



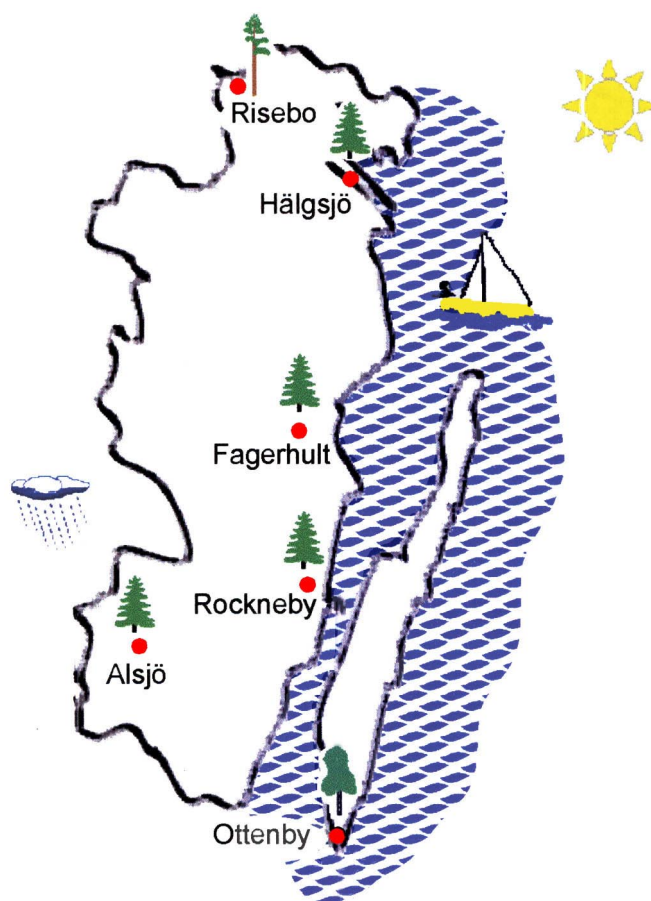
rappport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Kalmar läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län

Resultat till och med september 2003



Eva Hallgren Larsson, redaktör
B 1558
Mars 2004

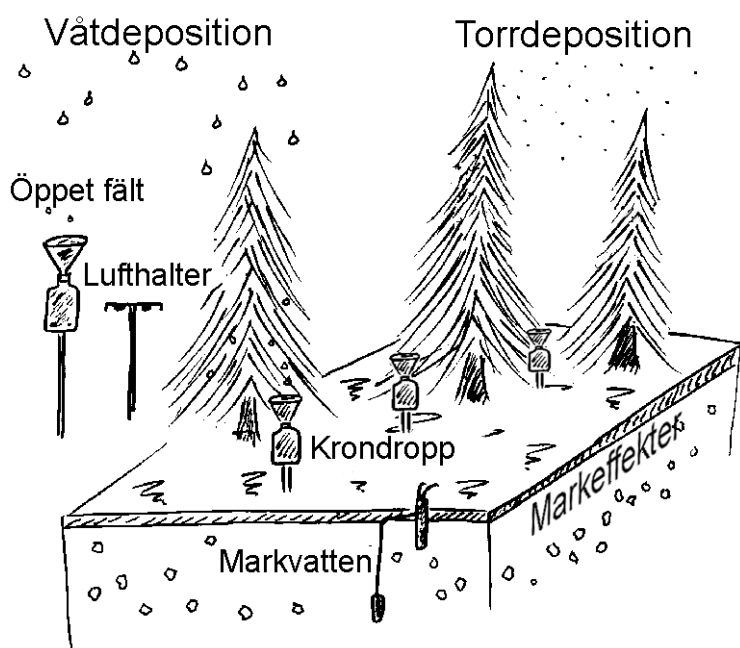
För Kalmar läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Kalmar län Resultat till och med september 2003

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. Genom samarbete med SMHI utförs även yttäckande modellberäkningar av depositionen.

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 4,6-4,9. 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 5,5 kg/ha de fem senaste åren. För belastning av kväve är det svårare att se trender. För landet som helhet är ackumulerad deposition av svavel via krondropp är betydligt större i Skåne än i Norrbotten; 110 respektive knappt 20 kg/ha under perioden 1992-2003. Prognoser visar att om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer deposition av svavel och kväve att minska till år 2010.

Under oktober 2002 till september 2003 noterades knappt 600 mm nederbörd i Rockneby med pH-värde 4,7. Med nederbörden deponerades 7,2 kg kväve, varav 5,1 kg oorganiskt och 2,1 kg organiskt kväve. Till marken i de tre granytorna deponerades 3,2 kg antropogent svavel per hektar, mindre än genomsnittet från 6 års mätningar men något mer än närmast föregående år. Det korrelerar väl med uppmätta halter av svaveldioxid som också var något högre än närmast föregående år. Liksom tidigare noterades störst svavelnedfall och högst lufthalter av samtliga ämnen i Ottenby. Halterna av marknära ozon var högre än EUs senaste ozondirektiv på samtliga lokaler i länet. Mätningarna visar surast markförhållanden i granytan öster om Emmaboda och ökad försurningsgrad i markvatten från Ottenby. Markvattnets innehåll av mikronäringsämnet mangan har generellt varit låga.



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 1558

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	14
Tidsutveckling markvatten.....	16
Tidsutveckling lufthalter	17
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden.....	18
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
- länk till modellberäknade data
- 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 (figur 2). Syftet är att kvantifiera belastning och beskriva effekter i marken. På vissa lokaler mäts lufthalter av olika föroreningar.

Resultaten från undersökningarna samlas i en databas på IVL där bearbetning sker. Ett mätår är ett hydrologiskt år, från oktober till september. Resultat avseende tillstånd och tidsutveckling redovisas i årliga rapporter och på Krondroppsnätets hemsida, under www.ivl.se. Vissa ord och begrepp förklaras i faktarutan på sidan 4. Där finns även en förklaring till innehållet i stationsfigurerna, som visar resultat från enskilda lokaler.

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 och är delvis EU-finansierade. 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 enligt Program 2000 för regional övervakning av luftföroreningar.

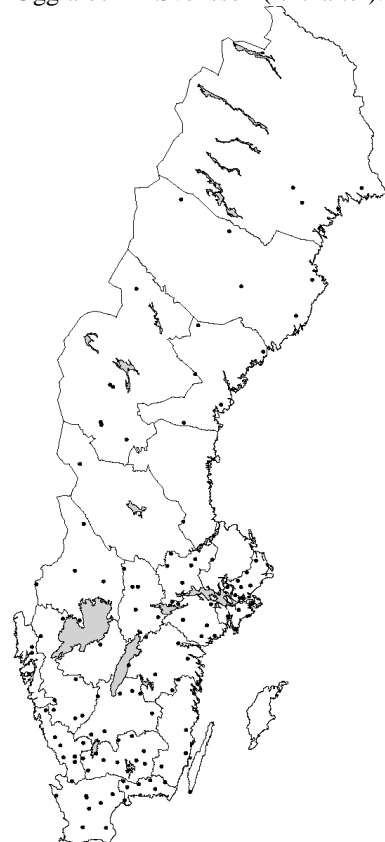
Det är resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL. Bland annat har det inneburit ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade metoder för att undersöka torrt nedfall i skog samt program för kvalitetssäkring av mätningarna. Förutom hemsidans redovisning bestod årsrapporteringen 2003 av en samlad rapport för hela Sverige (IVL B 1521, med länsbilagor) och en rapport med jämförelse mellan modellberäknat och uppmätt nedfall på öppet fält (IVL B 1530). Dessa ingick som grund för den översyn av verksamheten som genomfördes tillsammans med en styrgrupp bestående av representanter från länen, NV och Skogsstyrelsen (SKS). Resultatet, Programmet 2004 till 2006, liknar i stora drag utförandet 2003, men föreslår minst en lokal per län med nederbördskemiska mätningar på öppet fält. Totalt antal skogslokaler är dock något mindre än förut.

Nederbördskemiska mätningar på öppet fält har kompletterats med modellberäknad våtdeposition, utförd av SMHI. Denna rapport redovisar modellberäknad våtdeposition i figurer och tabeller, som jämförelse till krondroppsmätningar. Förbättrade metoder att undersöka torrt nedfall i skog finansieras delvis av NV och görs i tio intensivytor, utvalda för att representera olika delar av landet. Intensivytorna ingår i NVs program för övervakning av deposition till skog, start hösten 2000. Programmets provtagning är nu ackrediterad enligt SWEDAC, och inkluderar rutiner för utbildning av provtagare/vikarier. Svenska metoder att mäta nedfall till skog har jämförts med 19 länder i Europa. Sveriges deltagande finansierades till stor del av NV. Resultaten visade god överensstämmelse med genomsnittet för alla länder

Svenska miljö kvalitetsmål förutsätter att internationellt avtalade utsläppsminskningar genomförs.

Minskningen kan räknas om till deposition i olika delar av landet och jämföras med regionala mätningar. För Götaland år 2010 är förväntad genomsnittlig belastning i både öppna och skogbevuxna områden 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 och Per Örsta, Skogsvårdsstyrelsen (SVS) samt Göran Åsenius. Under året har Lennart Weidinger ersatt Hans-Olof Lundqvist, båda SVS. På IVL har G Hedberg, K Koos, I Torbrink, C Hällinder, S Honkala, V Andersson, N Nilsson, C Larsson, K Hommerberg och B Dusan analyserat proverna. Validering av data har utförts av G Hedberg. J Knulst, G Malm och E Uggla har arbetat med databearbetning och figurframställning. E Hallgren Larsson har varit projektledare och utvärderat och rapporterat tillsammans med O Westling, E Uggla och A Svensson (lufthalter).



Figur 2. Krondroppsnätet under 2002/03. 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.

Intensivytta: 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. När det gäller normer och gränsvärden hänvisas till separat faktaruta i anslutning till avsnitt om lufthalter samt Krondroppsnätets hemsida.

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: Deposition via nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält eller modellberäknas genom samarbete med SMHI (högupplöst Sverigemodell).

Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och lufthalter mäts.

Förklaring till stationsfigurer

Figuren redovisar deposition av ett urval ämnen de två senaste åren och jämförs med ett medelvärde för hela perioden. Åren är indelade i sommar- (april-sep) och vinterperiod (okt-mars). Olika tidsperioder kan gälla uppmätt deposition på öppet fält eller via krondropp alternativt modellberäknad våtdeposition.

Markvatten redovisar det senaste årets provtagningar (normalt tre), vilka jämförs med ett långtidsvärde. Medianvärde används för att undvika 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. 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

Figur 3-8 om deposition och markvatten, figur 14 om halter i luft samt tabell 1-5. Notera att nederbördskemiska mätningar på öppet fält endast görs i Rockneby. På övriga lokaler redovisas istället modellberäknad våtdeposition i figur 3-8 och tabell 3.

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.

