



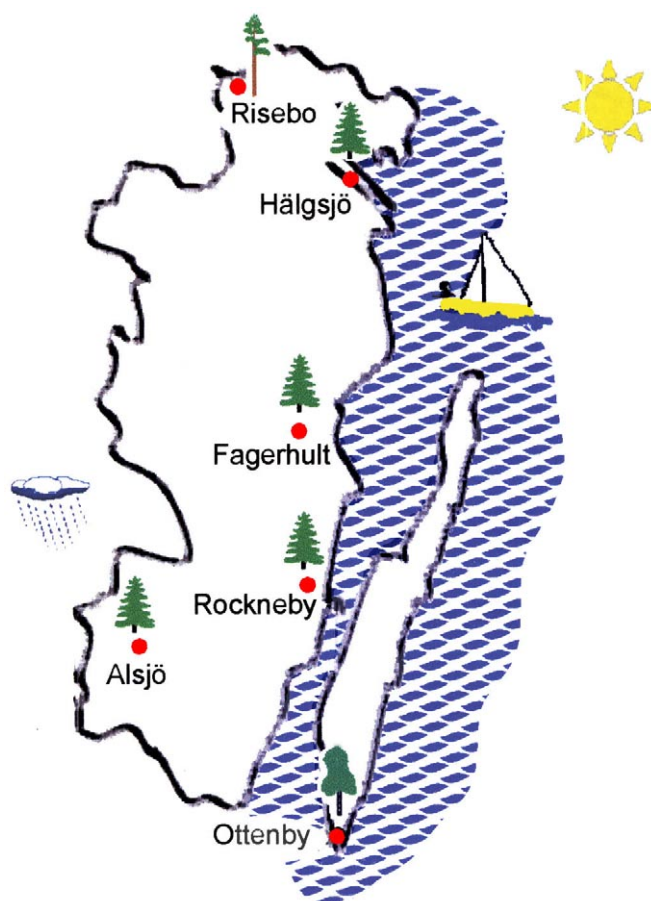
rappport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Kalmar läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län

Resultat till och med september 2001



Eva Hallgren Larsson, redaktör
B 1446
Aneboda, februari 2002

För Kalmar läns Luftvårdsförbund

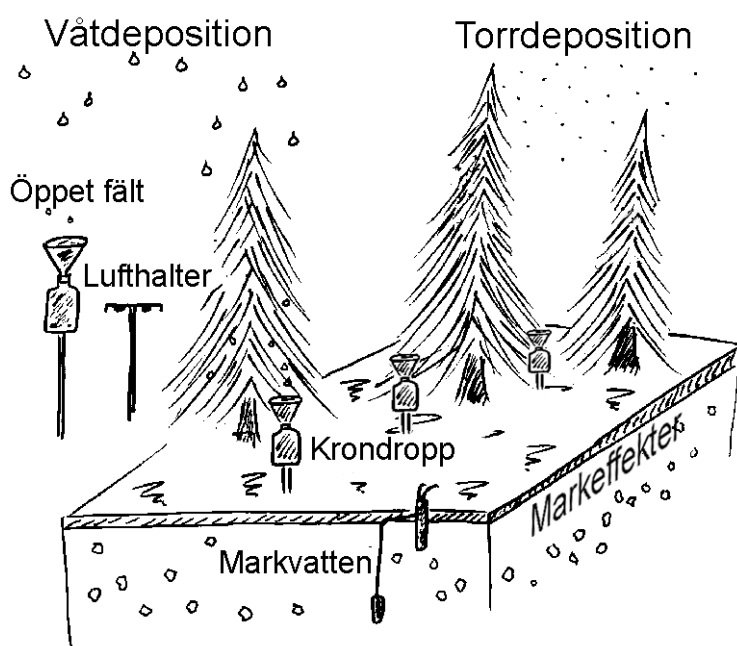
Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län

Resultat till och med september 2001

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.

Perioden oktober 2000 till september 2001 var nederbördsrik i hela södra Sverige. I Kalmar län noterades 15 % mer nederbörd än något år tidigare under de 11 år som mätningar genomförts. Samtidigt visade mätningarna det största nedfallet av svavel och kväve sedan mitten på 1990-talet. På öppet fält noterades 4-5 kg svavel och cirka 7 kg kväve per hektar. Svavelnedfallet till marken i de fyra granytorna var i genomsnitt 5,2 kg/ha och till marken i ekskogen vid Ottenby noterades 7,1 kg/ha. Större torrdeposition av svavel under senaste året stämmer väl överens med högre halter av svaveldioxid i luft. Ottenby har generellt haft länets högsta halter av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och marknära ozon. Liksom i stora delar av övriga Sverige orsakade marknära ozon sannolikt vegetationsskador i Kalmar län, även om halterna var lägre sommaren 2001 än de två föregående åren. De suraste markförhållandena rapporteras från granytan öster om Emmaboda och generellt har halterna av mikronäringsämnet mangan varit mycket låga i markvatten från Kalmar län.



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, skogsytor, försurning, markvatten, lufthalter, Kalmar län

IVL rapport B 1446
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
Faktaruta: Ozonhalter.....	14
Tidsutveckling deposition	15
Tidsutveckling markvatten.....	17
Tidsutveckling lufthalter	17
Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten.....	19

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 Aneboda 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. Analys av föroreningar ger mått på huvudsakligen det våta nedfallet. Provtagning av krondropp görs på närbelägna skogsytor. Skogsmarkens reaktion på surt nedfall studeras framför allt genom markvattenstudier. Lufthalter mäts med diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som 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 första

med det nya programmet för regional övervakning av luftföroreningar, påbörjat hösten 2000. Programmet är ett resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL. Det innebär bland annat ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade metoder för att undersöka torr nedfall i skog samt ett program för kvalitetssäkring av mätningarna.

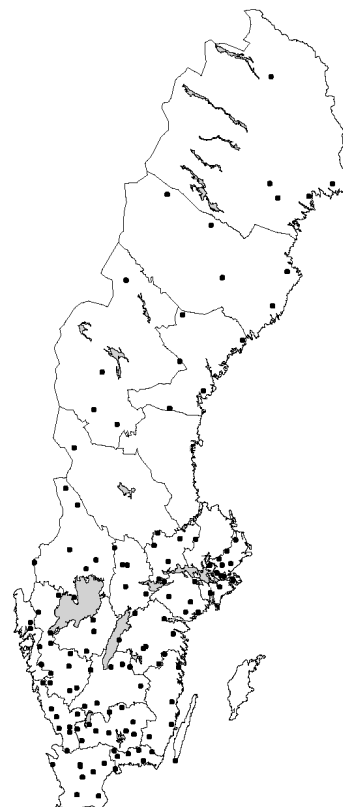
Konkret innebär det att antalet nederbördskemiska mätningar på öppet fält har reducerats och ersatts av beräkningar, vilket framgår av stationsfigurer och tabeller i årets rapport. Modellberäkningar av deposition utförs av SMHI och resultaten kommer i första hand att finnas tillgängliga via hemsida från sommaren 2002. Förbättrade metoder att undersöka torr nedfall i skog är delvis finansierade av NV. Dessa mätningar görs i så kallade intensivytor. Det är elva lokaler, utvalda för att representera olika delar av landet. Intensivytorna ingår i NVs program för övervakning av deposition till skog, start hösten 2000. När det gäller kvalitetssäkring är provtagningen ackrediterad enligt SWEDAC. En provtagarutbildning genomfördes på Asa Herrgård i Kronobergs län (SLUs Försöks-park) den 14-15 november 2001. Totalt deltog 38 provtagare, vilket motsvarar drygt hälften av samtliga inom Krondroppsnätet.

De svenska metoderna att mäta nedfall till skog har jämförts med 19 andra länder i Europa. Sveriges deltagande finansierades till stor del av NV. Resultaten visade god 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. Ytterligare information finns på hemsidan.

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 år 2010 innebär det en förväntad genomsnittlig belastning i både öppna och skogbevuxna områden på cirka 3 kg svavel och 5,5 kg kväve per ha och år.

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. G. Hedberg, K. Koos, M. Jonsson, I. Torbrink, S. Svensson, A. Danielsson, C. Larsson, K. Hommerberg och B. Dusan står för analysarbetet. Validering av data har huvudsakligen utförts av G. Hedberg, J. Knulst, G. Malm och E. Ugglar har arbetat med databearbetning och figurframställning. E. Hallgren Larsson har varit projektledare och tillsammans med O. Westling och A. Svensson utvärderat och rapporterat.



Figur 2. Krondroppsnätet under 2000/01. 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: 223 skogliga observationsytor lades ut 1995-97. 100 ingår i ett Europeiskt nät och 50 av dessa 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.

Intensivyta: 11 av SVOs skogliga observationsytor. Ingår i Naturvårdsverkets nationella program för krondroppsmätningar i skog.

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 markorganismer, 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 ned-

fallet 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 krondroppsmätningar 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. Som delmål under Miljökvalitetsmålet Frisk luft har riksdagen beslutat att årlig medelhalt av svaveldioxid ska vara högst $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2005 och för kvävedioxid gäller $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2010. Angående ozon hänvisas till separat faktaruta.

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 miljökvalitetsmål.

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 depositionen av ett urval ämnen 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). Olika tidsperioder kan gälla mätningar på öppet fält och i krondropp.

Markvatten redovisar det senaste årets provtagningar (normalt tre), vilka kan jämföras med ett långtidsvärde. Medianvärde används för att undvika en kraftig inver-

kan 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. 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 2-5.

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. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000.

Depositionsmätningarna visar att perioden oktober 2000 till och med september 2001 var nederbördsrik. Mängden kronddropp var nästan 30 % större än genomsnittet för de 11 år mätningar har utförts. Detta bidrar till förhållandevis stort nedfall till marken i skogen; 7,9 kg svavel och 4,5 kg kväve per hektar. Man får gå tillbaka till mitten av 1990-talet för att hitta liknande siffror. På samma sätt som förut leder Ottenby länets interna "liga" för nedfall av antropogent svavel. Tidigare års mätningar av nederbörd har även visat förhållandevis höga koncentrationer av både svavel och kväve i nederbörd från Ottenby, jämfört med övriga lokaler i länet. Sannolikt är det stationens läge, längst i söder, som är mest avgörande för detta. Inverkan från havssalter, mätt som kloridnedfall, var måttlig; 19 kg/ha. Det är knappt en tredjedel av närmast föregående år.

