

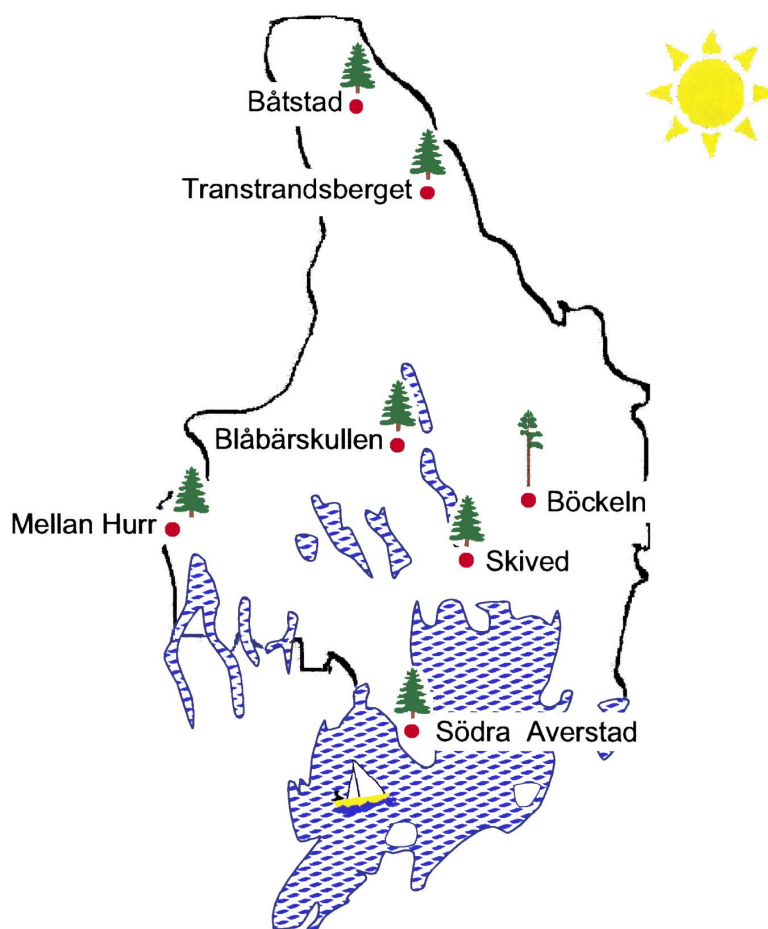


rappport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Värmlands läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Värmlands län Resultat till och med september 2001



Eva Hallgren Larsson, redaktör
B 1460
Aneboda, april 2002

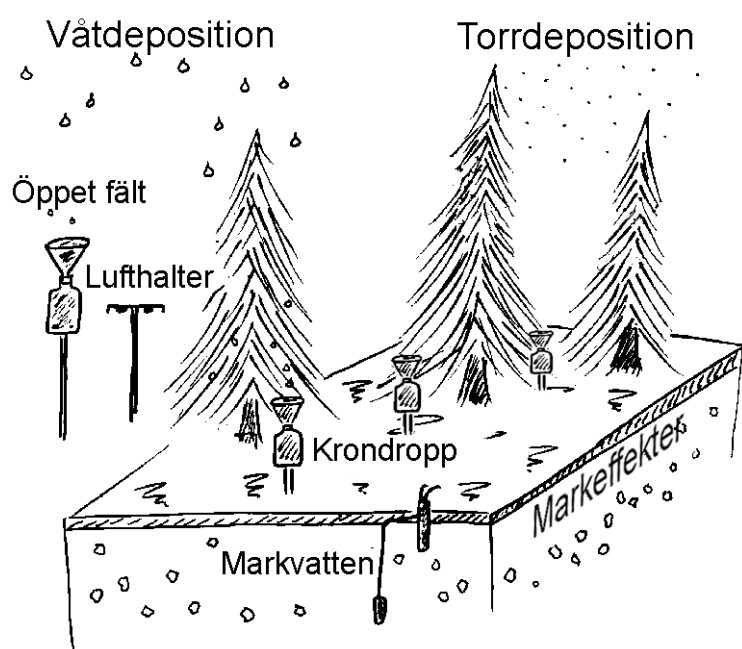
För Värmlands läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Värmlands län Resultat till och med september 2001

På uppdrag av Värmlands läns Luftvårdsförbund har IVL mätt nedfall av luftföroreningar, markvattnets kvalitet och lufthalter på sju lokaler i Värmlands län. 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. Vissa av provytorna ligger i Skogsvårdsorganisationens observationsytor, vilket gör att Luftvårdsförbundets data kan jämföras med skogliga uppgifter.

Nedfallet av svavel och kväve är störst i sydvästra Sverige och avtar åt nordost. Längre norrut i landet finns en gradient med större deposition i Stockholmsområdet och längs Norrlandskusten än inåt landet. Belastningen i Värmlands län visar en tydlig gradient med betydligt större deposition av svavel och kväve i länets södra delar än längre norrut. Sedan mätningarna startade har skillnaden mellan olika regioner i Sverige och nedfallet av svavel minskat betydligt, samtidigt som nederbörden blivit mindre sur. Till stor del förklaras det av minskade utsläpp av svavel i Europa. När det gäller kväve är det svårt att se trender. Om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer depositionen av i första hand kväve, men även svavel, att minska till år 2010. Försurningspåverkat markvatten har främst noterats från granskogen i Södra Averstad och Mellan Hurr.

Hydrologiska året från oktober 2000 till september 2001 utmärker sig genom riklig nederbördsmängd och stor våtdeposition av kväve. Som genomsnitt från tre lokaler noterades 1140 mm nederbörd med pH-värde 4,7. Nederbördens bidrag till nedfallet av oorganiskt kväve var i genomsnitt 7,4 kg/ha. Svavelnedfallet var drygt 4 kg/ha, vilket är samma nivå som senare halvan av 1990-talet. Mätningarna i Värmland visar att nederbördens innehåll av sulfatsvavel har halverats under 1990-talet och att nedfallet av svavel till marken i granskog har minskat med nästan 60 %. Trots minskad belastning av försurande ämnen har markvattnet snarast blivit surare under perioden. Uppmätta halter av svavel-dioxid, kvävedioxid och ammoniak har varit låga, medan halterna av marknära ozon indikerar viss risk för vegetationsskador i området.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

Värmlands 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, Värmlands län

IVL rapport B 1460
Beställs från:

Värmlands läns Luftvårdsförbund
Stig Edvinsson
c/o Länsstyrelsen i Värmland
651 86 KARLSTAD

eller

IVL, Publikationsservice
Box 21060
SE-100 31 STOCKHOLM
Tel: 08-598 563 00

Fax: 08: 598 563 60

publikationsservice@ivl.se

Innehållsförteckning

Övervakning av luftföroreningar i Värmlands län	1
Innehållsförteckning.....	2
Inledning	3
Ord att förklara	4
Förklaring till stationsfigurer	4
Stationsvis redovisning	5
Tidsutveckling deposition.....	16
Tidsutveckling markvatten.....	17
Tidsutveckling lufthalter	18
Faktaruta: Ozonhalter.....	19
Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten.....	20

Mer information finns på
Krondroppsnätets hemsida:

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

Där finns bland annat:

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

Inledning

På uppdrag av luftvårdsförbund, länsstyrelser, skogsvårdsstyrelser och kommuner mäter IVL i 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 kron dropp 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.

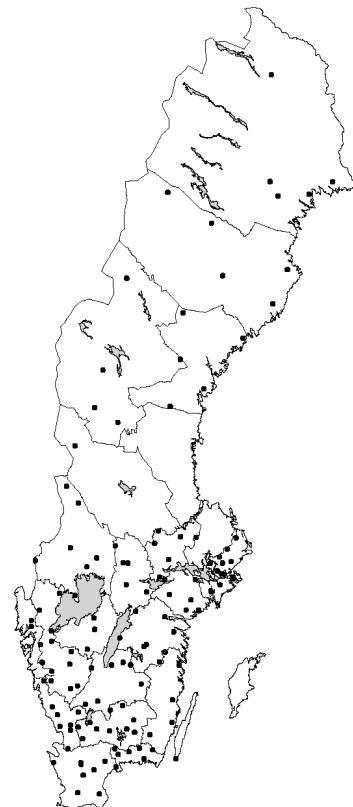
Konkret innebär det att antalet nederbörds kemiska mätningar på öppet fält har reducerats och ersatts av beräkningar, vilket framgår av stationsfigurer och tabeller i årets rapport. Modellberäkningar av deposition utförs av SMHI och resultaten kommer i första hand att finnas tillgängliga via hemsida 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 Kron droppsnätet.

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 Svealand år 2010 innebär det en förväntad genomsnittlig belastning i både öppna och skogbevuxna områden på cirka 2,5 kg svavel och 4 kg kväve per ha och år.

Undersökningarna i **Värmlands län** är resultat av ett lagarbete. Provtagning har utförts av kommunerna Sysseleback (Lars-Olof Sandin), Årjäng (Bruno Sjöqvist), Sunne (Åke Bergqvist) och Säffle (Lennart Larsson) samt Länsstyrelsen (Göran Pettersson). På IVL har G Hedberg, K Koos, M Jonsson, I Torbrink, S Svensson, A Danielsson, C Larsson, K Hommerberg och B Dusan analyserat proverna. Validering av data har utförts av G. Hedberg och E Hallgren Larsson. J. Knulst, G. Malm och E. Ugglar har arbetat med databearbetning och figurer. E. Hallgren Larsson har varit projektledare och tillsammans med O. Westling och A. Svensson (lufthalter) utvärderat och rapporterat.



Figur 2. Kron droppsnätet 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

Figur 3-9 deposition och markvatten, figur 10 halter i luft samt tabell 2-5.

Båtstad (S 01): 70-årigt granbestånd i relativt brant sluttning mot sydväst. Jordarten är sandig-moig morän och jordmånen podsol. Marken är blockrik och saknar fältskikt. Detta är länets nordligaste lokal. Generellt har den haft mindre nederbörds mängd och deposition av försurande ämnen än lokalerna söderut i länet. Mätning av deposition och markvatten startade 1990 och avslutades 2000 (ersätts av Transtrandsberget). Under det senast hydrologiska året finns därför bara resultat från sista kvartalet 2000.

Som genomsnitt för tio års mätningar i Båtstad har 3 kg svavel deponerats per hektar skogsmark. Mätningarna från 1990-talet visade tydligt högre värden i början än i slutet. När det gäller kväve har drygt 3 kg kväve deponerats per hektar öppen mark och där har omfattningen varit ungefär densamma under hela perioden, vilket redovisats i tidigare årsrapporter.

Den sista markvattenprovtagningen gjordes i november 2000. Figur 3 visar att markvattnet då var något surare och hade högre halter av kalcium, sulfatsvavel och aluminium i dess olika former (totalt, organiskt och oorganiskt) än medianvärdet för samtliga 28 provtagningar i Båtstad. Sedan mätningarna startade 1990 har markvattnets innehåll av vätejoner ökat signifikant och markvattnet blivit surare (lägre pH-värden). Dessutom har halterna av ammoniumkväve, mangan och totalt organiskt kol minskat signifikant.

Generellt kan sägas att påfallande sura förhållanden har noterats i markvatten från Båtstad med tanke på att nedfallet av försurande ämnen hela tiden visat måttliga värden. Oftast har pH-värdet i markvattnet varit 4,9 och halterna av oorganiskt aluminium 0,5 mg/l. Det sura tillståndet i marken kan bero på markkemiska förhållanden på lokalen eller vara en kvardrö-

jande effekt av en högre försurningsbelastning innan nuvarande mätningar påbörjades. Markvattnets låga pH kan även ha orsakats av organiska syror, eftersom markvattnet har relativt höga halter av organiskt kol; 16 mg/l.

