

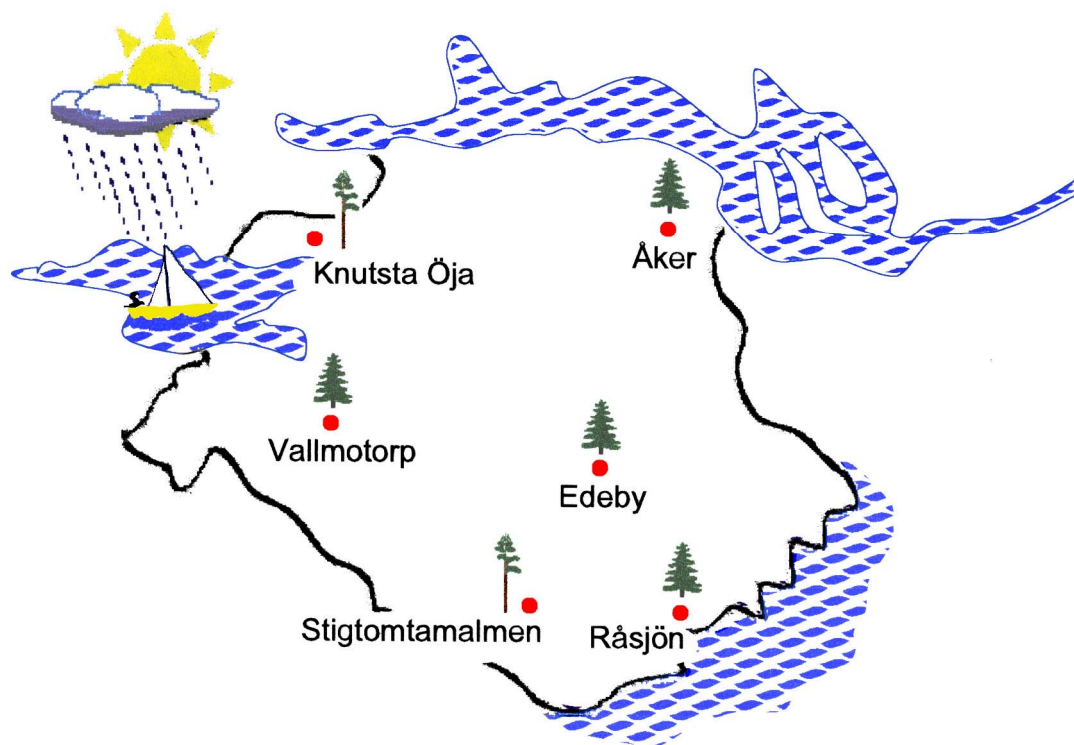


rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Södermanlands läns Luftvårdsförbund

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



Eva Ugglå, redaktör
B 1567
April 2004

För Södermanlands läns Luftvårdsförbund

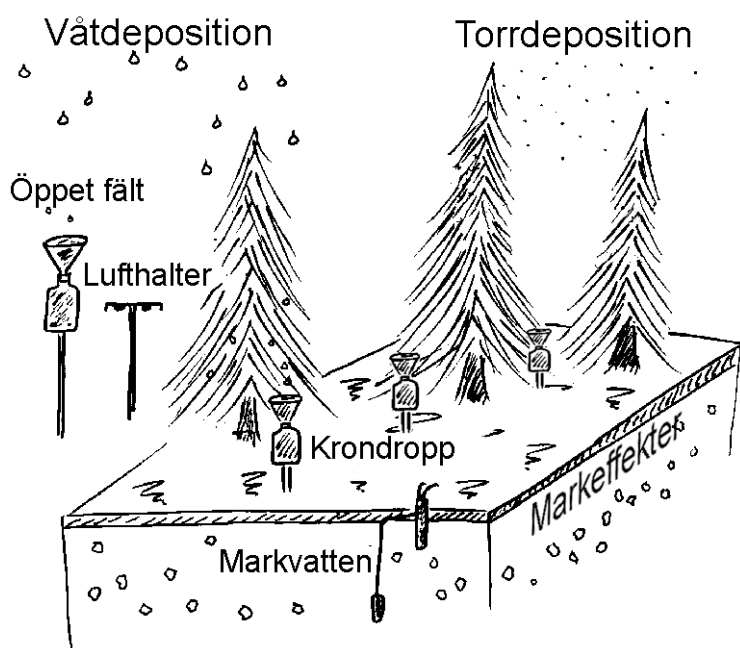
Övervakning av luftföroreningar i Södermanlands län

Resultat till och med september 2003

På uppdrag av Södermanlands läns Luftvårdsförbund har IVL mätt nedfall av luftföroreningar, markvattnets kvalitet och lufthalter på sex lokaler i Södermanlands län. Syftet är att beskriva nedfallets storlek och markvattnets sammansättning i skogsytor, men även visa skillnader mellan olika delar av regionen och hur förhållandena ändras med tiden. Mätningar har bedrivits sedan 1991. 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 sedan 2000/01.

Nedfallet av svavel och kväve är störst i sydvästra Sverige och avtar åt nordost. Mätningarna i Södermanlands län visar på måttlig belastning i länet jämfört med situationen i Sverige som helhet. Under hydrologiska året 2002/03 var depositionen av antropogent svavel och oorganiskt kväve i genomsnitt 3,5 respektive 4,0 kg/ha till marken i skogsytor. Som jämförelse kan nämnas att depositionen av svavel i Skåne och Norrland generellt var 5-8 kg/ha respektive mindre än 2 kg/ha i skogsytor. Två lokaler i länet har en mätserie från 1991, Åker och Råsjön. Mätningarna visar att nedfallet av svavel har minskat med 3 till 4 kg per hektar sedan mätningarna startade. Det är främst minskande torrdeposition som har lett till denna reduktion. Minskat svavelnedfall förklaras till stor del av reducerade utsläpp av svavel i Europa. För kväve är det svårare att se trender.

Trots minskad nedfallsbelastning i länet noteras ingen tydlig återhämtning av markvattnets försurningsgrad. Markvattnet i ytorna i länet har generellt haft pH-värden mellan 4,9-5,9 och en syraneutraliserande förmåga, ANC, som periodvis kan vara låg. Markvattnets innehåll av nitratkväve har varit lågt, vilket är normalt i brukad skog. Lufthalter mäts på en lokal i länet, Edeby. Under 2002/03, liksom tidigare år, var halterna av svaveldioxid och kvävedioxid lägre än både miljökvalitetsnormerna gällande ekosystem och miljömålen gällande hälsa, kulturvärden och/eller material. Där emot överstiger ozonhalterna EUs målvärde på 40 µg/m³ och indikerar risk för skördeförluster.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

Södermanlands läns Luftvårdsförbund

Utförande organ:

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Aneboda, SE-360 30 LAMMHULT

Författare: Eva Ugglå, red.

Nyckelord: Deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning, markvatten, lufthalter, Södermanlands län

IVL rapport B 1567

Beställs från:

Södermanlands läns Luftvårdsförbund
Malin Kanth
c/o Länsstyrelsen i Södermanland
611 86 NYKÖPING
eller

publikationsservice@ivl.se

IVL, Publikationsservice
Box 21060

SE-100 31 STOCKHOLM

Tel: 08-598 563 00

Fax: 08: 598 563 90

Innehållsförteckning

Övervakning av luftföroreningar i Södermanlands län.....	1
Innehållsförteckning.....	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, 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 svaveldioxid, kvävekomponenter och ozon.

Resultaten från undersökningarna samlas i en databas på IVL där bearbetning sker. Ett måttår är ett hydrologiskt år som sträcker sig från oktober till september. Resultat avseende tillstånd och tidsutveckling redovisas i årliga rapporter och på Krondropps nätets hemsida, under www.ivl.se. Vissa ord och begrepp förklaras i fakturen 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 närläggna 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

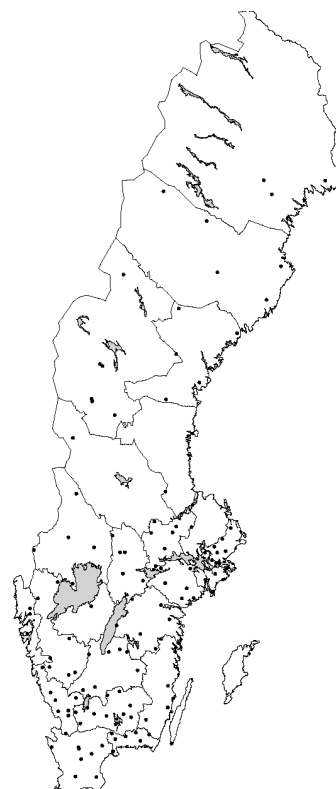
enligt Program 2000 för regional övervakning av luftföroreningar. Det är resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL och har bland annat inneburit ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade metoder för att undersöka torrt nedfall i skog samt ett 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 modellberäknad 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, vilket inkluderar rutiner för utbildning av provtagare/vikarier.

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

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

Undersökningarna i **Södermanlands län** är resultat av ett lagarbete där provtagning på ordinarie lokaler utförts av personal från Länsstyrelsen och kommunerna. 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 huvudsakligen utförts av G Hedberg. J Knulst, G Malm och E Ugglar har arbetat med databearbetning och figurframställning. E Hallgren Larsson har varit projektledare och utvärderat och rapporterat tillsammans med O Westling, E Ugglar och A Svensson (lufthalter).



Figur 2. Krondropps nätet 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 syrors 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. 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 en kraftig inverkan

av enstaka höga halter som ibland uppträder under torra förhållanden. Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Al är uppdelat i total- och organisk halt. 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, deposition och markvatten, samt tabell 1-5. Notera att nederbördskemiska mätningar på öppet fält endast genomförs i Edeby. På övriga lokaler redovisas istället modellberäknad våtdeposition i figur 3-8.

Edeby (D 11): EU-yta med 73-årig granskog. Lokalen ligger i nedre delen av en sluttning i en svacka mellan höjder och kalspolade hållar. Markfuktigheten i de centrala delarna är frisk-fuktig och markvegetationstypen en lågört. Jordmån är av övergångstyp utbildad på mjällig lera. Mätning av deposition och markvatten startade 1996. Lokalen är en av elva Intensivytor i landet, som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. Bland annat innebär det utökad mätprogram som bekostas av nationella anslag.