Markvatten från Ottenby har visat annan karaktär än andra lokaler i länet med generellt högre halter av många ämnen. Vattennivån har tidvis varit hög i provytan och rörligt markvatten, eller grundvattnet, kan sannolikt omfördela ämnen från marina avlagringar. Detta kan också förklara de relativt stora skillnader som föreligger mellan olika provtagningsstillfällena. 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 23 provtagningar. Merparten aluminium har varit bundet till organiskt material, vilket förknippas med mängden organiskt material i marken. Markant för de senaste åren är mycket höga halter av nitratkväve i markvattnet; upp till 14 mg/l. Orsaken är oklar och tillgången på provvatten har varit god vid alla sex tillfällena. Höga halter av nitratkväve i markvattnet indikerar utlakning av kväve från skogsområdet till omgivande vatten. Ottenby har länets längsta tidsserie för markvatten. Linjär regressionsanalys visar att halterna av nitratkväve, kalcium, magnesium och oorganiskt aluminium har ökat signifikant sedan mätningarna startade. Samtidigt har halterna av organiskt material (TOC) och järn sjunkit.

Lufthalterna av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃) har sedan mätningarnas början 1998 varit högst i Ottenby på södra Öland jämfört med övriga tre luftstationer i länet. Även under senaste året var halterna av samtliga komponenter högst i Ottenby. Månadsmedelhalterna av svaveldioxid i Ottenby har under perioden varit upp till fem gånger högre än i Risebo som generellt haft länets lägsta halter. Den uppmätta halten kvävedioxid i december 2000 var den högsta registrerade månadshalten sedan april 1998; 10,8 µg/m³. Orsaken till denna förhöjda halt är oklar. Trots generellt högre halter i Ottenby än på andra lokaler i länet har halterna av svavel- och kvävedioxid varit klart under av riksdagen beslutat delmål för Miljökvalitetsmålet Frisk luft, se "Ord att förklara". Månadshalterna av marknära ozon var generellt ungefär 10 µg/m³ lägre än på den närmaste EMEP-stationen, Norra Kvill i nordvästra delen av Kalmar län.

Rockneby (H 03): Nationell observationsyta norr om Kalmar med 60-årig granskog och ståndortsin-

dex G28. Rockneby ersätter tidigare mätningar i en näraliggande tallyta, Böle. Mätningarna i Rockneby startade i januari 1997. Lokalen är en av elva Intensivytor i landet som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. Bland annat innebär det att vissa mätningar bekostas av nationella anslag.

På samma sätt som indikerades från Ottenby visar mätningarna i Rockneby riklig nederbörds mängd under senaste hydrologiska året. I Rockneby noterades 654 mm, vilket är nästan 20 % mer än genomsnittet för fyra års mätningar. Tillsammans med relativt höga koncentrationer av svavel och kväve medförde detta större våtdeposition av svavel och kväve än tidigare år; 4 kg svavel och 6,7 kg kväve per hektar. När det gäller antropogent svavel deponerades 5 kg/ha till marken i skogen. Det är nästan 2 kg mer än förra året och förklaras av att både våt- och torrdeposition var större under 2000/01 än året innan.

Markvattnet visar ganska normala värden för granskog i området. Medianvärden från fyra års provtagningar visar pH-värde 5,3, totalt 1,1 mg/l av aluminium och 3,5 mg/l av kalcium. Merparten aluminium har tillhört fraktionen oorganiskt aluminium, som anses medföra större risk för ekologiska skador än organiskt bundet aluminium. Kloridhalterna har normaliserats efter att ha varit höga vid provtagningarna i augusti och november 2000, vilket är logiskt med tanke på att nedfallet av havssalter var betydligt större vintern 1999/00 än vintern 2000/01. Förhöjda halter av nitratkväve noterades både i november 2000 och augusti 2000, vilket kan vara tecken på någon form av störning av kväveomsättningen i beståndet. Kraftigt förhöjda värden av kalium, järn och organiskt material (TOC) noterades i augusti 2001. En bidragande orsak kan vara ett koncentrationsfenomen då vattentillgången i ytan var liten. Tre

parametrar har förändrats signifikant sedan mätningarna startade för fyra år sedan. Samtliga indikerar att marken har blivit mindre sur; syraneutraliserande förmåga (ANC) och kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har ökat samtidigt som halten av oorganiskt aluminium har minskat.

Månadsmedelhalter och den hydrologiska årsmedelhalten av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) i Rockneby var av samma storleksordning som i Alsjö. Halterna var lägre än de som uppmättes i Ottenby, men högre än i Risebo. Ammoniakhalterna (NH₃) var på samma nivå som tidigare år. Lufthalterna av marknära ozon (O₃) var jämförbara med de i Alsjö och Risebo.

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. Dock avslutades de nederbörds-kemiska mätningarna i december 2000.

Mätningarna visar att belastningen av svavel och kväve varit större under 2000/01 än något år tidigare då mätningar genomförts i Fagerhult. Till marken i skogen deponerades 4,9 kg svavel och 2,6 kg kväve per hektar. Tidigare års mätningar i Fagerhult har visat att endast en tredjedel av våtdeponerat kväve har nått marken i form av krondropp. Detta är normalt och beror på upptag och omvandling av kväve i trädskronorna.

Markvattnet i Fagerhult visar liknande sammansättning som i Rockneby. En skillnad är att aluminiumhalten oftast varit lägre. Medianvärden från tretton provtagningar i Fagerhult visar pH-värde 5,3, för kalcium 2,7 mg/l samt 0,6 mg/l för aluminium. Kvävehalterna har tidigare nästan alltid varit under detektionsgränserna, vilket är normalt och tyder på att kväve utnyttjas på ett effektivt sätt. Vid de två senaste provtagningarna, april och augusti

2001 har dock halterna av nitratkväve varit förhöjda.

Hälsjö (H 11): Provyta i 54-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. På samma sätt som i Ottenby och Fagerhult avslutades de nederbörds-kemiska mätningarna på öppet fält i december 2000.

Liksom på de två föregående lokalerna noterades både större mängd krondropp och större nedfall av svavel och kväve jämfört med de två tidigare åren; 5,1 kg svavel och 4,8 kg kväve per hektar.

Markvattnet har ofta haft pH-värde 4,8, relativt höga kalciumhalter på 4,1 mg/l samt kvävehalterna som nästan alltid varit under detektionsgränsen. Undantaget är provtagningen i augusti 2001, då båda kvävefraktionerna visade förhöjda värden. Fortsatta mätningar får visa om det varit en engångsförekomst eller tecken på störd kväveomsättning. Mycket 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. Mätserien är kort men de sju provtagningar som har utförts har visat signifikant sjunkande halter av sulfatsvavel och oorganiskt aluminium. I tabell 5 märks lägre värden för dessa ämnen och enstaka provtagningar under det senaste hydrologiska året jämfört med medianvärdet för hela perioden.

Risebo (H 21): EU-yta med 65-årig tallskog och ståndortsindex T26 i länets nordligaste del. Depositionsmätningarna startade i oktober 1995.

Risebo har ofta varit länet nederbördsrikaste lokal: så även detta år. Totalt noterades 884 mm nederbörd, vilket är mer än på övriga lokaler och 45 % mer än genom-

snittet från tidigare år. Nederbördens halter av svavel och kväve har också varit högre än tidigare vilket medfört tydligt högre värden för våtdeposition; 5,1 kg svavel och så mycket som 7,1 kg oorganiskt kväve per hektar (räknat som summan av nitratkväve och ammoniumkväve). Nederbördens pH-värde har som genomsnitt för senaste året varit 4,6 i Risebo. Liksom tidigare år visade både svavel och kväve lägre värden via krondropp än på öppet fält. 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 kostnadskalet 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 16 provtagningar. Jämfört med fleralet lokaler i södra Sverige har totalhalterna av aluminium varit ganska låga, 0,6 mg/l. Till följd av höga pH-värden och relativt höga halter av organiskt material har nästan allt (90 %) varit bundet i organiska föreningar. Därmed blir den försurningsindikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium hög, vilket medför liten risk för skadliga effekter. Linjär regressions-

analys av markvattnets sammansättning visar fler förändringar i Risebo än på någon av de övriga lokalerna i länet. Beräknad syranutraliserande förmåga (ANC) har ökat, vilket stämmer med modellberäkningar och vad man kan förvänta sig av markvattnets sammansättning i takt med att nedfallet av försurande ämnen minskar. Även halten av totalt aluminium har ökat. Ämnen som visar sjunkande halter är sulfatsvavel, klorid, natrium samt kväve i oxiderad och reducerad form.

Mätningarna av lufthalter i Kalmar län har visat de lägsta halterna av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) i Risebo. Detta kan förklaras med att inga stora trafikstråk är belägna i närheten av lokalen som överhuvudtaget är den minst exponerade i länet. Somarmedelhalten av ammoniak (NH₃) har stigit jämfört med tidigare år och var den högsta sedan mätningarnas början 1998. Höga halter uppmättes i november 2000 samt juni och september 2001. Nederbörsmängden var ovanligt riklig under senhösten och vintern 2000/2001 i Sverige. Om fukten har trängt in i ozonprovtagarna kan detta påverka resultaten genom att de uppmätta halterna blir lägre än de verkliga. I Risebo märktes detta tydligt då mätningarna i oktober, november och december 2000 samt januari 2001 visade mycket låga ozonhalter (O₃) på grund av fuktiga filter. Ozonhalterna under dessa månader

har uppskattats utifrån resultaten i Rockneby och Norra Kvill.