Södra Averstad (S 05): 70-årig granskog i ett flackt och kustnära område på Värmlandsnäs som är exponerat för intransport av luftföroreningar över Väneren. Marken i området består av ett sandigt-moigt sediment med en jordmån klassad som övergång mellan brunjord och podsol. Södra Averstad är länets sydligaste lokal och den har generellt haft länets största nedfall av försurande svavel och kväve. På samma sätt som i Båtstad startade mätning av deposition och markvatten 1990. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000.

Senaste årets data från Södra Averstad visar tydligt större belastning av svavel och kväve än närmast föregående år då torrdepositionen av svavel, mätt som skillnad mellan nedfall via kron dropp och på öppet fält, var liten. Till marken i skogen noterades 5,1 kg antropogent svavel per hektar. Kron dropp påverkas i stor omfattning av upptag och omvandling av kväve i träd kronorna och har oftast visat högre värden på öppet fält än via kron dropp, vilket är vanligt i områden med låg eller måttlig kvävebelastning. Senaste årets data visar att 7,4 kg kväve deponerades per hektar skogsmark, vilket till och med är mer än vad som noterats något år tidigare i den nu elvaåriga mätserien. Saltpåverkan från havet, mätt som kloridnedfall, har generellt varit betydligt större på Värmlandsnäs än på länets övriga lokaler. Det är logiskt med tanke på dess geografiska läge. Dock var det mindre än vanligt under 2000/01.

Hela mätserien i Värmlandsnäs illustrerar på ett tydligt sätt vad som gäller stora delar av södra och mellersta Sverige: att torrdepositionen av svavel har minskat. Under perioden 1990/91 till 1994/95 visade kron droppsdata i

genomsnitt 3 kg mer svavel än på öppet fält. Motsvarande för nästa femårsperiod, 1995/96 till 1999/00, hade minskat till 1 kg/ha.

Förhållandevis hög föroreningsbelastning under många år har medfört markvatten med sura och stabila förhållanden. Samtliga provtagningar har visat pH-värden mellan 4,5 och 5,0 och medianvärdet är 4,7, vilket är det lägsta medianvärdet i Värmlands län. Samtidigt har halterna av kalcium varit låga och halterna av aluminium höga. Medianvärdet för totalt aluminium är 1,1 mg/l och 0,58 mg/l för oorganiskt aluminium, vilket leder till en riskabelt låg kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. I augusti 2001 noterades kraftigt förhöjd halt av nitratkväve i markvattnet, 1 mg/l. Möjligen kan det vara en effekt av att kvävebelastningen till marken varit större än vanligt och kommande provtagningar får visa om det varit en engångsföreteelse. Sedan mätningarna startade har ett flertal signifikanta förändringar noterats. Det gäller sjunkande halter av sulfatsvavel, klorid, ammoniumkväve, kalcium, magnesium, natrium, kalium, och totalt organiskt kol. Samtidigt har halterna av mangan ökat, vilket är ovanligt. Vidare har beräknad syraneutraliserande förmåga ökat (innebär minskad försurning) och kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium minskat (innebär ökad försurningsgrad).

De högsta lufthalterna av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) på de tre mätstationerna i länet har generellt noterats i Södra Averstad. I genomsnitt var halterna av svaveldioxid under hydrologiska året 2000/01 nästan dubbelt så höga i Södra Averstad jämfört med i Blåbärskullen och Transtrandsberget. Skillnaden var ännu större för kvävedioxid, där halterna i genomsnitt var tre gånger så höga i Södra Averstad jämfört med lokalerna längre norrut i länet. Dock var de avsevärt lägre än de delmål som riksdagen har beslutat ska gälla för år 2010, se "Ord att förklara". Liksom tidigare

hade Södra Averstad ett medelvärde för sommarhalvåret 2001 av marknära ozon (O₃) som var något lägre än medelvärdet i Transtrandsbergen och något högre än det i Böckeln. Troligtvis är detta en lokal effekt beroende på mätstationernas geografiska placering. Jämfört med sommaren 2000 var halterna på samma nivå.

Skived (S 15): Drygt 80-årig granskog, på sediment med texturen finmo och jordmån av övergångstyp. Beståndet ligger i ett flackt område och gränsar till en inäga i nordost. På samma sätt som i Båtstad startade mätningarna 1990 och avslutades 2000. Under det senast hydrologiska året finns därför bara resultat från sista kvartalet 2000.

Utmärkande för lokalen i Skived är genomgående stora nederbördsmängder och därigenom förhållandevis stor våtdeposition av flertalet ämnen. Som genomsnitt för tio års depositionsmätningar under 1990-talet har 5 kg svavel och 8 kg kväve mätts upp per hektar öppen mark. Både svavel och kväve har i allmänhet visat lägre värden via krondropp. Nedfallets utveckling i tiden stämmer väl överens med den generella bilden; nedfallet av svavel har minskat medan kvävenedfallet varit på ungefär samma nivå under hela 1990-talet.

Den sista markvattenprovtagningen, november 2000, visade liknande resultat som tidigare år. Försurningen har varit mindre uttalad än i Båtstad och Södra Averstad. Medianvärden från 31 provtagningar visar pH-värde 5,2, måttliga halter av totalt aluminium (0,7 mg/l) varav en mindre andel, 0,3 mg/l, varit bundet i oorganiska föreningar. Halterna av kväve har så gott som alltid varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i växande skog eftersom kväve är ett eftertraktat näringsämne. Ett stort antal ämnen har visat signifikant förändrade halter sedan mätningarna startade 1990. Sjunkande halter har noterats för sulfatsvavel, klorid, kalcium, magnesium, natrium, kalium, mangan, järn, oorganiskt aluminium och totalt organiskt kol. Ökande halter har noterats för totalt och organiskt bundet aluminium, liksom för beräknad syraneutraliserande förmåga (ANC). Den likaledes försurningsindikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har visat ungefär samma nivå under hela 1990-talet.

Mellan Hurr (S 16): Provytan i länets västligaste del består av drygt 70-årig granskog, på moränmark med en utbildad podsolprofil. På samma sätt som på tidigare nämnda lokaler startade mätningarna 1990. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000.

Senaste årets krondropsdata från Mellan Hurr visade att 4,2 kg svavel deponerades till marken i skogen. Det är det högsta värdet som noterats sedan 1996/97, men tydligt mindre än genomsnittet för hela perioden. Som jämförelse kan nämnas att motsvarande för första halvan av 1990-talet var 6,9 kg/ha. Kvävenedfallet till marken i skogen påverkas i större utsträckning av upptag och omvandling i träd-kronorna och kan inte användas som mått på det totala nedfallet på samma sätt som för svavel. Intressant är dock att krondropsmätningarna under senaste hydrologiska året visade större kvävenedfall än något år tidigare i mätserien, 3,8 kg/ha. Detsamma gällde lokalen i Södra Averstad. Saltpåverkan från havet var på samma nivå som genomsnittet för 1990-talet, vilket innebär hälften av vad som noterades året innan, 1999/00, då perioden december – februari var mycket blåsig och stormig.

Mellan Hurr tillhör de ytor i länet som är mest försurningspåverkad. Senaste årets data visar halter i nivå med tidigare mätningar även om höga halter av aluminium noterades i november 2000 och maj 2001. För lokalen typiska värden har varit pH-värde 4,8, låga halter av kalcium (0,8 mg/l), magnesium (0,5 mg/l) och måttliga halter av aluminium, 0,6 mg/l, merparten dock i oorganiska former. Sammantaget ger det en låg

kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium som dessutom har minskat signifikant sedan mätningarna startade. Även om inga direkta effekter på skogens vitalitet (tillväxt och förekomst av rottröta och kådflöde) har kunnat konstateras kan det ge negativa effekter i grundvattnet samt innebära en ökad risk för ekologiska skador i omkringliggande ytvatten. Övriga signifikanta trender som noterats är att koncentrationen av vätejoner har ökat (pH-värdet har sjunkit), liksom koncentrationen av oorganiskt aluminium, totalt aluminium och kalium. Sjunkande halter har noterats för klorid, mangan, järn och totalt organiskt kol.

Böckeln (S 21): EU-yta i snart 70-årig tallskog. Skogen växer på sandig-moig moränmark med jordmånen järnpodsol. Ytan är belägen i en sluttning mot öster nära en mindre sjö. Liksom övriga EU-tytor i Värmlands län, startade mätningarna hösten 1996 och har även omfattat nederbördskemiska mätningar på öppet fält under senaste hydrologiska året.

Böckeln (som ligger relativt nära Skived) har generellt sett haft ganska stora nederbördsmängder. Under oktober 2000 till september 2001 noterades 1091 mm, vilket är i nivå med hela femårsperioden i Böckeln. Nedfallet av olika ämnen har varit på ungefär samma nivå som tidigare, snarast något mindre. På öppet fält noterades 4,8 kg svavel och 8,3 kg kväve per hektar. Liksom tidigare visade krondropsvärden lägre värden av både svavel, kväve och klorid. För svavel är orsaken sannolikt en kombination av liten torrdeposition av svavel samt att tallskog är glesare och har mindre biomassa barr och grenar än granskog och därigenom utgör ett mindre effektivt filter för torrdeposition. Stamavrinning, som antagligen har störst betydelse i bokskog, har sannolikt större omfattning i tallskog än i granskog. Den bidrar till den totala depositionen utan att fångas upp i insamlarna för krondropp. Delvis på grund av kostnadsskäl ingår inte stamavrinning

ning i dessa undersökningar. För klorid tillkommer att saltpartiklar vid vissa tillfällen kan deponeras (torrdeposition) i de ständigt öppna insamlarna på öppet fält. För kväve är det normalt med lägre värden via krondropp än på öppet fält i måttligt belastade områden, vilket förklaras av omvandling och upptag i trädkronorna.

Liksom i Mellan Hurr visade markvattenprovtagningarna i november 2000 och april 2001 högre halter av aluminium än vanligt. För Böckeln typiska resultat är pH-värde 5,0, kvävehalter under detektionsgränsen (0,002 eller 0,01 mg/l) och låga halter av totalt aluminium, 0,4 mg/l. Merparten aluminium har varit oorganiska föreningar. Tillsammans med mycket låga halter av kalcium och magnesium (0,4 respektive 0,2 mg/l) har det medfört relativt låg kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. Denna kvot har också minskat signifikant sedan mätningarna startade 1996, vilket indikerar ökad försurningsgrad. Övriga signifikanta trender som noterats är att halterna av sulfatsvavel, klorid, kalcium, magnesium, kalium har minskat och att halterna av totalt och oorganiskt aluminium har ökat.

På mätstationen i Böckeln mäts lufthalter av marknära ozon (O_3). De var något lägre i Böckeln jämfört med halterna på de övriga stationerna i länet. Medelvärdet för sommarhalvåret 2001 var $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket var på samma nivå som förra sommarens medelvärde.

Blåbärskullen (S 22): EU-yta i centrala Värmland. Beståndet utgörs av 50-årig granskog på sandig-moig morän med viss kulturpåverkan. Boniteten är hög jämfört med övriga provytor med granskog i länet, ståndortsindex G32. 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.