Hydrologiska året 2002/03 var relativt nederbördsfattigt i stora delar av Sverige. I Edeby uppmättes 480 mm nederbörd vilket kan jämföras med mätseriens medelvärde, 700 mm. Trots den låga nederbörden var våtdepositionen av antropogen svavel och oorganiskt kväve endast något mindre än föregående år, 2,6 respektive 4,6 kg/ha under 2002/03 jämfört med 3,0 respektive 5,3 kg/ha under 2001/02. Detta beror på ökade halter i nederbörden vilket troligen är en koncentrationseffekt. Våtdepositionen av organiskt bundet kväve uppmättes till 1,5 kg/ha under 2002/03, vilket totalt ger ett kvävenedfall på 6,1 kg/ha på öppet fält. Edeby är den enda ytan i länet där jämförelser kan göras mellan uppmätt nedfall på öppet fält och modellberäknad våtdeposition (redovisas för länets andra lokaler i figur 3-8). Modellberäknad svaveldeposition från 2001/02 överensstämmer relativt väl med uppmätt deposition, 2,2 kg/ha jämfört med 3,0 kg/ha. När det gäller oorganiskt kväve noterades 4,3 kg/ha modellerad deposition och 5,3 kg/ha uppmätt deposition. Modellberäknad våtdeposi-

tion baseras på 668 mm nederbörd vilket är något mindre än uppmätt nederbörd (726 mm).

Till marken i skogen uppmättes något mer svavelnedfall än föregående år, 3,3 kg jämfört med 2,3 kg per hektar. Uppmätt mängd oorganiskt kväve via kron dropp var tvärtom mindre under 2002/03 än under 2001/02, 2,5 kg jämfört med 2,8 kg per hektar. Nedfallet av organiskt kväve till marken i granytan var 2,7 kg/ha under 2002/03, vilket summerat ger 5,2 kg kväve per hektar. Skillnaden i nedfall av kväve till marken i skogen och på öppet fält förklaras av upptag eller omvandling av kväve i träd kronorna, vilket är normalt i brukad skog.

Markvattenmätningarna i Edeby visar att markvattnets sammansättning varit relativt stabil sedan 1996. Mätseriens medianvärde för markvattnets pH-värde är 5,5, vilket är normalt för markvatten i länet. Kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har normalt varit tillfredsställande (omkring 58). Markvattnets ANC, det vill säga förmåga att neutralisera syror, har sällan varit låg (negativ). Halterna av nitratkväve har oftast varit under detektionsgränsen medan halterna av ammoniumkväve periodvis kan överstiga detektionsgränsen, speciellt under vinter och vår. Resultaten från hydrologiska året 2002/03 var generellt i nivå med tidigare års mätningar, med undantag för höstprovtagningen 2002 som på grund av liten vattenmängd hade högre pH-värde och kalciumhalt än normalt. Statistiska beräkningar visar att halterna av sulfatsvavel, mangan, järn och totalt organiskt kol har minskat signifikant sedan mätningarna startade 1996.

Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av svaveldioxid (SO₂) i Edeby har sedan mätningarnas början 1997 varierat mellan 0,4-0,7 µg/m³. Årsmedelhalterna av kvävedioxid (NO₂) har minskat något från 2,5 µg/m³ 1997/98 till strax under 2,0 µg/m³ under de senaste tre mätperioderna. Årsmedelhalterna av ammoniak (NH₃) har ökat

från ca 0,2-0,3 µg/m³ 1997/98-2000/01 till denna mätperiodens medelvärde på 0,6 µg/m³. Mellanårsvariationerna gällande halter av marknära ozon (O₃) är större jämfört med övriga parametrar på grund av att ozonbildningen är beroende av mängden solljus och primära luftföroreningar som varierar mellan åren. Årsmedelhalterna har varierat mellan 44-56 µg/m³ sedan 1997. Den närmast belägna lokalen med mätningar av lufthalter inom detta mätnät är Farstanäs i södra Stockholms län. Halterna av SO₂, NH₃ och O₃ har under mätperioden 2002/03 varit på relativt jämförbara nivåer på de båda lokalerna, medan halterna av NO₂ i Farstanäs har varit cirka dubbelt så höga som halterna i Edeby. Detta beror på att NO₂-halterna i Farstanäs är påverkade av den höga trafikbelastningen i Stockholms län. Jämfört med halter av SO₂ och NH₃ i övriga landet har halterna i Edeby varit genomsnittliga medan halterna av NO₂ och O₃ varit jämförelsevis låga under perioden.

Stigtomtamalmen (D 12): Nationell observationsyta med drygt 50-årig tallskog på torr mark. Den ingår i det nationella nätet av skogliga observationsytor. Ytan har fältskikt av smalbladigt gräs och jordmån av järnpodsol utbildad på jordarten grovmo. Mätning av deposition och markvatten startade 1996. I januari 2001 avslutades de nederbördskemiska mätningarna på öppet fält.

Som på alla andra lokaler i länet visade kron droppsmätningarna något större svavelnedfall under 2002/03 (2,6 kg/ha) än närmast föregående år. Nedfallet var i nivå med medelvärdet för mätserien. Depositionen av oorganiskt kväve till marken i skogsytan var 3,4 kg/ha, vilket är något större än normalt (2,9 kg/ha). Stigtomtamalmen är normalt minst utsatt för havssaltsnedfall av ytorna i länet, så också under 2002/03 då kloriddepositionen var omkring 5 kg/ha.

Marken i Stigtomtamalmen är vanligtvis torr och det kan ofta vara svårt att få upp markvatten.

Under hydrologiska året 2002/03 erhöles små mängder markvatten, speciellt under höst- och sommarprovtagningen. Stigtomtamalmen är en av de minst försurningspåverkade ytorna i länet. Under 2002/03 var markvattnets pH-värde i nivå med mätseriens medianvärde, omkring 5,9, förutom vid sommarprovtagningen då pH-värdet var något högre (6,4). Låga halter av baskatjoner och oorganiskt aluminium gav höga BC/ooAl-kvoter, vilket indikerar liten försurningspåverkan. Sedan mätningarna startade har markvattnets förmåga att neutralisera syror minskat signifikant och var vid ett tillfälle under 2002/03 negativ, vilket indikerar ökad försurningsgrad. Statistiskt säkerställda förändringar noterades även för halter av sulfatsvavel, kalcium, kalium och totalt organiskt kol som minskat och magnesium som har ökat.

Vallmotorp (D 13): Nationell observationsyta med 67-årig granskog på plan mark nordost om Katrineholm. Jordarten är grovkornigt sediment (grusig sand) och jordmånen järnpodsol. Fältskikt, som oftast består av ris eller gräs, saknas. Mätning av deposition och markvatten startade 1996 och i januari 2001 avslutades de nederbördskemiska mätningarna på öppet fält.

Nedfallet av svavel och kväve i Vallmotorp via krondropp har under hela mätserien varit på en medelnivå för länet. Under de första mätåren var depositionen av antropogent svavel till marken i granytan drygt 4 kg/ha. De senaste två åren har svavelnedfallet till marken via krondropp uppmätts till omkring 2,7 kg/ha. Någon liknande trend finns inte för oorganiskt kväve. Under hydrologiska året 2002/03 uppmättes 3,4 kg oorganiskt kväve vilket är i nivå med mätningar under tidigare år.

Markvattnet i Vallmotorp indikerar måttlig försurningsgrad och stabila förhållanden. Markvattnets pH-värde har varierat mellan 4,7 och 5,5 under den åtta år långa mätserien (medianvärde 5,1). Den

försurningsindikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har varit relativt stabil, omkring 9. Markvattnets förmåga att neutralisera syror (ANC) har periodvis varit låg men har som genomsnitt varit omkring 0,005 mekv/l. Halterna av kväve har generellt varit under detektionsgränsen, vilket är normalt och indikerar att kväve utnyttjas väl i ekosystemet. Senaste årets provtagningar har visat något lägre pH-värden är normalt (4,8 – 4,9) och halter av kalcium och kalium i nivå med tidigare års mätningar. Åtta års mätningar visar signifikant minskande halter av kalium och ökande halter av natrium i markvattnet.

Knutsta, Öja socken (D 14): EU-yta med 70-årig tallskog och viss inblandning av gran. Lokalen ligger på slutningen av en rullstensås och har fältskikt av blåbär. Markfuktigheten är frisk, jordmånen är järnpodsol och jordarten isälvsand. Från och med december 2001 mäts deposition enbart i skogsytan.

Tallytan i Knutsta har generellt lägst deposition av svavel och kväve av ytorna i länet. Även nedfallet av klorid är normalt lågt, endast tallytan i Stigtomtamalmen har som regel lägre kloriddeposition. Nedfallssituationen i Knutsta kan förklaras med ytans västliga läge i länet och att mindre torrdeposition "fångas upp" av tallskog jämfört med granskog. Under det senaste hydrologiska året uppmättes 1,6 kg antropogent svavel till marken i tallytan. Sedan mätningarna startade 1996 har nedfallet av svavel halverats i krondroppsmätningarna. Någon liknande minskning har inte noterats för nedfallet av kväve. Nedfallet av kväve via krondropp uppgick under 2002/03 till 5,0 kg/ha, varav 2,0 kg var organiskt bundet kväve.

Knutsta är, tillsammans med Stigtomtamalmen, den minst försurade ytan av de undersökta ytorna i länet. Medianvärden från samtliga markvattenprovtagningar sedan 1997 visar pH-värde 5,9, 3,2 mg/l

kalcium och drygt 0,5 mg/l av aluminium totalt, varav endast 6 % i den mer skadliga oorganiska formen. Halterna av kväve är som gott som alltid under detektionsgränsen i markvattnet. Under vår och höst kan det dock förekomma förhöjda halter av ammoniumkväve i markvattnet, vilket indikerar att något förhöjd kväveutlakning kan förekomma periodvis. Högre halter av järn (omkring 0,1 mg/l) i markvattnet än i övriga ytor har även noterats i Knutsta.

Åker (D 51): 70-årig granskog sydost om Strängnäs. Åker är en av två lokaler som har varit med sedan mätningarna i länet startade i januari 1991. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält avslutades i januari 2001.