Alsjö (H 22): EU-yta med 65-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 Susingsborg kan jämföras med nuvarande mätningar och resultaten redovisas i tabell 2.

På samma sätt som i Risebo var det nederbördsrikt i Alsjö under oktober 2000 till september 2001. Totalt noterades 728 mm, vilket är 15 % mer än genomsnittet för de tio första årens mätningar i Susingsborg/Alsjö. Trots det var våtdepositionen av svavel på samma nivå som tidigare år (4,4 kg/ha), vilket innebär generellt sett lägre koncentration av svavel i nederbörd från 2000/01 än tidigare år. När det gäller kväve var halterna snarare högre och totalt deponerades 7,7 kg/ha, räknat som summan av ammoniumkväve och nitratkväve. Så mycket kväve har inte noterats på öppet fält i trakten sedan hydrologiska året 1993/94 som utmärkte sig genom stor deposition av både svavel och kväve i hela södra och östra Sverige. På samma sätt som för många övriga lokaler i landet var torrdepositionen av svavel (räknat som skillnad mellan nedfall via krondropp och på öppet fält) större än året innan. Till marken i granytan i Alsjö deponerades 5,9 kg svavel per hektar.

Lysimetrar installerades i Alsjö i september -97. Markvattenprovtagningarna visar surare och sämre förhållanden än på länets övriga lokaler. Totalt tolv provtagningar visar medianvärde 4,5 för pH-värde, klart negativa värden för syranutraliserande förmåga (ANC) och höga halter av totalt aluminium (1,9 mg/l) varav merparten i oorganisk form. Detta leder till en låg kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium och risk för ekologiska skador i skogsekosystemet. Mycket höga halter av nitratkväve (3-4 mg/l) har förekommit vid 4 av 11 tillfällen, vilket indikerar att tillgängligt kväve inte utnyttjats till fullo av vegetationen i Alsjö och en utlakning kan ske till grundvatten och vattendrag. Enligt provtagaren (Gösta Karlsson, SVS) är skogen i dålig kondition, vilket kan påverka utlakningen av nitratkväve från skogsmarken.

Lufthalterna av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) i Alsjö var på samma nivå som i Rockneby, det vill säga något högre än i Risebo och ungefär hälften så höga jämfört med i Ottenby. Precis som i Risebo visade ammoniak (NH₃) de högsta värdena sedan mätningarnas början 1998, räknat som genomsnitt per hydrologiskt år. Till skillnad mot tidigare år har samtliga månadshalter, med undantag av april 2001, varit över detektionsgränsen för ammoniak; 0,3 µg/m³. Halterna av marknära ozon (O₃) var i nivå med de i Rockneby.

Ottenby (H 01)

Ek, 134 år

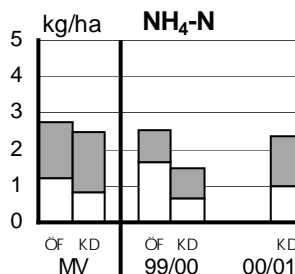
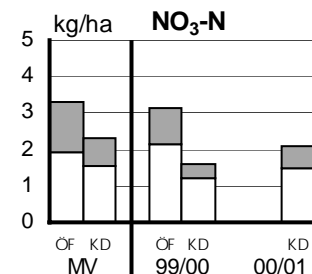
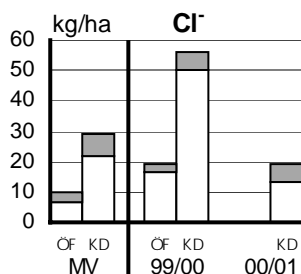
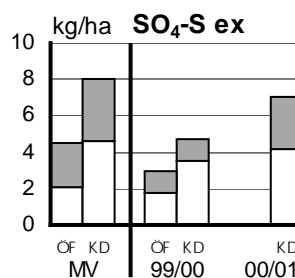
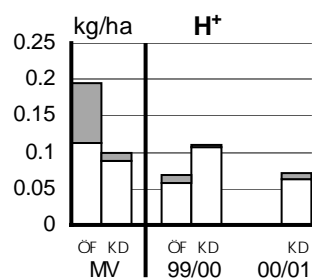
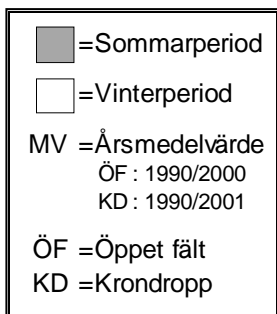


DEPOSITION

(H 01)

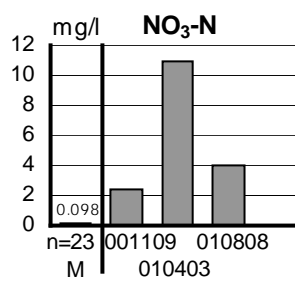
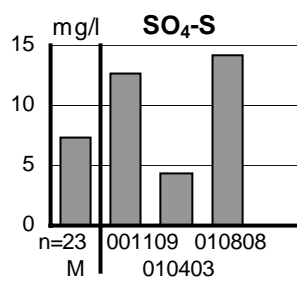
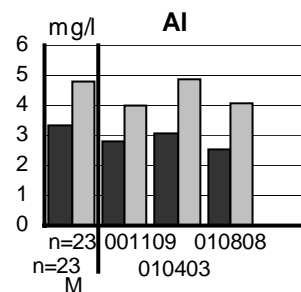
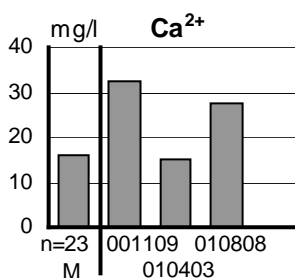
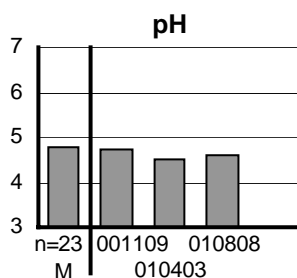
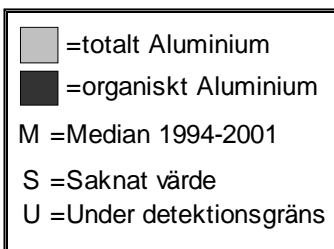
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	
Sommar	258	154	
Vinter	220	217	



MARKVATTEN

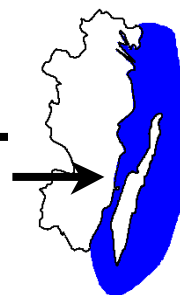
(H 01)



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

Rockneby (H 03)

Gran, 60 år

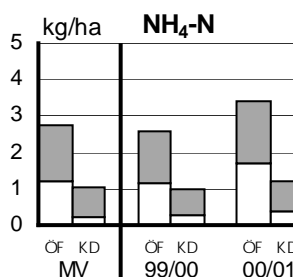
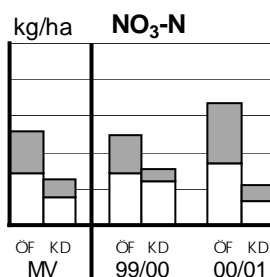
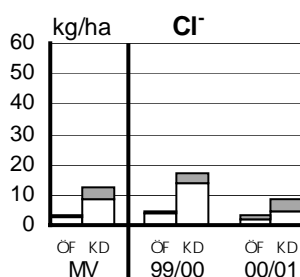
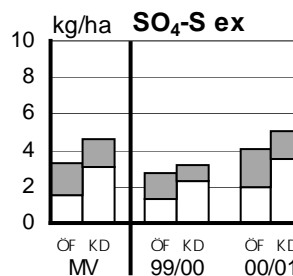
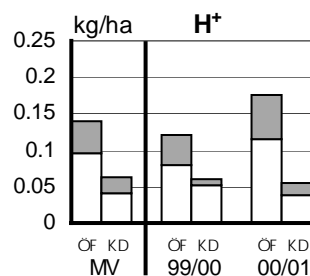
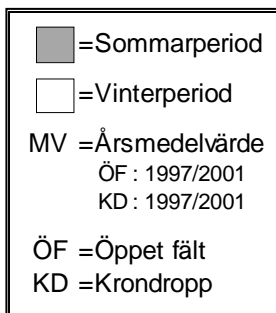


DEPOSITION

(H 03)

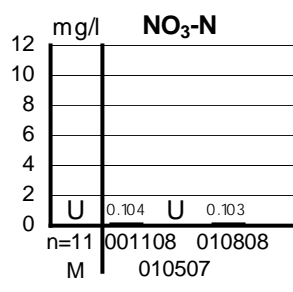
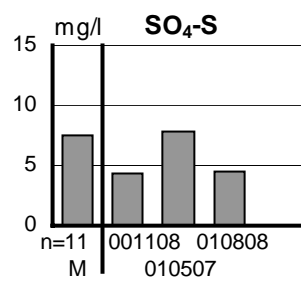
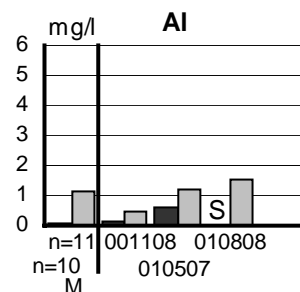
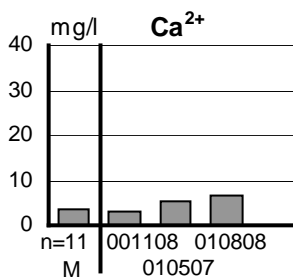
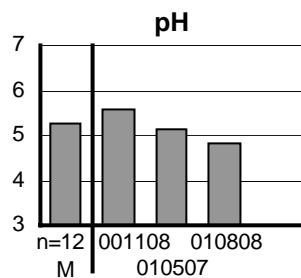
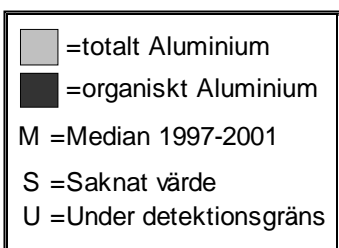
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	00/01
Sommar	315	256	398
Vinter	228	233	256