Perioden oktober 2000 till sep-

tember 2001 var nederbördsrik i Blåbärskullen. Totalt noterades 1250 mm nederbörd, vilket är 20% mer än genomsnittet för fem års mätningar. Analogt med det visade nedfallet av flera ämnen något högre värden än tidigare års mätningar på öppet fält. För svavel gäller 4,5 kg/ha och för kväve 7,4 kg/ha, vilket till och med mer än något år tidigare. Krondroppsmätningarna visade ungefär samma svavelnedfall som mätningarna på öppet fält. Mängden kväve hade reducerats till knappt hälften, vilket är normalt i växande bestånd i områden med låg till måttlig kvävebelastning.

Förhållandevis hög bonitet på ytan avspeglas i markvattnet som är mindre försurningspåverkat i Blåbärskullen än på övriga lokaler i länet. Förutom att provtagningen i november 2000 visade höga halter av järn och aluminium visar senaste årets data liknande resultat som tidigare. Medianvärden från 15 provtagningar är pH-värde 5,7, mycket låga halter av aluminium (totalt 0,1 mg/l och 0,03 mg/l av oorganiskt aluminium) samt låga halter totalt organiskt kol (3,6 mg/l). Den försurningsindikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har oftast varit hög (66). För ett fåtal ämnen har halterna minskat signifikant sedan mätningarna startade 1996. Det gäller sulfatsvavel, magnesium, kalium och mikronäringsämnet mangan.

I november 2000 påbörjades mätningar av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2), ammoniak (NH_3) samt marknära ozon (O_3) i luft på Blåbärskullen i mellersta Värmland. Halterna av svaveldioxid och kvävedioxid har under perioden varit på jämförbar nivå med halterna i Transtrandsberget. Årsmedelhalterna (oktober 2000 till september 2001) för svaveldioxid var $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och för kvävedioxid $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Detta är långt under de delmål som riksdagen har beslutat ska gälla för svaveldioxid och kvävedioxid år 2010, se "Ord att förklara". Lufthalterna av ammoniak var högre än de i Tran-

strandsberget. Generellt var dock ammoniakhalterna låga och månadshalterna översteg aldrig $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sommarhalvårets medelvärde av marknära ozon, $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, var mellan nivåerna i Böckeln ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och Södra Averstad ($59 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Transtrandsberget (S 23): EU-yta i granskog, snart 50 år, på sandig-moig morän och jordmånen järnpodsol i länets nordligaste delar. Ytan ligger i en sluttning mot öster och kan därigenom förväntas vara mindre utsatt för dominerande vindriktningar än lokaler i sydvästsluttningar.

Även i Transtrandsberget noterades förhållandevis mycket nederbörd. Senaste årets resultat, 1079 mm, är 25 % mer än genomsnittet för fem års mätningar och bidrar till att våtdepositionen av svavel och kväve var något större än normalt. På öppet fält noterades 3,3 kg svavel och 6,3 kg kväve per hektar. Liksom för ett flertal övriga lokaler är det mer kväve än något år tidigare.

Markvattenprovtagningar har kunnat genomföras planerligt och 15 provtagningar visar relativt stabila förhållanden runt pH-värde 5,1 och 0,25 mg/l av oorganiskt aluminium. Kvävehalterna har så gott som alltid varit under detektionsgränserna, vilket är normalt. Sedan mätningarna startade har pH-värdet sjunkit signifikant, liksom halterna av sulfatsvavel, klorid, kalcium, kalium och den försurningsindikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium (ökad försurningsgrad).

Lufthalterna av svaveldioxid (SO_2) och kvävedioxid (NO_2) har under året varit på jämförbar nivå med halterna på Blåbärskullen och lägre än i Södra Averstad. Halterna av ammoniak (NH_3) har under sex av totalt nio månader varit under detektionsgränsen för analys av ammoniak, $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sommarhalvårets medelvärde av marknära ozon (O_3) var $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket var något högre än på de övriga stationerna i länet även om skillnaderna var små.

Båtstad (S 01)

Gran

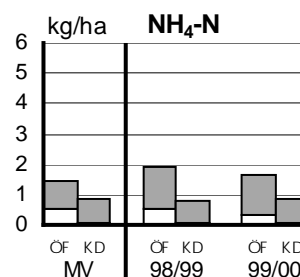
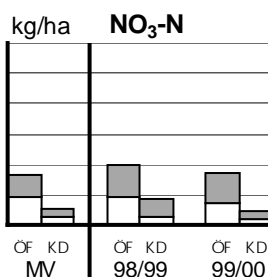
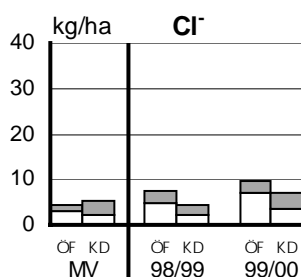
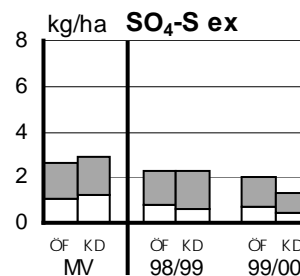
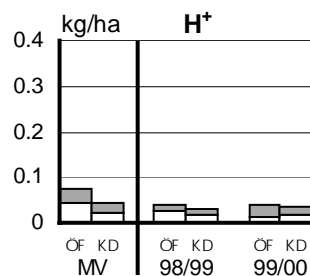
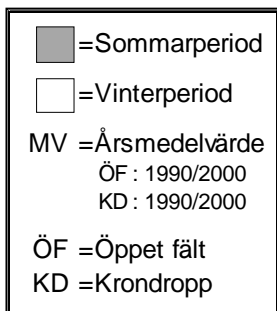


DEPOSITION

(S 01)

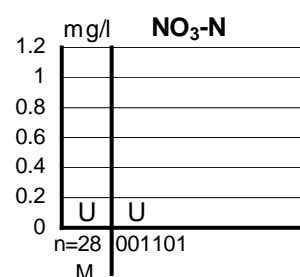
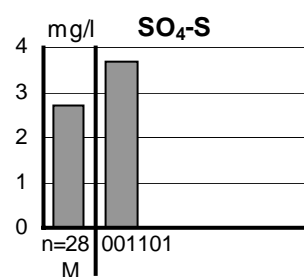
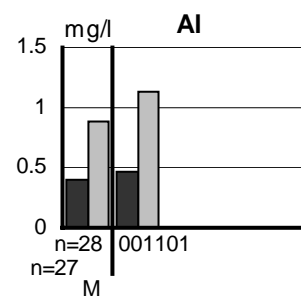
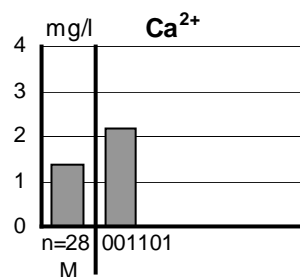
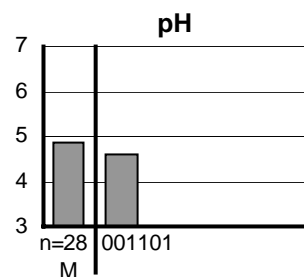
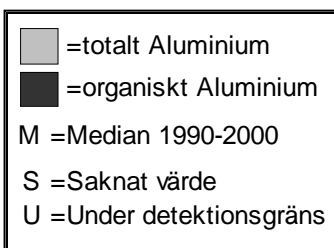
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	98/99	99/00
Sommar	416	431	499
Vinter	298	361	293



MARKVATTEN

(S 01)



Figur 3. Depositions- och markvattendata från Båtstad, S 01.

Södra Averstad (S 05)

Gran, 70 år



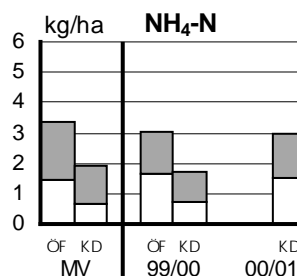
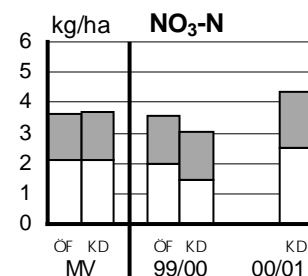
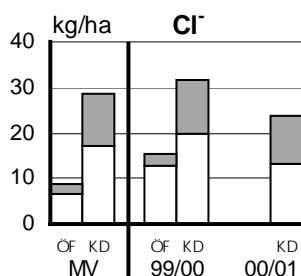
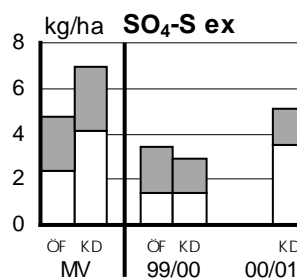
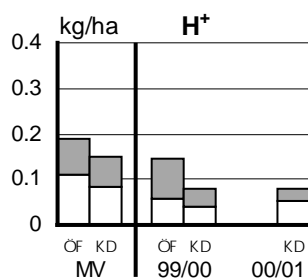
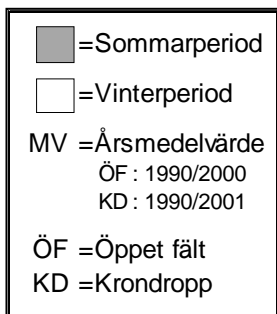
DEPOSITION

(S 05)

Nederbörd på ÖF (mm)

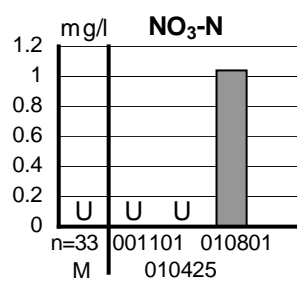
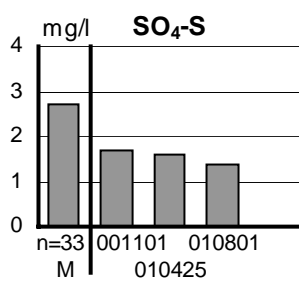
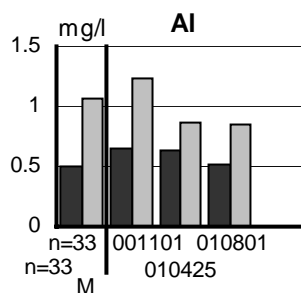
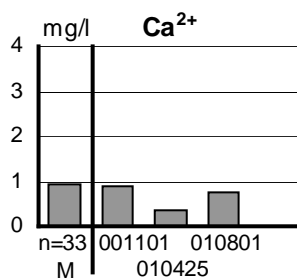
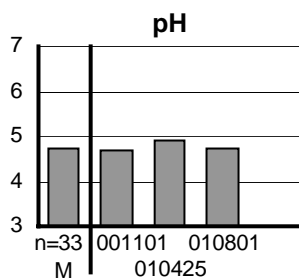
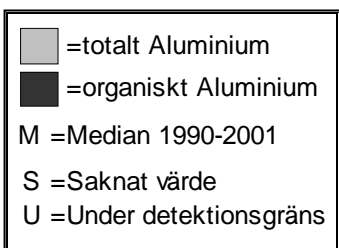
MV	99/00	
414	473	
361	395	

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

(S 05)



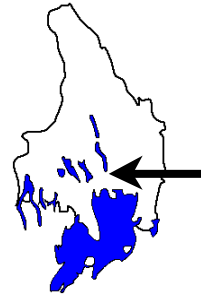
Figur 4. Depositions- och markvattendata från Södra Averstad, S 05.