Mängden krondropp under hydrologiska året 2002/03 var relativt normal, drygt 250 mm. Tidigare års mätningar har visat att cirka 65 % av nederbörds mängden mäts upp som krondropp. Antropogent svavel i krondroppet uppmättes till 2,7 kg/ha, vilket är något mer än föregående år. Sedan mätningarna startade för tolv år sedan har svaveldepositionen mer än halverats, vilket huvudsakligen kan förklaras med minskad torrdeposition. Depositionen av oorganiskt kväve har varierat mellan 3 och drygt 5 kg per hektar till marken i granytan. Någon trend är svår att se. Under det senaste hydrologiska året uppmättes 3,8 kg/ha. Åker har haft den högsta depositionen av oorganiskt kväve via krondropp i länet sedan mätningarna startade. Detta kan bero på att trädkronornas förmåga att ta upp kväve är nedsatt eller att kvävebelastningen i området är större jämfört med övriga ytor i länet.

Under det hydrologiska året 2002/03 kunde markvatten endast provtas under november, under vår och sommar var marken för torr. Markvattnet i Åker har vanligtvis varit måttligt surt med pH-värden omkring 5,2, höga halter av sulfatsvavel (8,4 mg/l) samt höga halter av kalcium. Markvattnet i november var surare än normalt med pH-värde 4,7 och med halter

av sulfatsvavel och kalcium på 5,6 respektive 4,3 mg/l. Markvattnets innehåll av kväve var under detektionsgränsen, vilket är normalt i Åker. Sedan mätningarna startade 1991 har pH-värdet samt halterna av sulfatsvavel, kalcium, magnesium och totalt organiskt kol minskat signifikant och organiskt bundet aluminium ökat signifikant.

Råsjön (D 52): Gammal självförnygrad granskog (snart 80 år) i småkuperad terräng på sandigmoig moränmark. Jordmånen är podsol och ståndortsindex G26. Tillsammans med Åker har den länets längsta mätserie, från januari 1991. Liksom i Åker avslutades de nederbördskemiska mätningarna på öppet fält i januari 2001.

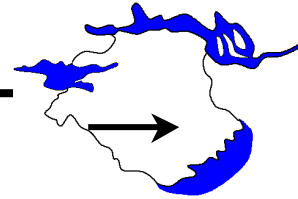
Under hydrologiska året 2002/03 var krondroppsmängden något mindre än normalt, 300 mm jämfört med 350 mm. Nedfallet av antropogent svavel och oorganiskt

kväve till marken i granytan uppmättes till 4,5 respektive 4,4 kg/ha, vilket är något mer än föregående år. Sedan mätningarna startade i Råsjön i början av 1990-talet har nedfallet av antropogent svavel minskat från omkring 9 till 5 kg/ha. Någon liknande trend finns inte för kväve, uppmätt värde under 2002/03 är tvärtom något högre än mätseriens medelvärde; 3,5 kg/ha. Normalt har Råsjön störst nedfall av antropogent svavel och påverkan av saltförande vindar (mätt som kloriddeposition) än övriga ytor i länet, vilket förklaras av ytans ostliga läge nära havet.

Markvattenprovtagningarna i Råsjön har ofta gett dåligt utbyte på den hårda och kompakta marken, speciellt under sommaren. Under hydrologiska året 2002/03 var det väldigt torrt i marken och endast små vattenvolymer erhöles under hösten och våren och prov-

tagningen i början av september blev resultatlös. När det är torrt i markerna kan koncentrations effekter leda till högre halter än vanligt. Provtagningarna under hösten och våren visar dock för området normala värden. Råsjön har i regel det suraste markvattnet av ytorna i länets med pH-värde omkring 4,9 och höga halter av totalt aluminium. Merparten har oftast varit i oorganisk form. Hydrologiska året 2002/03 var inget undantag. Markvattnets pH-värde varierade mellan 4,9 och 5,2 men aluminiumhalten var dock något lägre än normalt (omkring 0,6-0,8 mg/l). Sedan den första provtagningen i maj 1991 har markvattnets halter av svavel och spårämnet mangan minskat signifikant och halterna av järn ökat signifikant.

Edeby (D 11)
Gran, 73 år



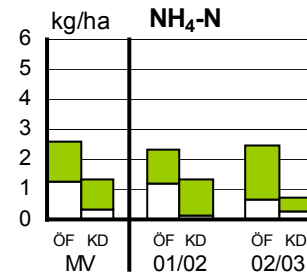
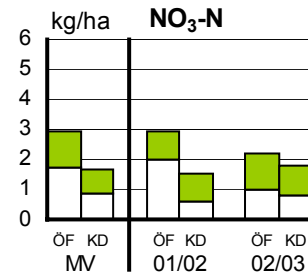
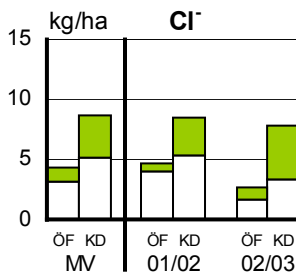
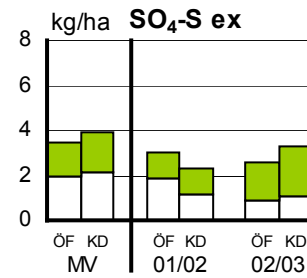
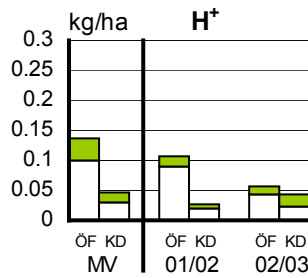
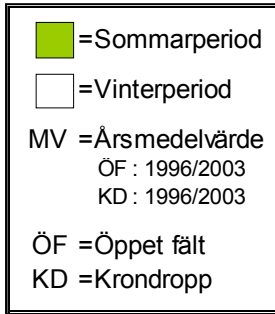
DEPOSITION

(D 11)

Nederbörd på ÖF (mm)

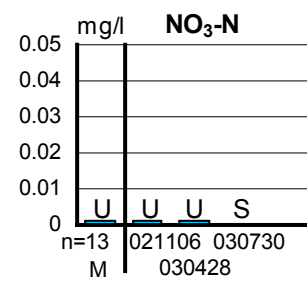
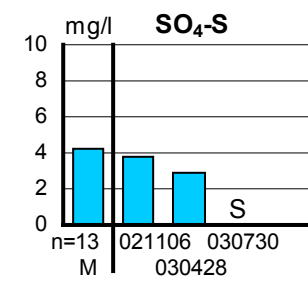
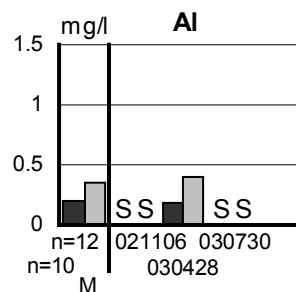
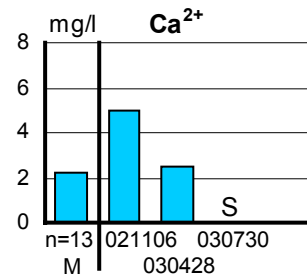
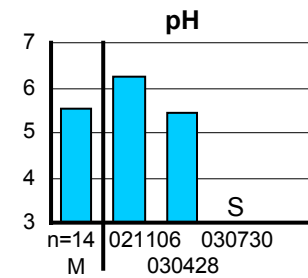
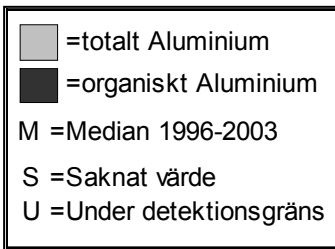
	MV	01/02	02/03
Sommar	359	308	312
Vinter	357	418	170

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

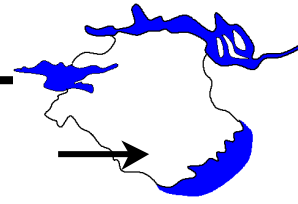
(D 11)



Figur 3. Depositions- och markvattendata från Edeby, D 11.

Stigtomtamalmen (D 12)

Tall, 55 år

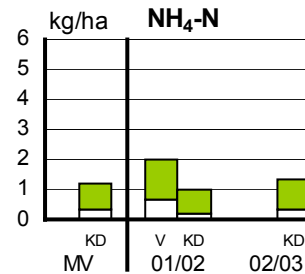
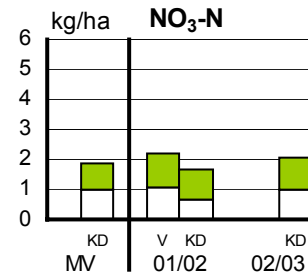
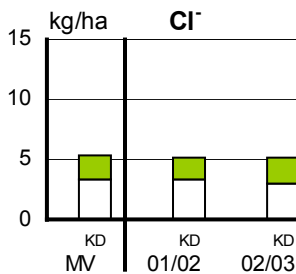
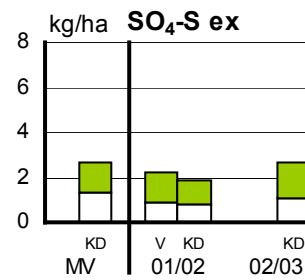
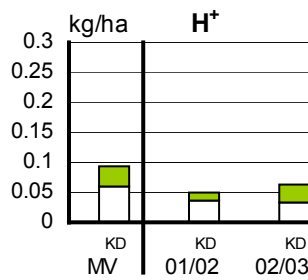
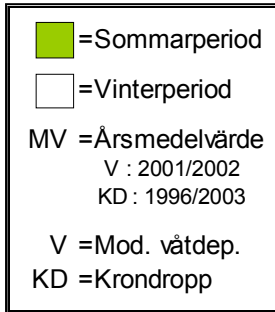


DEPOSITION

(D 12)

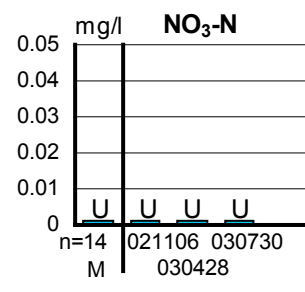
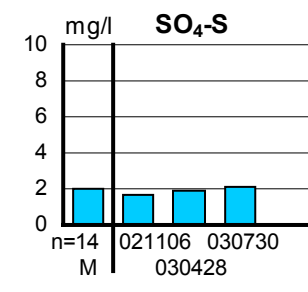
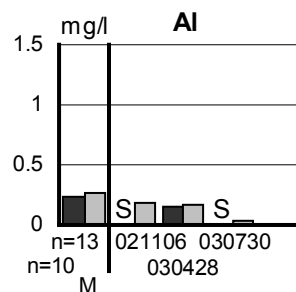
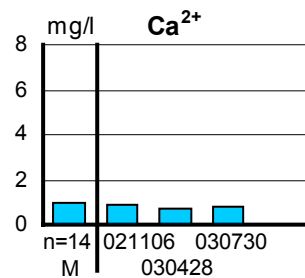
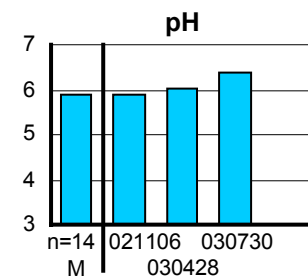
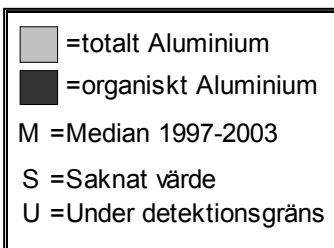
Nederbörd på V (mm)

	01/02
Sommar	323
Vinter	281



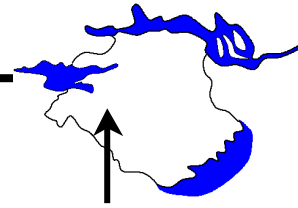
MARKVATTEN

(D 12)



Figur 4. Depositions- och markvattendata från Stigtomtamalmen, D 12.