Tidigare års mätningar har visat att Ottenby leder länets interna "liga" för nedfall av antropogent svavel. De har också visat förhållandevis höga koncentrationer av svavel och kväve i nederbörd från Ottenby. Sannolikt är stationens läge på Ölands södra udde mest avgörande för detta. Sedan mätningarna startade har i genomsnitt 7,5 kg antropogent svavel och 5 kg kväve (räknat som summa nitrat- och ammoniumkväve) årligen deponerats per hektar mark i skogen. Det innebär att sedan mätningarna startade 1990 har nästan 100 kg svavel och 65 kg kväve deponerats per hektar i beståndet. Se även figur 10, med resultat från 1992. Liksom på många andra ställen i östra Sverige var svavelnedfallet större under det senaste hydrologiska året; 4,8 kg/ha under 2002/03, än närmast föregående år även om det var betydligt mindre än genomsnittet för hela mätperioden. När det gäller kvävenedfall via krondropp visar senaste årets data liknande resultat som tidigare, 4,5 kg/ha, trots att den totala mängden krondropp var den minsta som noterats något år. Detta förklaras av att koncentrationerna av kväve var cirka 30 % högre än genomsnittet för alla år. Kloridanalyserna indikerar mindre påverkan av saltförande vindar än genomsnittet för hela perioden.

Markvatten från Ottenby har visat annan karaktär än övriga lokaler i länet; 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 29 provtagningar. Merparten aluminium har varit bundet till organiskt material, vilket förknippas med mängden organiskt material i marken. De mycket höga halter av nitratkväve (2-14 mg/l) som noterades vid sju provtagningar under 1999-2001 har inte upprepats de två senaste åren. Linjär regressionsanalys av markvattnets sammansättning visar statistiskt signifikant ökade kaliumhalter. Att pH-värde och syraneutraliserande förmåga (ANC) har minskat signifikant sedan mätningarna startade 1990 indikerar ökad försurningsgrad i markvatten från Ottenby. Även kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium visar samma tendens (sjunkande värden och ökad försurningsgrad) men trenden är inte statistiskt signifikant.

Halterna av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃) i Ottenby var under 2002/03 på jämförbar nivå med övriga år sedan mätningarna början 1997. Precis som tidigare år var lufthalterna av SO₂, NO₂ och O₃ högre i Ottenby än på de övriga tre stationerna med luftmätningar i länet. Vad gäller NH₃ var variationen mellan månaderna något större och de lägsta respektive högsta månadshalterna återfanns på olika stationer. Sommarhalvårshalten (april-september) av NH₃ har dock generellt varit högst i Ottenby, vilket även var fallet 2003. Även jämfört med stationer i övriga landet har höga halter av

samtliga fyra föroreningar uppmätts i Ottenby. Landets högsta årsmedel (2002/03) av SO₂ återfanns i Ottenby, medan årsmedelhalterna av NO₂ var högre endast på några stationer i Stockholms och Skåne län. Ottenby hade även den tredje högsta sommarhalvårshalten av NH₃ och det fjärde högsta av O₃.

Rockneby (H 03): Nationell observationsyta norr om Kalmar med 62-årig granskog och ståndortsindex G28. Rockneby ersätter tidigare mätningar i en näraliggande tallyta, Böle. Mätningarna i Rockneby startade i januari 1997. Lokalen är en av tio Intensivytor i landet som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. Bland annat innebär det att vissa mätningar (nederbördskemiska mätningar på öppet fält) bekostas av nationella anslag.

Mätningarna visar något större nedfall av svavel och kväve än närmast föregående år; 3 kg svavel per hektar både på öppet fält och via krondropp samt 5 kg kväve per hektar på öppet fält, varav hälften tagits upp eller omvandlats i träd-kronorna. Att svavelnedfallet visar samma värde på öppet fält och via krondropp indikerar att torrdepositionen av svavel varit liten. Svavelnedfallet till marken i skogen var också mindre under 2002/03 än medelvärdet för sex års mätningar; 4 kg/ha. När det gäller nedfallet av svavel och kväve på öppet fält samt kvävenedfallet till marken i skogen var resultaten från 2002/03 i nivå med genomsnittet för hela mätperioden från 1997. I Rockneby mäts även depositionen av organiskt kväve. Resultaten visar att den andelen som genomsnitt för de tre senaste åren varit 3 kg/ha, jämfört med 2,2 kg oorganiskt kväve. Det indikerar även att kvävenedfallet till marken inne i skogen underskattas med analys av enbart oorganiskt kväve. Variationen av depositionen av organiskt kväve i form av krondropp i barrskog är dock inte lika stor som oorganiskt kväve, i genomsnitt 2,5 kg organiskt kväve

per hektar från 3 års mätningar på elva intensivytor i landet. Det organiska kvävet kommer dels från en sannolikt naturlig deposition, och dels från omvandling i trädskronorna. Rockneby är den enda lokal i länet där jämförelser mellan uppmätt nedfall på öppet fält och modellberäknad våtdeposition (redovisas för övriga lokaler i figur 3-8) kan göras. Modellberäknade resultat från 2001/02 visar på årsbasis knappt 10 % högre värden för våtdeposition av svavel och oorganiskt kväve än uppmätta värden på öppet fält, vilket får betraktas som en acceptabel skillnad.

Markvattnet visar ganska normala värden för granskog i området. Medianvärden från sex års provtagningar visar pH-värde 5,2, 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. Halterna av kväve har oftast varit under detektionsgränsen. Förhöjda halter, som skulle kunna vara tecken på någon form av störd kväveomsättning i beståndet, har dock noterats vid ett antal tillfällen både för nitratkväve och ammoniumkväve. Inga större förändringar avseende markvattnets sammansättning har noterats sedan mätningarna startade. Det enda ämne som visar statistiskt säkerställd utveckling är oorganiskt aluminium, där halterna har minskat. Provtagningarna 2003 har visat låg kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium samt låg (negativ) syraneutraliserande förmåga, vilket gör att den tidigare signifikanta trenden mot minskad försurning har brutits.

Halterna av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃) i Rockneby var under 2002/03 på jämförbar nivå med övriga år sedan mätningarnas början 1997. Månadshalterna av SO₂ och NO₂ i Rockneby har generellt varit av samma storleksordning som halterna i Alsjö, lägre än halterna i Ottenby och

högre än i Risebo. Vad gäller NH₃ och O₃ har variationen mellan månaderna och stationerna varit något större. Jämfört med övriga landet var periodens halter i Rockneby relativt låga till genomsnittliga för samtliga ämnen.

Fagerhult (H 06): Nationell observationsyta med drygt 70-årig granskog och ståndortsindex G28, strax väster om Oskarshamn. På samma sätt som i Rockneby startade mätningarna i januari 1997. Dock avslutades nederbörds kemiska mätningar i december 2000.

Som på alla andra lokaler i länet visade krondroppsmätningarna något större svavelnedfall under 2002/03 (2,8 kg/ha) än närmast föregående år. Samtidigt var det mindre än genomsnittet för sex års mätningar i Fagerhult; cirka 3,5 kg/ha. Krondroppsmätningarna av kväve visade snarast något högre värden (2,2 kg/ha) än genomsnittet. Tidigare års mätningar har visat att endast en tredjedel av våtdeponerat kväve har nått marken i form av krondropp i Fagerhult. Detta är normalt och beror på upptag och omvandling av kväve i trädskronorna. Inverkan av saltförande vindar, mätt som kloridnedfall, var på samma nivå som tidigare; knappt 10 kg/ha.

Markvattnet i Fagerhult visar liknande sammansättning som i Rockneby, även om halterna av flertalet ämnen varit lägre. Provtagningen brukar fungera bra och medianvärden från 19 provtagningar är pH-värde 5,3. Medianvärdet för oorganiskt aluminium, 0,3 mg/l, får betraktas som ganska lågt för området. Förutom två tillfällen 2001 har kvävehalterna i princip alltid varit under detektionsgränsen, vilket är normalt och tyder på att kväve utnyttjas på ett effektivt sätt. Flertalet ämnen har visat relativt likartade halter sedan mätningarna startade 1997. Endast för kalcium och kalium har signifikanta trender med minskande halter noterats.

Hälsjö (H 11): Provyta i 56-årigt granbestånd i nordöstra delen av länet. Lokalen etablerades speci-

ellt 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.

Svavelnedfallet till marken i skogen var på samma nivå under 2002/03 som genomsnittet för de fem år som mätningar har genomförts; 3,5 kg/ha. Krondroppsmätningarna av kväve visade större nedfall än något år tidigare; 5,2 kg/ha räknat som summa nitratkväve och ammoniumkväve. Det är något mer än de två tidigare åren (4,8 kg/ha) och betydligt mer än vad som noterades 1998/99 och 1999/00; 2,5 kg per hektar.

Markvattnet har ofta haft pH-värde 4,8 och relativt höga halter av aluminium totalt, 2,2 mg/l. Merparten har varit bundet i organiska föreningar, vilket anses mindre giftigt än oorganiskt bundet aluminium och sannolikt förklaras av höga halter totalt organiskt kol, 39 mg/l som medianvärde. Endast en tredjedel har varit oorganiskt aluminium och kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har därigenom varit på ungefär samma nivå som i Ottenby, Rockneby och Fagerhult. Kvävehalterna har oftast varit under detektionsgränsen, vilket är normalt. Den förhöjning som noterades av både nitratkväve och ammoniumkväve i augusti 2001 var sannolikt en engångsföreteelse. Den enda signifikanta förändring som noterats avseende markvattnets sammansättning är att kalciumhalterna har minskat något.

Risebo (H 21): EU-yta med 66-årig tallskog och ståndortsindex T26 i länets nordligaste del. Depositionsmätningarna startade i oktober 1995. Nederbörds kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001.

Tidigare års mätningar har visat att Risebo ofta haft mer nederbörd på

öppet fält än länets övriga lokaler. Mätningarna under 2002/03 visade ungefär samma mängd krondropp som tidigare år, men något mindre deposition av svavel och kväve. Detta förklaras av något lägre halter av svavel och kväve i krondropp från 2002/03. På samma sätt som i Rockneby spelar organiskt kväve en betydande roll för det totala nedfallet av kväve till skogsmarken i Risebo. Data från de två senaste åren visar i genomsnitt 2 kg organiskt kväve och 2,4 kg oorganiskt kväve via krondropp, vilket innebär totalt 4,4 kg kväve via krondropp.

Tidigare år, när nederbörds-kemiska mätningar har genomförts i Risebo, har data ofta visat lägre deposition av både svavel och kväve via krondropp än på öppet fält. Uptag och omvandlingsprocesser av kväve i trädkronorna 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 krondropsinsamlarna. Delvis på grund av kostnadsskäl 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. Kombinationen av modellberäknad våtdeposition och uppmätt krondropp från 2001/02 visar samma förhållande (figur 7) och indikerar att krondropsmätningarna i Risebo underskattar det totala nedfallet till marken.

Markvatten från Risebo visar inga tecken på försurning med pH-värdena som nästan alltid varit över 6 och positiva värden för beräknad syraneutraliserande förmåga (ANC). Jämfört med flertalet 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 halten oorganiskt aluminium låg och den försurningsindikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium hög, vilket medför att risken för skadliga effekter är liten. Liksom tidigare år är det i Risebo flest antal ämnen visat signifikanta förändringar i markvattnet. Det gäller sjunkande halter av sulfatsvavel, de båda kvävefraktionerna, magnesium, natrium och oorganiskt aluminium.