MARKVATTEN

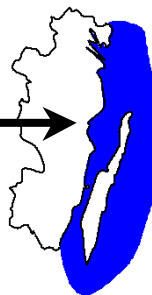
(H 03)



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

Fagerhult (H 06)

Gran, 70 år

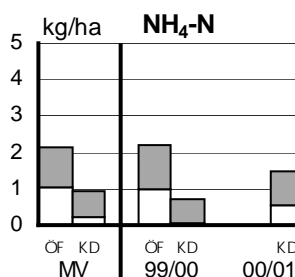
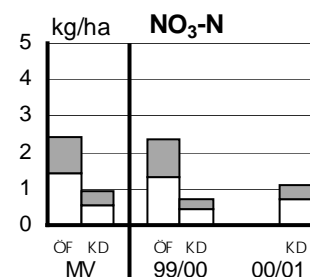
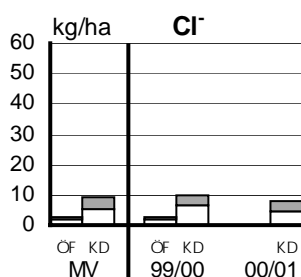
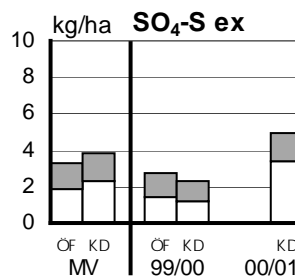
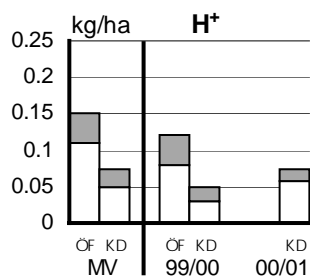
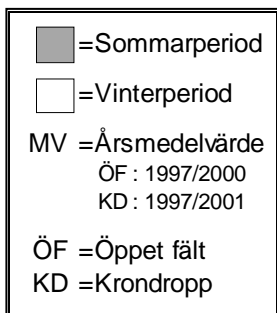


DEPOSITION

(H 06)

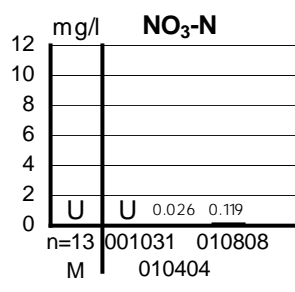
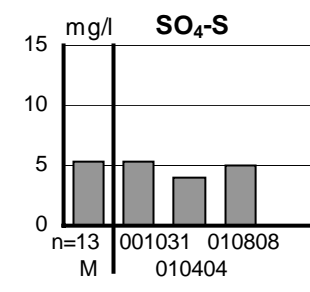
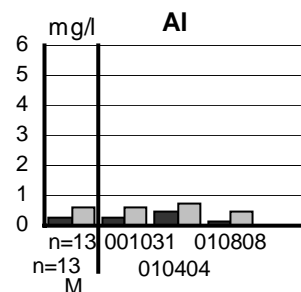
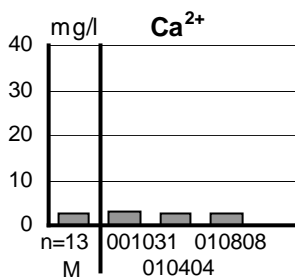
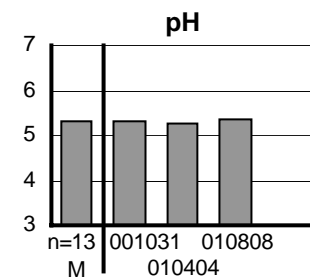
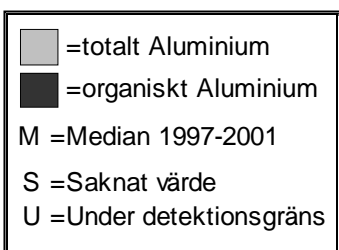
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	
Sommar	327	379	
Vinter	289	254	



MARKVATTEN

(H 06)



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

Hälgsjö (H 11)

Gran, 54 år

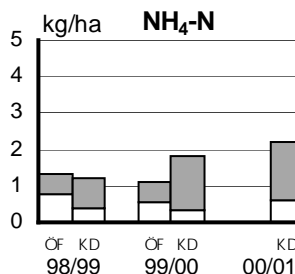
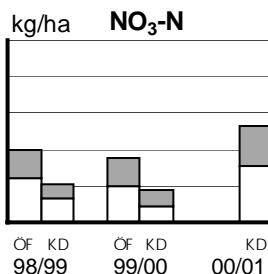
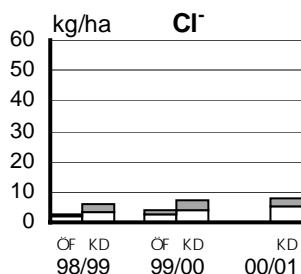
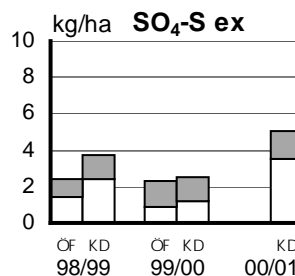
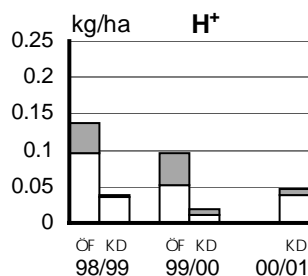
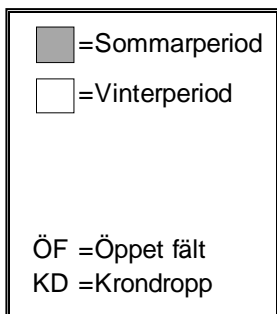


DEPOSITION

(H 11)

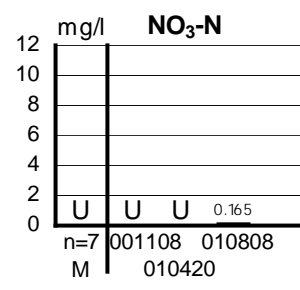
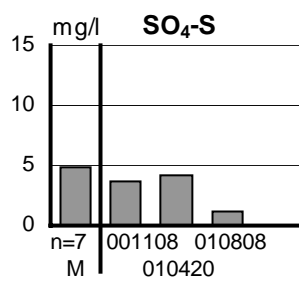
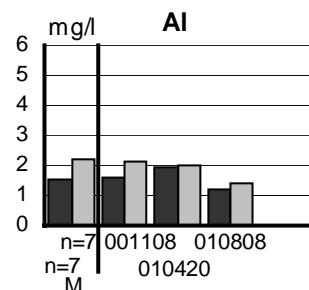
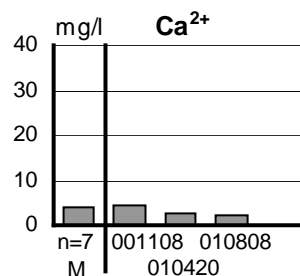
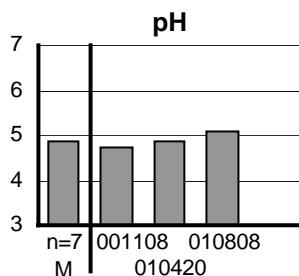
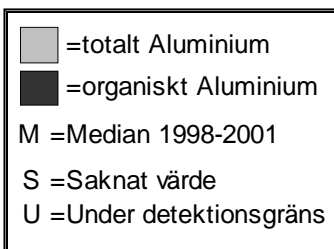
Nederbörd på ÖF (mm)

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



MARKVATTEN

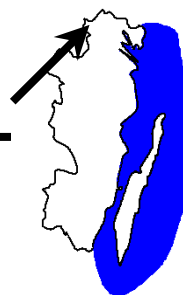
(H 11)



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

Risebo (H 21)

Tall, 64 år

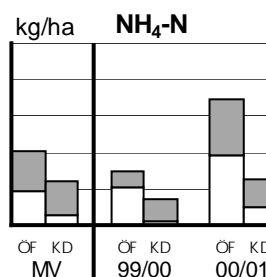
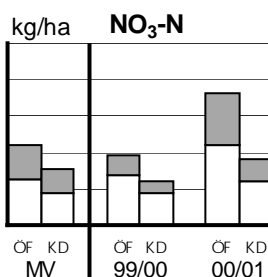
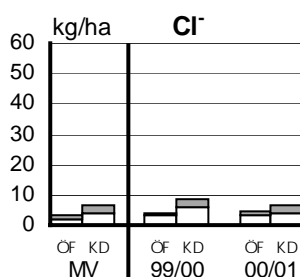
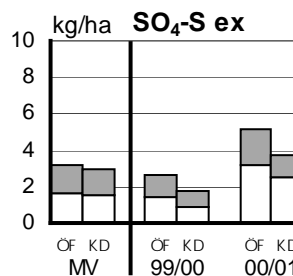
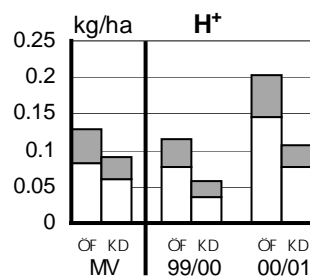
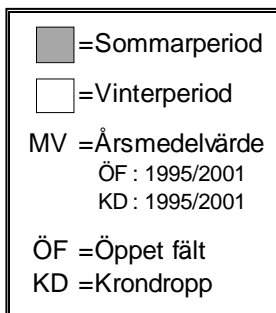


DEPOSITION

(H 21)