Vallmotorp (D 13)
Gran, 67 år

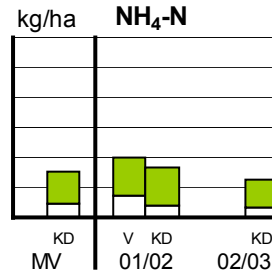
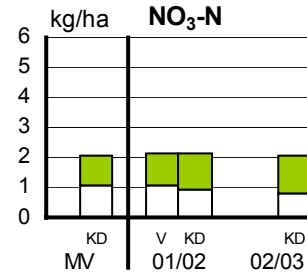
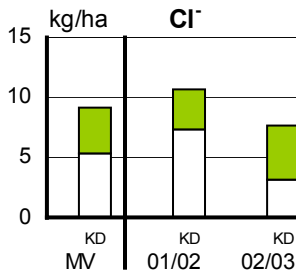
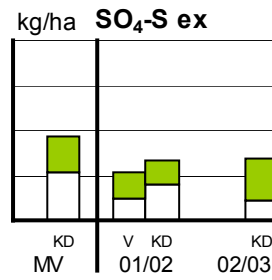
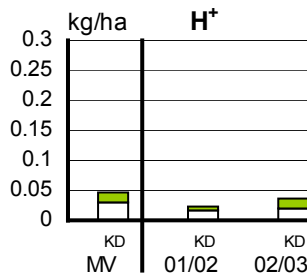


DEPOSITION
(D 13)

Nederbörd på V (mm)

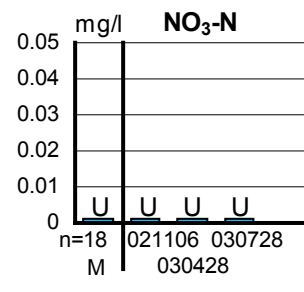
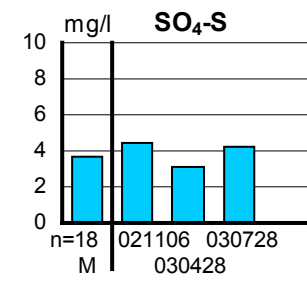
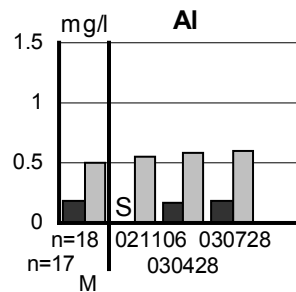
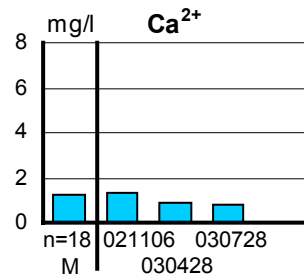
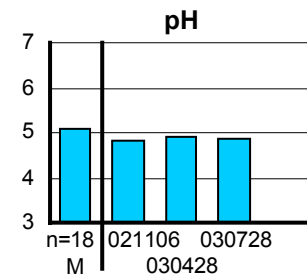
	01/02
Sommar	319
Vinter	327

■ =Sommarperiod
□ =Vinterperiod
MV =Årsmedelvärde
V : 2001/2002
KD : 1996/2003
V =Mod. våtdep.
KD =Kronddropp



MARKVATTEN
(D 13)

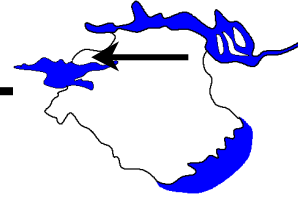
■ =totalt Aluminium
■ =organiskt Aluminium
M =Median 1997-2003
S =Saknat värde
U =Under detektionsgräns



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Vallmotorp, D 13.

Knutsta (D 14)

Tall, 70 år

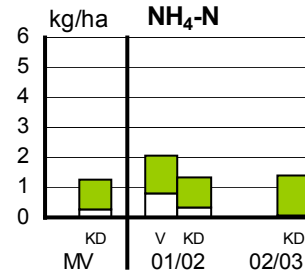
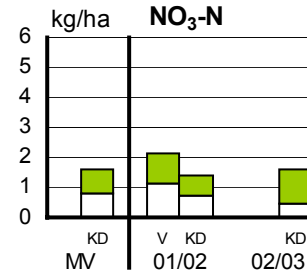
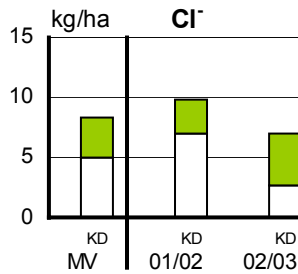
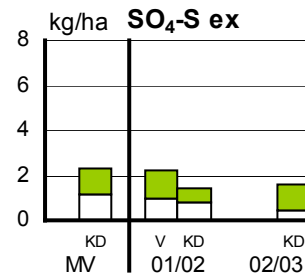
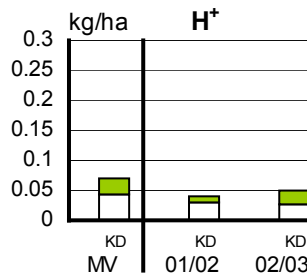
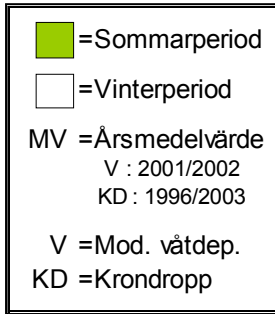


DEPOSITION

(D 14)

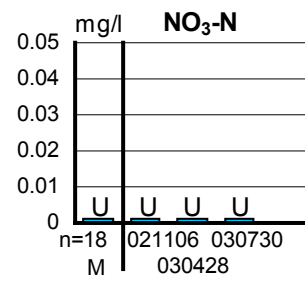
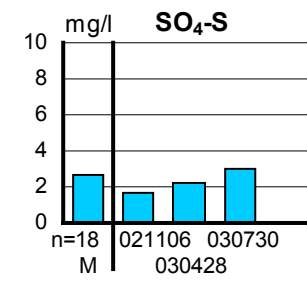
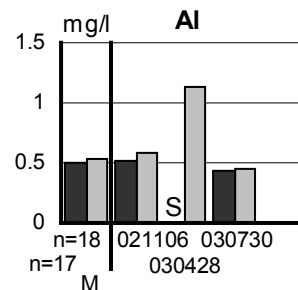
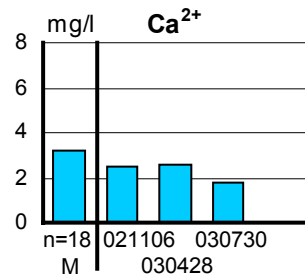
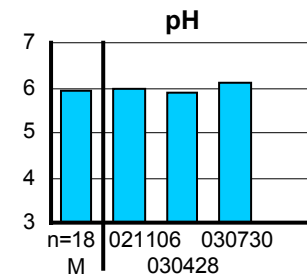
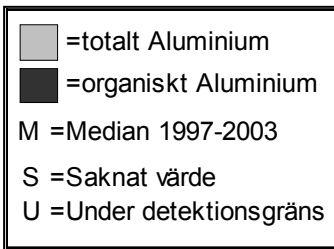
Nederbörd på V (mm)

