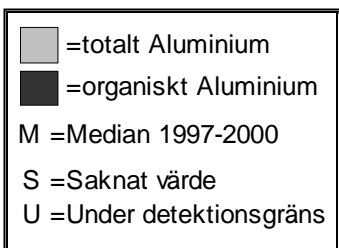
Nederbörd på ÖF (mm)

	97/98	98/99	99/00
Sommar	388	291	379
Vinter	238	376	254



MARKVATTEN

(H 06)



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Fagerhult, H 06.

Hälgsjö (H 11)

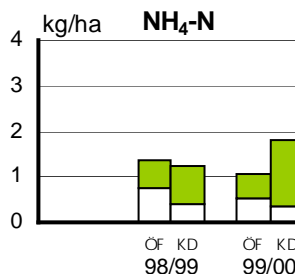
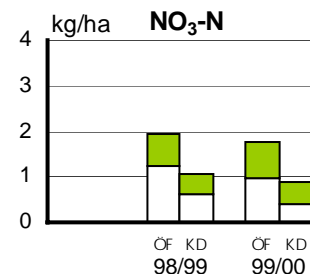
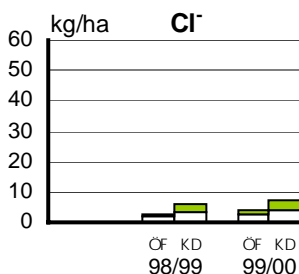
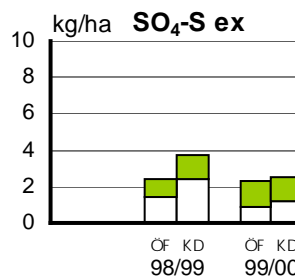
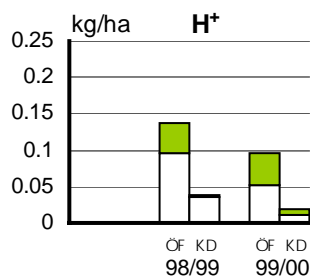
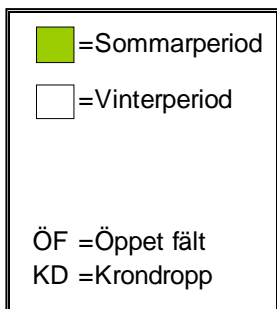
Gran, 53 år



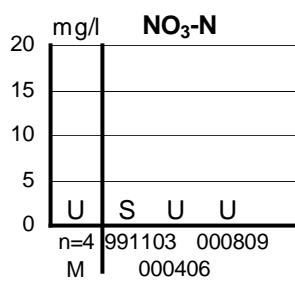
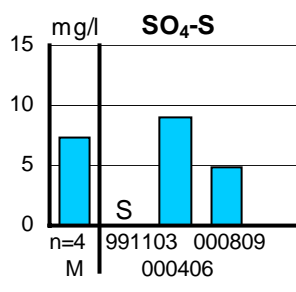
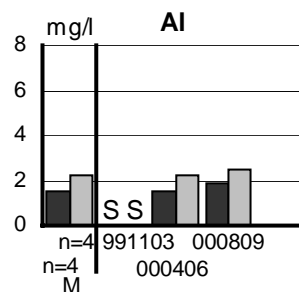
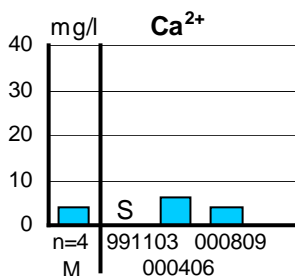
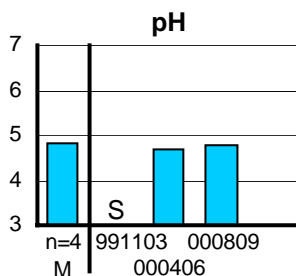
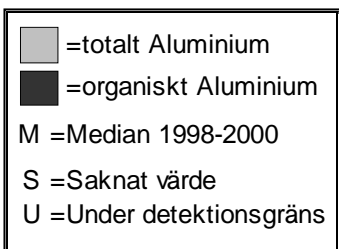
DEPOSITION (H 11)

Nederbörd på ÖF (mm)

	98/99	99/00
Sommar	242	355
Vinter	274	153



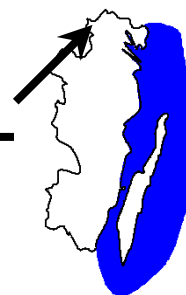
MARKVATTEN (H 11)



Figur 6. Depositions- och markvattendata från Hälgsjö, H 11.

Risebo (H 21)

Tall, 63 år



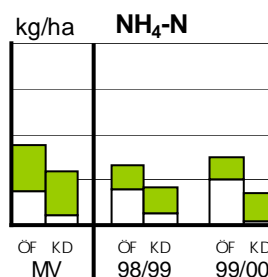
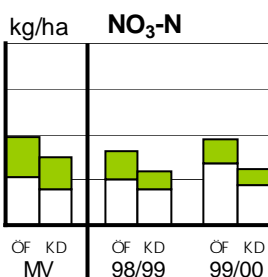
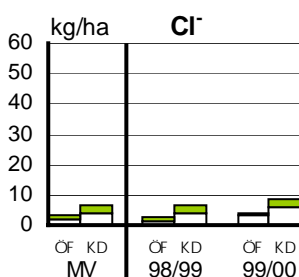
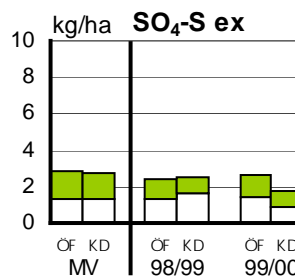
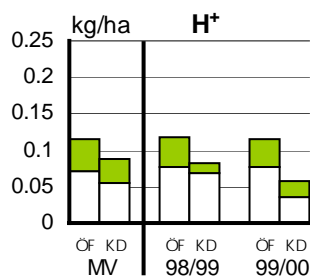
DEPOSITION

(H 21)

Nederbörd på ÖF (mm)

MV	98/99	99/00	
Sommar	362	258	397
Vinter	249	289	255

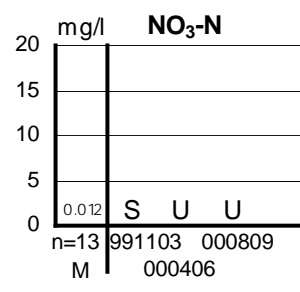
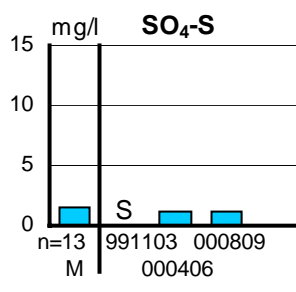
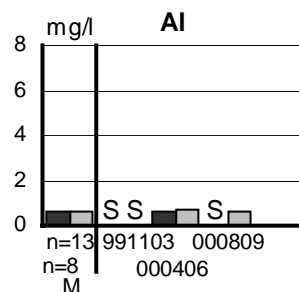
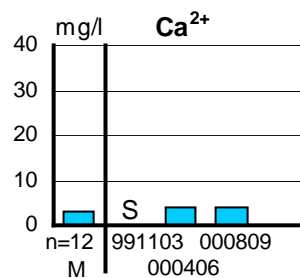
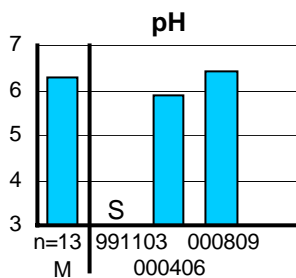
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde 1995/2000
 ÖF =Öppet fält
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(H 21)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1995-2000
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 7. Depositions- och markvattendata från Risebo, H 21