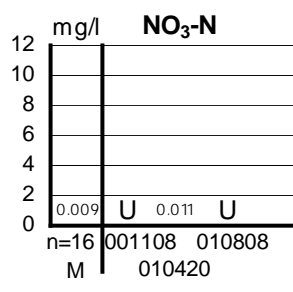
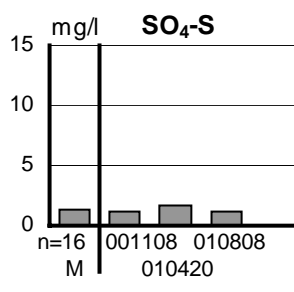
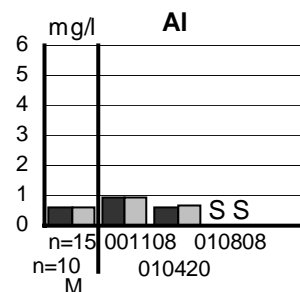
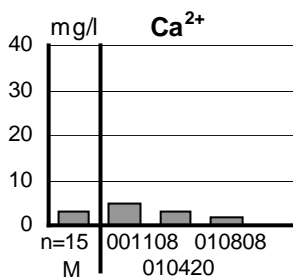
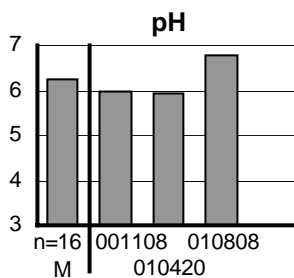
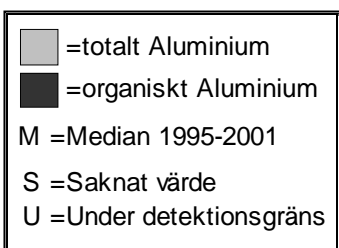
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	00/01
Sommar	369	397	402
Vinter	288	255	482



MARKVATTEN

(H 21)



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

Alsjö (H 22)

Gran, 64 år

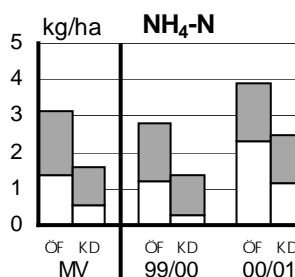
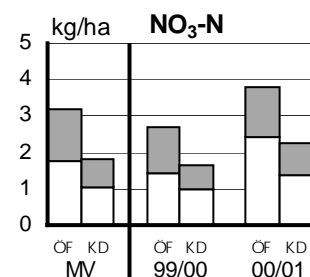
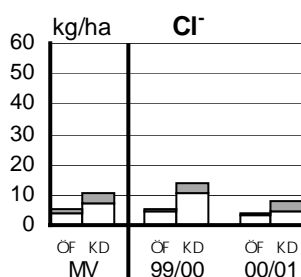
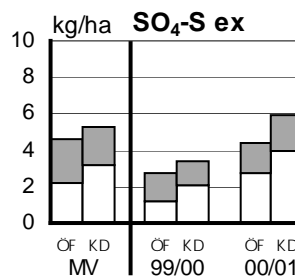
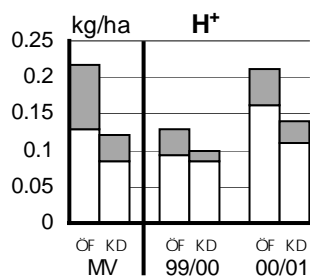
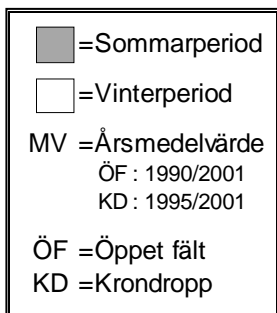


DEPOSITION

(H 22)

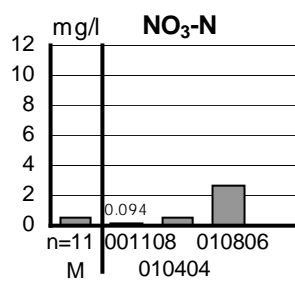
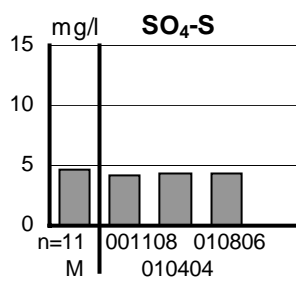
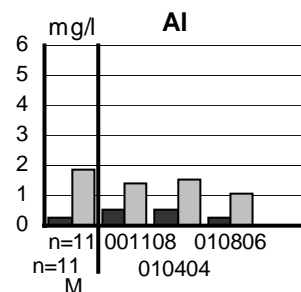
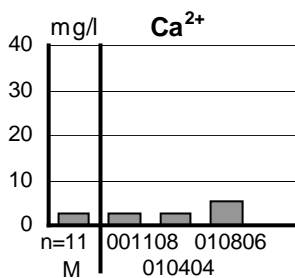
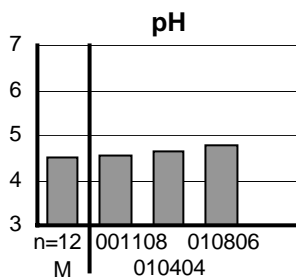
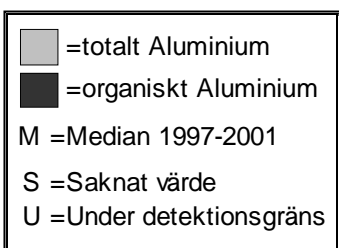
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	00/01
Sommar	348	247	356
Vinter	284	266	372

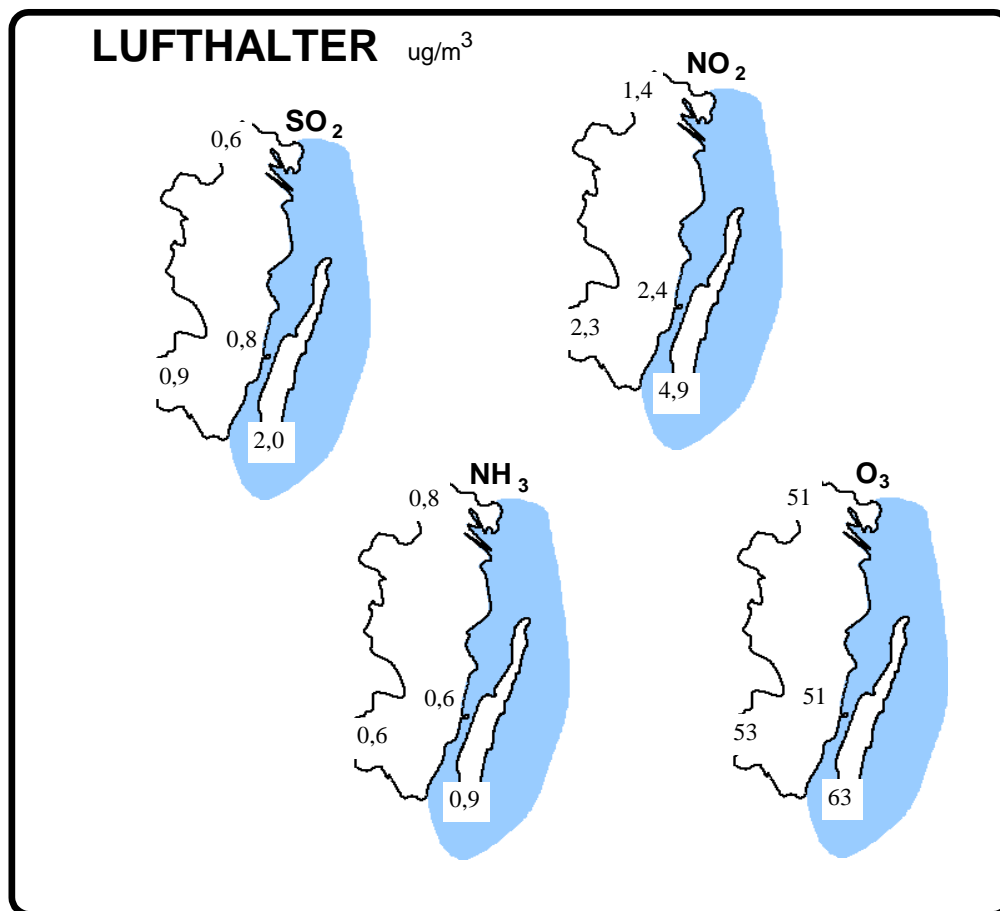


MARKVATTEN

(H 22)



Figur 8. Depositions- och markvattendata från Alsjö, H 22.



Figur 9. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) gäller perioden oktober 2000 till september 2001. För ozon (O₃) och ammoniak (NH₃) perioden april till september 2001.

Faktaruta: Ozonhalter

Ett av 15 svenska Miljö kvalitetsmål kallas Frisk luft. Där anges som delmål: "Halten marknära ozon ska inte överskrida $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som åttatimmars medelvärde år 2010". Detta värde gäller främst skydd av människors hälsa. Inom övriga Europa har arbetet även omfattat ozons effekter på växter och första generationens kritiska nivåer baserades på halter, uttryckta som medelvärden över olika tidsperioder. Numera används ett dosrelaterat mått; AOT40 där AOT står för Accumulated exposure Over Threshold. AOT40 tillhör andra generationens ozonmått och innebär ackumulerat överskridande av halten 40 ppb under en viss tidsperiod, vanligen 3 månader. För jordbruksgrödor, vilda örter och gräs är den kritiska ozonnivån 3000 ppb-timmar under maj - juli.

AOT40 avspeglar inte direkt växternas upptag av ozon utan räknas fram från uppmätta halter. Utvecklingen mot ett upptagsbaserat exponeringsindex för ozon har påbörjats (tredje generationen). Som kortsiktig delmål till år 2010 anger EU i sitt ozondirektiv att "AOT40 under tre sommarmånader inte ska överskrida 9000 ppb-timmar". Som långsiktigt mål inom EU gäller dock att "AOT40 under tre sommarmånader inte ska överskrida 3000 ppb-timmar". Forskning för att översätta månadsresultat från diffusionsprovtagare till både existerande AOT40 begrepp samt till ett upptagsbaserat exponeringsindex pågår och beräknas vara avslutad inom de närmaste två åren.