	01/02
Sommar	348
Vinter	328



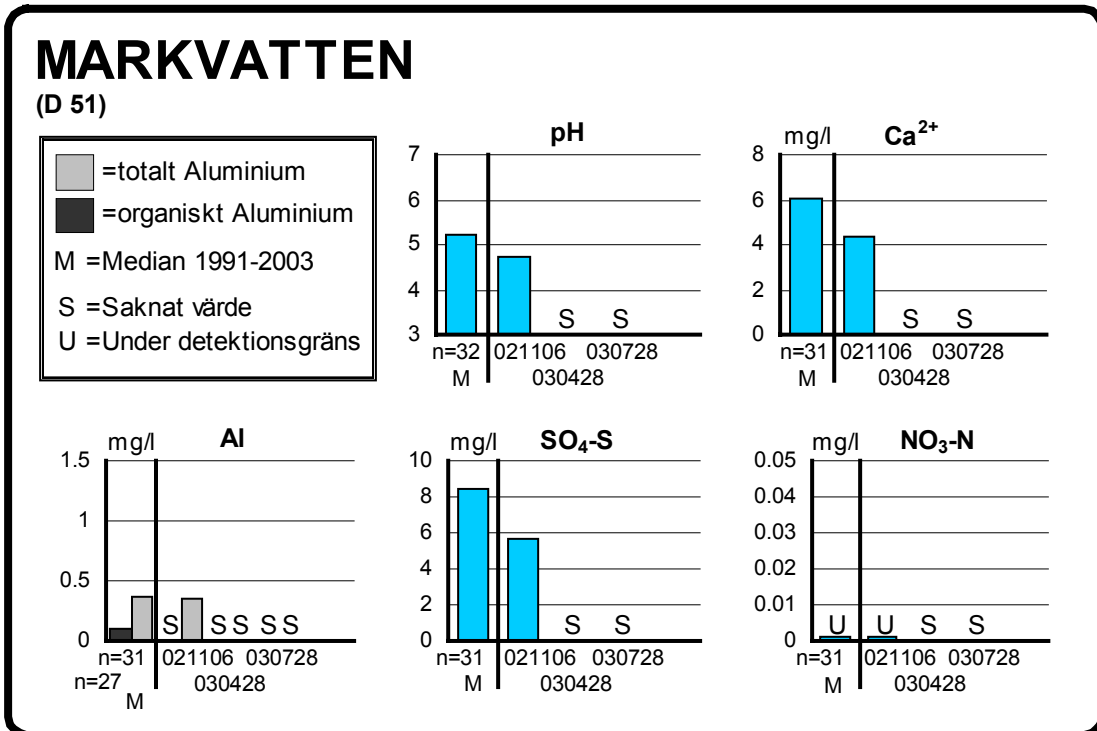
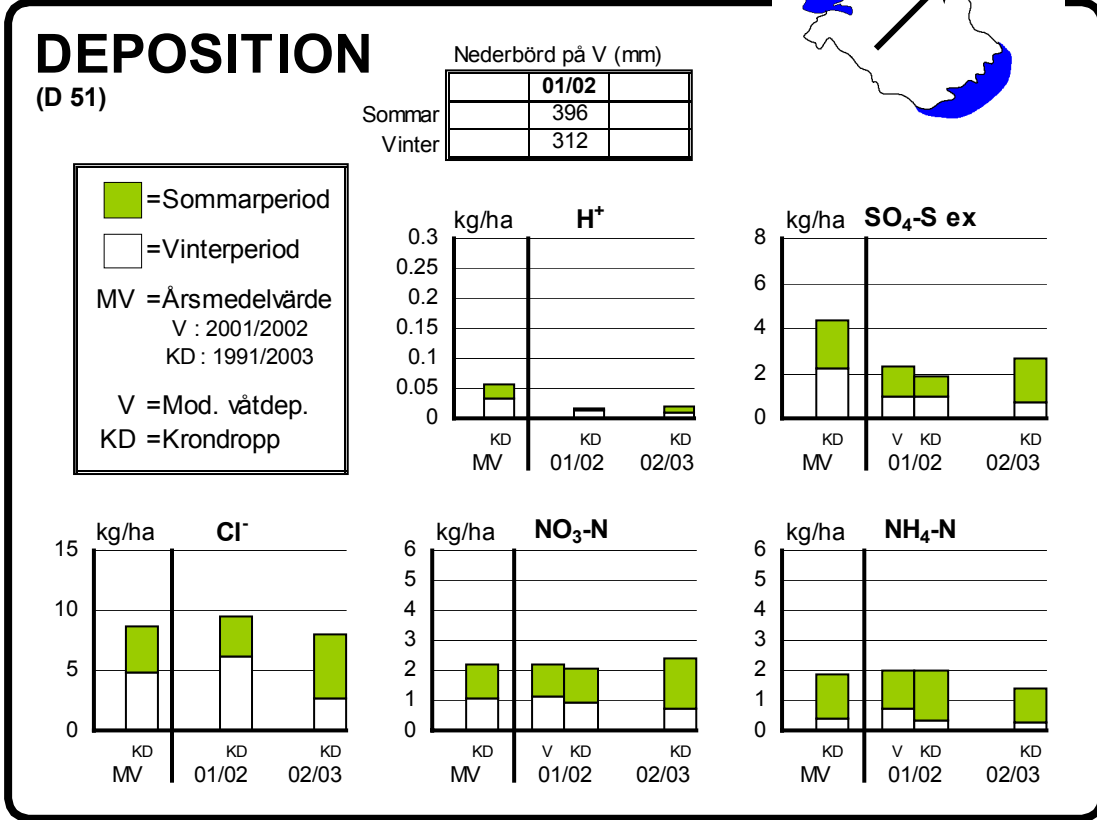
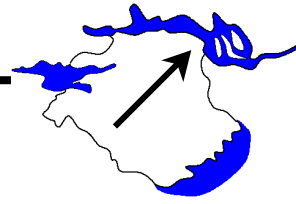
MARKVATTEN

(D 14)



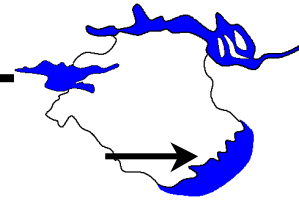
Figur 6. Depositions- och markvattendata från Knutsta, D 14.

Åker (D 51)
Gran, 70 år



Figur 7. Depositions- och markvattendata från Åker, D 51.

Råsjön (D 52)
Gran, 79 år



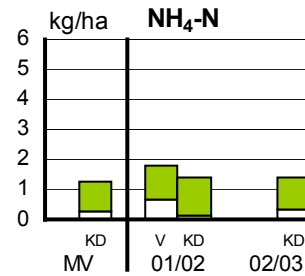
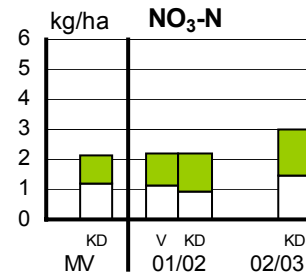
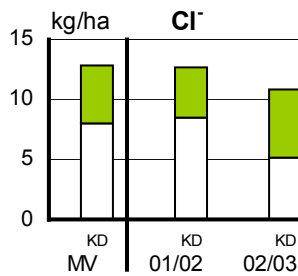
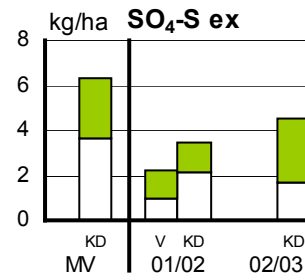
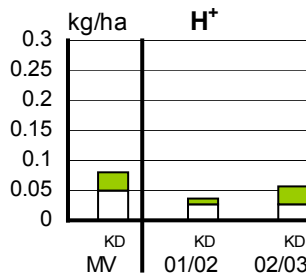
DEPOSITION

(D 52)

Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	324	
Vinter	292	

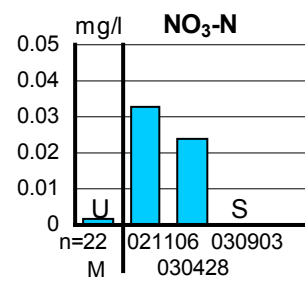
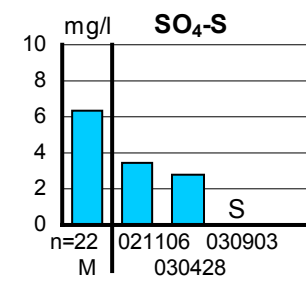
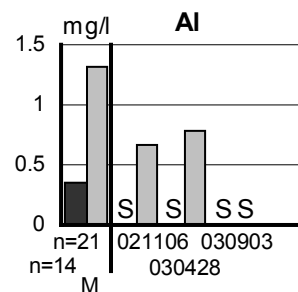
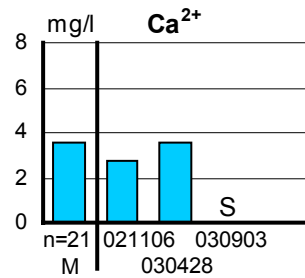
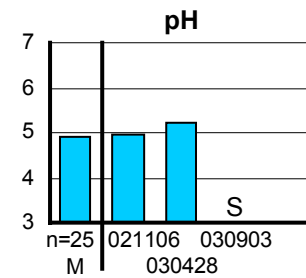
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1991/2003
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(D 52)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1991-2003
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 8. Depositions- och markvattendata från Råsjön, D 52.

Tidsutveckling deposition

Tidsutvecklingen i Södermanlands län, beräknat som medelvärden för länets lokaler, visas i figur 9. Tidsserie "gammal" omfattar två lokaler (Åker och Råsjön), tidsserie "ny" sex lokaler.

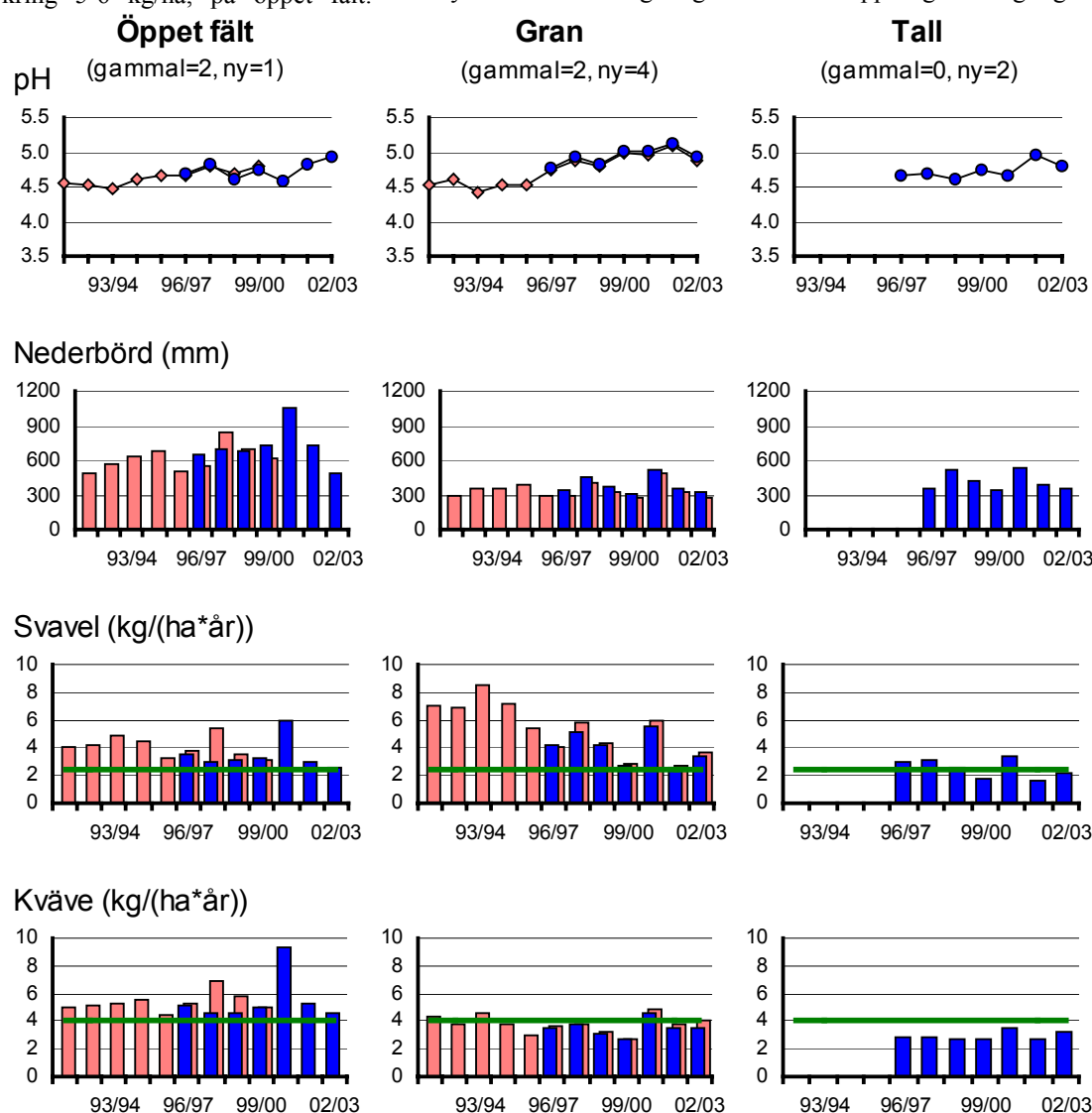
Nederbörden har generellt ökat något sedan början av 1990-talet, från omkring 550 mm till drygt 700 mm. Trots detta har våtdepositionen av antropogent svavel minskat sedan mätningarna startade. Nedfallet av kväve har varit relativt konstant sedan 1991, omkring 5-6 kg/ha, på öppet fält.