Halterna av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃) i Risebo var under 2002/03 på jämförbar nivå med övriga år sedan mätstart 1997. Risebo är den minst exponerade lokalen i länet, utan närhet till stora vägstråk. Detta gör att halterna generellt varit låga och de lägsta halterna av främst NO₂, men även SO₂, noterats i Risebo. Jämfört med halter av SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ i övriga landet har halterna i Risebo varit låga under perioden.

Alsjö (H 22): EU-yta med 66-årig granskog, belägen ½ mil öster om Emmaboda och ersättare till en gammal provyta i Susingsborg. Ståndortsindex G32 indikerar bördigare förhållanden än i Rockneby och Fagerhult. Nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001.

På samma sätt som alla övriga lokaler i länet visar senaste årets krondropp större svavelnedfall än närmast föregående år, men mindre än genomsnittet för samtliga år. Till marken i skogen deponerades 3,7 kg antropogent svavel per hektar. Den genomsnittliga koncentrationen av svavel var lägre än något år tidigare; i genomsnitt 0,7 mg/l i krondropp från Alsjö.

Krondroppets genomsnittliga koncentration av kväve var på samma nivå som tidigare. Till skillnad från svavel var nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogen (3,7 kg/ha) större än både närmast föregående år och genomsnittet för åtta års mätningar. Nedfallet av organiskt bundet kväve var 2,8 kg/ha under 2002/03, vilket summerat innebär 5,5 kg kväve per hektar till marken i skogen.

Lysimetrar installerades i Alsjö i september -97 och har visat länets suraste markvattenförhållanden. 18 provtagningar har nästan genomgående visat negativa värden för ANC, det vill säga avsaknad av syraneutraliserande förmåga och låga pH-värden, 4,6 som medianvärde. Samtidigt har kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium varit låg; 2,6. Detta indikerar ökad risk för ekologiska skador i skogsekosystemet. Vid provtagningarna 2002 och 2003 har halterna av nitratkväve alltid varit under detektionsgränsen, vilket är normalt för brukad skogsmark. De mycket höga halter som noterades dessförinnan (3-4 mg/l) har inte upprepats. När höga halter nitratkväve förekommer i markvattnet indikerar detta att tillgängligt kväve inte utnyttjats till fullo av vegetationen och att en utlakning kan ske till grundvatten och vattendrag. Enligt provtagaren (Gösta Karlsson, SVS) är skogen fortfarande i dålig kondition, vilket kan påverka utlakningen av nitratkväve från skogsmarken.

Halterna av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃) i Alsjö var under 2002/03 på jämförbar nivå med övriga år sedan mätningarnas början 1997. Månadshalterna av SO₂ och NO₂ i Alsjö har generellt varit av samma storleksordning som halterna i Rockneby, lägre än halterna i Ottenby och högre än i Risebo. Vad gäller NH₃ och O₃ var variationen mellan månaderna och stationerna något större. Jämfört med halter av SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ i övriga landet har halterna i Alsjö varit relativt låga till genomsnittliga under perioden.

Ottenby (H 01)

Ek, 136 år



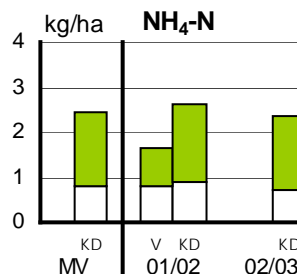
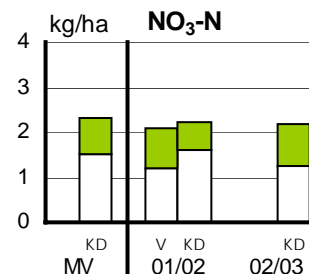
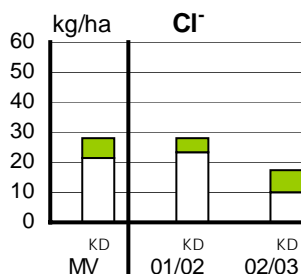
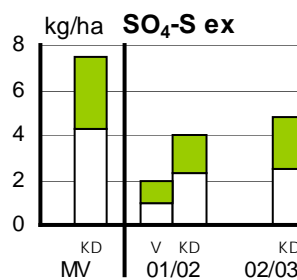
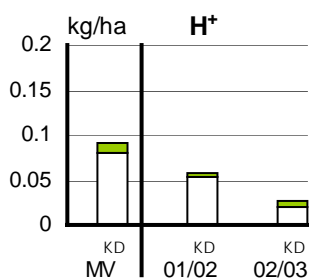
DEPOSITION

(H 01)

Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	175	
Vinter	227	

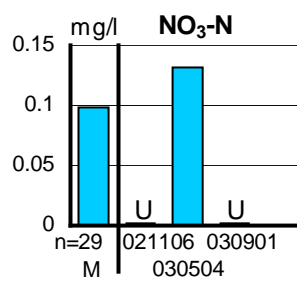
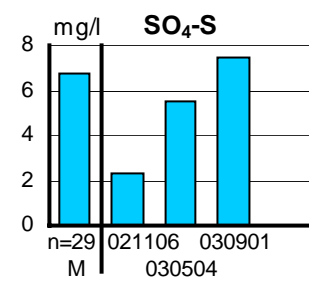
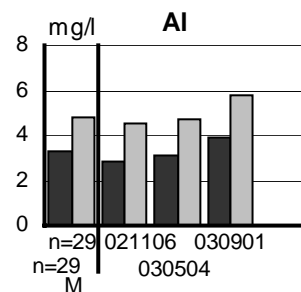
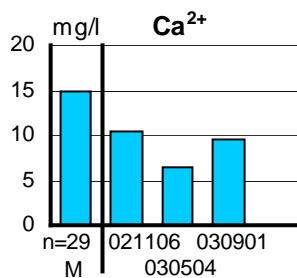
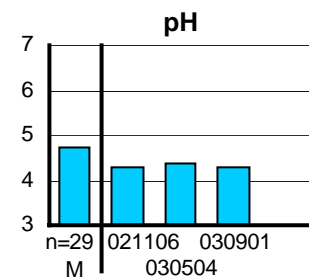
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1990/2003
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(H 01)

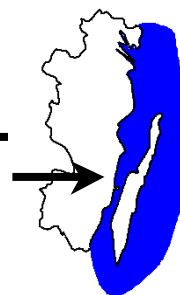
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1994-2003
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



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

Rockneby (H 03)

Gran, 62 år

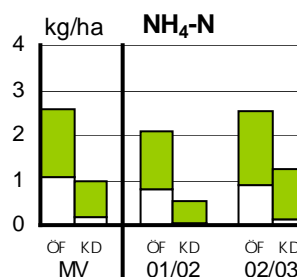
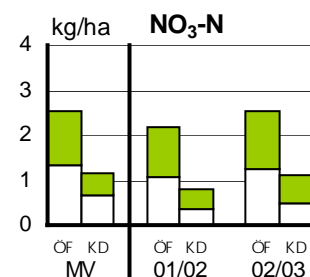
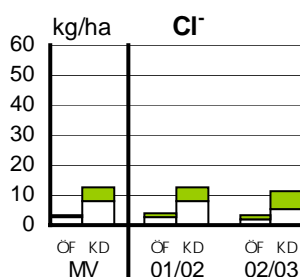
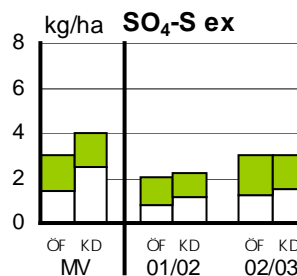
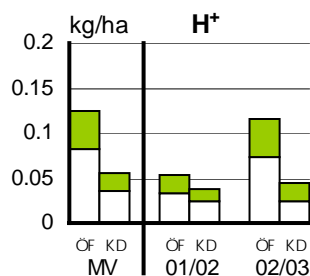
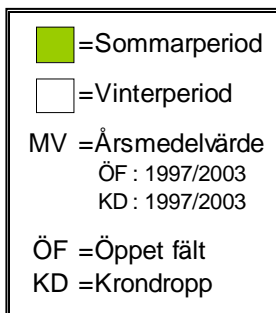


DEPOSITION

(H 03)

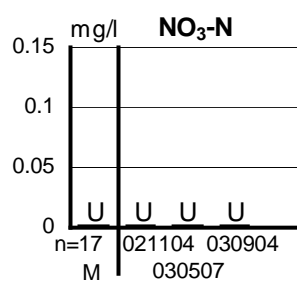
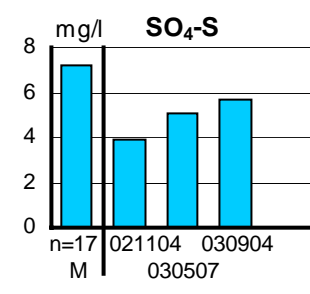
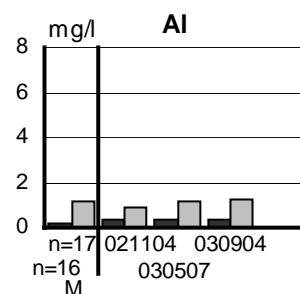
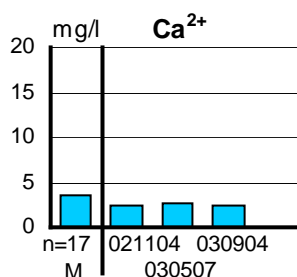
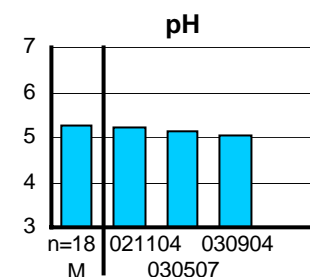
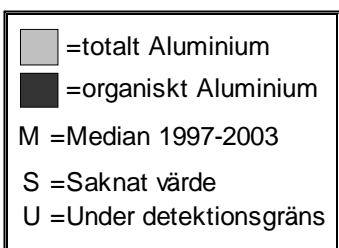
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	01/02	02/03
Sommar	303	215	350
Vinter	224	202	222



MARKVATTEN

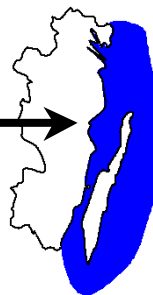
(H 03)



Figur 4. Depositions- och markvattendata från intensivytan i Rockneby, H 03, inklusive resultat från nederbördskemiska mätningar på öppet fält.