Alsjö (H 22)

Gran, 63 år

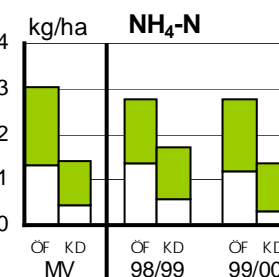
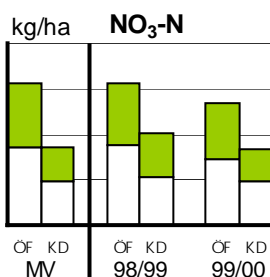
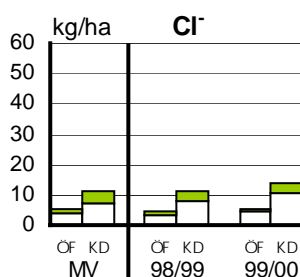
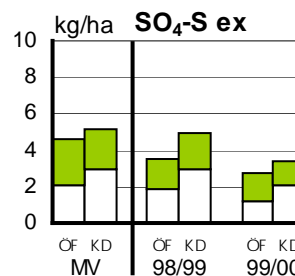
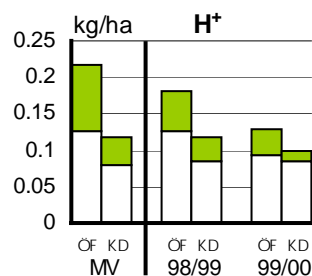
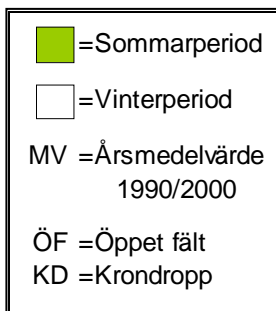


DEPOSITION

(H 22)

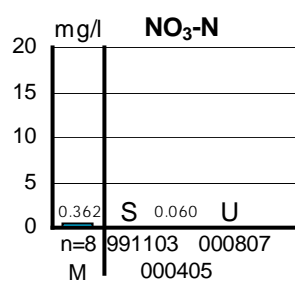
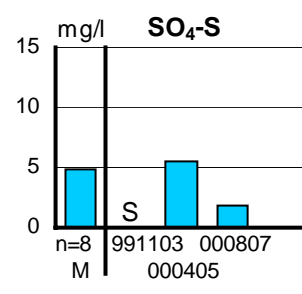
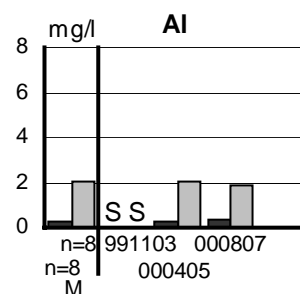
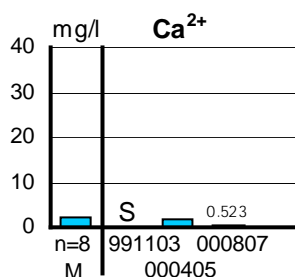
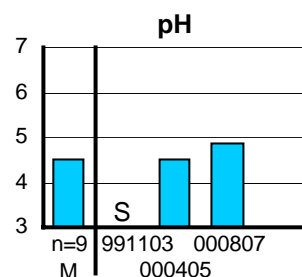
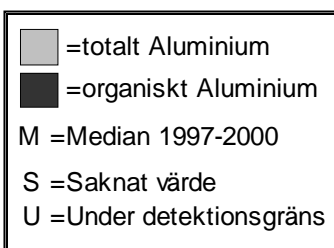
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	98/99	99/00
Sommar	347	371	247
Vinter	275	295	266

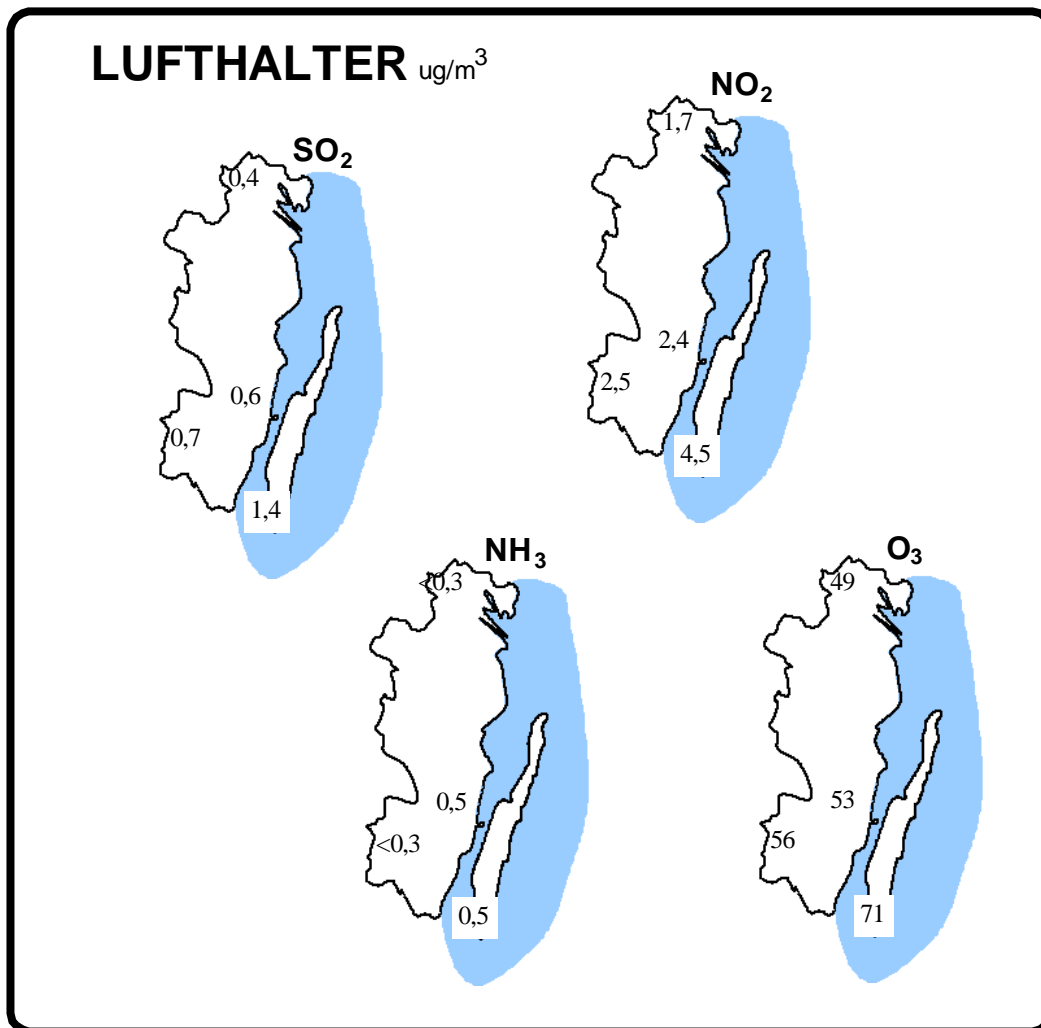


MARKVATTEN

(H 22)



Figur 8. Depositions- och markvattendata från Alsjö, H 22. Medelvärdet för deposition på öppet fält baseras på perioden 1990-2000. För deposition via kronddropp gäller perioden 1995-2000.