Under hydrologiska året 2002/03 var nederbörden exceptionellt liten, 480 mm, vilket medfört något mindre våtdeposition av svavel och kväve än tidigare år.

I granytorna har nedfallet av svavel tydligt minskat, huvudsakligen beroende på minskad torrdeposition. När det gäller kväve finns det ingen tydlig trend som visar att nedfallets omfattning har minskat. Nedfallet via kron dropp under 2002/03 av antropogent svavel och kväve var drygt 3 respektive 4 kg/ha i granytorna. Depositionen i tallytorna var omkring 1 kg mindre

per hektar av både svavel och kväve. Nedfallet till marken i skogsyttorna var generellt något större än föregående år, med undantag för kvävedepositionen till granskog som var i nivå med nedfallet 2001/02.

Om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer depositionen av svavel och kväve att i genomsnitt minska till 2,5 respektive 4 kg per hektar och år i Svealand till år 2010. För svavel har merparten av denna minskning skett, men för kväve krävs att ytterligare utsläppsbegränsningar genomförs.



Figur 9. Årsmedelvärden för Södermanlands län; öppet fält samt gran- och tallskog. Tidsserie "gammal" från 1991/92 och serie "ny" från 1996/97. Tjock linje anger förväntad nivå i Svealand år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sidan 3).

Om torrdepositionen uppskattas till 2-4 kg/ha blir total deposition av oorganiskt kväve till skogen i området 6-8 kg/ha. Kväveutsläpp sker främst från vägtrafik, arbetsfordon och sjöfart samt jordbruk och animalieproduktion. Svavel har huvudsakligen släppts ut från ett mindre antal stora fossilbränsleddade anläggningar för energiproduktion.

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.

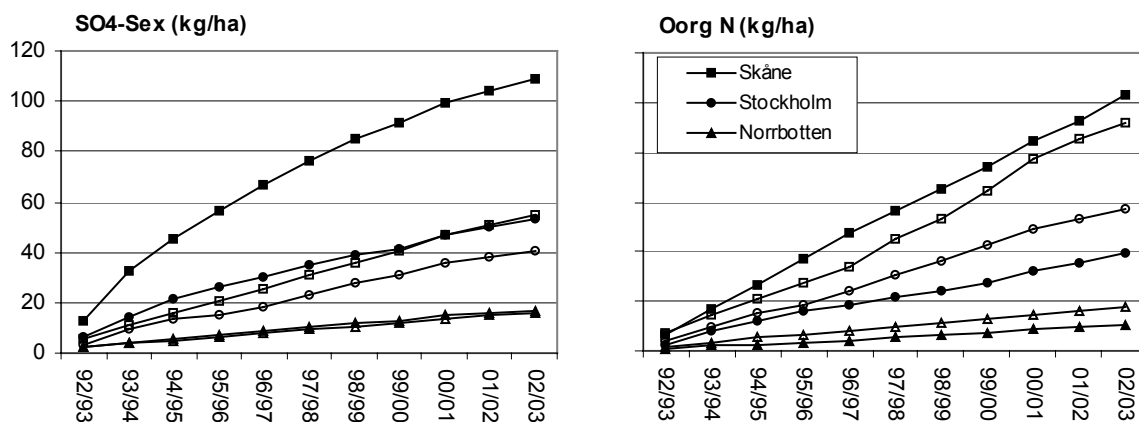
Trots att nedfallet av försurande svavel har minskat kraftigt i Sverige, speciellt under 1980- och 90-talet, har nedfallet resulterat i en ackumulerad deposition på drygt 100 kg/ha till granytan i Skåne mellan 1992/93 och 2002/03. Den lägre svavelbelastningen till lokalerna i Stockholm och Norrbotten 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 granskogen i Åker finns jämförbara värden för krondropp som visar en ackumulerad svaveldeposition på 46 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 krondropp större i granytan än nederbördens bidrag på öppet fält i Skåne. Detta är ett resultat av det stora kvävenedfallet i regionen. Krondropp 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 krondropp av organiskt kväve.

Före 1990 var den totala depositionen, och skillnaden mellan krondropp 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 halt 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 en utlakning 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 krondropp, ofyllda för öppet fält.

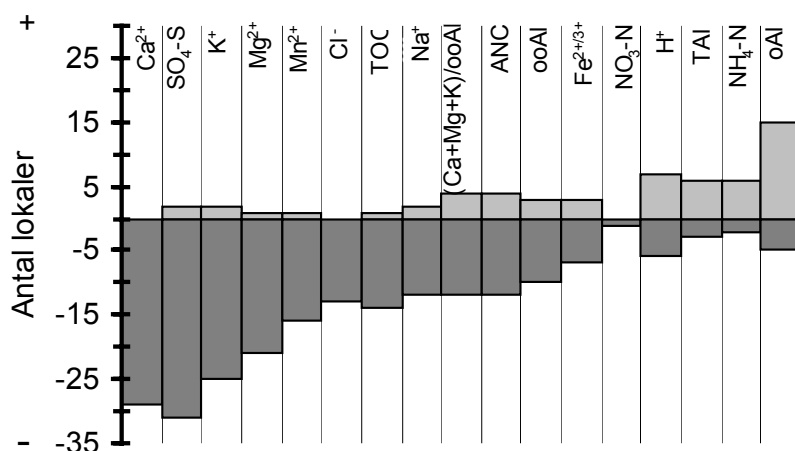
Tidsutveckling markvatten

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). Det innebär att samtliga av länets lokaler ingår i figuren.

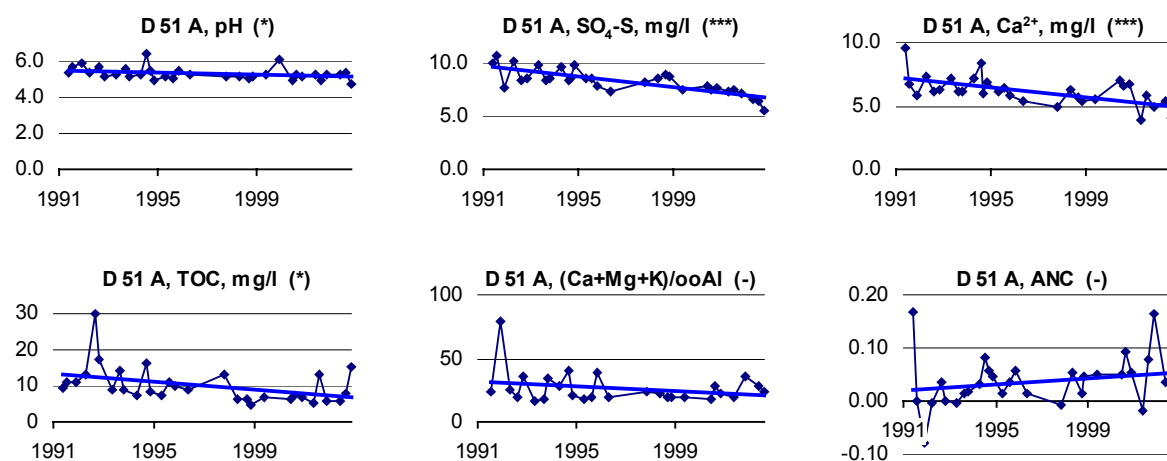
Figur 11 visar att markvattnets innehåll av kalcium och kalium

har minskat signifikant på mer än hälften av lokalerna i Svealand och Norrland. På nästan lika många lokaler har halterna av magnesium minskat. En tydlig trend är sjunkande halter av sulfatsvavel. Det har noterats på två tredjedelar av alla lokaler och är en logisk följd av minskad svaveldeposition. Sjunkande halter redovisas även för klorid, mangan och organiskt kol (TOC). Förändringar av markvattnets försurningsgrad är inte lika tydliga, utan det finns exempel på både ökad och mins-

kad försurning. Markvattnets förmåga att buffra mot syror, uttryckt som ANC (se ord att förklara, sidan 4) samt kvoten mellan bas-kationer och oorganiskt aluminium har dock företrädesvis sjunkit, vilket indikerar ökad försurningsgrad. ANC påverkas förutom av försurningsbelastningen av nedfallet av havssalt. Stigande halter av klorid i markvattnet kan leda till sänkt ANC, vilket har noterats på två av de tolv lokaler i Svealand och Norrland där ANC har minskat signifikant.



Figur 11. Trendberäkningar för markvatten på 49 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 (-).



Figur 12. Trendberäkningar för markvatten från Åker. Signifikanta förändringar indikeras med stjärnor.