Tidsutveckling deposition

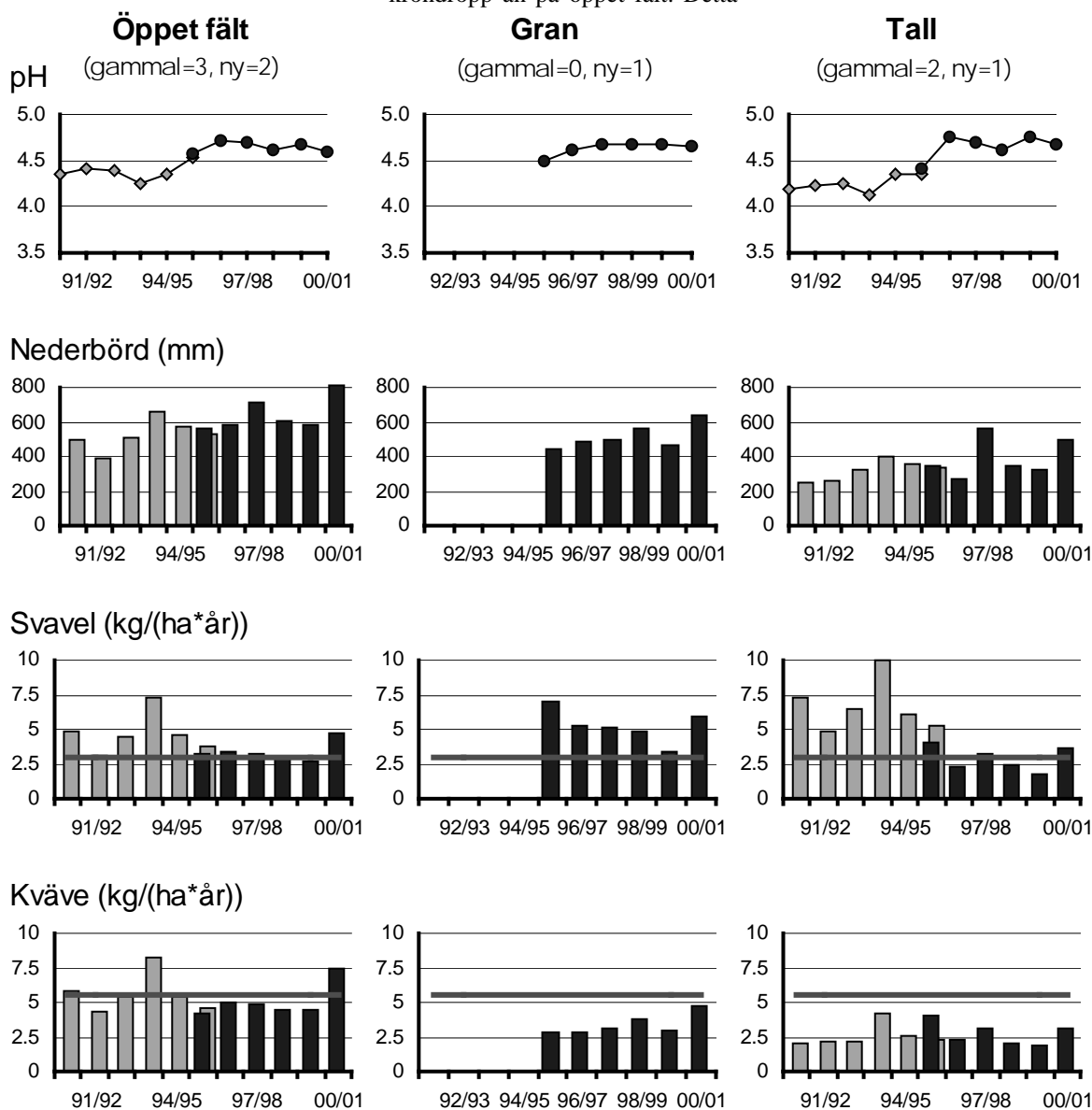
Figur 10 visar mer nederbörd under det senaste hydrologiska året än något år tidigare sedan mätningarna började 1990. I genomsnitt noterades drygt 800 mm från Risebo och Alsjö (de båda lokalerna i "tidsserie ny"), vilket är betydligt mer än motsvarande för tidigare år, 390-660 mm. Data från 1995/96, då mätningar genomfördes på både gamla och nya stationer visar samstämmiga resultat.

Senaste årets nederbörd var generellt den suraste sedan 1995/96. Även halterna av svavel och kväve

var högre än vanligt för de senaste sex åren. I kombination med riklig mängd nederbörd medför det den största deposition av vätejoner, svavel och kväve sedan mitten av 1990-talet. I stora drag visar figuren dock att nederbördens surhetsgrad har minskat sedan mätningarna startade 1990; 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 krondropp än på öppet fält. Senare års data, från den nya tallytan i Risebo, visar snarare högre pH-värden i krondropp än på öppet fält. Detta

beror på neutraliserande processer i trädskronorna. 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 generellt ökande pH-värden i nederbörd från grannlän Blekinge, Kronobergs och Jönköpings län där även nedfallet av svavel har minskat betydligt.



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, medan den andra tidsserien (ny) omfattar två lokaler som startade 1995/96. Streckad linje anger förväntad genomsnittlig nivå i Götaland år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sid. 3).

Detta var tydligast under 1980-talet, innan mätningarna i Kalmar län startade. Utvecklingen bör dock ha varit likartad i Kalmar län.

För kväve har trenderna inte varit lika tydliga. Dock har halterna av kväve i nederbörd från de undersökta lokalerna i länet varit lägre under de fem senaste åren jämfört med den första femårsperioden.

Undersökningarna av skogsytor har visat att nedfallet av svavel har minskat kraftigt i hela Sverige under de senaste tio åren. Tabell 1 beskriver utvecklingen i olika län som har en komplett mätserie under hela den perioden. I Kalmar län saknas en komplett mätserie i granskog. Den tydligaste förändringen av nederbörden på öppet fält är att halterna av svavel har minskat. Den relativa minskningen runt 50 % är likartad i de flesta län. Örebro län uppvisar en något större minskning och en relativt hög halt 1991 för att vara i Svealand. Tidsserien i början av 1990

talet bygger på endast en station, T10 nära Fjugesta, som eventuellt inte är helt jämförbar med de nuvarande stationerna 2001. Trots att halterna har minskat kraftigt har inte depositionen på öppet fält reducerats i samma omfattning i alla län. Det beror på att större delen av Sverige har haft en successivt ökande nederbörds mängd under 1990-talet, i vissa fall över 50 %.

Depositionen av svavel till granskog har minskat i ännu större omfattning än nederbörd på öppet fält. Minskningen varierar mellan drygt 50 % och nära 80 %, med undantag för länen i norra Sverige där minskningen inte är lika stor (tabell 1). Det beror troligen på det faktum att torrdepositionen minskat mer än våtdepositionen. Andelen torrdeposition i granskog i norra Sverige var relativt liten även i början på 1990-talet.

Det finns exempel på minskade halter av oorganiskt kväve i under-

sökningarna av nederbörden på öppet fält. Signifikanta minskningar i storleksordningen 30 till 40 % under perioden 1991 till 2001 noteras i flera län i mellersta och norra Sverige. Depositionen har dock inte minskat på grund av de ökande nederbörds mängderna under perioden. I södra Sverige, där halterna inte förändrats så mycket, finns exempel på ökning av depositionen på öppet fält under senare år med hög nederbörd. Krondroppsmätningar i granskog visar i regel relativt konstanta nivåer på kvävedeposition, vilket indikerar att totaldepositionen till skog inte ökat kraftigt med de stigande nederbörds mängderna. Däremot har fördelningen mellan våt och torr deposition troligen förändrats. Ökat upptag och omvandling av kväve i trädkronan kan också minska kvävemängderna i krondroppet under år med riklig nederbörd och goda förhållanden för trädutväxt, samt tillväxt av alger och lavar på träden.

Tabell 1. Förändringen av halter av sulfatsvavel i nederbörd och svaveldeposition till granskog. Naturligt svavel i form av havssalt är borträknat. Beräknade värden är anpassade till en statistiskt signifikant tidsutveckling av uppmätta värden mellan 1991 och 2001.

Län	Öppet fält			Granskog		
	Volymvägda halter, SO ₄ -S _{ex} , mg/l			Deposition, SO ₄ -S _{ex} , kg/ha*år		
	Beräknat 1991	Beräknat 2001	Minskning	Beräknat 1991	Beräknat 2001	Minskning
Skåne län	1,05	0,54	49%	17,8	6,7	62%
Blekinge län	1,01	0,52	48%	14,9	5,2	65%
Jönköpings län	0,86	0,42	52%	13,8	3,0	78%
Västra Götaland	0,86	0,41	52%	13,4	4,3	68%
Kronobergs län	0,81	0,39	52%	10,7	4,4	59%
Kalmar län	0,97	0,43	55%	-	-	-
Örebro län	0,90	0,33	63%	8,2	2,3	73%
Östergötlands län	0,84	0,40	53%	8,9	3,2	64%
Södermanlands län	0,84	0,40	53%	8,1	3,9	52%
Värmlands län	0,75	0,35	53%	7,1	2,9	59%
Fyra norrlandslän	0,52	0,22	57%	3,0	1,9	37%
Medelvärde			53%			64%

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 (~2 år) ingår ej.