Skived (S 15)
Gran, 81 år

DEPOSITION
(S 15)

Nederbörd på ÖF (mm)

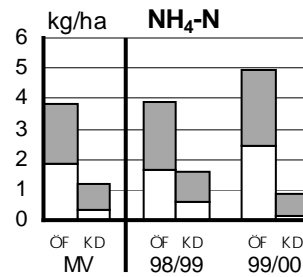
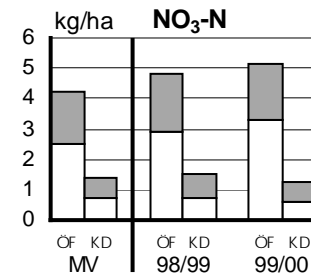
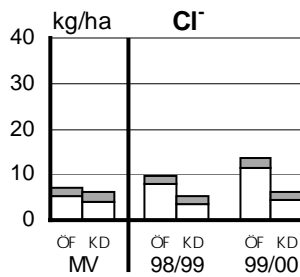
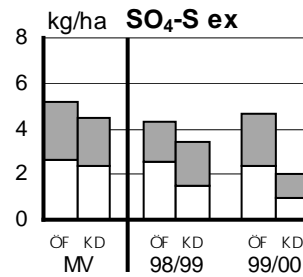
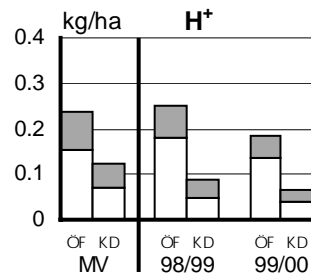
	MV	98/99	99/00
Sommar	434	561	510
Vinter	408	581	492



■ =Sommarperiod
□ =Vinterperiod

MV =Årsmedelvärde
ÖF : 1990/2000
KD : 1990/2000

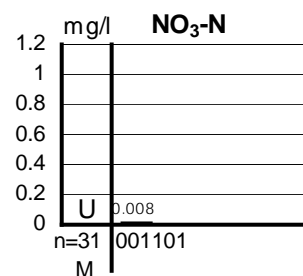
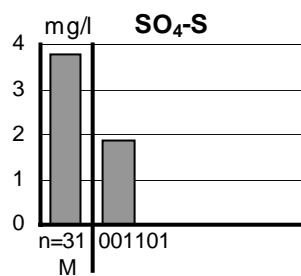
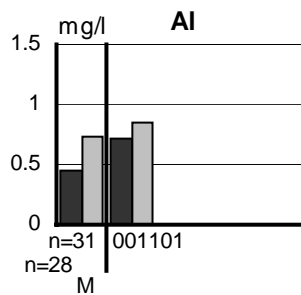
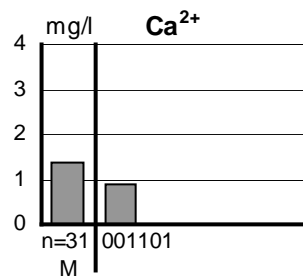
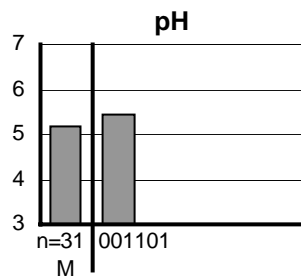
ÖF =Öppet fält
KD =Kronddropp



MARKVATTEN
(S 15)

■ =totalt Aluminium
■ =organiskt Aluminium

M =Median 1990-2000
S =Saknat värde
U =Under detektionsgräns



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Skived, S 15.

Mellan Hurr (S 16)

Gran

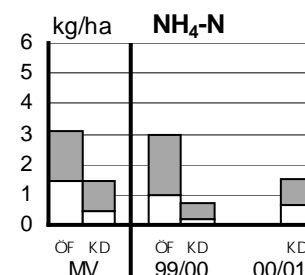
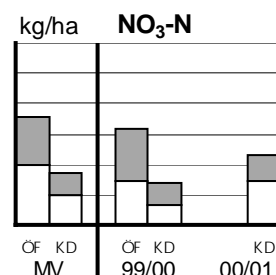
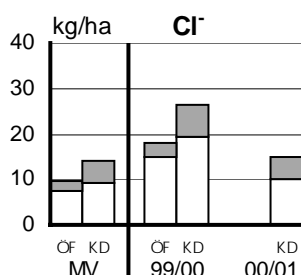
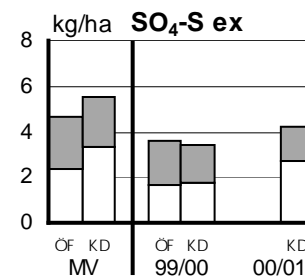
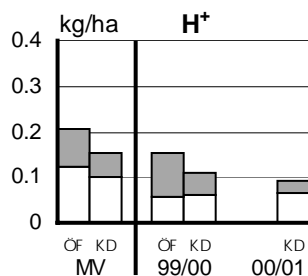
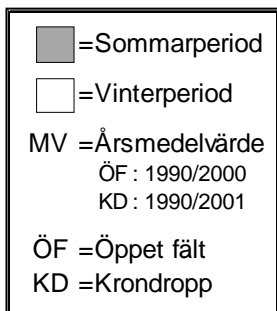


DEPOSITION

(S 16)

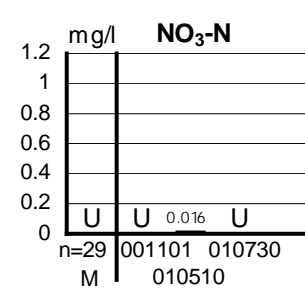
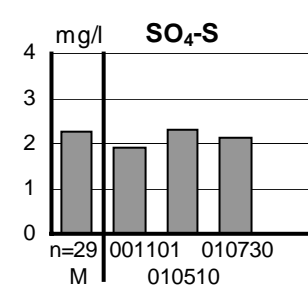
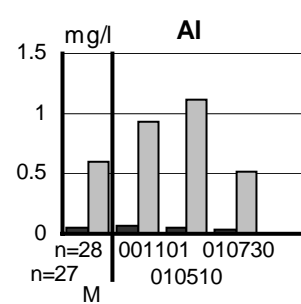
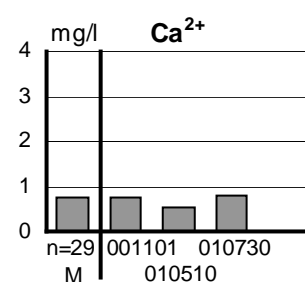
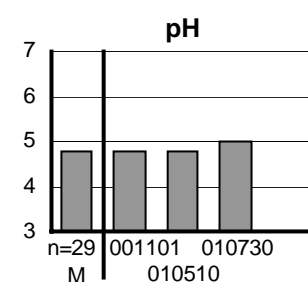
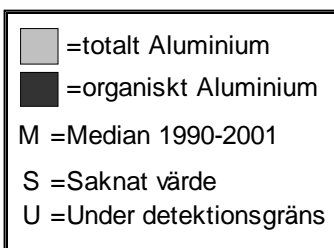
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	
Sommar	449	511	
Vinter	418	457	



MARKVATTEN

(S 16)



Figur 6. Depositions- och markvattendata från Mellan Hurr, S 16.

Böckeln (S 21)

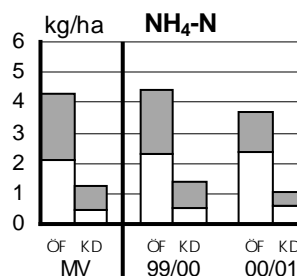
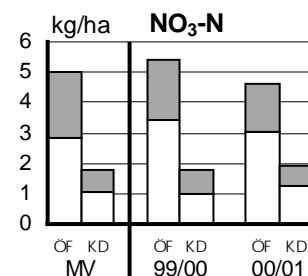
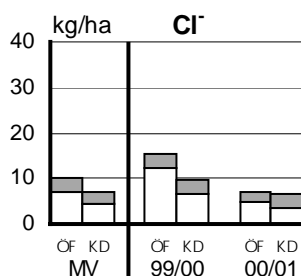
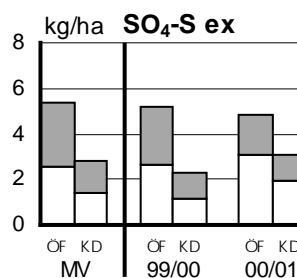
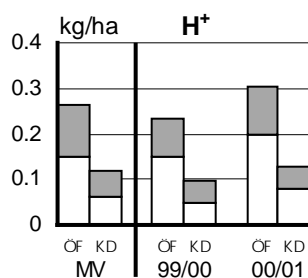
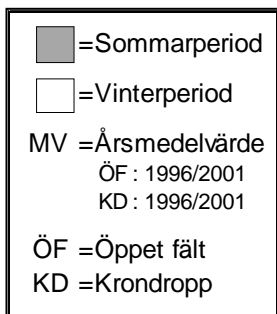
Tall, 68 år

DEPOSITION

(S 21)

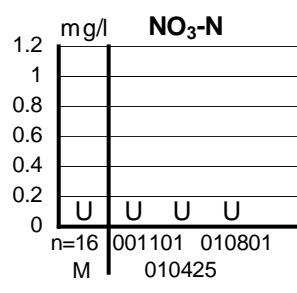
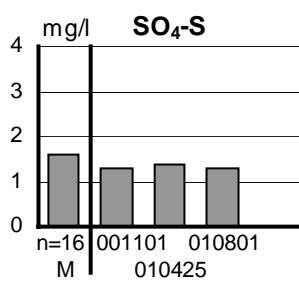
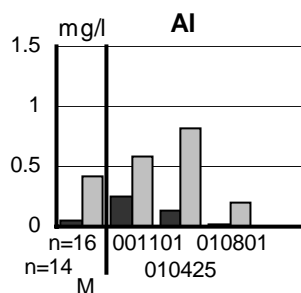
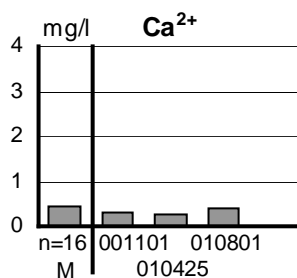
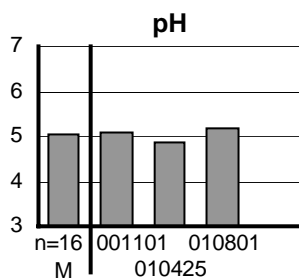
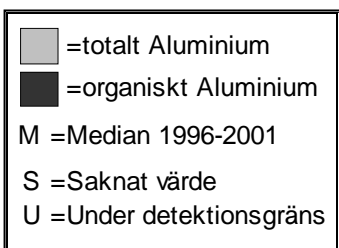
Nederbörd på ÖF (mm)

MV	99/00	00/01	
Sommar	565	552	472
Vinter	501	496	619



MARKVATTEN

(S 21)



Figur 7. Depositions- och markvattendata från Böckeln, S 21.