Utvecklingen i Södermanland följer i princip det generella mönstret för Svealand med sjunkande halter av svavel och bas-kationer i markvattnet, exemplifierat med data från Åker, figur 12. Markvattnet från de undersökta ytorna i länet har generellt pH-

värden mellan 4,9-5,9. Endast Åker visar signifikant minskat pH-värde. De tre ostligaste ytorna visar signifikant minskad halt sulfatsvavel. Signifikant minskande kalciumhalter har noterats i Åker, Knutsta och Stigtomtalmnen. Åker, Knutsta och Edeby har

signifikant minskande halter av TOC. Den försurningsindikerande kvoten (BC/ooAl) är normalt på en tillfredställande nivå i länet. Syraneutraliserande förmågan i markvattnet kan periodvis vara låg, men endast Stigtomtalmnen har signifikant minskat ANC.

Tidsutveckling lufthalter

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) mäts på en lokal i länet, Edeby. Mätningarna i Edeby har pågått sedan januari 1997. Lokalen är belägen 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.

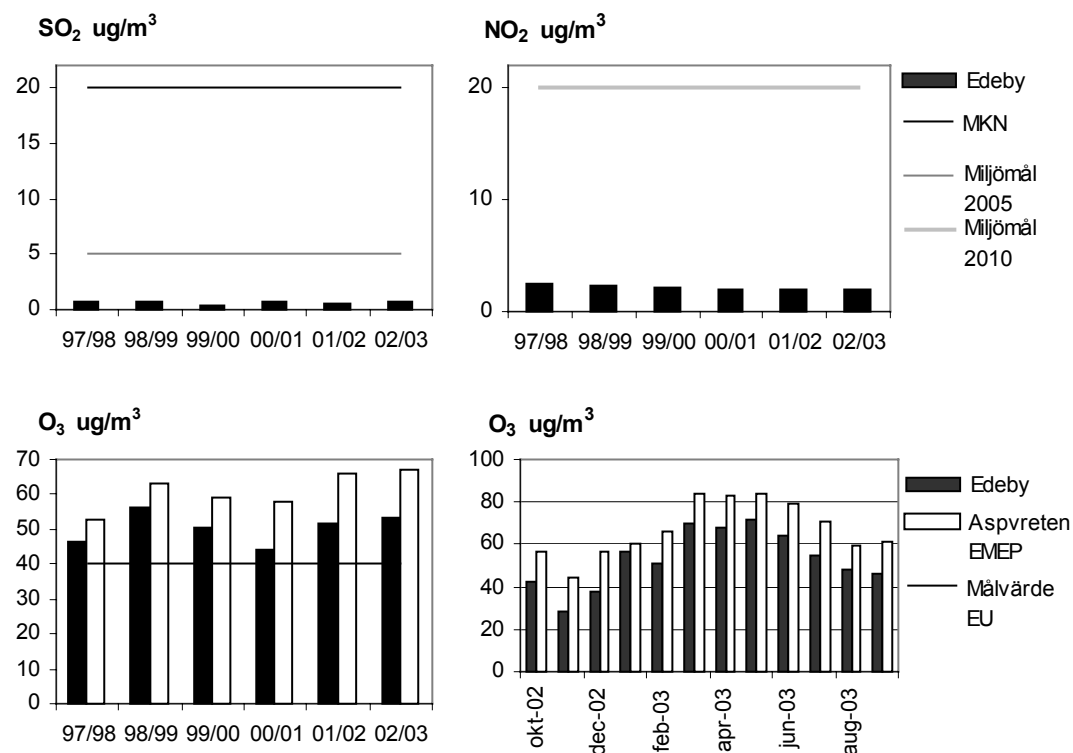
I figur 13 nedan jämförs årsmedelhalter (hydrologiskt år) av SO₂, NO₂ och O₃ med de miljö kvalitetsnormer och miljömål gällande hälsa, ekosystem och material som är baserade på årsmedelhalter, se faktarutan för lufthalter. Miljö kvalitetsnormer och miljömål

gäller för kalenderår. Här är dock jämförelsen gjord med mätresultat gällande hydrologiska år.

Det syns tydligt i diagrammen att halterna av SO₂ och NO₂ är lägre än både miljö kvalitetsnormerna gällande ekosystem och 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. För jämförelse är även medelhalter från EMEP-stationen Aspvreten (mellan Nyköping och Trosa) redovisade i figuren. 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 över-

skridits samtliga sommarhalvår 1997-2003 i Edeby, med undantag av 1998, 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 lågrisknivå 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 mars, april och maj 2003 i Aspvreten. Ozonhalter är ofta lägre på natten än på dagen, vilket innebär att en lokal med ett månadsmedel över 80 µg/m³ har haft flertalet timhalter över 80 µg/m³ under perioden.



Figur 13. Årsmedelhalter (hydrologiska år) av svaveldioxid, kvävedioxid och marknära ozon jämfört med miljö kvalitetsnormer och miljömål samt månadsmedelhalter av 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 överskrida $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 överskrida $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 överskrida $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 överskrida $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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, markvatten

Tabell 1a. Data från mätningar på öppet fält i Södermanlands 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⁺
Edeby (D 11 A)	02/03	483	0,06	2,7	2,6	2,6	2,2	2,4	1,3	0,5	2,1	1,3	0,06
	01/02	726	0,11	3,2	3,0	4,7	3,0	2,4	2,2	0,6	2,9	1,2	0,08
	00/01	1047	0,27	6,2	5,9	6,1	5,0	4,4	2,8	0,9	3,8	1,4	0,32
	99/00	738	0,13	3,5	3,3	5,1	3,0	2,1	1,8	0,5	3,4	1,6	0,21
	98/99	678	0,17	3,3	3,1	2,9	2,5	2,2	1,6	0,5	1,9	1,3	0,08
	97/98	691	0,10	3,2	3,0	3,1	2,3	2,2	1,5	0,4	2,0	1,8	0,08
	96/97	647	0,13	3,8	3,5	5,3	2,6	2,4	2,2	0,7	2,8	1,5	0,08
Stigomt- malmen (D 12 A)	99/00	682	0,11	3,7	3,4	5,7	3,3	2,6					
	98/99	677	0,15	3,7	3,5	4,3	2,8	2,3					
	97/98	757	0,18	4,0	3,8	3,7	3,1	2,3					
	96/97	507	0,12	3,2	3,0	3,5	2,2	2,3					
Vallmotorp (D 13 A)	99/00	617	0,07	2,6	2,5	3,3	2,2	1,4					
	98/99	639	0,11	2,8	2,6	3,1	2,2	2,1					
	97/98	740	0,11	2,9	2,8	2,5	2,1	1,7					
	96/97	736	0,13	4,1	3,8	4,9	2,8	2,6					
Knutsta (D 14 A)	00/01	836	0,15	3,8	3,6	4,6	3,3	3,0	2,0	0,6	3,0	2,3	0,13
	99/00	461	0,08	2,0	1,9	3,8	1,7	1,4	1,0	0,4	2,5	1,2	0,15
	98/99	624	0,13	2,8	2,7	3,7	2,2	1,9	1,5	0,4	2,5	1,7	0,08
	97/98	672	0,13	2,9	2,8	3,3	2,4	2,1	1,6	0,4	2,1	1,5	0,06
	96/97	655	0,11	3,9	3,6	6,6	2,8	2,3	2,6	0,6	4,0	1,5	0,07
Åker (D 51 A)	99/00	634	0,10	3,5	3,3	4,3	2,8	2,7					
	98/99	765	0,18	3,9	3,6	6,5	3,8	3,4					
	97/98	868	0,17	6,0	5,8	4,7	4,0	3,5					
	96/97	608	0,14	4,3	4,0	4,7	3,1	2,9					
	95/96	504	0,13	3,8	3,7	2,8	2,8	2,8					
	94/95	705	0,18	4,7	4,4	6,4	3,2	3,1					
	93/94	533	0,15	4,2	4,1	2,7	2,3	2,5					
	92/93	489	0,14	3,3	3,1	3,8	2,4	2,2					
	91/92	518	0,16	4,1	4,0	2,8	2,3	2,7					
Råsjön (D 52 A)	99/00	602	0,11	3,2	3,0	3,6	2,4	2,2					
	98/99	626	0,10	3,5	3,3	4,0	2,4	2,2	2,6	0,7	2,4	1,9	0,06
	97/98	817	0,11	5,1	4,9	4,8	3,2	3,0					
	96/97	506	0,10	3,7	3,4	6,2	2,5	2,1					
	95/96	505	0,10	3,1	3,0	2,8	1,8	1,6					
	94/95	654	0,16	4,7	4,5	4,9	2,4	2,4					
	93/94	722	0,26	5,8	5,5	4,9	3,0	2,6					
	92/93	656	0,19	5,4	5,2	5,6	3,0	2,7					
	91/92	452	0,11	4,2	4,0	4,1	2,2	2,9					

Tabell 1b. Öppet fältdata från Södermanlands län för yta Edeby 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
Edeby (D 11 A)	02/03	483	4,6	1,5	17
	01/02	726	5,3	1,2	23
	00/01	1047	9,4	1,5	29
	97/98	691	4,6	1,5	