Fagerhult, Kalmar (H 06)

Gran, 72 år

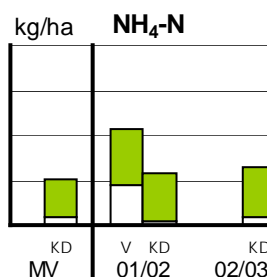
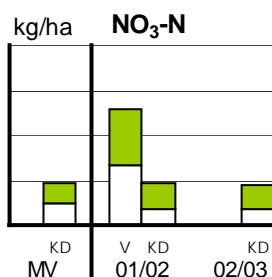
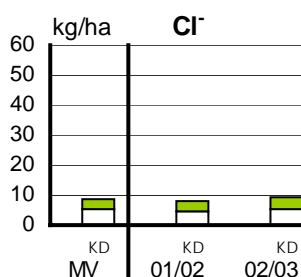
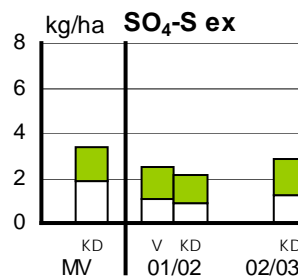
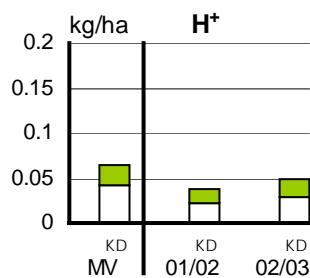
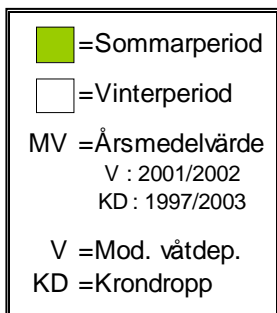


DEPOSITION

(H 06)

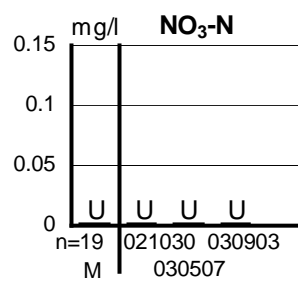
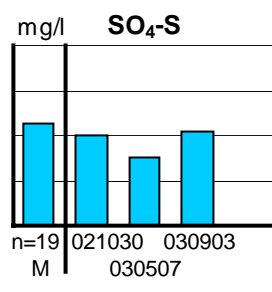
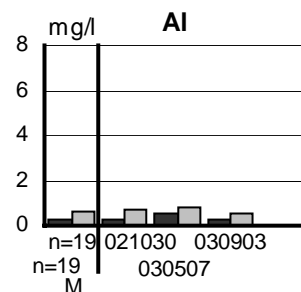
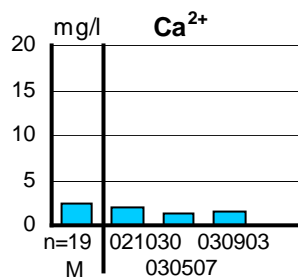
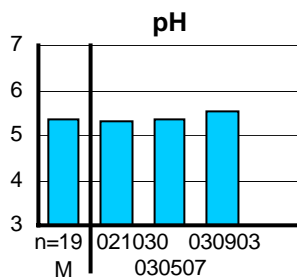
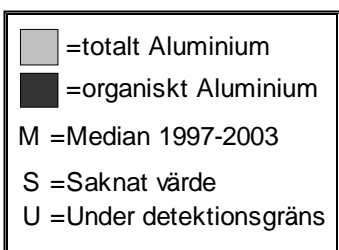
Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	271	
Vinter	280	



MARKVATTEN

(H 06)



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

Hälgsjö (H 11)

Gran, 56 år

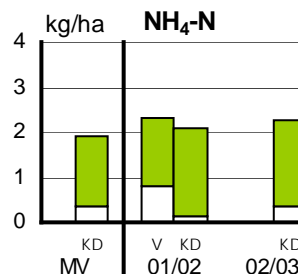
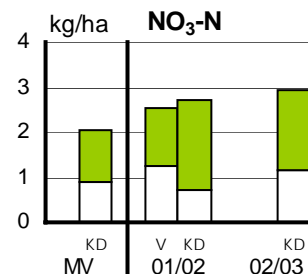
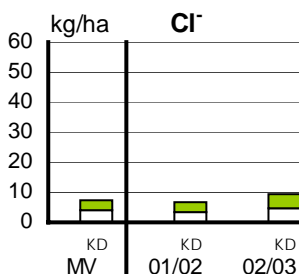
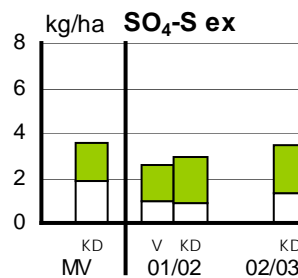
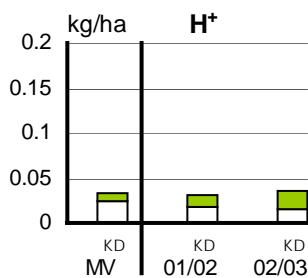
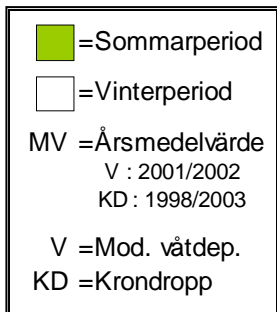


DEPOSITION

(H 11)

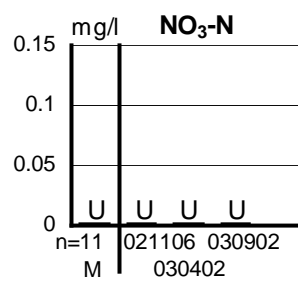
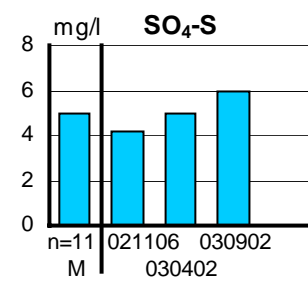
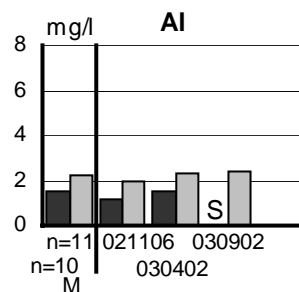
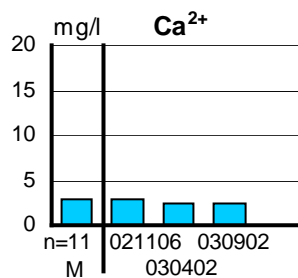
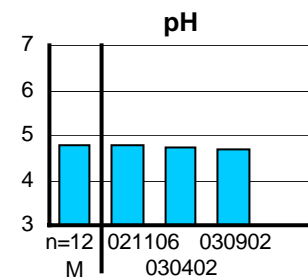
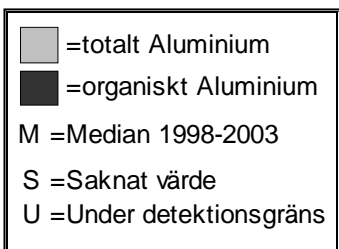
Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	354	
Vinter	290	



MARKVATTEN

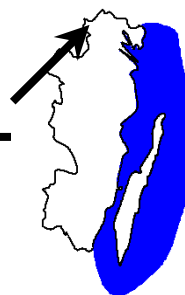
(H 11)



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

Risebo (H 21)

Tall, 66 år

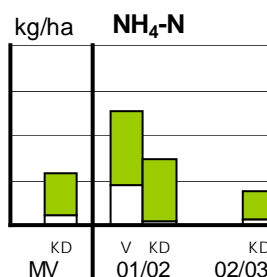
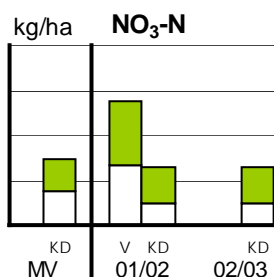
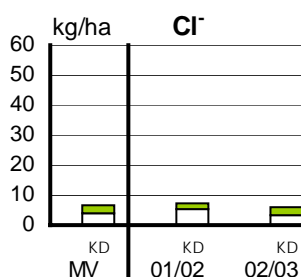
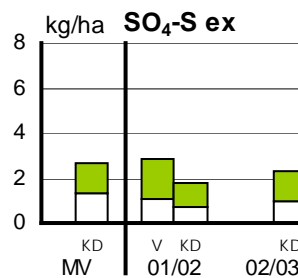
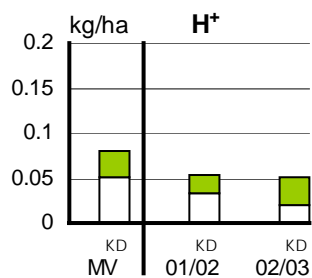
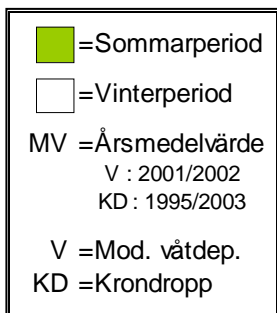


DEPOSITION

(H 21)

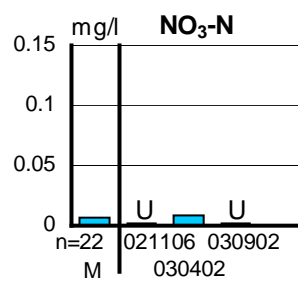
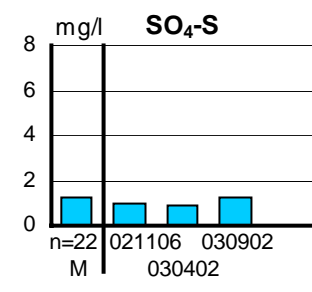
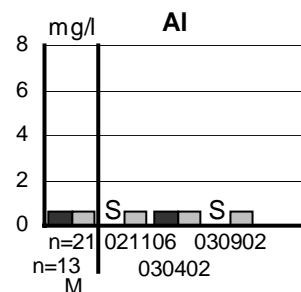
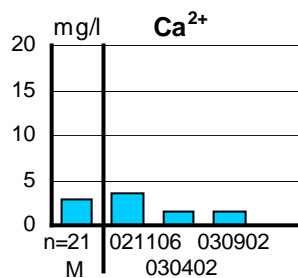
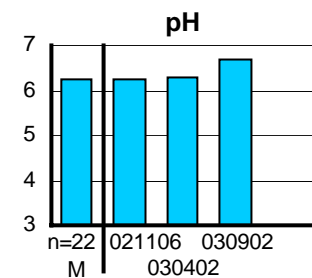
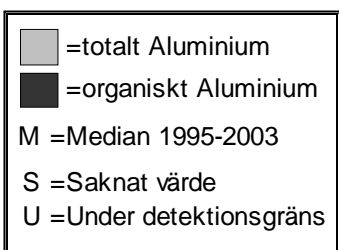
Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	390	
Vinter	333	



MARKVATTEN

(H 21)



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

Alsjö (H 22)