Figur 9. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För svaveldioxid (SO_2) och kvävedioxid (NO_2) gäller perioden oktober 1999 till september 2000. För ozon (O_3) och ammoniak (NH_3) perioden april till september 2000.

Tidsutveckling deposition

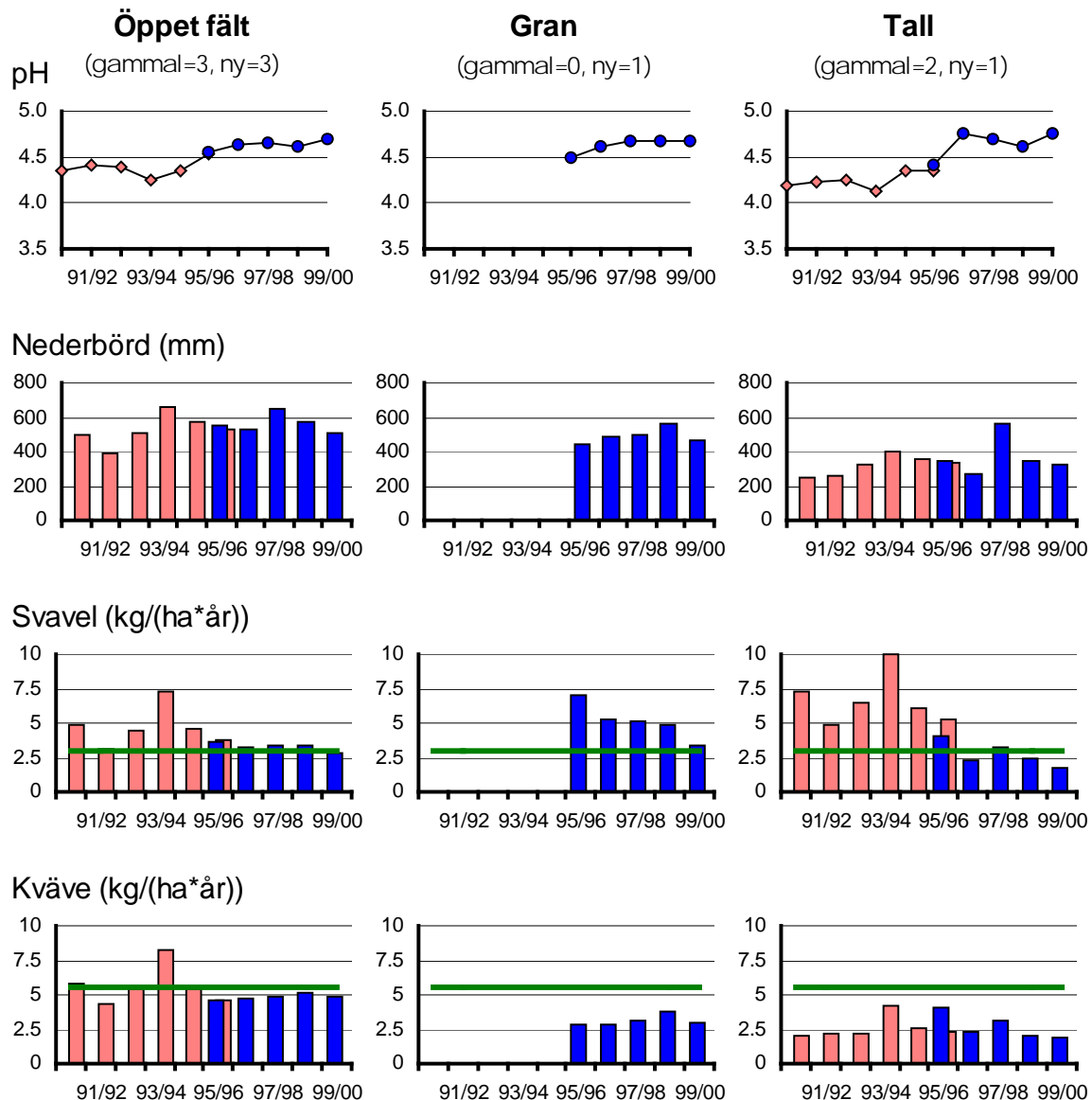
Figur 10 visar att genomsnittlig nederbörd varierat mellan 390 och 660 mm i länet under den nu tio-åriga mätserien. Senaste årets mätningar visar normal nederbördsmängd, drygt 500 mm som medelvärde både från dessa tre lokaler och länets samtliga sex lokaler. Under 1995/96 reviderades stationsnätet och mätningar utfördes på både gamla och nya lokaler. Resultaten på öppet fält blev påfallande samstämmiga.

Figuren visar att nederbördens surhetsgrad har minskat under 1990-talet; från pH-värde 4,4 under de fem första åren till 4,6 de

fem senaste åren. Resultaten från de första årens mätningar i de två tallytorna visar generellt lägre pH-värden i kron dropp än på öppet fält. Senare års data, från den nya tallytan i Risebo, visar snarare högre pH-värden i kron dropp än på öppet fält. Detta beror på neutraliserande processer i träd kronorna. Dessa neutraliserande processer finns hela tiden men märks inte lika tydligt när torrdepositionen av svavel och andra försurande ämnen är omfattande. Således är det ytterligare ett indicium på minskad torrdeposition av försurande ämnen i Kalmar län.

På samma sätt som i Kalmar län redovisas successivt ökande pH-värden i nederbörd från grannlänen Blekinge, Kronobergs och Jönköpings län där även nedfallet av svavel har minskat betydligt. Detta var tydligast under 1980-talet, innan mätningarna i Kalmar län startade. Utvecklingen bör dock ha varit likartad i Kalmar län, vilket även stärks av resultaten från granytan i Alsjö och de tre tallytorna.

För kväve har inga tydliga trender noterats, även om resultaten från i första hand Blekinge, som har den längsta mätserien, antyder minskat kvävenedfall under senare år.



Figur 10. Årsmedelvärden för valda parametrar i tre miljöer i Kalmar län; öppet fält, gran- och tallskog och två delvis överlappande tidsserier. Den första tidsserien (gammal) startade 1990/91 och omfattar tre lokaler. Även i den andra tidsserien (ny), som startade 1995/96, ingår tre lokaler. Streckad linje anger förväntad genomsnittlig nivå i Götaland år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sid. 3).