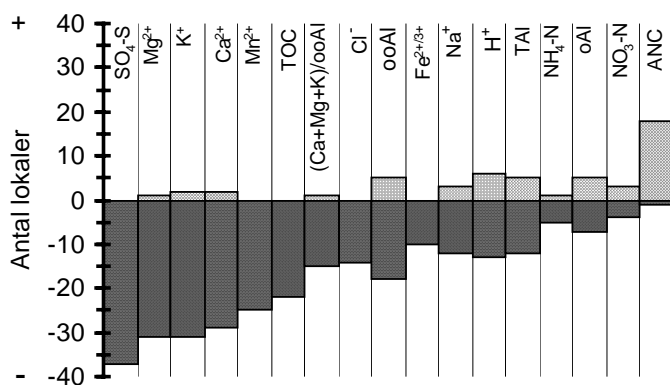
I stora drag visar figur 11 liknande tidsutveckling i Götaland som förra året. Tydligast är minskat innehåll av sulfatsvavel. Det har noterats på mer än hälften av lokalerna och är en logisk följd av minskad svaveldeposition. Därefter följer minskat innehåll av baskationerna kalcium, magnesium och kalium, samt mangan på nästan hälften av lokalerna. Förklaringen kan vara en kombination av att buffringsbehovet har minskat i takt med att nedfallet av försurande svavel har minskat, samt att markernas innehåll av dessa ämnen har minskat. På en tredjedel av lokalerna har innehållet av orga-

niskt kol minskat och på en något mindre andel har kvoten mellan baskationer och oorganiskt aluminium minskat liksom halterna av klorid. Därefter följer ett antal ämnen, där halterna inte förändrats lika tydligt och rangordningen skiljer sig jämfört med förra året. Tydligt är dock att markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC (se ord att förklara, sidan 4) har ökat på en dryg fjärdedel av lokalerna. Förutom att försurningsbelastningen har minskat i området kan det även ha påverkats av nedfall av havssalt och sjunkande halter av klorid i markvattnet under senare år, vilket noterats på hälften av lokalerna med ökad ANC. Tidigare undersökningar visar att episoder med stort nedfall av havssalt under några få dagar kan leda till omfattande jonbyteprocesser i sura marker, vilket diskuterades närmare i årsrapporten för 1998/99. Följden blir höga kloridkoncentrationer och låg ANC under flera år framöver och illustrerar vikten av långa tidsseri-

er för att säkerställa trender i markvattnets surhetsgrad som beror på minskat nedfall av försurande ämnen.

Lokalerna i Kalmar skiljer sig något från det generella mönstret och förändringarna har varit mindre tydliga. 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, se respektive stationsbeskrivning.

Markant för lokalerna i Kalmar län är att så gott som samtliga haft mycket låga halter av mikronäringämnet mangan i markvattnet. De har oftast varit under detektionsgränsen under hela tidsperioden.



Figur 11. Trendberäkningar för markvatten på 63 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 marknära ozon (O₃) mäts på fyra lokaler i länet sedan april 1998.

Svaveldioxidpartiklar har lång livslängd i atmosfären och kan transporteras långa sträckor, 100-200 mil. Intransporten av förore-

nad luft från centrala Europa har stor betydelse för halterna av bland annat svaveldioxid i Sverige. Vid sådana storskaliga episoder kan förhöjda halter av föroreningen mätas upp på stationer inom ett stort geografiskt område. Sot, partiklar och ozon uppträder på samma sätt medan förhöjda halter av ammoniak, och i viss mån kvävedioxid, oftast är ett

lokalt fenomen. Generellt kan sägas att de högsta halterna av svavel- och kvävedioxid brukar förekomma under vinterhalvåret. Halterna på dessa bakgrundslokaler har dock alltid varit under riksdagens beslutade delmål för Frisk luft, se "Ord att förklara".

Utvecklingen av svaveldioxidhalter i luft på mätstationerna i Kalmar län redovisas i figur 12. Under

hela mätperioden har halterna varit högst i Ottenby och lägst i Risebo. Mätperioden är ännu inte tillräckligt lång för att eventuella tidstrender ska kunna urskiljas. På sydsvenska bakgrundsstationer med dygnsmätningar av lufthalter (exempelvis EMEP-stationen Vavihill i Skåne) uppmättes några av vinterhalvårets högsta halter den 21-23 januari 2001 i samband med vindar från syd och sydost. Vid mätningarna av lufthalter för Skånes Luftvårdsförbund var episoden speciellt utmärkande på de två södra stationerna i länet som uppvisade mycket höga månadshalter av svaveldioxid. Denna episod var även tydlig i Kalmar län där till exempel den näst högsta månadshalten av svaveldioxid i Ottenby sedan 1998 uppmättes under januari 2001. Förhöjda halter notera-

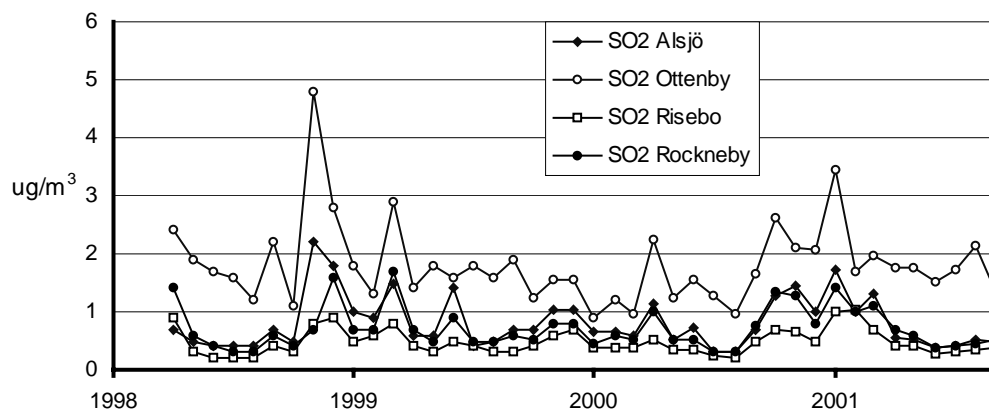
des även på länets övriga lokalerna denna månad.

Halterna av kvävedioxid är generellt högre under de kallare vintermånaderna. De hydrologiska årsmedelhalterna låg på jämförbar nivå med förra årets halter.

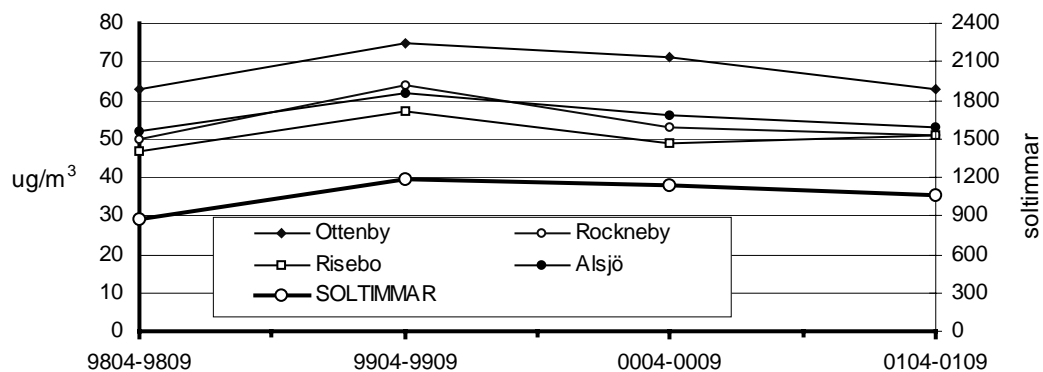
Sommarmedelhalterna av ammoniak i Rockneby, Risebo och Alsjö var under 2001 de högsta sedan mätningarna började 1998. Till skillnad mot tidigare år har flera höga månadshalter uppmätts på samtliga stationer under 2000/01. Orsaken till detta är okänd.

Marknära ozon är en sekundär luftförorening som bildas ur kemiska reaktioner mellan kväveoxider (NO_x) och flyktiga organiska kolväteföreningar (VOC) under solljusets inverkan. Väder som

gynnar ozonbildning är högtrycks-situationer då vädret är varmt och soligt med låga vindhastigheter. De högsta halterna av marknära ozon förekommer normalt under vår och försommar. De meteorologiska faktorerna orsakar stora naturliga variationer i ozonhalter mellan åren. En jämförelse mellan medelhalten av ozon under sommarhalvåret och antalet uppmätta soltimmar i Växjö (Väder och Vatten, SMHI) under samma perioder tydliggör sambandet mellan marknära ozon och solsken, se figur 13. Det bör observeras att mätstationen i Växjö inte är helt representativ för Kalmar län då det geografiska avståndet är lite för stort. Skillnader i antalet soltimmar kan skilja mellan Växjö och de mer kustnära stationerna i Kalmar län.



Figur 12. Månadsmedelvärden av svaveldioxid, (SO_2) på fyra lokaler i Kalmar län under perioden april 1998 - sep 2001.



Figur 13. Medelvärden för ozon (O_3) under april - september 1998 - 2001, samt antal soltimmar i Växjö.

Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten

Tabell 2a. Data från mätningar på öppet fält i Kalmar län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

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)	99/00	371	0,07	3,8	3,0	18,9	3,1	2,5					
	98/99	517	0,11	4,7	4,2	10,1	3,6	3,0					
	97/98	501	0,14	3,8	3,5	6,4	2,8	2,1					
	96/97	423	0,15	3,5	3,1	8,8	2,7	1,6	1,6	0,8	4,9	0,5	0,08
	95/96	509	0,15	4,7	4,3	6,7	2,8	2,5	2,2	0,6	3,4	0,6	0,04
	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
	93/94	706	0,49	9,3	8,7	12,7	5,2	4,4					
	92/93	461	0,17	5,5	5,0	10,8	3,2	3,2					
	91/92	374	0,16	3,9	3,5	8,5	3,0	2,3					
90/91	415	0,26	5,1	4,8	8,1	3,0	2,7						
Rockneby (H 03 B)	00/01	654	0,18	4,2	4,0	3,3	3,3	3,4	1,3	0,5	2,1	1,4	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					
Fagerhult (H 06 B)	99/00	633	0,12	2,9	2,8	2,9	2,3	2,2					
	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
	97/98	626	0,16	3,4	3,3	2,2	2,3	1,8					
Hälgsjö (H 11 A)	99/00	507	0,10	2,5	2,3	3,7	1,8	1,1					
	98/99	516	0,14	2,6	2,4	2,9	2,0	1,3					
Risebo (H 21 A)	00/01	884	0,20	5,4	5,2	4,9	3,6	3,5	2,1	0,7	2,9	2,7	0,15
	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
	98/99	547	0,12	2,5	2,4	2,3	1,6	1,3	1,2	0,3	1,6	1,2	0,05
	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
	96/97	504	0,08	3,1	2,9	3,7	1,9	2,2	1,4	0,4	1,7	1,4	0,07
	95/96	531	0,13	2,7	2,6	2,6	1,7	1,6	0,9	0,2	1,1	0,7	0,05
Alsjö (H 22 A)	00/01	728	0,21	4,6	4,4	4,1	3,8	3,9	1,4	0,5	2,4	0,8	0,13
	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
	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
	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
	96/97	663	0,14	4,1	3,8	5,8	2,8	3,1	1,5	0,6	2,9	1,7	0,25
	95/96	598	0,17	4,2	4,0	4,0	2,5	2,7	1,7	0,3	1,7	0,9	0,06
	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
	93/94	822	0,38	8,1	7,8	6,5	4,6	4,5					
	92/93	553	0,22	4,9	4,6	8,3	2,8	2,9					
	91/92	503	0,20	3,5	3,3	4,2	2,6	2,2					
90/91	659	0,24	7,1	6,7	8,5	3,9	3,8						

Tabell 2b. Öppet fältdata från Kalmar län, deposition under månader okt-dec 2000. Nederbörd (Nedb) anges i mm/kvartal, övriga parametrar i kg/hektar och kvartal.