Gran, 66 år

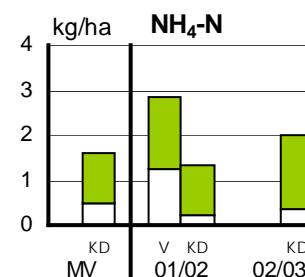
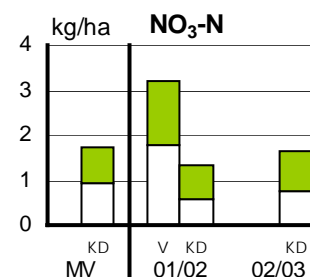
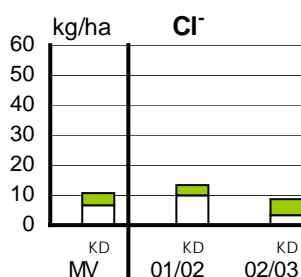
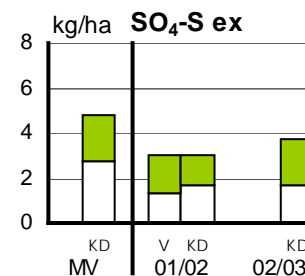
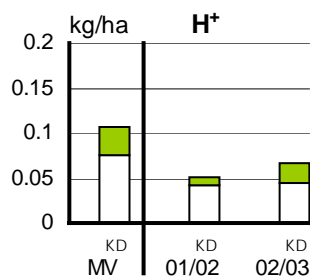
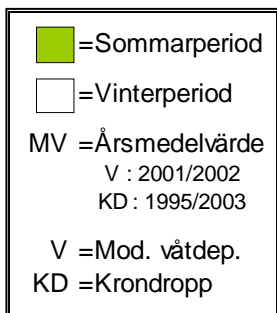


DEPOSITION

(H 22)

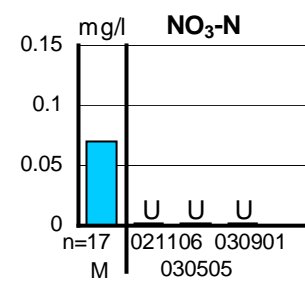
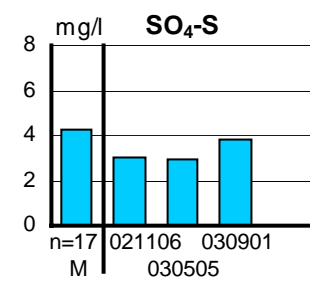
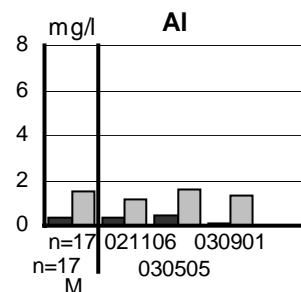
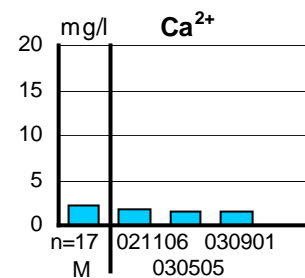
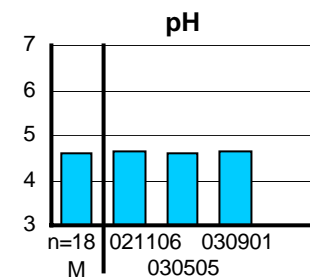
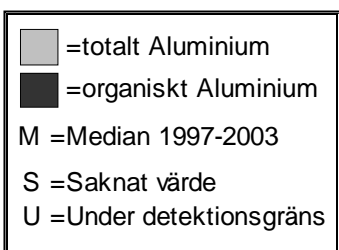
Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	357	
Vinter	372	



MARKVATTEN

(H 22)



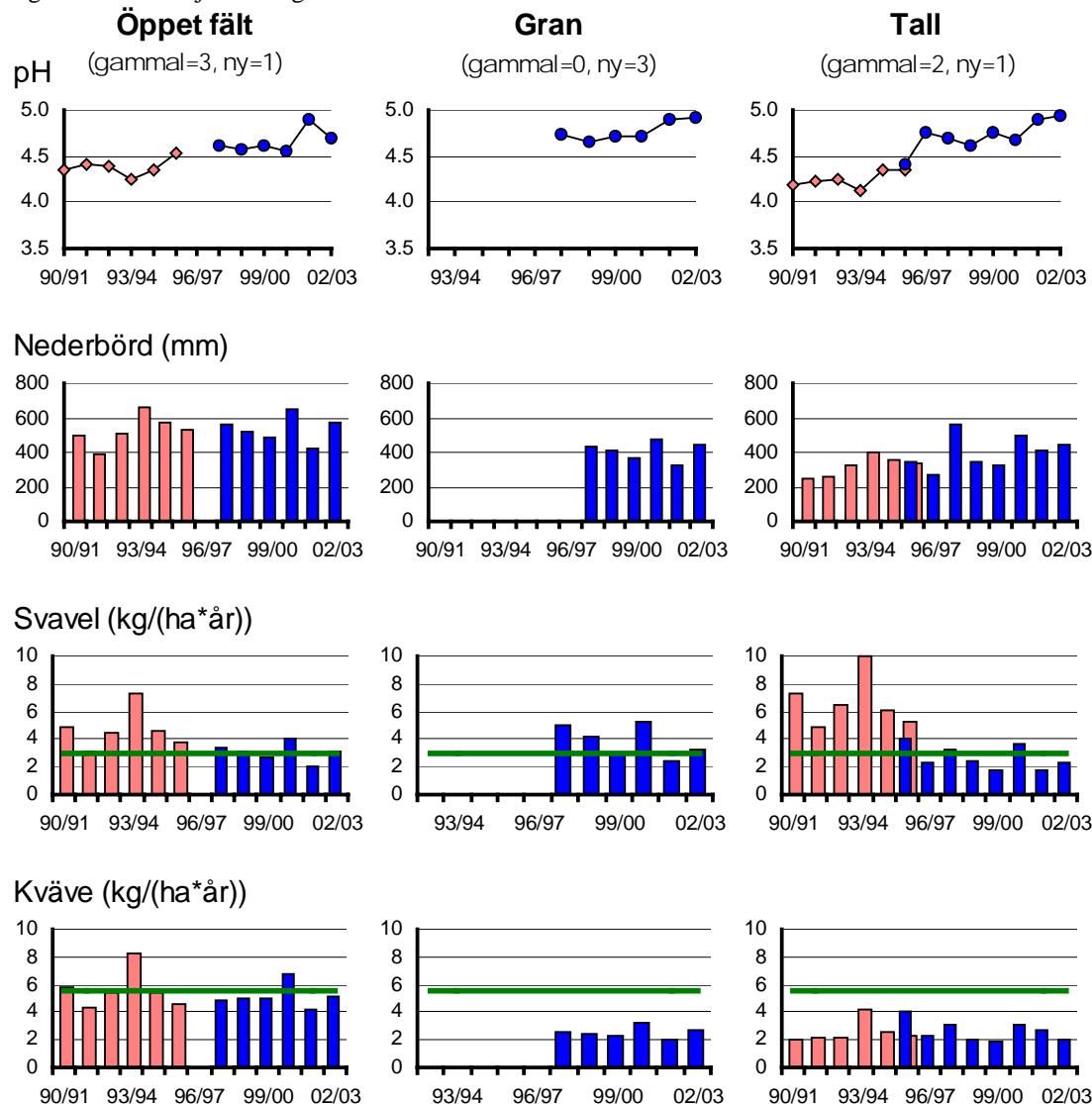
Figur 8. Depositions- och markvattendata från Alsjö, H 22.

Tidsutveckling deposition

Figur 9 visar knappt 600 mm nederbörd med genomsnittligt pH-värde 4,7 i Rockneby under 2002/03. Det är ungefär samma nederbördsmängd som tidigare. De tre granytor som ingår i tidsserien för granskog är Rockneby, Fagerhult och Alsjö. Som genom-

snitt för antropogent svavel i dessa noterades 3,2 kg/ha, vilket är aningen mer än förväntad genomsnittlig belastning i Götaland år 2010. På grund av upptag och omvandling av kväve i trädkronorna visar krondroppsmätningarna i allmänhet lägre värden än nederbördskemiska mätningar på

öppet fält. Med nederbörden i Rockneby deponerades 5,1 kg oorganiskt kväve under 2002/03. Om torrdepositionen uppskattas till 1-4 kg/ha blir total deposition av oorganiskt kväve till skogen i området 6-9 kg/ha.



Figur 9. 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 fyra lokaler som startade 1995/96. Streckad linje anger förväntad genomsnittlig nivå i Götaland år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sid. 3).

Sett över hela tidsperioden sedan mätningarna startade 1990 visar figuren att nederbördens surhetsgrad har minskat; från pH-värde 4,4 under de fem första åren till 4,7 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 trädkronorna. 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

tecken på minskad torrdeposition av försurande ämnen i Kalmar län.

På samma sätt som i Kalmar län redovisas generellt ökande pH-värden i nederbörd från grannlänerna 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. För kväve har trenderna inte varit lika tydliga. Dock har halterna av kväve i nederbörd från Rockneby varit lägre under de fem senaste åren jämfört med den första femårsperiodens mätningar i Ottenby, Böle och Forshult.

De regionala skillnaderna i deposition av försurande luftföroreningar gör att de ackumulerade mängderna av svavel och kväve varierar kraftigt i landet. Figur 10 visar ackumulerad deposition av svavel och oorganiskt kväve från början av 1990-talet fram till 2003 på tre lokaler i Skåne, Stockholm och Norrbotten med enhetlig mätperiod. Figuren visar deposition uppmätt i skogsytor och på närbelägna öppna fält.

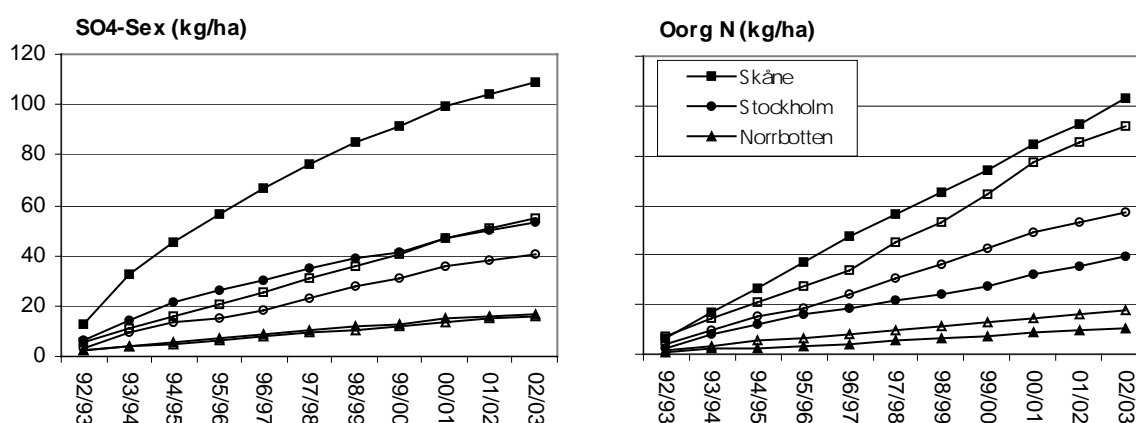
Trots att nedfallet av försurande svavel har minskat kraftigt i Sverige, speciellt under 1980- och 90-talet, har nedfallet resulterat i en ackumulerad deposition på drygt 100 kg/ha till granytan i Skåne mellan 1992/93 och 2002/03. Den lägre svavelbelastningen till lokalerna i Stockholm och Norrbotten under samma period har medfört att endast hälften respektive en femtedel så mycket svavel har deponerats i dessa områden. I Skåne noteras även stora skillnader i nedfall mellan granytor och öppet fält. Detta beror på att det

totala svavelnedfallet till stor del består av torrdeposition i södra Sverige. Under 1990-talet har dock torrdepositionen minskat mer än våtdepositionen. För ekskogen i Ottenby finns jämförbara värden för kronropps som visar en ackumulerad deposition på 79 kg/ha under samma tidsperiod och med högst värden de första åren.