Blåbärskullen (S 22)

Gran, 50 år

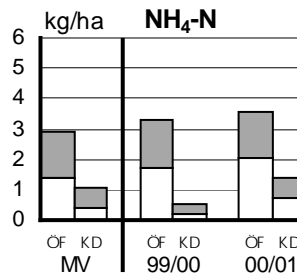
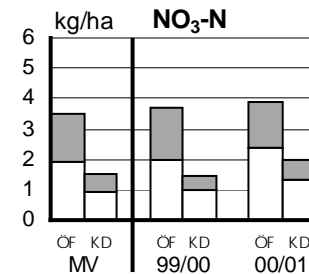
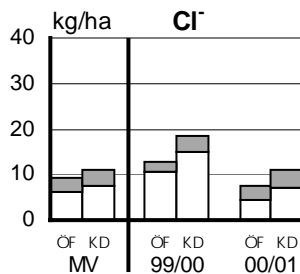
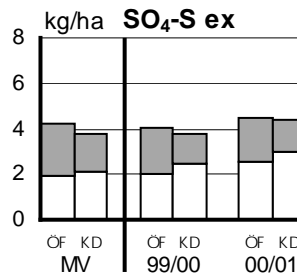
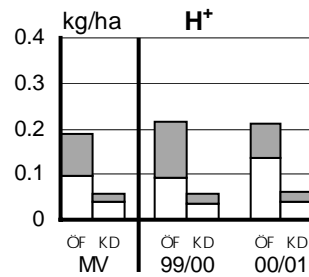
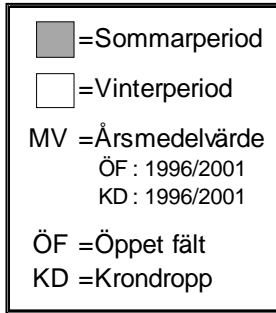


DEPOSITION

(S 22)

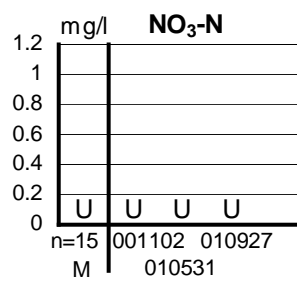
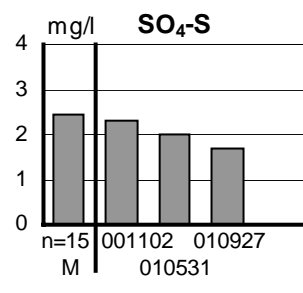
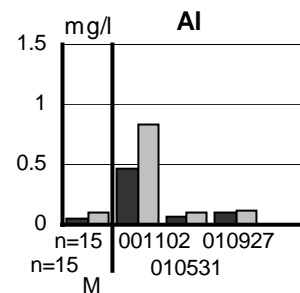
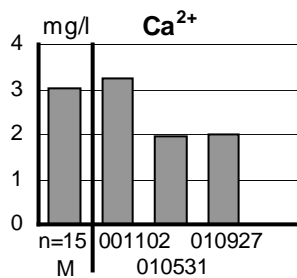
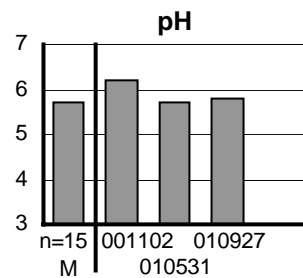
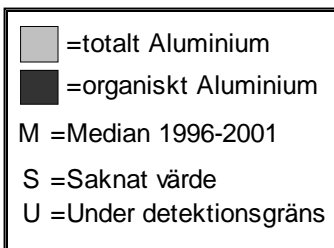
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	00/01
Sommar	560	575	597
Vinter	478	474	654



MARKVATTEN

(S 22)



Figur 8. Depositions- och markvattendata från Blåbärskullen, S 22.

Transtrandsberget (S 23)

Gran, 49 år

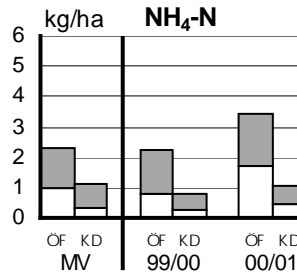
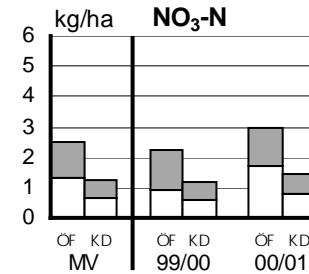
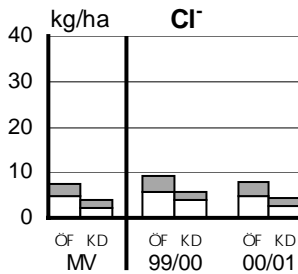
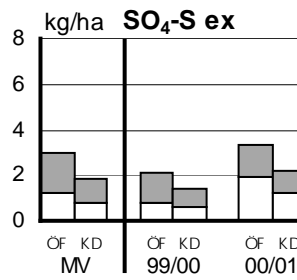
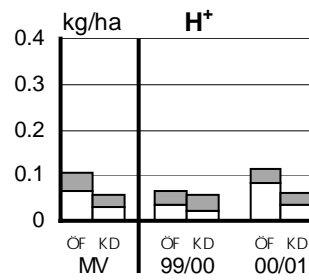
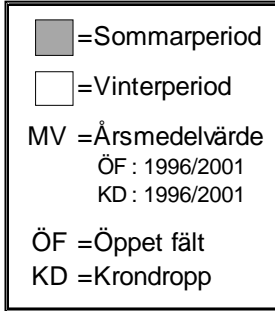


DEPOSITION

(S 23)

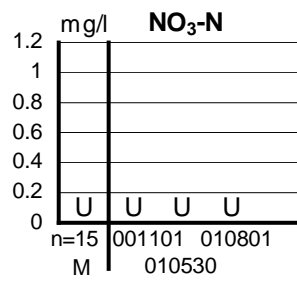
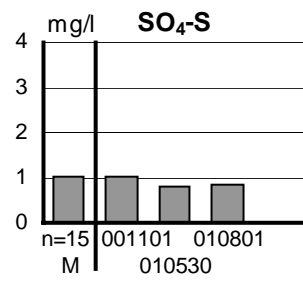
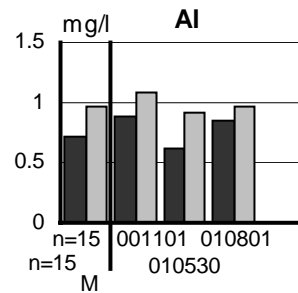
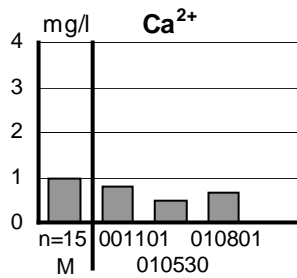
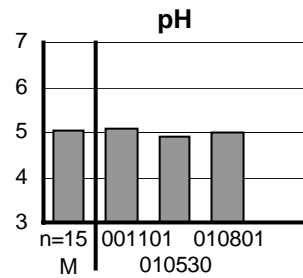
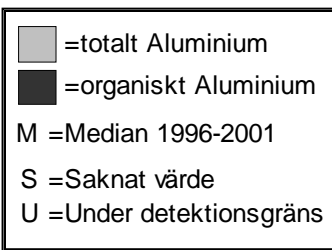
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	00/01
Sommar	483	484	555
Vinter	384	318	523

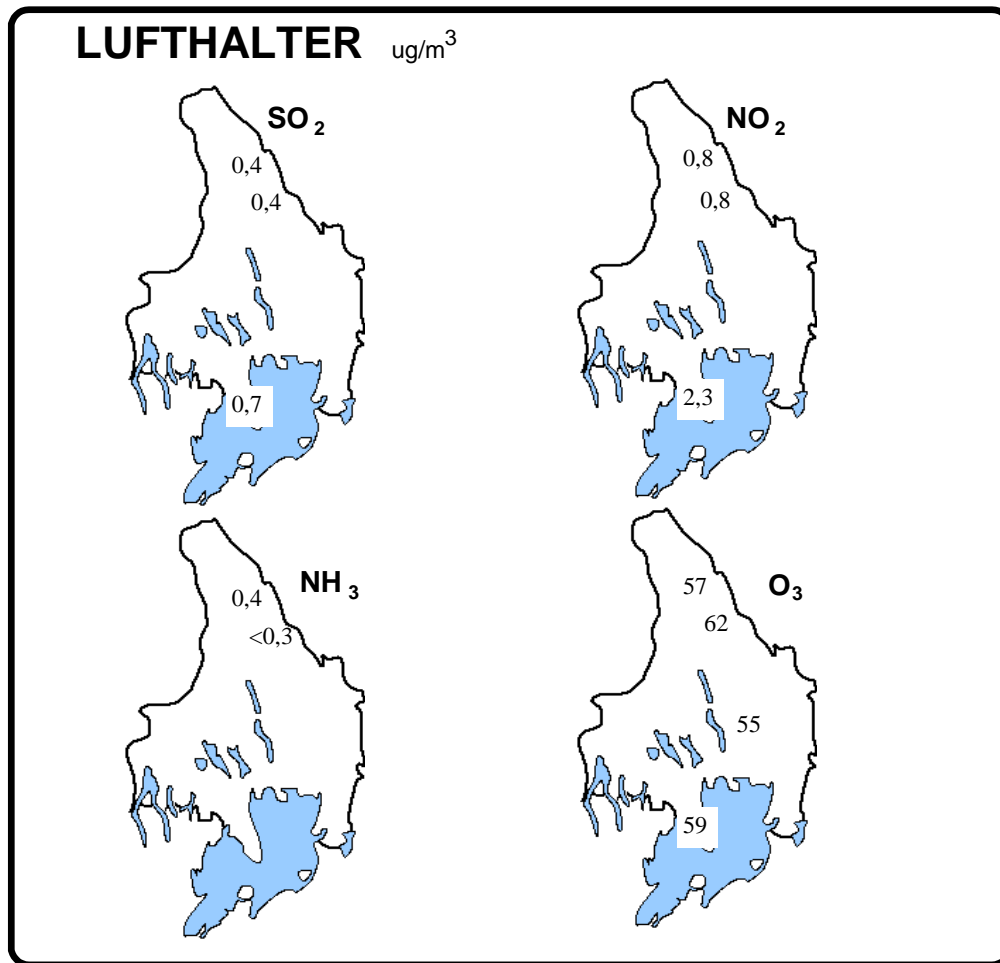


MARKVATTEN

(S 23)



Figur 9. Depositions- och markvattendata från Transtrandsberget, S 23.



Figur 10. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För SO_2 och NO_2 gäller perioden oktober 2000 till september 2001 och för O_3 april - september 2001.