Lokal	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	192	0,06	1,8	1,6	3,6	1,6	1,2					
Fagerhult	259	0,08	2,0	1,9	1,5	1,3	1,5					
Hälgsjö	351	0,14	3,0	2,8	3,2	2,0	1,7					

Tabell 3. Krondroppsmätningar i Kalmar. Nederbörd (Nedb) i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.
Obs! Senaste årets data överst!

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)	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)	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					
Fagerhult (H 06 B)	00/01	459	0,07	5,3	4,9	8,0	1,1	1,5					
	99/00	377	0,05	2,8	2,3	9,8	0,7	0,7					
	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
	97/98	438	0,08	4,8	4,3	10,3	0,9	1,0					
Hälgsjö (H 11 A)	00/01	346	0,05	5,5	5,1	8,1	2,6	2,2					
	99/00	273	0,02	2,9	2,5	7,4	0,9	1,8					
	98/99	264	0,04	4,0	3,7	5,9	1,1	1,2					
Risebo (H 21 A)	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
Alsjö (H 22 A)	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 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
Mv 9910-0009	1,4	0,6	0,4	0,7
0010	2,6	1,4	0,7	1,3
0011	2,1	1,3	0,6	1,4
0012	2,1	0,8	0,5	1,0
0101	3,4	1,4	1,0	1,7
0102	1,7	1,0	1,0	1,0
0103	2,0	1,1	0,7	1,3
0104	1,7	0,7	0,4	0,6
0105	1,7	0,6	0,4	0,5
0106	1,5	0,4	0,3	0,4
0107	1,7	0,4	0,3	0,4
0108	2,1	0,4	0,4	0,5
0109	1,4	0,5	0,4	0,5
Mv 0010-0109	2,0	0,8	0,6	0,9

Tabell 4. Lufthalter forts., diffusionsprovtagning.

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
Mv 9910-0009	4,5	2,4	1,7	2,5
0010	2,5	2,1	2,9	1,5
0011	6,1	4,3	1,5	4,1
0012	10,8	3,9	1,7	4,2
0101	4,8	3,1	2,1	3,4
0102	4,1	2,6	2,5	2,9
0103	5,1	2,9	1,4	2,6
0104	6,2	2,2	1,0	1,8
0105	5,4	1,8	0,8	1,4
0106	4,6	1,5	0,8	1,2
0107	3,7	1,4	0,7	1,1
0108	3,6	1,8	0,7	1,3
0109	2,2	1,4	0,7	1,3
Mv 0010-0109	4,9	2,4	1,4	2,3

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	<0,3	<0,3
Mv 0004-0009	0,5	0,5	<0,3	<0,3
0010	<0,3	-	0,5	0,3
0011	3,8	-	1,1	0,7
0012	<0,3	0,4	<0,3	0,3
0101	<0,3	<0,3	<0,3	0,7
0102	<0,3	1,4	0,3	0,3
0103	<0,3	0,5	0,6	0,3
0104	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
0105	0,7	0,7	0,5	<0,3
0106	1,3	0,6	2,4	0,8
0107	0,5	1,2	<0,3	0,5
0108	2,2	0,5	0,4	0,9
0109	0,5	0,5	1,0	0,7
Mv 0104-0109	0,9	0,6	0,8	0,6

1) uppskattat värde

År,mån	Marknära Ozon, O ₃ µg/m ³			
	H 01 Ottenby	H 03 Rockneby	H 21 Risebo	H 22 Alsjö
Mv 9804-9809	63	50	47	52
Mv 9904-9909	75	64	57	62
Mv 0004-0009	71	53	49	56
0010	39	-	25 ¹⁾	33
0011	28 ¹⁾	-	20 ¹⁾	30 ¹⁾
0012	51	18	22 ¹⁾	35
0101	45	34	25 ¹⁾	34
0102	56	51	50	51
0103	69	56	58	61
0104	71	63	59	62
0105	72	61	62	64
0106	66	54	61	57
0107	69	52	51	53
0108	50	41	41	42
0109	49	35	33	38
Mv 0104-0109	63	51	51	53

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
Ottenby (H 01 A)	2000-11-09	4,7	-	0,399	12,72	47,74	2,382	0,049	32,35	3,62	18,21	0,23	<0,020	0,972	1,160	3,970	64,0	22
	2001-04-03	4,5	-	0,128	4,32	10,26	10,943	<0,010	15,26	2,84	10,81	0,09	<0,020	0,966	1,845	4,900	46,0	7,3
	2001-08-08	4,6	-	0,369	14,18	38,89	3,967	0,388	27,74	4,41	20,03	0,60	<0,020	0,928	1,540	4,085	51,0	16
	median n= 23	4,8	-	0,404	7,33	22,36	0,098	0,014	16,00	2,04	13,30	0,23	<0,020	1,355	1,400	4,785	64,0	11
Rockneby (H 03 B)	2000-11-08	5,6	0,015	0,000	4,27	17,37	0,104	0,035	2,93	1,18	11,81	0,28	0,203	0,015	0,348	0,486	6,4	10
	2001-05-07	5,1	-	0,115	7,85	11,18	<0,002	<0,010	5,31	2,04	10,89	0,53	0,045	0,055	0,598	1,199	11,9	10
	2001-08-08	4,8	-	0,275	4,56	9,88	0,103	<0,010	6,54	1,52	7,17	3,20	<0,020	0,164	-	1,521	58,0	-
	median n= 12	5,3	-	0,003	7,43	11,18	<0,002	<0,010	3,51	1,67	10,70	0,28	<0,020	0,006	0,963	1,145	4,3	5,2
Fagerhult (H 06 B)	2000-10-31	5,3	-	0,033	5,29	5,61	<0,002	<0,010	2,93	1,50	5,74	0,10	<0,020	0,035	0,307	0,576	7,8	12
	2001-04-04	5,3	-	0,072	4,02	3,96	0,026	<0,010	2,46	1,42	4,52	0,03	<0,020	1,100	0,290	0,745	12,0	11
	2001-08-08	5,4	-	0,044	4,94	4,86	0,119	0,086	2,79	1,36	5,65	0,06	<0,020	0,034	0,282	0,443	9,5	12
	median n= 13	5,3	-	0,040	5,29	4,86	<0,002	<0,010	2,68	1,50	5,65	0,18	<0,020	0,039	0,317	0,604	9,5	11
Hälsjö (H 11 A)	2000-11-08	4,7	-	0,247	3,64	11,61	<0,002	<0,010	4,47	3,00	6,55	1,80	<0,020	0,273	0,535	2,135	45,0	14
	2001-04-20	4,9	-	0,169	4,10	4,14	<0,002	<0,010	2,84	2,36	4,44	0,50	<0,020	0,218	0,073	1,995	35,0	67
	2001-08-08	5,1	-	0,217	1,13	3,29	0,165	0,377	2,36	1,22	1,94	3,48	<0,020	0,190	0,213	1,394	44,0	25
	median n= 7	4,8	-	0,171	4,76	8,59	<0,002	<0,010	4,07	2,84	6,55	0,85	<0,020	0,218	0,649	2,190	40,0	14
Risebo (H 21 A)	2000-11-08	6,0	0,080	0,314	1,18	3,64	<0,002	<0,010	5,07	1,46	1,89	1,42	<0,020	0,317	0,042	0,958	30,0	143
	2001-04-20	6,0	0,064	0,203	1,69	0,52	0,011	<0,010	3,08	1,05	1,54	0,64	<0,020	0,248	0,048	0,673	17,0	77
	2001-08-08	6,8	-	0,160	1,25	0,49	<0,002	<0,010	1,93	0,76	1,50	1,06	<0,020	-	-	-	-	-
	median n= 16	6,3	-	0,174	1,38	2,20	0,009	0,019	3,08	1,21	1,71	1,00	<0,020	0,293	0,069	0,630	19,0	54
Alsjö (H 22 A)	2000-11-08	4,5	-	-0,071	4,09	5,41	0,094	<0,010	2,71	0,71	2,87	0,98	0,259	0,099	0,890	1,407	13,0	3,7
	2001-04-04	4,7	-	-0,077	4,26	3,22	0,491	0,039	2,60	0,60	2,60	0,86	0,177	0,063	1,015	1,525	9,3	3,0
	2001-08-06	4,8	-	-0,034	4,25	2,02	2,683	<0,010	5,50	0,63	1,13	4,08	<0,020	0,011	0,852	1,089	7,2	8,5
	median n= 12	4,5	-	-0,136	4,72	5,41	0,491	<0,010	2,60	0,92	2,94	0,98	0,259	0,027	1,563	1,871	7,2	2,4

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 arbetet för ett bärkraftigt samhälle.

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

Forskning- 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 publikationsservice registreras i IVLs A-serie. Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

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

P.O.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 77 80
Fax: +46 472 26 77 90

www.ivl.se