Under senaste året deponerades i genomsnitt 3-4 kg svavel och uppskattningsvis 6 kg kväve per hektar granskog i området. Om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer depositionen av svavel och kväve att minska till år 2010. För svavel har den huvudsakliga minskningen redan skett men den genomsnittliga depositionen är fortfarande betydligt högre än förväntat år 2010.

Den kraftiga minskningen av sva-velnedfall i Sverige de senaste 15 åren är ett resultat av minskade utsläpp i hela Europa. Åtgärdsar-

betet har styrts av internationella avtal som baserats på känsligheten i olika ekosystem i Europas länder (kritiska belastningsgränser som varierar mellan regionerna). Medvetna åtgärder för att minska sva-velutsläpp, samt en ekonomisk utveckling som medfört att energiintensiva industrier och äldre kolkraftverk lagts ner, medförde en snabb minskning av belastningen, främst efter 1989. Halterna i luft av svaveldioxid speglar denna utveckling väl (se figur 13 i avsnittet om tidsutveckling lufthalter). Halter i luft av gaser och partiklar orsakar torrdeposition.

Den kraftiga minskningen kan även läsas av i depositions- mätningarna i skog som det senaste året visar liten torrdeposition.

Åtgärder för att minska utsläppen av kväve och kolväten som ger upphov till bland annat förhöjda halter av kväveoxider och marknära ozon har hittills inte varit så framgångsrika. Åtgärdsarbetet försvåras av att det omfattar många olika källor och sektorer i samhället, exempelvis transporter, jordbruk och energiproduktion.

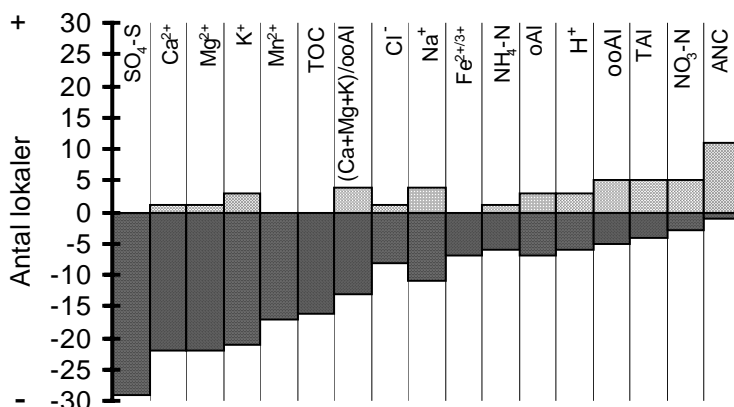
Tidsutveckling markvatten

Linjär regressionsanalys har gjorts för att konstatera om markvattnets sammansättning förändrats signifikant sedan mätningarna startade på varje lokal. Sammanställningen ger indikationer på utveckling i skogsmark och markvatten, även om tidsserierna i vissa fall är korta. Lokaler med mindre än fem provtagningar (Hälgsjö) ingår ej.

Figur 11 visar att markvattnets innehåll av kalcium, magnesium, kalium och mangan minskat signifikant på nära hälften av lokalerna i Götaland. Den tydligaste trenden är dock minskade halter sulfatsvavel på mer än hälften av dessa. Det är en logisk följd av minskad sva-veldeposition. På en tredjedel av ytorna har halterna organiskt kol och mikronäringsämnet mangan minskat och på en något mindre

andel har kvoten mellan baskatjoner och aluminium minskat. Lokalerna i Kalmar skiljer sig något från det generella mönstret och förändringarna har varit små. Förmodligen beror det på relativt korta tidsserier från 1994 (byte av provplatser och metodik) men kan även påverkas av att depositionen av försurande ämnen generellt varit mindre i Kalmar län än i Götaland som helhet. Frånsett Ottenby (speciella markförhållanden) är det främst i EU-ytorna som signifikanta förändringar noterats. I Risebo har halterna sulfatsvavel, ammoniumkväve och natrium minskat och den syraneutraliserande förmågan (ANC) ökat. I Alsjö har pH-värde och natrium ökat medan halterna av ammoniumkväve, mangan och totalt organiskt kol har minskat signifikant.

Ett sätt att uttrycka markvattnets syra-bas status är förmågan att buffra mot syror. Syraneutraliserande förmågan uttrycks som ANC, se ”ord att förklara” sidan 4. Beräknade syraneutraliserande förmåga har ökat på 20 % av ytorna i Götaland. Undersökningarna visar dock att episoder med stort nedfall av havssalt under några få dagar kan leda till omfattande jonbytesprocesser i sura marker, vilket diskuterades närmare i föregående årsrapport. Följden blir höga kloridkoncentrationer och låg ANC under flera år framöver och illustrerar vikten av långa tidsserier för att säkerställa trender i markvattnets surhetsgrad som beror på minskat nedfall av försurande ämnen.



Figur 11. Trendberäkningar för markvatten på 51 lokaler i Götaland. Positivt värde på y-axeln anger antal lokaler med signifikant ökade halter (+) sedan mätningarna startade på respektive lokal. På samma sätt anger negativt värde antal lokaler med signifikant minskade värden (-).

Tidsutveckling lufthalter

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃) mäts vid fyra lokaler i länet sedan april 1998. Figur 12 visar årstidsvariation (månadsmedelvärden) för dessa fyra lokaler under perioden april 1998 till september 2000. Räknet som medelvärden har halterna av svavel- och kvävedioxid varit lägre under senaste årets mätningar än under första året. Främst beror det på lägre halter vintern 1999/00 jämfört med vintern 1998/99. Generellt kan sägas att det är under vinterhalvåret som de högsta halterna av svavel- och kvävedioxid brukar förekomma. Både halterna av SO₂ och NO₂ har varit långt under de av Naturvårdsverket föreslagna gränsvärdena för skydd av hälsa och ekosystem, se förklaring under "lufthalter, sidan 4.

Halterna av NH₃ har generellt varit låga, vilket är normalt. Från Ottenby redovisas något lägre halter sommaren 2000 än de två tidigare åren.

Senaste årets medelhalt av marknära ozon var lägre än sommaren innan, vilket kan förklaras av den regniga sommaren (figur 12 och tabell 4). På tre av de fyra lokalerna var medelvärdet från sommarhalvåret 2000 på samma nivå som sommaren 1998 som också var

ovanligt regnig. På södra Öland (mätstationen vid Ottenby) var halterna av marknära ozon generellt högre än på de övriga lokalerna och genomgående höga hela perioden från februari till juni. Trots att juni var ovanligt sval och regning visade månadens medelvärde av ozon så mycket som 92 µg/m³, vilket är mer än vad som noterats någon månad tidigare i Ottenby. Värt att notera i detta sammanhang är att EMEP-stationen Vavihill i Skåne (månadsmedelvärde 74 µg/m³) visade mycket höga ozonhalter kring midsommar. Det högsta timmedelvärdet som uppmättes var 220 µg/m³, vilket är det högsta timmedelvärdet som uppmätts i Vavihill sedan mätningarna startade 1986. 244 µg/m³ är det högsta timmedelvärdet som man hittills uppmätt inom EMEP i Sverige och det var 1990 i Norra Kvill. Det är dock ej ovanligt att halterna i södra och sydvästra Sverige ligger runt eller överskrider 200 µg/m³. Marknära ozon bildas i luftmassor som är förorenade med kväveoxider och kolväten under påverkan av solljus. Hög solinstrålning medför högre ozonhalter. Det är under vår och tidig sommar som de högsta halterna brukar framträda. Ozonhalterna är mycket starkt knutna till vädersituationen och trender är ej möjliga att utläsa om mätserierna är kortare än 20-30 år. Medel-