Kvävenedfallet till skogsytor påverkas av upptag och omvandling i trädskronorna. Trots detta är den ackumulerade depositionen av oorganiskt kväve via kronropps större i granytan än nederbördens bidrag på öppet fält i Skåne. Detta är ett resultat av det stora kvävenedfallet i regionen. Kronropps kan i sådana områden visa högre värden än öppet fält. Högre upp i landet är situationen den omvända med större uppmätt deposition på öppet fält på grund av trädskronans upptag och omvandling. Kvävebelastningen har i dessa områden varit låg eller måttlig. Den totala depositionen till skog, där upptag och omvandling i trädskronan räknats bort, är alltid högre än på öppet fält beroende på torrdepositionens bidrag. Organiskt kväve började analyseras år 2000 och det har visat att den regionala variationen i deposition varit mindre jämfört med oorganiskt kväve; i genomsnitt 1,5 kg/ha på öppet fält och 2,5 kg/ha via kronropps av organiskt kväve.

Före 1990 var den totala depositionen, och skillnaden mellan kronropps och öppet fält, större än vad som noterats under 1990-talet. Som exempel från en lika lång period (11 år från 1985/86 till 1995/96) på en lokal i Blekinge (K 10 A) deponerades 170 kg svavel per hektar i granskog och 60 kg/ha på öppet fält. Samma period gav ett ackumulerat nedfall av oorganiskt kväve på 76 respektive 90 kg per hektar.

Den gradient som finns över landet med minskande nedfall av svavel och kväve från söder till norr återspeglas även i markvattnets sammansättning, speciellt för svavel. Betydligt högre halter av svavel i markvattnet förekommer i södra och mellersta Sverige än i Norrland. Markvattnets innehåll av oorganiskt kväve följer inte lika tydligt nedfallsgradienten utan styrs även av andra faktorer, såsom vegetationens upptag. Områden med hög deposition, och där vegetationen inte kan utnyttja de tillgängliga kvävemängderna, kan ha ett läckage av kväve till omkringliggande yt- och grundvatten. Om inte kvävenedfallets omfattning minskar finns risk för fortsatt kväveupplagring i marken, och risk för ökade arealförluster av kväve, speciellt i södra Sverige med hög ackumulerad deposition av kväve.



Figur 10. Ackumulerad deposition av antropogent sulfatsvavel och oorganiskt kväve på tre lokaler i Skåne (L05 A), Stockholm (A 35 A) och Norrbotten (BD 32 A). Fyllda symboler står för uppmätt deposition via kronropps, ofyllda för öppet fält.

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 på samtliga lokaler med minst fem provtagningar (~2 år).

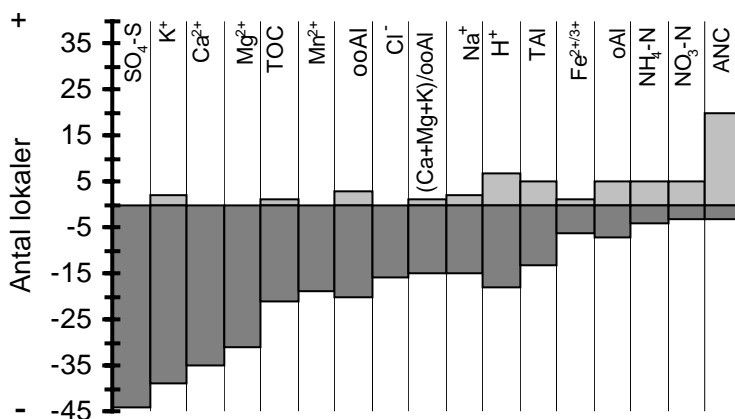
Figur 11 visar liknande tidsutveckling som redovisats tidigare. Tydligast är minskat innehåll av sulfatsvavel, vilket förekommer på tre fjärdedelar av alla lokaler i Götaland. Det är en logisk följd av minskad svaveldeposition. Sjunkande halter redovisas även för kalcium, magnesium, kalium och

mangan. Över hälften av lokalerna i Götaland visar signifikant sjunkande halter av dessa basketjoner och på en tredjedel av lokalerna har halterna av mangan tydligt minskat. 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.

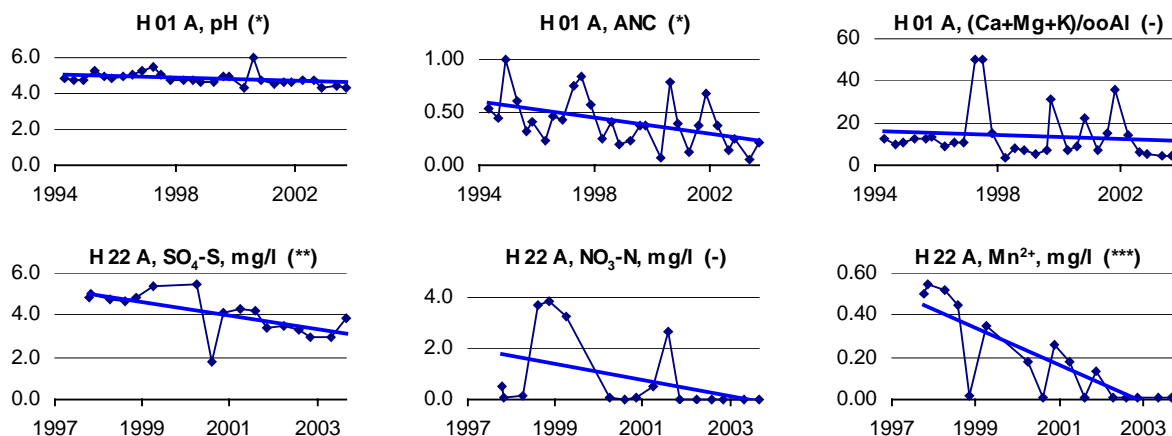
På en tredjedel av lokalerna har innehållet av organiskt kol minskat och på en något mindre andel har kvoten mellan basketjoner och oorganiskt aluminium minskat signifikant liksom halterna av klorid. Halterna av oorganiskt aluminium har minskat på en tredjedel av lokalerna medan or-

ganiskt aluminium inte visar någon tydlig trend. Markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC (se ord att förklara, sidan 4) har ökat på en tredjedel av lokalerna, vilket indikerar minskad försurningsgrad. Detta kan dock delvis ha samband med sjunkande kloridhalter, vilket diskuterats närmare i årsrapporter för 1998/99 och 2000/01.

Markant för lokalerna i Kalmar län är att alla utom Alsjö haft mycket låga halter av mikronäringsämnet mangan i markvattnet. De har oftast varit under detektionsgränsen under hela tidsperioden.



Figur 11. Trendberäkningar för markvatten på 60 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 (-).



Figur 12. Trendberäkningar för markvattnets sammansättning i Ottenby (H01 A) och Alsjö (H22 A).

Figur 12 visar ökad försurningsgrad i markvatten från Ottenby; signifikant sjunkande pH-värden och syraneutraliserande förmåga. Kvoten mellan basketjoner och

oorganiskt aluminium (oftast runt 10) visar sjunkande värden men utvecklingen är inte signifikant. I Alsjö har markvattnets innehåll av sulfatsvavel och mangan minskat

signifikant, vilket är typiskt för hela Sverige. Eventuellt samband mellan höga nitrathalter vid några tillfällen och skogens hälsa kan inte uteslutas.

Tidsutveckling lufthalter

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) mäts på fyra lokaler i länet sedan oktober 1997. De fyra lokalerna är belägna utanför större tätorter och samhällen och representerar halter i bakgrundsluft. Halter av framförallt NO₂, men även SO₂, är generellt lägre i bakgrundsluft jämfört med tätorter medan halter av O₃ generellt är högre på landsbygden.

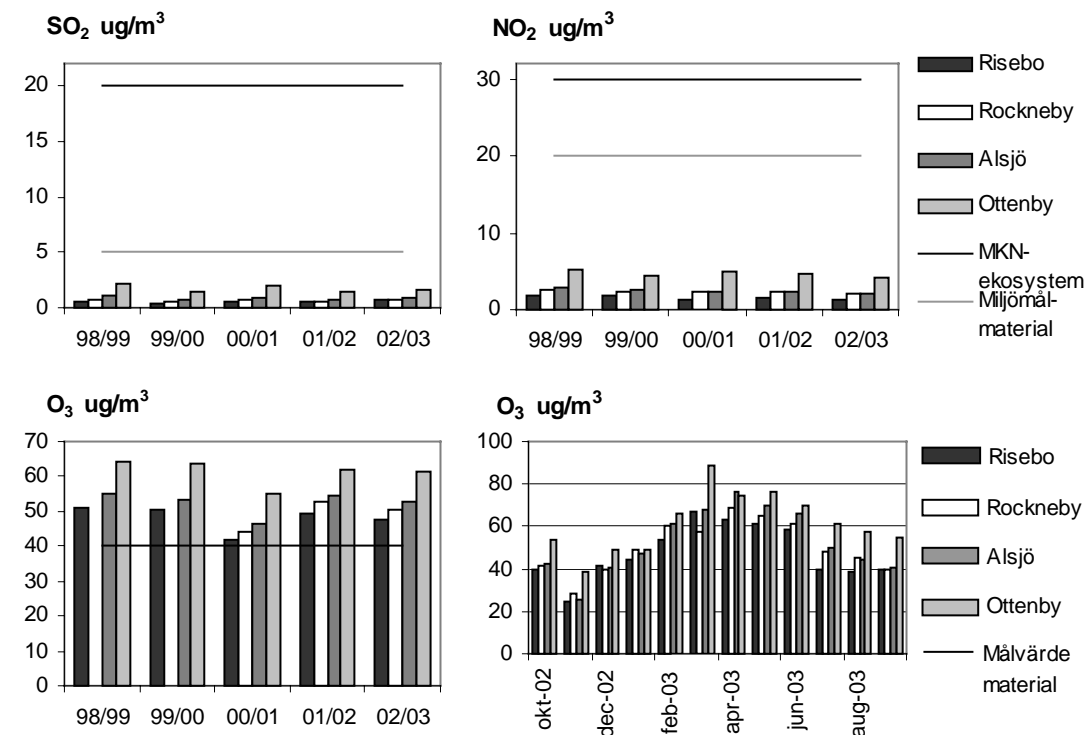
I figur 13 nedan jämförs årsmedelhalter (hydrologiskt år) av SO₂, NO₂ och O₃ med gällande miljö kvalitetsnormer, miljömål och målvärde för hälsa, ekosystem och material som är baserade på årsmedelhalter, se faktarutan för

lufthalter. Miljö kvalitetsnormer och miljömål gäller för kalenderår. Här har dock jämförelsen gjorts med mätresultat för hydrologiskt år. Dessutom redovisas senaste årets månadsmedelhalter av O₃.