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

Lokal	Period	Nedb	H ⁺		SO ₄ -S _{ex}	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
			mm	kg/ha →									
Edeby (D 11 A)	02/03	345	0,04	3,6	3,3	7,9	1,8	0,7	3,1	1,4	3,5	12,9	0,52
	01/02	353	0,03	2,7	2,3	8,6	1,5	1,3	3,0	1,2	3,5	13,3	0,66
	00/01	573	0,06	5,8	5,4	8,1	2,3	2,1	4,4	1,6	4,0	18,9	1,14
	99/00	362	0,03	3,2	2,8	9,8	1,5	1,3	3,0	1,4	4,2	14,8	1,20
	98/99	379	0,06	4,3	3,9	8,7	1,3	0,9	3,1	1,3	3,4	16,5	0,98
	97/98	480	0,05	5,2	4,8	9,1	1,7	2,2	3,7	1,5	3,6	18,7	1,06
	96/97	379	0,06	4,5	4,1	9,4	1,8	1,4	3,9	1,6	4,1	13,8	1,33
Stigtomta- malmen (D 12 A)	02/03	364	0,06	2,9	2,6	5,1	2,1	1,3					
	01/02	402	0,05	2,1	1,8	5,1	1,7	1,0					
	00/01	614	0,15	4,3	4,0	6,0	2,4	1,7					
	99/00	373	0,07	2,2	1,9	5,3	1,7	1,0					
	98/99	386	0,11	2,6	2,3	5,2	1,7	0,8					
	97/98	535	0,13	3,4	3,2	5,4	2,0	1,2					
96/97	351	0,09	2,8	2,5	5,6	1,7	1,2						
Vallmotorp (D 13 A)	02/03	392	0,04	3,1	2,8	7,7	2,1	1,3					
	01/02	392	0,02	3,1	2,6	10,7	2,1	1,6					
	00/01	564	0,05	5,3	5,0	7,4	2,5	2,1					
	99/00	329	0,04	3,1	2,6	11,7	1,9	0,7					
	98/99	480	0,07	4,9	4,5	9,4	2,1	1,4					
	97/98	540	0,06	4,4	4,1	8,3	1,9	1,9					
	96/97	409	0,07	4,9	4,5	8,8	2,1	1,6					
Knutsta (D 14 A)	02/03	340	0,05	1,9	1,6	6,9	1,6	1,4	2,1	1,1	3,3	7,8	0,27
	01/02	388	0,04	1,8	1,4	9,8	1,4	1,4	2,2	1,1	4,6	10,6	0,27
	00/01	467	0,08	3,0	2,6	7,2	1,9	1,2	3,3	1,3	3,7	10,3	0,79
	99/00	308	0,05	2,0	1,5	9,9	1,4	1,3	2,2	1,1	5,1	8,2	0,46
	98/99	464	0,10	3,3	2,9	8,8	1,8	1,0	3,3	1,3	4,2	10,2	0,58
	97/98	505	0,08	3,3	2,9	7,9	1,4	1,1	3,3	1,3	3,7	9,6	0,71
	96/97	360	0,07	3,8	3,5	8,0	1,6	1,4	3,5	1,2	3,9	8,2	0,56
Åker (D 51 A)	02/03	261	0,02	3,1	2,7	8,0	2,4	1,4					
	01/02	320	0,02	2,3	1,9	9,5	2,1	2,0					
	00/01	449	0,03	4,9	4,5	8,7	2,4	2,4					
	99/00	278	0,03	2,7	2,2	9,8	1,7	1,3					
	98/99	293	0,04	3,8	3,5	8,0	2,1	1,6					
	97/98	389	0,05	5,6	5,2	8,3	2,3	1,7					
	96/97	296	0,05	3,6	3,3	7,9	2,3	2,0					
	95/96	254	0,08	4,4	4,1	5,8	1,7	1,3					
	94/95	369	0,10	6,2	5,8	8,8	2,4	1,6					
	93/94	278	0,12	7,4	7,0	7,7	3,0	1,7					
	92/93	332	0,08	6,6	6,1	11,7	2,6	2,4					
	91/92	294	0,06	6,4	5,9	10,5	2,3	3,0					

Tabell 2a. Forts.

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⁺		
Råsjön (D 52 A)	02/03	300	0,06	5,0	4,5	10,8	3,0	1,4							
	01/02	330	0,04	4,1	3,5	12,6	2,2	1,4							
	00/01	514	0,07	8,1	7,4	13,5	2,8	2,0							
	99/00	267	0,03	3,8	3,3	11,4	1,6	0,8							
	98/99	349	0,06	5,7	5,2	11,0	1,9	0,9	4,6	1,7	5,4	16,4	1,05		
	97/98	422	0,06	7,1	6,5	12,1	2,0	1,5							
	96/97	281	0,06	5,3	4,8	11,4	1,9	1,0							
	95/96	334	0,10	7,1	6,7	8,9	1,9	1,1							
	94/95	420	0,13	9,4	8,6	16,4	2,4	1,2							
	93/94	438	0,16	10,7	10,0	14,2	2,5	2,1							
	92/93	385	0,10	8,6	7,7	19,2	1,8	0,7							
91/92	288	0,11	8,8	8,2	14,2	1,9	1,4								

Tabell 2b. Krondroppsdata från Södermanlands 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 mm	kg/ha →		TOC
			oorg N	org N	
Edeby (D 11 A)	02/03	345	2,5	2,7	93
	01/02	353	2,8	2,4	67
	00/01	573	4,4	3,3	87
	97/98	480	3,8	3,0	
Knutsta (D 14 A)	02/03	340	3,0	2,0	
	01/02	388	2,8	2,3	

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

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⁺	
Edeby	01/02	668			2,2		2,2	2,0						
Stigtomta- malmen	01/02	604			2,2		2,2	2,0						
Vallmotorp	01/02	646			2,1		2,1	2,0						
Knutsta	01/02	676			2,2		2,1	2,1						
Åker	01/02	708			2,3		2,2	2,0						
Råsjön	01/02	616			2,2		2,2	1,8						

Tabell 4. Lufthalter i Edeby, Södermanlands län, diffusionsprovtagning.

Lokal	Period	SO ₂ ug/m ³	NO ₂ ug/m ³	NH ₃ ug/m ³	O ₃ ug/m ³
Edeby (D 11 A)	0210	0,4	1,6	<0,3	42
	0211	0,6	2,8	<0,3	29
	0212	1,0	2,9	0,7	38
	0301	0,9	3,3	0,5	56
	0302	1,4	3,4	<0,3	51
	0303	1,1	1,5	0,3	69
	0304	0,7	1,3	0,4	68
	0305	0,7	1,9	0,9	72
	0306	0,5	1,2	2,2	64
	0307	0,6	1,2	<0,3	54
	0308	0,6	1,0	0,7	48
0309	0,5	1,2	0,4	47	
Mv hydr. år	9710-9809	0,7	2,5	-	-
	9810-9909	0,7	2,3	-	-
	9910-0009	0,4	2,2	-	-
	0010-0109	0,7	1,9	-	-
	0110-0209	0,5	1,9	-	-
	0210-0309	0,7	1,9	-	-
Mv sommar	9704-9709	-	-	<0,3	58
	9804-9809	-	-	<0,3	49
	9904-9909	-	-	0,4	63
	0004-0009	-	-	<0,3	51
	0104-0109	-	-	0,4	54
	0204-0209	-	-	0,6	59
0304-0309	-	-	0,8	59	

U) Uppskattat värde

Tabell 5. Markvattendata från Södermanlands län.

Lokal	Datum	pH	Alk ANC		SO ₄ -S Cl ⁻ NO ₃ -N			NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl	
			mekv/l →		mg/l →													mol/mol	
Edeby (D 11 A)	2002-11-06	6,2	-	0,088	3,77	10,93	<0,002	-	5,00	1,40	4,79	2,31	<0,020	-	-	-	-	-	-
	2003-04-28	5,5	0,002	-0,039	2,91	14,49	<0,002	0,037	2,53	2,11	5,49	0,53	<0,020	0,014	0,217	0,404	8,3	20	
	2003-07-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median <i>n</i> = 14	5,5	0,059	4,21	4,59	<0,002	<0,020	2,27	1,68	4,79	0,95	<0,020	0,021	0,086	0,350	8,9	58		
Stigtomtamalmen (D 12 A)	2002-11-06	5,9	-	0,042	1,61	3,47	<0,002	0,140	0,92	0,76	2,29	1,30	<0,020	0,021	-	0,178	-	-	
	2003-04-28	6,0	0,010	-0,004	1,85	2,52	<0,002	0,049	0,71	0,58	1,95	0,57	<0,020	0,022	0,023	0,168	7,8	66	
	2003-07-30	6,4	-	0,000	2,13	4,32	<0,002	<0,020	0,81	0,72	2,90	1,18	<0,020	<0,005	-	0,030	6,2	-	
	median <i>n</i> = 14	5,9	0,051	1,96	1,56	<0,002	0,044	1,00	0,59	2,02	1,42	<0,020	0,022	0,025	0,273	8,4	67		
Vallmotorp (D 13 A)	2002-11-06	4,8	-	-0,005	4,40	9,01	<0,002	-	1,34	1,48	7,58	0,18	<0,020	0,040	-	0,549	-	-	
	2003-04-28	4,9	-	-0,034	3,07	5,46	<0,002	0,018	0,85	1,12	4,06	<0,08	<0,020	0,043	0,417	0,583	7,3	4,4	
	2003-07-28	4,9	-	-0,049	4,26	5,60	<0,002	<0,020	0,76	1,16	5,51	0,09	<0,020	0,043	0,417	0,604	6,4	4,5	
	median <i>n</i> = 18	5,1	0,005	3,72	4,90	<0,002	<0,020	1,20	1,28	4,84	0,18	<0,020	0,055	0,241	0,500	6,9	9,1		
Knutsta (D 14 A)	2002-11-06	6,0	0,026	0,099	1,65	4,35	<0,002	<0,010	2,52	0,77	2,93	0,32	<0,020	0,103	0,067	0,577	15,0	41	
	2003-04-28	5,9	0,050	0,099	2,17	3,54	<0,002	0,210	2,58	0,99	2,48	0,64	<0,020	0,187	-	1,127	24,0	-	
	2003-07-30	6,1	0,036	0,032	3,00	3,42	<0,002	<0,020	1,79	0,76	3,62	0,26	<0,020	0,058	0,021	0,448	9,0	106	
	median <i>n</i> = 18	5,9	0,106	2,70	3,65	<0,002	<0,020	3,17	0,92	3,62	0,66	<0,020	0,126	0,034	0,540	14,5	106		
Åker (D 51 A)	2002-11-06	4,7	-	0,006	5,62	9,73	<0,002	0,014	4,38	1,64	6,26	0,23	<0,020	0,012	-	0,347	15,0	-	
	2003-04-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2003-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	median <i>n</i> = 32	5,2	0,036	8,44	8,12	<0,002	<0,020	6,08	1,98	6,81	0,24	<0,020	0,013	0,294	0,359	8,8	23		
Råsjön (D 52 A)	2002-11-06	4,9	-	0,041	3,41	8,18	0,033	0,620	2,76	1,53	4,54	1,01	<0,020	0,024	-	0,665	-	-	
	2003-04-28	5,2	-	0,056	2,82	14,37	0,024	0,150	3,57	2,14	5,46	1,85	<0,020	0,043	-	0,788	22,0	-	
	2003-09-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	median <i>n</i> = 25	4,9	0,012	6,33	8,99	<0,002	0,174	3,60	2,04	6,53	1,41	0,121	0,024	0,764	1,323	19,0	6,9		

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