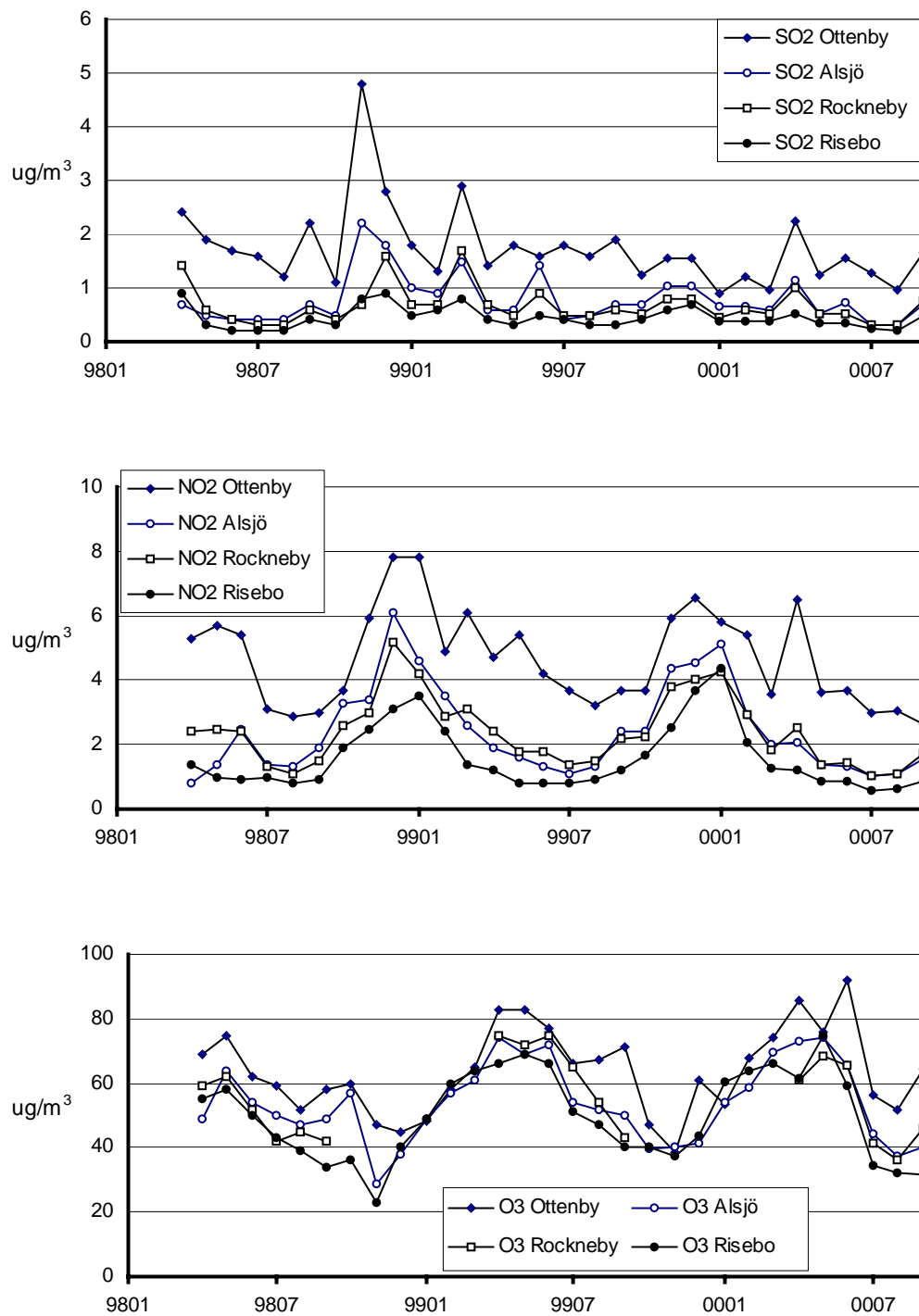
värdet för de fyra lokalerna i Kalmar län under april-september 2000 var 57 µg/m³, vilket är 7 enheter över Naturvårdsverkets föreslagna Miljökvalitetsmål. Medelvärdet för EMEP-stationen Vavihill under samma period var på jämförbar nivå; 59 µg/m³. Det dosrelaterade begreppet AOT40 för Vavihill var 7528 ppbtimmar för maj-juli: (beräknade på hela dygnet). Detta är mer än dubbelt så stor dos som beräknas ge skador på jordbruksgrödor, vilda örter och gräs och förekommer sannolikt vid åtminstone tre av de fyra lokalerna i Kalmar län. För mer information angående kritiska ozonnivåer se faktaruta nedan.

Som jämförelse till lufthalternas tidsutveckling i länet visar figur 13 tidsutveckling på fyra EMEP-lokaler i hela Sverige. Dessa har generellt längre mätserier. Vavihill i centrala Skåne, Rörvik söder om Göteborg, Aspveten öster om Nyköping samt Esrange öster om Kiruna. EMEP-stationerna i södra Sverige, visar en kraftigt nedåtgående trend av SO₂. Även för NO₂ tycks en viss minskning ha skett sedan början av 1990-talet. Någon trend för NH₃ och O₃ kan ännu ej utläsas på grund av för korta mätserier. Korrelation mellan minskande halter och deposition diskuteras närmare under avsnitt "Tidsutveckling deposition".