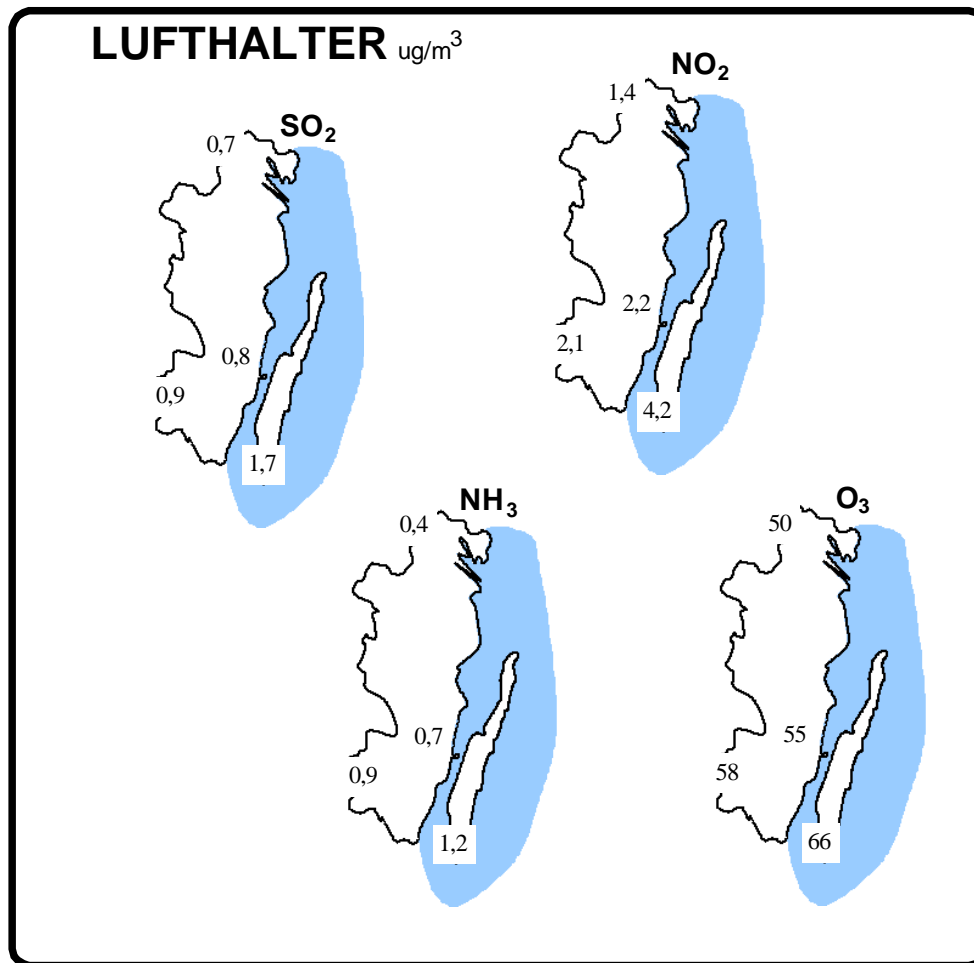
Det syns tydligt i diagrammen att halterna av SO₂ och NO₂ är lägre än både miljö kvalitetsnormerna gällande ekosystem samt miljömålen gällande hälsa, kulturvärden och/eller material. Däremot har målvärdet för ozon på 40 µg/m³ gällande material överstigits på samtliga stationer sedan mätningarnas början. Naturvårdsverkets förslag till nationellt delmål för ozon till skydd av hälsa, kulturvärden och material har satts till 50 µg/m³ som medelvärde under

sommarhalvåret (april - september) och skall uppfyllas år 2020. Delmålet har överskridits frekvent på lokalerna i länet, se tabell 4.

I det sista diagrammet redovisas månadsmedelhalter av O₃ från mätningarna oktober 2002 - september 2003. Institutet för miljömedicin (IMM) vid Karolinska institutet har fastställt en lågrisknivån till skydd av människors hälsa på 80 µg/m³ som timmedelhalt. Denna nivå överskrids ofta över hela Sverige under sommarhalvåret. Lågrisknivån kan till och med överskridas som månadsmedelhalt som i Ottenby i mars 2003, då månadsmedelhalten var 88 µg/m³.



Figur 13. Årsmedelhalter (hydrologiskt år) av svaveldioxid, kvävedioxid och ozon jämfört med miljö kvalitetsnormer, miljömål och målvärde samt månadsmedelhalter av ozon oktober 2002 - september 2003.



Figur 14. Årsmedelhalter (hydrologiskt år) av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon, oktober 2002 - september 2003.

Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden

Svaveldioxid

Hälsa: Miljökvalitetsnormerna är baserade på tim- och dygnsmedelvärden.

Ekosystem: En miljökvalitetsnorm till skydd av ekosystem har tagits fram och gäller från den 31 december 2005. Enligt normen får inte $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ överskridas, varken som årsmedelvärde eller som vinterhalvsvärde (oktober-mars).

Material: I miljömålet "Frisk luft" har Naturvårdsverket föreslagit ett delmål som innebär att år 2005 skall årsmedelhalten av svaveldioxid inte överstiga $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för skydd av kulturvärden och material.

Marknära ozon

Hälsa: Tröskelvärde enligt EUs senaste direktiv (2002/3/EG) är baserade på timhalter.

Ekosystem: Målvärde enligt EUs senaste direktiv är baserade på timhalter.

Material: Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bland annat att medelhalten under sommarhalvåret inte ska överstiga $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2020. Enligt EUs senaste ozondirektiv bör inte årsmedelhalten av ozon överstiga $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till skydd av material.

Kvävedioxid

Hälsa: Miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid till skydd av människors hälsa gäller från den 31 december 2005. Till skydd av människors hälsa får inte $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ överskridas som årsmedelvärde. Utöver detta finns miljökvalitetsnormer som är baserade på tim- och dygnsmedelvärden. Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bl.a. att årsmedelhalten inte ska överstiga $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2010.

Ekosystem: En miljökvalitetsnorm till skydd av ekosystem har tagits fram och gäller från den 31 december 2005. Enligt normen får inte $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ överskridas som årsmedelvärde. Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bland annat att årsmedelhalten inte ska överstiga $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2010.

Material: Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bland annat att årsmedelhalten inte ska överstiga $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2010.

Ammoniak

Det finns idag inga gränsvärden eller miljökvalitetsnormer för halter i luft av ammoniak.

Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten

Tabell 1a. 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	Period	Nedb mm	kg/ha →											
			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)	02/03	572	0,12	3,2	3,1	3,3	2,5	2,5	1,0	0,5	1,9	2,1	0,09	
	01/02	417	0,05	2,2	2,0	3,8	2,2	2,1	1,3	0,5	2,5	1,0	0,04	
	00/01	647	0,18	4,2	4,0	3,3	3,3	3,4	1,3	0,5	2,1	1,3	0,18	
	99/00	490	0,12	2,9	2,7	4,9	2,5	2,6						
	98/99	520	0,14	3,3	3,1	3,6	2,5	2,5						
	97/98	560	0,13	3,4	3,3	2,6	2,3	2,5						
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 1b. Data från mätningar på öppet fält på Intensivytan i Rockneby, den lokal där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →		
			oorg N	org N	TOC
Rockneby (H 03 B)	02/03	572	5,1	2,1	19
	01/02	417	4,2	0,6	13
	00/01	647	6,7	1,2	14

Tabell 2a. Krondroppsdata från Kalmar län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →			Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}								
Ottenby (H 01 A)	02/03	398	0,03	5,6	4,8	17,3	2,2	2,3					
	01/02	327	0,06	5,3	4,0	27,7	2,2	2,6					
	00/01	451	0,07	7,9	7,1	19,1	2,1	2,4					
	99/00	299	0,11	7,3	4,8	55,9	1,6	1,5					
	98/99	350	0,07	7,8	6,9	20,0	2,1	2,9					
	97/98	354	0,06	6,9	6,1	17,1	1,8	2,2					
	96/97	312	0,10	6,7	5,5	26,7	2,4	1,9	7,3	3,6	13,0	18,2	0,15
	95/96	388	0,07	6,4	5,8	13,3	2,0	1,9	7,3	3,3	7,4	19,4	0,18
	94/95	370	0,13	11,0	9,6	30,7	2,8	2,6	12,5	4,8	15,8	19,6	0,24
	93/94	502	0,19	15,6	14,3	28,1	3,8	3,8					
	92/93	343	0,11	12,3	10,1	47,6	2,7	2,6					
	91/92	236	0,08	9,2	7,9	29,3	2,3	2,4					
90/91	251	0,13	10,2	9,1	24,5	2,1	2,4						
Rockneby (H 03 B)	02/03	389	0,04	3,6	3,1	11,3	1,1	1,2	3,6	1,9	4,7	13,7	1,03
	01/02	263	0,04	2,8	2,2	12,5	0,8	0,5	3,3	1,4	5,5	11,1	0,65
	00/01	344	0,06	5,4	5,0	8,6	1,1	1,2	5,4	1,9	4,2	14,1	1,38
	99/00	263	0,06	4,0	3,2	17,1	1,6	1,0					
	98/99	303	0,06	4,9	4,4	11,4	1,1	0,9					
	97/98	366	0,06	6,1	5,5	12,4	1,2	1,3					
Fagerhult (H 06 B)	02/03	391	0,05	3,3	2,8	9,4	0,9	1,3					
	01/02	318	0,04	2,5	2,2	8,3	0,9	1,1					
	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
Hälgsjö (H 11 A)	02/03	358	0,03	3,9	3,5	9,5	2,9	2,3					
	01/02	245	0,03	3,2	2,9	6,9	2,7	2,1					
	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)	02/03	445	0,05	2,6	2,3	6,3	1,3	0,8	2,2	1,2	3,3	9,0	0,05
	01/02	415	0,05	2,1	1,8	7,4	1,3	1,5	1,7	1,0	3,7	9,5	0,07
	00/01	502	0,11	4,0	3,7	6,7	1,8	1,3	3,2	1,3	3,6	12,2	0,45
	99/00	326	0,06	2,1	1,7	8,3	1,2	0,7	2,2	1,1	4,6	8,2	0,23
	98/99	349	0,08	2,8	2,5	6,6	1,2	0,8	2,3	1,0	3,4	7,9	0,11
	97/98	559	0,11	3,6	3,3	6,2	1,5	1,6	2,7	1,1	3,2	8,8	0,28
	96/97	265	0,05	2,7	2,3	8,2	1,2	1,1	2,3	1,2	4,4	7,2	0,21
	95/96	345	0,14	4,3	4,0	5,1	2,3	1,7	3,3	1,2	2,8	8,0	0,25
Alsjö (H 22 A)	02/03	541	0,07	4,1	3,7	8,5	1,6	2,0	2,4	1,2	3,8	9,0	1,00
	01/02	406	0,05	3,6	3,0	13,0	1,3	1,3	2,7	1,2	6,5	8,0	0,97
	00/01	636	0,14	6,2	5,9	7,7	2,3	2,5	2,8	1,2	4,4	10,9	1,17
	99/00	464	0,10	4,0	3,4	13,8	1,7	1,4	2,0	1,2	7,7	9,9	1,13
	98/99	563	0,12	5,4	4,9	11,0	2,0	1,7	2,6	1,2	6,1	8,8	1,22
	97/98	500	0,11	5,6	5,1	10,9	1,7	1,5	3,3	1,3	5,5	13,2	1,26
	96/97	482	0,12	5,9	5,3	13,3	1,7	1,1	3,6	1,3	6,9	8,2	1,51
	95/96	446	0,15	7,4	7,0	8,1	1,5	1,3	4,3	1,3	3,9	10,4	1,70