Tidsutveckling deposition

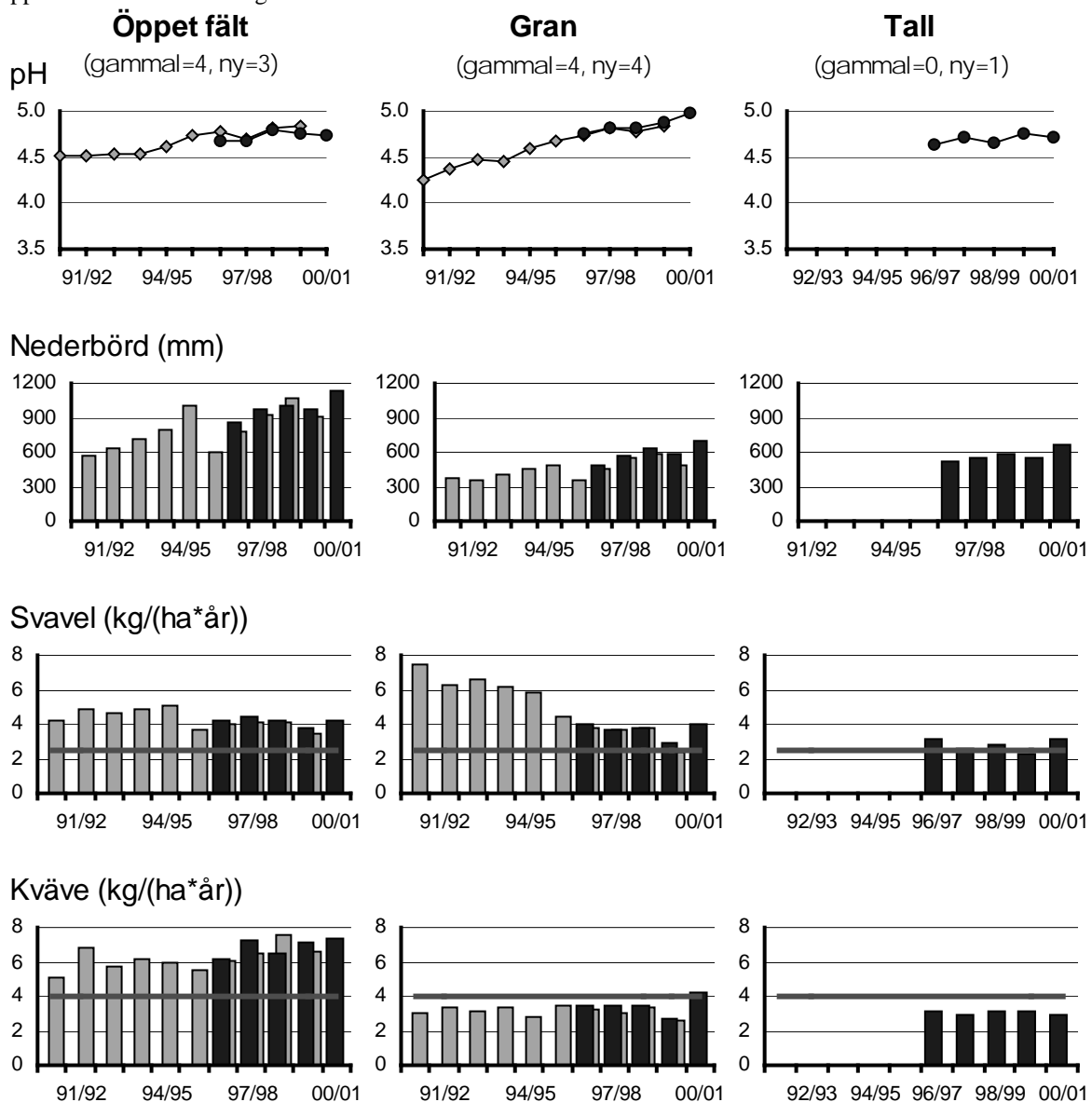
Figur 11 visar minskad försurningsbelastning i länet och att surhetsgraden i nederbörd och krondropp har minskat sedan mätningarna startade 1990. Utvecklingen har varit tydligare i krondropp som även påverkas av torrdeposition och olika processer i trädkronan, se "Interncirkulation" i ord att förklara. Som genomsnitt för senaste årets nederbörd gäller pH-värde 4,7.

Vidare visar figuren en successiv ökning av nederbördsmängden. Sedan mätningarna startade har uppmätt nederbördsmängd ökat

med 80 % i Värmlands län. Som genomsnitt för de tre lokaler där nederbördskemiska mätningar fortfarande genomförs (Böckeln, Blåbärskullen och Transtrandsberget) gäller 1140 mm under senaste året; oktober 2000 till och med september 2001, vilket är mer än något år tidigare sedan mätningarna startade 1990. I genomsnitt har 60 % passerat trädkronorna som krondropp, vilket är en normal andel.

Riklig nederbördsmängd har medfört stor våtdeposition av kväve, 7,4 kg/ha, vilket är bland det mesta som noterats i Värmland.

För svavel gäller 4,2 kg/ha, vilket är i nivå med tidigare år och förklaras av att halterna av svavel i nederbörd från Värmland har halverats under 1990-talet, se tabell 1. Krondroppsmätningar i fyra granytor visade att 4 kg svavel deponerades per hektar. På grund av torrdeposition av svavel visade krondroppsmätningarna betydligt högre värden i början av 1990-talet och figuren illustrerar att det främst är mängden torrdeponerat svavel som har minskat. När det gäller kväve finns inte samma tydliga trend mot minskad belastning som för svavel.



Figur 11. Årsmedelvärden för valda parametrar i tre miljöer i Värmland; öppet fält, gran- och tallskog, uppdelat på två tidsserier. Tidsserie "gammal" omfattar fyra lokaler där mätningarna startade 1990/91 och tidsserie "ny" omfattar tre lokaler som började 1996/97. Markerad linje anger förväntad genomsnittlig belastning i Svealand år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sid. 3).

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 nederbördsmängd 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 undersökningarna 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 nederbördsmängderna 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 nederbördsmängderna. 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. Det

innebär att samtliga Värmlands lokaler ingår i figuren.

Figur 12 visar att markvattnets innehåll av baskatjonerna kalcium och magnesium har minskat signifikant på hälften av lokalerna i Svealand och Norrland. På nästan lika många har halterna av sulfatsvavel minskat, vilket är en logisk följd av minskad svaveldeposition. En tydlig trend med

sjunkande halter redovisas även för klorid (förknippas med havssalt), spårelementet mangan, organiskt kol (TOC) och kalium.

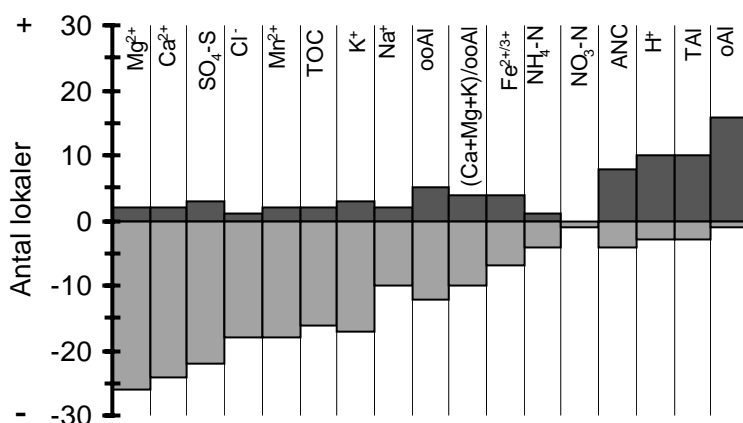
Förändringar av markvattnets surhetsgrad är inte lika tydliga, det finns exempel på både minskad och ökad försurning. Till exempel har kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium företrädesvis sjunkit (ökad försurningsgrad),

medan den syraneutraliserande förmågan (ANC) snarast har ökat (minskad försurningsgrad). 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 fem av åtta lokaler med ökad ANC. Tidigare undersökningar visar att episoder med stort nedfall av havssalt under några få dagar kan leda till omfattande jonbytesprocesser i sura marker, vilket diskuterades närmare i årsrapporten för 1998/99. Följden blir höga kloridkoncent-

rationer och låg ANC under flera år framöver och illustrerar vikten av långa tidsserier för att säkerställa trender i markvattnets surhetsgrad som beror på minskat nedfall av försurande ämnen.

Utvecklingen på skogsytorna i Värmlands län följer i princip denna beskrivning, även om antalet signifikanta förändringar är förhållandevis fler än för regionen som helhet. Dels kan det bero på långa mätserier i Värmland och dels på att belastningen av försurande ämnen procentuellt sett har minskat mer i Värmland än i övri-

ga delar av Svealand och Norrland. Som exempel på detta kan nämnas att halterna av svavel, klorid och kalium har minskat signifikant på merparten lokaler i Värmland (fem av sju). Liknande gäller kalcium, magnesium, mangan och totalt organiskt kol, där halterna har minskat på fyra av sju lokaler. Markant för Värmland är också att en betydligt större andel av lokalerna (Södra Averstad, Mellan Hurr, Böckeln och Transtrandsberget) visar ökad försurningsgrad, mätt som sjunkande kvot mellan baskatjoner och organiskt aluminium.



Figur 12. Trendberäkningar för markvattnet på 51 lokaler i Svealand och Norrland. 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) och kvävedioxid (NO₂) har mätts sedan slutet av 1992 i Södra Averstad på Värmlandsnäs. I maj 1996 påbörjades även mätningar av dessa luftföroreningar i Transtrandsberget i norra Värmland och i november 2000 på Blåbärskullen i mellersta Värmland. Under 1993/94 mättes svaveldioxid och kvävedioxid på fem andra lokaler i länet. Ammoniak (NH₃) började mätas först under den senaste säsongen på Blåbärskullen och i Transtrandsberget. Halter av marknära ozon (O₃) har mätts året runt sedan 1996 i Transtrandsberget. I Södra Averstad och Böckeln har ozon mätts under sommarhalvåret sedan 1995 respektive 1996. 1995/96 mättes ozon även i Båtstad och den senaste säsongen har mätningar

påbörjats på Blåbärskullen.

Tidsvariationen av halten svaveldioxid i luft på stationerna i Värmlands län redovisas i figur 13. De uppmätta halterna var högre i början på 1990-talet jämfört med de halter som uppmätts sedan 1997. Jämfört med de halter som mättes upp i Sverige under 1970- och 1980-talet är dock dagens halter mycket låga.

Svaveldioxid har lång livslängd i atmosfären och kan transporteras långa sträckor. Intransport av förorenad 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. Till exempel uppmättes några av vinterhalvårets högsta dygnsalter (5-6 µg/m³) i Skåne den 21-23 januari 2001 i samband med vindar från sydsydost. Denna episod var tydligast på stationerna i Skåne och Kalmar län men märktes även i Kronobergs och Hallands län. Episoden har inte påverkat lufthalterna av svaveldioxid på mätstationerna i Värmland i samma utsträckning.

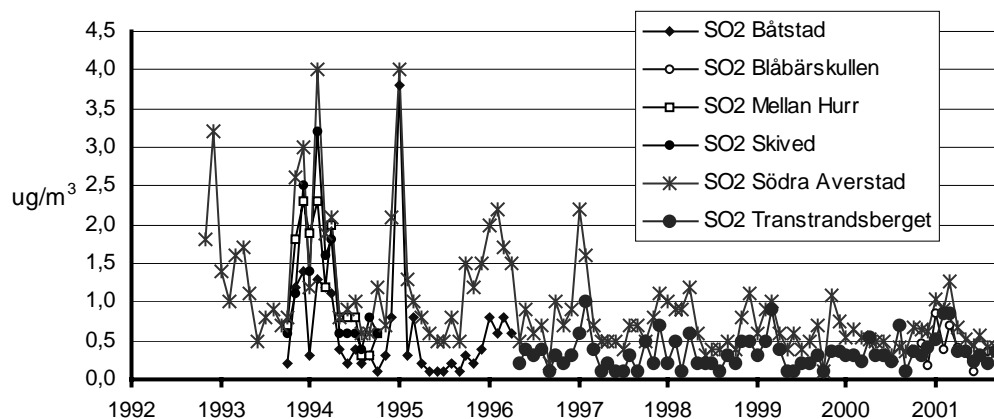
Halterna av kvävedioxid är generellt högre under kalla vintermånader. Detta är tydligt på stationerna i Värmland liksom i flera andra delar av Sverige. Till exempel har sommarmånadernas halter i Södra Averstad varit cirka 1-1,5 µg/m³ medan vintrarnas högsta halter varit 4-6 µg/m³ sedan 1998.