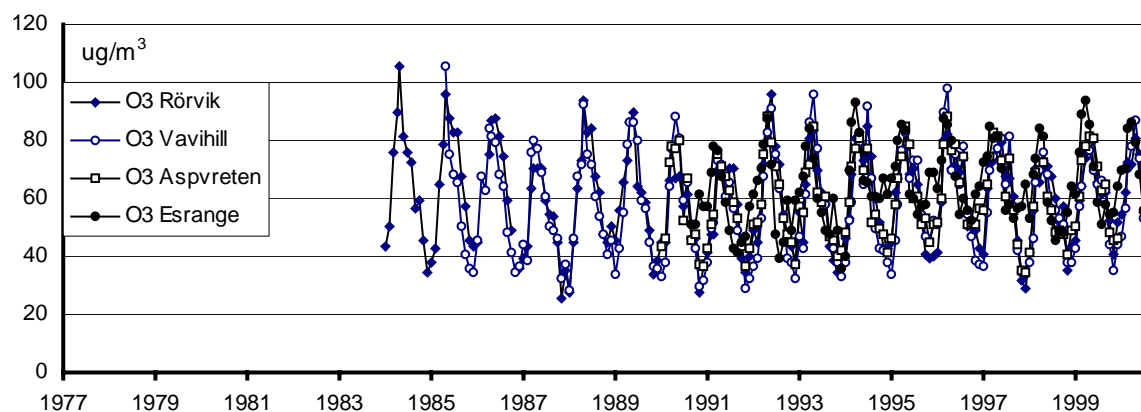
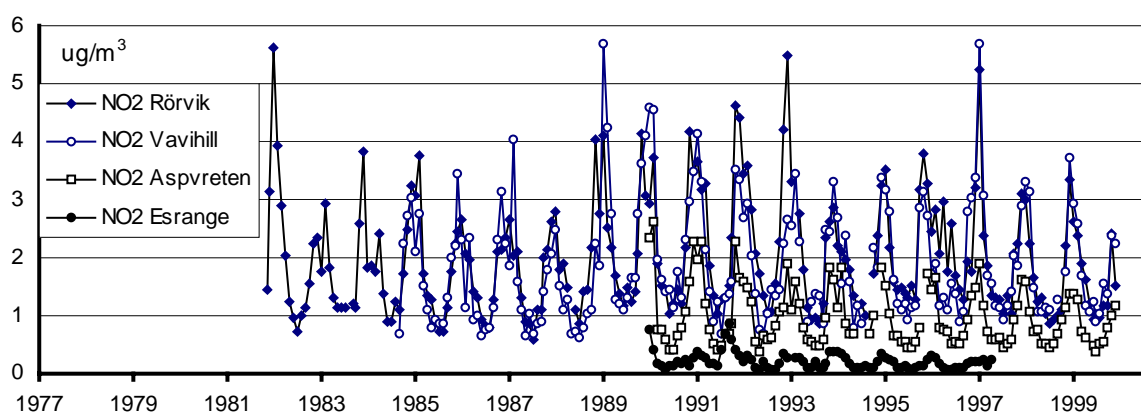
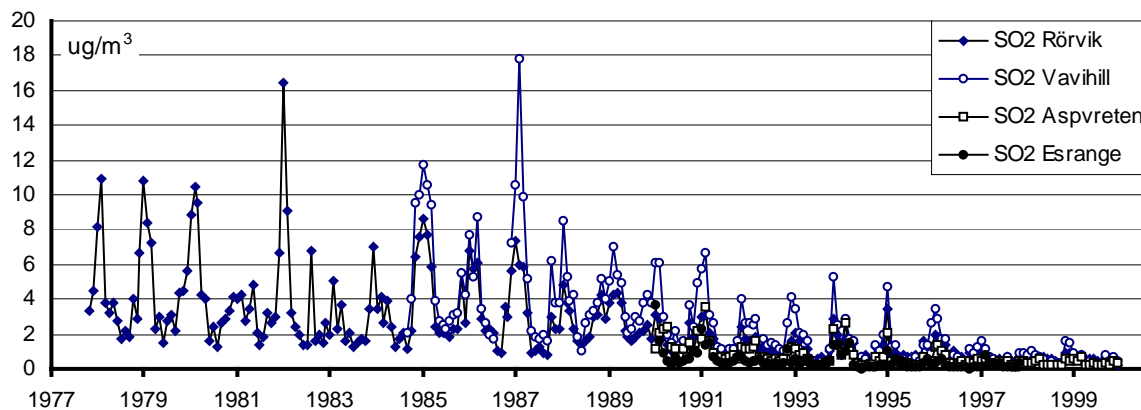
Faktaruta: Ozonhalter

Naturvårdsverkets förslag till långsiktigt miljökvalitetsmål innebär att medelvärdet under sommarhalvåret inte överskrider 50 µg/m³. I det internationella arbetet med kritiska gränsvärden används inte säsongmedelvärde. 1992-93 visades att summerat överskridande av en tröskelhalt gav bättre överensstämmelse med observerade ozoneffekter, vilket motiverade det dosrelaterade AOT-begreppet. AOT (Accumulated exposure Over Threshold) beskriver summerat överskridande av en viss halt under en viss tidsperiod som gränsvärde för skador på vegetation och uttrycks i ppb-timmar (1ppb=1,96 µg/m³). Det exponeringsindex som används är AOT40 (tröskelvärde 40 ppb). Orsaken är till stor del att ett lägre värde ligger nära de ozonhalter som uppträder i bakgrundsluft över norra halvklotet. Eftersom växterna tar upp ozon främst under dygnets ljusa timmar, summeras AOT40 endast för dessa.

För jordbruksgrödor, vilda örter och gräs är den kritiska ozonnivån 3000 ppb-timmar för maj-juli. För skogsträd är ozonnivån 10000 ppb-timmar för april-september. AOT40 avspeglar inte direkt växternas upptag av ozon utan räknas fram endast utifrån halten i luften. Utvecklingen mot ett upptagsbaserat exponeringsindex för ozon har påbörjats, men det finns ännu ingen allmänt vedertagen metod för detta. Diffusionsprovtagare ger ett månadsmedelvärde som ännu inte kan översättas till AOT. Resultat från diffusionsprovtagarna kan dock användas för direkt jämförelse med NVs miljökvalitetsmål. Forskning för att översätta resultat från diffusionsprovtagare till både existerande AOT40 begrepp samt till det mer upptagsbaserade exponeringsindexet pågår och beräknas vara avslutad inom de närmaste två åren.



Figur 12. Månadsmedelvärden av svaveldioxid, (SO₂) kvävedioxid (NO₂) och ozon (O₃) på fyra lokaler i Kalmar län under perioden april 1998 - sep 2000.



Figur 13. Månadsmedelvärden av svaveldioxid, (SO_2) kvävedioxid (NO_2) och ozon (O_3) på fyra EMEP-lokaler i Sverige; Vavihill i centrala Skåne, Rörvik söder om Göteborg, Aspvreten öster om Nyköping samt Esrange öster om Kiruna. Observera att mätningarna startar olika år och att det är annan skala än i figur 12

Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten

Tabell 1. Data från mätningar på öppet fält i Kalmar län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	År	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Ottenby (H 01 A)	90/91	415	0,26	5,1	4,8	8,1	3,0	2,7					
	91/92	374	0,16	3,9	3,5	8,5	3,0	2,3					
	92/93	461	0,17	5,5	5,0	10,8	3,2	3,2					
	93/94	706	0,49	9,3	8,7	12,7	5,2	4,4					
	94/95	486	0,24	5,0	4,7	7,4	3,4	2,5	1,3	0,6	4,0	0,7	0,02
	95/96	509	0,15	4,7	4,4	6,7	2,8	2,6	2,1	0,6	3,5	0,6	0,04
	96/97	423	0,15	3,5	3,1	8,8	2,8	1,6	1,6	0,8	4,9	0,5	0,08
	97/98	501	0,14	3,8	3,5	6,4	2,8	2,1					
	98/99	517	0,11	4,7	4,2	10,1	3,6	3,0					
99/00	371	0,07	3,8	3,0	18,9	3,1	2,5						
Rockneby (H 03 B)	97/98	560	0,13	3,4	3,3	2,6	2,3	2,5					
	98/99	520	0,14	3,3	3,1	3,6	2,5	2,5					
	99/00	490	0,12	2,9	2,7	4,9	2,5	2,6					
Fagerhult (H 06 B)	97/98	626	0,16	3,4	3,3	2,2	2,3	1,8					
	98/99	667	0,19	3,9	3,8	3,5	2,7	2,3	1,5	0,5	2,0	1,1	1,10
	99/00	633	0,12	2,9	2,8	2,9	2,3	2,2					
Hälgsjö (H 11 A)	98/99	516	0,14	2,6	2,4	2,9	2,0	1,3					
	99/00	507	0,10	2,5	2,3	3,7	1,8	1,1					
Risebo (H 21 A)	95/96	531	0,13	2,7	2,6	2,6	1,7	1,6	0,9	0,3	1,1	0,7	0,05
	96/97	504	0,08	3,1	2,9	3,7	2,0	2,2	1,5	0,4	1,7	1,4	0,07
	97/98	823	0,13	3,7	3,5	2,9	2,4	2,2	2,1	0,6	1,6	1,8	0,10
	98/99	547	0,12	2,5	2,4	2,3	1,6	1,3	1,2	0,3	1,6	1,2	0,06
	99/00	652	0,12	2,9	2,7	4,1	1,9	1,5	1,9	0,5	2,6	0,7	0,10
Alsjö (H 22 A)	90/91	659	0,24	7,1	6,7	8,4	3,9	3,8					
	91/92	503	0,20	3,5	3,3	4,2	2,6	2,2					
	92/93	553	0,22	4,9	4,5	8,3	2,8	2,9					
	93/94	822	0,38	8,1	7,8	6,5	4,6	4,5					
	94/95	635	0,27	4,8	4,6	4,9	3,2	2,7	0,9	0,4	2,6	0,6	0,03
	95/96	598	0,17	4,2	4,0	4,0	2,5	2,6	1,7	0,4	1,7	0,9	0,06
	96/97	665	0,14	4,1	3,8	5,9	2,8	3,1	1,5	0,6	2,9	1,7	0,26
	97/98	611	0,16	3,2	3,0	3,1	2,6	2,5	1,1	0,4	1,9	1,1	0,07
	98/99	666	0,18	3,7	3,5	4,6	3,1	2,8	1,4	0,5	2,7	1,2	0,07
	99/00	512	0,13	3,0	2,7	5,3	2,7	2,8	0,7	0,6	3,4	0,6	0,09

Tabell 2. Krondroppsmätningar i Kalmar. Nederbörd (Nedb) i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	År	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Ottenby (H 01 A)	90/91	251	0,13	10,2	9,1	24,5	2,1	2,4					
	91/92	236	0,08	9,2	7,9	29,3	2,3	2,4					
	92/93	343	0,11	12,3	10,1	47,6	2,7	2,6					
	93/94	502	0,19	15,6	14,3	28,1	3,8	3,8					
	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
	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
	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
	97/98	354	0,06	6,9	6,1	17,1	1,8	2,2					
	98/99	350	0,07	7,8	6,9	20,0	2,1	2,9					
	99/00	299	0,11	7,3	4,8	55,9	1,6	1,5					
Rockneby (H 03 B)	97/98	366	0,06	6,0	5,5	12,4	1,2	1,3					
	98/99	303	0,06	4,9	4,4	11,4	1,1	0,9					
	99/00	263	0,06	4,0	3,2	17,1	1,6	1,0					
Fagerhult (H 06 B)	97/98	438	0,08	4,8	4,3	10,3	0,9	1,0					
	98/99	360	0,09	3,7	3,4	7,4	0,8	0,6	3,2	1,3	3,1	8,8	1,40
	99/00	377	0,05	2,8	2,3	9,8	0,7	0,7					
Hälgsjö (H 11 A)	98/99	264	0,04	4,0	3,7	5,9	1,1	1,2					
	99/00	273	0,02	2,9	2,5	7,4	0,9	1,8					
Risebo (H 21 A)	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
	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
	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
	98/99	349	0,08	2,8	2,5	6,6	1,2	0,8	2,3	1,1	3,4	7,9	0,11
	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
Alsjö (H 22 A)	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
	96/97	480	0,12	5,9	5,3	13,2	1,7	1,1	3,6	1,4	6,9	8,2	1,51
	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
	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
	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

Tabell 3. Beräknad totaldeposition av väte- och baskatjoner i Kalmar län, kg/hektar och år.

Lokal	År	H ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Ottenby (H 01 A)	96/97	0,32	4,5	2,0	13,0	1,2	0,13
	97/98	0,31	4,4	1,6	8,9	3,4	0,16
	98/99	0,29	5,5	1,9	10,9	4,6	0,11
	99/00	0,17	6,1	4,4	30,2	5,3	0,22
Rockneby (H 03 B)	97/98	0,28	2,3	1,0	6,3	1,8	0,14
	98/99	0,23	1,4	0,8	5,7	1,2	0,07
	99/00	0,19	1,6	1,2	8,9	1,4	0,19
Fagerhult (H 06 B)	97/98	0,25	2,1	0,9	5,2	1,6	0,12
	98/99	0,22	1,9	0,7	3,1	1,2	1,10
	99/00	0,13	1,9	0,8	4,9	1,6	0,23
Hälgsjö (H 11 A)	98/99	0,22	2,1	0,5	2,7	1,7	0,11
	99/00	0,13	2,5	0,8	3,6	2,2	0,21
Risebo (H 21 A)	96/97	0,09	1,6	0,8	4,4	1,6	0,07
	97/98	0,16	2,5	0,8	3,1	2,3	0,11
	98/99	0,15	1,5	0,6	3,4	1,5	0,06
	99/00	0,13	2,3	0,8	4,6	0,8	0,12
Alsjö (H 22 A)	96/97	0,25	1,7	1,1	6,9	2,0	0,28
	97/98	0,30	1,8	0,9	5,5	1,9	0,10
	98/99	0,29	1,6	0,9	6,1	1,3	0,07
	99/00	0,21	1,2	1,2	7,7	0,9	0,15

Tabell 4. Lufthalter i Kalmar län, diffusionsprovtagning.

År,mån	Svaveldioxid, SO ₂ µg/m ³			
	H 01 Ottenby	H 03 Rockneby	H 21 Risebo	H 22 Alsjö
Mv 9810-9909	2,1	0,8	0,5	1,0
9910	1,2	0,5	0,4	0,7
9911	1,5	0,8	0,6	1,0
9912	1,6	0,8	0,7	1,0
0001	0,9	0,4	0,4	0,6
0002	1,2	0,6	0,4	0,7
0003	1,0	0,5	0,4	0,6
0004	2,2	1,0	0,5	1,1
0005	1,2	0,5	0,3	0,5
0006	1,5	0,5	0,3	0,7
0007	1,3	0,3	0,2	0,3
0008	1,0	0,3	0,2	0,3
0009	1,7	0,7	0,5	0,7
Mv 9910-0009	1,4	0,6	0,4	0,7