Tabell 2b Krondroppsdata från Kalmar län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha →		
Rockneby	02/03	389	2,4	3,3	102
(H 03 B)	01/02	263	1,3	2,3	71
	00/01	344	2,3	3,3	97
Risebo	02/03	445	2,0	1,8	
(H 21 A)	01/02	415	2,7	2,1	
Alsjö	02/03	541	3,7	2,8	

Tabell 3. Modellberäknade våtdepositionsdata från Kalmar län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha →										
Ottenby	01/02	402			2,0		2,1	1,6					
Rockneby	01/02	487			2,2		2,3	2,0					
Fagerhult	01/02	550			2,5		2,6	2,1					
Hälgsjö	01/02	644			2,6		2,5	2,3					
Risebo	01/02	722			2,9		2,7	2,5					
Alsjö	01/02	728			3,0		3,2	2,8					

Tabell 4. Lufthalter i Kalmar län, diffusionsprovtagning.

År,mån	Svaveldioxid, SO ₂ µg/m ³			
	H 01 A Ottenby	H 03 B Rockneby	H 21 A Risebo	H 22 A Alsjö
Mv 9810-9909	2,1	0,8	0,5	1,0
Mv 9910-0009	1,4	0,6	0,4	0,7
Mv 0010-0109	2,0	0,8	0,6	0,9
Mv 0110-0209	1,5	0,6	0,6	0,7
0210	0,8	0,4	0,3	0,5
0211	1,2	0,8	0,6	0,9
0212	2,1	1,1	1,7	1,0
0301	1,6	1,3	0,9	1,2
0302	2,6	1,6	1,0	1,9
0303	2,3	1,2	0,9	1,3
0304	1,8	0,8	0,5	0,8
0305	2,2	0,7	0,5	0,7
0306	1,2	0,5	0,5	0,5
0307	2,0	0,6	0,4	0,5
0308	0,8	0,4	0,5	0,4
0309	1,3	0,6	0,4	^U 0,6
Mv 0210-0309	1,7	0,8	0,7	0,9

^U markerar uppskattat värde

År,mån	Kvävedioxid, NO ₂ µg/m ³			
	H 01 A Ottenby	H 03 B Rockneby	H 21 A Risebo	H 22 A Alsjö
Mv 9810-9909	5,1	2,7	1,7	2,8
Mv 9910-0009	4,5	2,4	1,7	2,5
Mv 0010-0109	4,9	2,4	1,4	2,3
Mv 0110-0209	4,6	2,4	1,5	2,4
0210	2,7	1,8	1,4	1,9
0211	4,3	3,4	2,2	3,3
0212	4,0	2,3	2,3	3,0
0301	5,9	4,0	2,9	4,4
0302	3,8	3,0	2,4	2,5
0303	4,7	2,0	1,4	1,8
0304	5,6	2,0	1,1	1,6
0305	7,6	2,1	0,9	1,9
0306	3,6	1,5	0,8	1,4
0307	3,2	1,5	0,6	1,1
0308	1,9	0,8	0,6	0,9
0309	3,1	1,5	0,8	^U 1,4
Mv 0210-0309	4,2	2,2	1,4	2,1

^U markerar uppskattat värde

Tabell 4. Lufthalter forts., diffusionsprovtagning.

År,mån	Ammoniak, NH ₃ µg/m ³			
	H 01 A Ottenby	H 03 B Rockneby	H 21 A Risebo	H 22 A 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
Mv 0104-0109	0,9	0,6	0,8	0,6
Mv 0204-0209	0,6	0,6	<0,3	0,5
0210	0,4	<0,3	<0,3	<0,3
0211	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
0212	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
0301	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
0302	<0,3	0,5	<0,3	<0,3
0303	0,4	0,4	<0,3	<0,3
0304	0,6	0,3	<0,3	0,5
0305	0,4	1,0	<0,3	0,5
0306	1,9	1,0	<0,3	1,2
0307	0,8	0,7	0,4	1,2
0308	1,7	0,6	^U 0,9	^U 1,2
0309	2,1	0,5	0,8	^U 1,1
Mv 0304-0309	1,2	0,7	0,4	0,9

^U markerar uppskattat värde

År,mån	Marknära Ozon, O ₃ µg/m ³			
	H 01 A Ottenby	H 03 B Rockneby	H 21 A Risebo	H 22 A Alsjö
Mv 9804-9809	63	50	47	52
Mv 9904-9909	75	64	57	62
Mv 0004-0009	71	53	49	56
Mv 0104-0109	63	51	51	53
Mv 0204-0209	72	59	55	61
0210	54	41	39	43
0211	39	28	24	26
0212	49	40	41	41
0301	49	49	45	47
0302	66	61	54	61
0303	88	58	67	68
0304	74	69	63	76
0305	77	65	61	70
0306	70	61	58	66
0307	61	^U 48	40	50
0308	58	45	38	44
0309	54	40	40	^U 41
Mv 0304-0309	66	55	50	58

^U markerar uppskattat värde

Tabell 5. Markvattendata från Kalmar län.

Lokal	Datum	pH	Alk		mg/l →										TAI	TOC	BC/ooAl	
			mekv/l →	ANC	SO ₄ -S	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}				ooAl
Ottenby (H 01 A)	2002-11-06	4,3	-	0,251	2,27	28,68	<0,002	0,013	10,36	1,90	11,80	0,58	<0,020	2,345	1,660	4,530	66,0	5,7
	2003-05-04	4,4	-	0,048	5,48	16,68	0,131	0,038	6,43	2,16	8,37	0,28	<0,020	1,905	1,590	4,735	53,0	4,4
	2003-09-01	4,3	-	0,208	7,48	24,41	<0,002	0,027	9,57	1,78	16,97	<0,08	<0,020	2,852	1,836	5,765	71,3	4,6
	median	4,7		0,381	6,76	22,36	0,098	<0,020	15,00	2,00	13,00	0,27	<0,020	1,577	1,400	4,785	65,0	10
	n=	29		29	29	29	29	29	29	29	29	29	19	20	29	29	29	29
Rockneby (H 03 B)	2002-11-04	5,2	-	0,066	3,92	8,67	<0,002	<0,010	2,48	1,37	6,82	0,88	<0,020	0,038	0,525	0,891	11,0	7,2
	2003-05-07	5,2	-	-0,018	5,05	9,64	<0,002	<0,010	2,65	1,50	7,15	0,11	<0,020	0,027	0,829	1,167	8,4	4,3
	2003-09-04	5,0	-	-0,035	5,71	10,50	<0,002	<0,020	2,34	1,29	9,00	0,10	<0,020	0,023	0,858	1,222	8,8	3,6
	median	5,2		0,003	7,22	10,54	<0,002	<0,020	3,51	1,67	10,67	0,28	<0,020	0,016	0,841	1,145	6,8	6,2
	n=	18		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	16	17	17	17	16
Fagerhult, Kalmar (H 06 B)	2002-10-30	5,3	-	0,020	4,04	4,36	<0,002	<0,010	1,92	1,24	4,49	<0,08	<0,020	0,048	0,446	0,742	8,0	6,1
	2003-05-07	5,3	-	0,020	3,06	3,82	<0,002	<0,010	1,33	1,01	3,89	<0,08	<0,020	0,235	0,325	0,814	8,1	6,3
	2003-09-03	5,5	0,026	-0,011	4,15	4,45	<0,002	<0,020	1,46	1,04	4,89	0,09	<0,020	0,034	0,310	0,573	7,0	7,1
	median	5,3		0,040	4,55	4,49	<0,002	<0,020	2,37	1,36	5,64	0,12	<0,020	0,048	0,310	0,604	9,5	11
	n=	19		19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Hälsjö (H 11 A)	2002-11-06	4,8	-	0,105	4,17	11,71	<0,002	<0,010	2,84	2,56	7,26	1,10	<0,020	0,132	0,762	1,919	30,0	7,2
	2003-04-02	4,8	-	0,186	5,01	10,86	<0,002	0,057	2,37	3,43	9,16	0,21	<0,020	0,194	0,825	2,340	30,0	6,7
	2003-09-02	4,7	-	0,083	5,93	13,37	<0,002	0,023	2,35	3,16	10,30	0,19	<0,020	0,203	-	2,413	39,1	-
	median	4,8		0,169	5,01	10,86	<0,002	<0,020	2,88	3,00	7,26	0,50	<0,020	0,209	0,669	2,190	39,0	9,9
	n=	12		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11	10
Risebo (H 21 A)	2002-11-06	6,2	0,060	0,187	0,94	5,52	<0,002	0,019	3,66	1,40	1,68	1,21	<0,020	0,310	-	0,599	28,0	-
	2003-04-02	6,3	0,030	0,096	0,88	2,74	0,008	0,023	1,62	0,87	1,15	1,06	<0,020	0,153	0,036	0,628	20,0	7,7
	2003-09-02	6,7	-	0,099	1,27	1,34	<0,002	<0,020	1,59	0,81	1,14	0,82	<0,020	0,249	-	0,606	22,2	-
	median	6,3		0,182	1,22	2,20	0,007	<0,020	2,90	1,21	1,54	1,06	<0,020	0,293	0,047	0,630	20,0	7,7
	n=	22		21	22	22	22	22	21	21	21	21	18	17	12	21	19	12
Alsjö (H 22 A)	2002-11-06	4,6	-	-0,026	2,98	4,65	<0,002	0,011	1,83	0,75	3,05	0,23	<0,020	0,061	0,844	1,163	9,5	2,6
	2003-05-05	4,6	-	-0,073	2,91	6,30	<0,002	<0,010	1,66	0,77	3,17	0,11	<0,020	0,053	1,133	1,617	8,4	1,8
	2003-09-01	4,7	-	-0,135	3,83	7,38	<0,002	<0,020	1,57	0,83	3,78	<0,08	<0,020	0,012	1,162	1,291	4,5	1,7
	median	4,6		-0,091	4,25	4,76	0,070	<0,020	2,28	0,82	2,94	0,75	0,133	0,030	1,133	1,525	8,2	2,6
	n=	18		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

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