Lufthalter av ammoniak har endast mätts under den senaste säsongen, 2000/01, i Värmland län. Halterna var låga och översteg aldrig $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

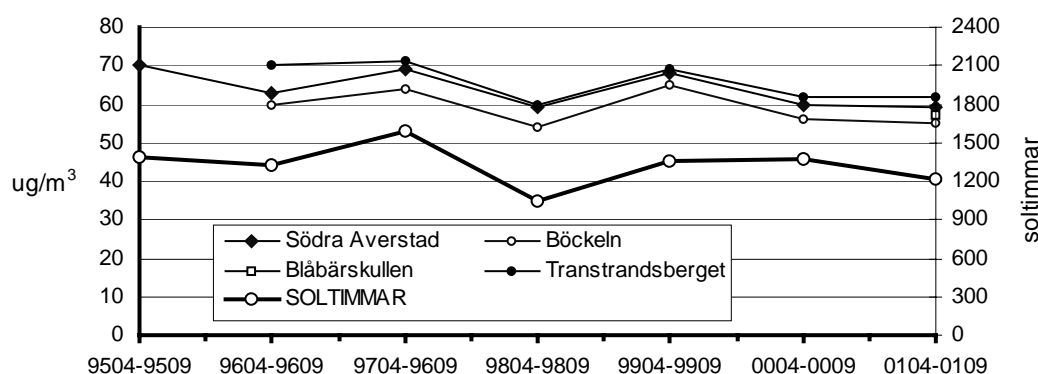
Marknära ozon är en sekundär luftförorening som bildas ur kemiska reaktioner mellan kväveoxider (NO_x) och flyktiga organiska kolväteföreningar (VOC) under

solljusets inverkan. Väder som gynnar ozonbildning är högttrycks-situationer då vädret är varmt och soligt med låga vindhastigheter. De meteorologiska faktorerna orsakar stora naturliga variationer i ozonhalten mellan åren. En jämförelse mellan medelhalten av ozon i Södra Averstad, Böckeln, Blåbärskullen och Transtrandsberget under sommarhalvåren och

antalet uppmätta soltimmar i Karlstad (Väder och Vatten, SMHI) under samma perioder tydliggör sambandet mellan marknära ozon och antal solskenstimmar, se figur 14. Det bör observeras att mätstationen i Karlstad inte är helt representativ för hela Värmlands län då antalet soltimmar kan skilja mellan Karlstad och de övriga stationerna i länet.



Figur 13. Månadsmedelvärden av svaveldioxid SO_2 på undersökta lokaler i Värmlands län till och med september 2001.



Figur 14. Medelvärden för halten marknära ozon (O_3) under april - september 1995-2001, samt antal soltimmar i Karlstad.

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.

Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten

Tabell 2a. Öppet fältdata från Värmlands län, komplett hydrologisk årsdeposition. 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⁺
Båtstad (S 01 A)	99/00	792	0,04	2,5	2,0	9,6	1,7	1,6					
	98/99	792	0,04	2,7	2,3	7,4	2,0	1,9					
	97/98	834	0,10	2,8	2,7	3,6	2,0	1,4					
	96/97	811	0,07	2,4	2,2	4,0	1,5	0,9					
	95/96	587	0,04	2,5	2,3	2,8	1,7	2,0					
	94/95	822	0,10	3,3	3,1	4,3	1,0	0,7	2,6	0,6	2,6	4,6	0,35
	93/94	633	0,09	2,9	2,7	3,1	1,6	1,3	1,1	0,3	2,0	2,2	0,18
	92/93	698	0,09	2,8	2,7	3,1	1,5	1,2					
	91/92	628	0,08	3,3	3,1	4,0	1,7	2,1					
	90/91	543	0,08	3,4	3,2	3,6	1,6	1,5					
Södra Averstad (S 05 A)	99/00	868	0,15	4,1	3,4	15,3	3,5	3,0					
	98/99	1063	0,13	5,2	4,5	15,1	4,7	4,6	3,2	1,0	7,8	3,0	0,11
	97/98	880	0,17	4,4	4,2	5,4	3,6	3,3					
	96/97	618	0,09	4,5	3,9	12,3	3,2	3,1					
	95/96	557	0,12	3,8	3,7	2,7	2,6	2,3					
	94/95	981	0,26	5,8	5,5	7,8	3,8	3,0	4,1	0,9	4,8	1,4	0,03
	93/94	894	0,28	6,3	6,1	5,1	4,1	4,1	1,3	0,4	2,8	1,4	0,03
	92/93	796	0,28	7,1	6,5	13,7	4,3	3,5					
	91/92	538	0,21	5,7	5,5	6,2	3,8	3,9					
	90/91	556	0,20	4,6	4,4	4,8	2,9	2,7					
Skived (S 15 A)	99/00	1002	0,19	5,3	4,7	13,4	5,1	5,0					
	98/99	1142	0,25	4,7	4,3	9,7	4,8	3,9					
	97/98	1016	0,28	5,4	5,1	5,4	5,3	3,9					
	96/97	801	0,14	5,0	4,6	8,5	4,0	3,8					
	95/96	564	0,11	3,9	3,8	2,9	3,0	2,8					
	94/95	1013	0,30	5,9	5,6	7,3	4,2	3,3	2,9	0,5	4,5	1,3	0,05
	93/94	782	0,27	5,7	5,6	3,7	3,7	3,5	0,9	0,3	2,4	1,7	0,02
	92/93	750	0,31	6,4	6,1	7,2	4,1	3,7					
	91/92	757	0,30	7,3	7,0	7,4	4,8	5,3					
	90/91	592	0,23	5,0	4,9	3,6	3,0	3,0					
Mellan Hurr (S 16 A)	99/00	968	0,15	4,4	3,6	18,1	3,2	3,0					
	98/99	1308	0,22	5,9	5,2	15,4	4,7	3,7	3,5	1,4	10,5	2,4	0,13
	97/98	943	0,18	4,6	4,3	6,1	3,7	3,1					
	96/97	891	0,21	6,1	5,5	13,4	4,0	3,6					
	95/96	672	0,15	5,1	4,8	7,2	4,1	3,5					
	94/95	1192	0,30	6,7	6,0	13,1	4,3	3,5	4,0	0,9	8,0	1,4	0,04
	93/94	881	0,31	5,3	5,0	6,6	3,7	2,7	1,3	0,4	4,2	1,2	0,02
	92/93	620	0,16	3,6	3,4	5,3	2,2	2,4					
	91/92	598	0,18	4,3	4,0	6,8	2,7	2,7					
	90/91	598	0,20	4,8	4,6	6,1	2,9	2,6					
Böckeln (S 21 A)	00/01	1091	0,30	5,2	4,8	6,9	4,6	3,7	2,5	0,8	3,8	1,0	0,25
	99/00	1048	0,23	5,9	5,2	15,5	5,4	4,4	2,8	1,2	9,4	4,7	0,34
	98/99	1068	0,26	4,6	4,1	9,6	4,4	3,1	2,9	0,8	5,1	2,5	0,11
	97/98	1135	0,25	6,5	6,1	8,2	5,7	5,1	3,0	0,9	5,3	5,0	0,25
	96/97	989	0,26	7,0	6,6	9,3	5,0	5,2	2,9	0,9	4,7	3,0	0,25
Blåbärskullen (S 22 A)	00/01	1250	0,21	4,9	4,5	7,3	3,9	3,5	1,6	0,7	5,4	1,9	0,17
	99/00	1049	0,22	4,6	4,0	12,6	3,7	3,3	1,9	0,9	8,3	2,5	0,24
	98/99	1068	0,12	5,4	4,7	14,9	3,6	3,3	2,4	0,6	10,4	4,9	0,11
	97/98	974	0,23	4,5	4,2	5,4	3,7	2,4	2,2	0,7	3,3	3,3	0,23
	96/97	848	0,17	3,9	3,6	6,5	2,7	2,0	1,7	0,6	4,1	1,7	0,10
Transtrands- berget (S 23 A)	00/01	1079	0,11	3,7	3,3	7,8	2,9	3,4	1,2	0,4	5,7	3,3	0,13
	99/00	802	0,06	2,5	2,1	9,0	2,2	2,2	1,2	0,4	6,3	2,8	0,22
	98/99	874	0,10	4,5	4,0	12,3	2,5	2,5	2,5	0,5	8,1	3,9	0,09
	97/98	830	0,16	3,1	2,9	4,0	2,8	2,1	1,8	0,5	2,3	2,6	0,16
	96/97	751	0,11	2,7	2,5	3,7	1,9	1,4	1,2	0,4	2,0	1,7	0,09

Tabell 2b. Öppet fältdata från Värmlands 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⁺
Båtstad	425	0,06	1,5	1,3	3,2	1,1	0,8					
S. Averstad	461	0,12	2,2	2,0	5,4	2,0	1,7					
Mellan Hurr	407	0,10	1,4	1,1	5,2	1,5	1,0					

Tabell 3a. Krondroppsdata från Värmlands län, komplett hydrologisk årsdeposition. 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⁺
Båtstad (S 01 A)	99/00	376	0,03	1,7	1,3	6,9	0,4	0,8					
	98/99	389	0,03	2,5	2,3	4,6	0,9	0,8					
	97/98	399	0,03	1,9	1,7	4,4	0,4	0,5					
	96/97	405	0,04	2,1	1,8	5,2	0,3	0,7					
	95/96	321	0,03	2,9	2,7	4,5	0,8	0,6					
	94/95	446	0,05	4,5	4,2	6,8	0,6	1,1	3,4	1,3	2,2	16,2	1,30
	93/94	339	0,05	3,9	3,7	4,6	0,6	0,6	2,4	1,0	1,5	10,8	0,93
	92/93	372	0,04	3,6	3,4	6,0	0,6	1,3					
	91/92	303	0,03	3,5	3,2	5,7	0,4	1,0	1,9	0,8	1,9	11,4	0,98
	90/91	314	0,10	4,9	4,7	4,9	0,6	0,8	3,3	1,0	3,1	11,8	0,81
Södra Averstad (S 05 A)	00/01	564	0,08	6,2	5,1	23,8	4,4	3,0					
99/00	462	0,08	4,4	2,9	31,6	3,0	1,7						
98/99	628	0,14	7,2	5,7	31,5	3,6	2,4	6,4	3,1	17,7	19,3	0,46	
97/98	607	0,13	7,3	6,0	28,8	4,4	1,9						
96/97	383	0,10	6,5	5,2	28,1	3,8	2,1						
95/96	298	0,09	7,3	6,4	20,4	4,2	2,7						
94/95	384	0,13	8,2	7,1	25,0	3,1	1,5	6,3	3,0	14,6	13,0	0,78	
93/94	445	0,20	8,9	8,1	18,4	3,9	1,9	5,2	2,6	11,3	11,3	0,53	
92/93	350	0,19	14,1	12,1	44,6	3,2	1,7						
91/92	237	0,19	9,7	8,2	31,8	3,8	1,4						
90/91	324	0,30	11,2	9,7	32,0	3,4	1,1						
Skived (S 15 A)	99/00	474	0,07	2,3	2,0	6,1	1,2	0,9					
	98/99	605	0,09	3,7	3,4	5,4	1,5	1,6					
	97/98	578	0,07	3,3	3,1	5,0	1,1	0,7					
	96/97	464	0,07	3,3	3,1	5,4	1,3	1,5					
	95/96	370	0,07	3,4	3,2	4,3	1,0	0,8					
	94/95	568	0,13	5,5	5,2	7,0	1,2	0,8	3,8	1,6	3,4	8,7	0,87
	93/94	506	0,18	6,0	5,8	5,7	1,8	1,2	2,4	1,2	2,7	7,6	0,58
	92/93	407	0,13	5,3	4,9	7,8	1,2	1,5					
	91/92	473	0,19	7,1	6,6	9,0	1,7	1,6	2,6	1,2	4,4	5,8	0,66
	90/91	467	0,22	7,6	7,3	7,6	1,6	1,4	3,4	1,4	4,4	8,7	0,69
Mellan Hurr (S 16 A)	00/01	751	0,09	4,9	4,2	14,9	2,3	1,5					
	99/00	643	0,11	4,6	3,4	26,2	1,4	0,7					
	98/99	700	0,12	4,4	3,8	11,8	1,3	1,3	2,9	1,5	6,5	11,3	0,95
	97/98	622	0,10	4,4	4,0	9,7	1,4	1,6					
	96/97	538	0,12	5,8	5,1	15,5	1,7	1,5					
	95/96	458	0,13	6,1	5,6	10,4	2,1	1,7					
	94/95	564	0,18	7,4	6,7	15,2	1,6	1,4	4,7	1,7	8,0	10,8	1,28
	93/94	553	0,22	7,4	6,9	9,9	1,7	1,5	3,2	1,5	4,8	9,5	0,99
	92/93	464	0,18	6,8	6,0	15,9	1,4	1,8					
	91/92	404	0,19	7,5	6,8	13,5	1,9	1,5					
90/91	417	0,23	8,8	8,2	13,9	1,9	1,3						
Böckeln (S 21 A)	00/01	667	0,13	3,4	3,1	6,8	1,9	1,1	2,1	1,1	3,7	9,6	0,61
	99/00	550	0,10	2,7	2,3	9,5	1,8	1,4	1,8	1,0	5,6	7,1	0,37
	98/99	590	0,13	3,2	2,9	6,6	1,8	1,3	2,1	0,9	3,9	6,8	0,34
	97/98	549	0,11	2,9	2,6	5,2	1,6	1,3	1,7	0,7	2,7	5,9	0,37
	96/97	525	0,12	3,5	3,1	7,7	1,9	1,3	1,9	0,9	4,2	6,1	0,41