År,mån	Kvävedioxid, NO ₂ µg/m ³			
	H 01 Ottenby	H 03 Rockneby	H 21 Risebo	H 22 Alsjö
Mv 9810-9909	5,1	2,7	1,7	2,8
9910	3,7	2,3	1,7	2,4
9911	5,9	3,8	2,6	4,4
9912	6,6	4,0	3,7	4,5
0001	5,8	4,2	4,4	5,1
0002	5,4	2,9	2,1	2,9
0003	3,6	1,8	1,2	2,0
0004	6,5	2,5	1,2	2,1
0005	3,6	1,4	0,8	1,4
0006	3,7	1,4	0,9	1,3
0007	3,0	1,1	0,6	1,0
0008	3,0	1,1	0,7	1,1
0009	2,7	1,7	0,8	1,6
Mv 9910-0009	4,5	2,4	1,7	2,5

År,mån	Ammoniak, NH ₃ µg/m ³			
	H 01 Ottenby	H 03 Rockneby	H 21 Risebo	H 22 Alsjö
Mv 9804-9809	1,3	0,5	0,5	0,3
Mv 9904-9909	0,8	0,5	0,2	0,2
9910	1,5		<0,3	<0,3
9911	1,0		<0,3	0,4
9912	0,8		<0,3	<0,3
0001	0,9		<0,3	<0,3
0002	1,1		<0,3	<0,3
0003	0,4		<0,3	<0,3
0004	0,7	0,4	0,3	0,4
0005	0,3	0,7	<0,3	<0,3
0006	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
0007	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
0008	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
0009	1,7 ¹⁾	1,7	<0,3	<0,3
Mv 0004-0009	0,5	0,5	<0,3	<0,3

1) uppskattat värde

Tabell 4. Lufthalter forts.

År,mån	Marknära Ozon, O ₃ µg/m ³			
	H 01 Ottenby	H 03 Rockneby	H 21 Risebo	H 22 Alsjö
Mv 9804-9809	62	50	46	52
Mv 9904-9909	75	64	57	62
9910	47		40	39
9911	39		38	40
9912	61		44	42
0001	53		60	54
0002	68		64	58
0003	74		66	69
0004	85	61	61	73
0005	76	68	75	74
0006	92	66	59	65
0007	56	41	35	45
0008	51	36	32	38
0009	64	46 ¹⁾	32	40
Mv 0004-0009	71	53	49	56

1) uppskattat värde

Tabell 5. Markvattendata från Kalmar län.

Lokal	Datum	pH	mekv/l →		mg/l →										mol/mol			
			Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAL	tAl	TOC	BC/ooAl
Ottenby (H 01 A)	1999-10-03	5,0	-	0,381	8,73	31,43	5,633	0,173	24,00	3,11	17,04	0,77	<0,020	1,398	0,635	3,685	61,0	32
	2000-04-02	4,3	-	0,075	8,08	24,21	14,358	0,023	26,41	4,62	13,40	0,28	<0,020	0,856	3,430	5,725	38,0	6,7
	2000-08-06	6,0	0,092	0,791	13,17	33,93	5,687	0,018	33,47	3,53	23,24	0,21	<0,020	0,698	3,000	2,570	46,0	8,9
	median	4,8	-	0,416	7,17	22,14	0,077	0,014	15,50	2,00	13,15	0,23	<0,020	1,503	1,340	4,793	66,0	11
	<i>n</i> =	20	-	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	11	20	20	20	20
Rockneby (H 03 B)	1999-11-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2000-04-05	5,3	-	0,025	5,16	10,54	<0,002	0,029	2,70	1,67	8,39	0,30	<0,020	0,002	0,570	0,610	2,9	6,8
	2000-08-09	5,5	0,018	0,086	9,60	26,31	<0,002	0,039	3,56	2,39	24,11	0,16	<0,020	0,030	0,853	1,029	6,8	6,0
	median	5,3	-	-0,007	7,48	11,14	<0,002	0,017	3,33	1,82	10,26	0,22	<0,020	0,003	1,085	1,138	3,9	4,2
	<i>n</i> =	9	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Fagerhult (H 06 B)	1999-11-10	5,5	0,006	0,027	4,33	3,06	<0,002	<0,010	2,25	1,04	4,13	0,23	<0,020	0,030	0,266	0,441	7,5	11
	2000-04-05	5,5	0,008	0,066	4,05	4,49	<0,002	<0,010	2,37	1,47	4,64	0,19	<0,020	0,176	0,567	0,604	8,2	5,9
	2000-08-09	5,3	-	0,051	5,61	5,45	<0,002	<0,010	3,08	1,68	5,99	0,08	<0,020	0,051	0,437	0,682	7,9	9,1
	median	5,3	-	0,034	5,67	5,01	<0,002	<0,010	2,63	1,53	5,79	0,19	<0,020	0,040	0,381	0,623	9,6	10
	<i>n</i> =	10	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Hälsjö (H 11 A)	1999-11-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2000-04-06	4,7	-	0,162	8,99	17,59	<0,002	<0,010	6,10	4,30	12,39	0,85	<0,020	0,165	0,690	2,210	37,0	14
	2000-08-09	4,8	-	0,240	4,76	8,59	<0,002	<0,010	4,07	2,84	7,21	1,14	<0,020	0,232	0,649	2,505	48,0	10
	median	4,8	-	0,166	7,26	9,84	<0,002	<0,010	4,08	3,57	8,55	0,67	<0,020	0,225	0,720	2,245	39,5	8,8
	<i>n</i> =	4	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Risebo (H 21 A)	1999-11-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2000-04-06	5,9	0,042	0,233	1,13	3,77	<0,002	<0,010	3,81	1,48	1,44	1,40	<0,020	0,208	0,035	0,679	20,0	148
	2000-08-09	6,4	0,088	0,299	1,17	1,09	<0,002	<0,010	3,88	1,21	1,66	1,47	<0,020	0,293	-	0,662	-	-
	median	6,3	-	0,164	1,44	2,65	0,012	0,024	3,15	1,22	1,75	0,99	<0,020	0,293	0,095	0,630	19,0	53
	<i>n</i> =	13	-	12	13	13	13	12	12	12	12	12	9	7	13	11	7	
Alsjö (H 22 A)	1999-11-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2000-04-05	4,5	-	-0,214	5,44	7,74	0,060	<0,010	1,66	0,92	4,16	0,34	0,180	0,023	1,806	2,040	5,6	1,3
	2000-08-07	4,9	-	-0,021	1,83	6,47	<0,002	<0,010	0,52	0,35	4,83	0,43	<0,020	0,030	1,544	1,871	2,4	0,7
	median	4,5	-	-0,173	4,84	5,80	0,362	<0,010	2,30	0,97	3,10	0,98	0,397	0,025	1,797	2,080	6,7	1,7
	<i>n</i> =	9	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbete för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

Forsknings- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie).

IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden.

IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt.

IVLs hemsida: www.ivl.se

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsserie registreras i IVLs A-serie.

Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Box 210 60, SE-100 31 Stockholm
Hälsingegatan 43, Stockholm
Tel: +46 8 598 563 00
Fax: +46 8 598 563 90

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

Box 470 86, SE-402 58 Göteborg
Dagjämningsgatan 1, Göteborg
Tel: +46 31 725 62 00
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult
Aneboda, Lammhult
Tel: +46 472 26 20 75
Fax: +46 472 26 20 04