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⁺
Blåbärskullen (S 22 A)	00/01	718	0,06	4,9	4,4	11,1	1,9	1,4	5,0	1,6	6,6	14,6	1,66
	99/00	659	0,06	4,6	3,8	18,5	1,5	0,5	4,7	1,6	10,3	13,4	1,67
	98/99	594	0,06	4,2	3,8	8,8	1,3	1,1	2,9	0,9	5,2	9,1	1,33
	97/98	530	0,06	3,3	3,0	6,2	1,3	1,3	2,4	0,8	3,2	8,2	0,55
	96/97	534	0,06	4,2	3,7	10,5	1,5	0,9	3,2	1,1	5,7	10,6	1,00
Transtrands- berget (S 23 A)	00/01	764	0,06	2,4	2,2	4,2	1,4	1,1	1,4	0,6	2,8	5,7	0,53
	99/00	565	0,06	1,6	1,4	5,5	1,2	0,8	1,0	0,5	3,5	3,5	0,38
	98/99	587	0,05	2,1	1,9	4,0	1,3	1,6	1,6	0,5	2,4	4,0	0,35
	97/98	523	0,06	1,8	1,7	1,9	1,1	1,0	1,1	0,4	0,9	3,3	0,31
	96/97	518	0,06	2,1	2,0	3,2	1,2	1,0	1,2	0,5	1,6	2,8	0,38

Tabell 3b. Krondroppsdata från Värmlands 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⁺
Båtstad	202	0,01	1,1	1,0	2,6	0,3	0,1					
Skived	272	0,05	1,8	1,7	2,4	0,8	0,4					

Tabell 4. Lufthalter i Värmlands län, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, diffusionsprovtagning. För SO_2 och NO_2 anges medelvärden (Mv) för hydrologiska år, medan sommarhalvår används för O_3 och NH_3 .

År mån	-----Svaveldioxid, SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -----			-----Kvävedioxid, NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -----		
	S 05 A	S 22 A	S 23 A	S 05 A	S 22 A	S 23 A
	Södra Averstad	Blåbärs-kullen	Transtrands-berget	Södra Averstad	Blåbärs-kullen	Transtrands-berget
Mv 9210-9309	1,3	-	-	2,9	-	-
Mv 9310-9409	1,6	-	-	3,0	-	-
Mv 9410-9509	1,2	-	-	2,8	-	-
Mv 9510-9609	1,2	-	-	3,0	-	-
Mv 9610-9709	0,9	-	0,3	3,3	-	1,5
Mv 9710-9809	0,7	-	0,3	2,6	-	1,2
Mv 9810-9909	0,7	-	0,3	2,8	-	1,3
Mv 9910-0009	0,5	-	0,3	2,3	-	1,0
0010	0,7	^U 0,4	0,4	2,2	^U 0,9	0,9
0011	0,6	0,5	0,3	3,2	0,5	0,5
0012	0,6	<0,2	0,4	4,3	0,3	1,1
0101	1,0	0,9	0,5	4,1	1,1	1,8
0102	0,9	0,4	0,8	2,9	1,4	1,1
0103	1,3	0,7	0,9	2,7	1,5	1,2
0104	0,7	0,4	0,4	1,8	0,9	0,6
0105	0,5	0,3	0,4	1,4	0,6	0,4
0106	0,4	<0,2	0,2	1,1	0,4	0,3
0107	0,6	0,3	0,3	1,1	0,5	0,3
0108	0,4	0,4	0,2	1,1	0,6	0,4
0109	0,4	0,3	0,4	1,3	0,5	0,3
Mv 0010-0109	0,7	0,4	0,4	2,3	0,8	0,8

^U uppskattat värde

År mån	Ammoniak, NH_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			-----Ozon, O_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -----		
	S 22 A	S 23 A	S 05 A	S 21A	S 22 A	S 23 A
	Blåbärs-kullen	Transtrands-berget	Södra Averstad	Böckeln	Blåbärs-kullen	Transtrands-berget
Mv 9504-9509	-	-	70	-	-	-
Mv 9604-9609	-	-	63	60	-	70
Mv 9704-9709	-	-	69	64	-	71
Mv 9804-9809	-	-	58	54	-	60
Mv 9904-9909	-	-	68	65	-	69
Mv 0004-0009	-	-	60	56	-	62
0010	-	-	-	-	-	27
0011	0,5	-	-	-	^U 25	^U 32
0012	<0,3	-	-	-	^U 28	^U 36
0101	0,4	<0,3	-	-	^U 32	42
0102	<0,3	<0,3	-	-	66	64
0103	0,7	<0,3	-	-	63	65
0104	<0,3	<0,3	68	64	68	78
0105	0,8	<0,3	68	68	68	79
0106	0,6	<0,3	58	58	62	67
0107	<0,3	0,5	64	54	58	61
0108	0,4	0,3	54	44	46	47
0109	0,3	0,3	42	39	39	37
Mv 0104-0109	0,4	<0,3	59	55	57	62

^U uppskattat värde

Tabell 5. Markvattendata från Värmlands län.

Lokal	Datum	pH	mekv/l →		mg/l →										mol/mol			
			Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC
Båtstad (S 01 A)	2000-11-01	4,6	-	0,000	3,71	5,07	<0,002	<0,010	2,17	1,52	3,09	0,27	<0,020	0,079	0,670	1,131	18,0	5,0
	median	4,9	-	0,025	2,73	2,21	<0,002	<0,010	1,37	1,04	2,38	0,30	0,050	0,085	0,499	0,875	16,0	4,7
	n=	28		28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	28	28	27
Södra Averstad (S 05 A)	2000-11-01	4,7	-	-0,007	1,68	6,27	<0,002	0,016	0,88	0,57	4,16	0,13	0,310	0,733	0,580	1,231	13,0	2,3
	2001-04-25	4,9	-	-0,009	1,61	1,92	<0,002	0,014	0,37	0,27	2,38	0,07	0,253	1,109	0,226	0,860	11,0	2,6
2001-08-01	4,7	-	0,010	1,39	2,27	1,044	<0,010	0,75	0,49	3,57	0,08	<0,020	0,072	0,338	0,856	8,1	3,3	
median	4,7	-	-0,023	2,73	5,56	<0,002	<0,010	0,94	0,54	4,50	0,18	<0,020	0,720	0,580	1,075	13,0	2,4	
	n=	33		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Skived (S 15 A)	2000-11-01	5,5	0,024	0,110	1,89	3,74	0,008	<0,010	0,88	1,41	3,94	0,11	<0,020	0,169	0,136	0,845	16,0	16
	median	5,2	-	0,070	3,77	3,41	<0,002	<0,010	1,40	1,79	3,98	0,17	0,027	0,187	0,276	0,728	15,0	9,2
	n=	31		31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	28	31	31	31	28
Mellan Hurr (S 16 A)	2000-11-01	4,8	-	-0,070	1,91	5,30	<0,002	<0,010	0,74	0,52	2,59	0,24	<0,020	0,002	0,858	0,928	3,0	1,4
	2001-05-10	4,8	-	-0,054	2,31	1,49	0,016	<0,010	0,53	0,38	1,59	0,24	<0,020	0,003	1,066	1,119	2,5	0,9
2001-07-30	5,0	-	-0,025	2,12	2,03	<0,002	0,011	0,81	0,45	1,81	0,34	0,075	0,002	0,481	0,512	4,9	2,7	
median	4,8	-	-0,049	2,28	4,10	<0,002	<0,010	0,76	0,54	2,82	0,27	0,069	0,005	0,521	0,607	4,8	2,0	
	n=	29		29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	27	28	28	28	27
Böckeln (S 21 A)	2000-11-01	5,1	-	0,014	1,29	1,92	<0,002	<0,010	0,29	0,16	2,45	0,56	0,076	0,022	0,342	0,587	5,6	2,2
	2001-04-25	4,9	-	-0,041	1,40	0,57	<0,002	<0,010	0,26	0,14	0,71	0,28	0,269	0,011	0,694	0,820	3,0	0,7
2001-08-01	5,2	-	0,003	1,30	0,80	<0,002	<0,010	0,42	0,20	1,23	0,63	<0,020	0,010	0,176	0,197	3,2	5,3	
median	5,0	-	-0,007	1,59	1,63	<0,002	<0,010	0,42	0,24	1,65	0,65	0,072	0,010	0,345	0,411	3,6	2,6	
	n=	16		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	14	16	15	14	14
Blåbärskullen (S 22 A)	2000-11-02	6,2	0,042	0,058	2,31	3,15	<0,002	0,110	3,25	0,28	2,35	0,16	<0,020	0,245	0,369	0,829	5,3	7,1
	2001-05-31	5,7	0,005	0,027	2,02	0,84	<0,002	<0,010	1,96	0,19	1,46	0,02	0,031	0,005	0,028	0,095	2,5	5,5
2001-09-27	5,8	0,032	0,026	1,68	1,75	<0,002	0,014	2,01	0,26	1,34	0,05	<0,020	0,005	0,022	0,121	4,0	7,6	
median	5,7	-	0,031	2,45	2,22	<0,002	<0,010	3,03	0,28	1,95	0,19	<0,020	0,006	0,027	0,096	3,6	6,6	
	n=	15		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14	15	15	14	14
Transtrandsberget (S 23 A)	2000-11-01	5,1	-	0,054	1,04	1,33	<0,002	<0,010	0,80	0,37	1,97	0,02	0,114	0,175	0,192	1,078	13,0	5,0
	2001-05-30	4,9	-	0,046	0,79	0,65	<0,002	<0,010	0,51	0,29	1,45	0,06	0,085	0,277	0,316	0,925	9,2	2,2
2001-08-01	5,0	-	0,059	0,86	0,79	<0,002	<0,010	0,67	0,31	1,73	0,03	<0,020	0,190	0,115	0,968	11,0	7,1	
median	5,1	-	0,057	1,04	1,01	<0,002	<0,010	0,96	0,36	1,67	0,12	0,055	0,235	0,247	0,968	11,0	4,3	
	n=	15		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

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